

# Agris

Agenzia Regionale per la ricerca scientifica  
e l'innovazione in agricoltura



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

## DIPARTIMENTO PER LA RICERCA NELLE PRODUZIONI VEGETALI Settore Pedologia



### **SCHEMA IDRICO DEL FLUMINEDDU PER L'ALIMENTAZIONE IRRIGUA DELLA MARMILLA**

Studio di dettaglio sulle aree oggetto dell'intervento "Distretto irriguo della Bassa Marmilla alimentato dallo schema idrico Flumineddu – Tirso – Flumendosa". Scala 1: 10.000.

#### **PREDISPOSIZIONE DI DIVERSE IPOTESI DI UTILIZZO IRRIGUO DEL TERRITORIO**

## **2 – STUDIO DI SUSCETTIVITA' D'USO DEI SUOLI**

### ***Gruppo di lavoro***

Dr. Geol. Rita Puddu (Responsabile dello studio)  
Dr. Geol. Stefania Fanni (Rilevamento ed elaborazione dati)  
Dr. Geol. Stefano Loddo (Rilevamento, cartografia e GIS)  
Per. Agr. Daniele Manca (Rilevamento ed elaborazione dati)  
Per. Chim. Massimo Melis (Referente analisi di laboratorio)

Dr. Geol. Francesca Fantola (LAORE - Rilevamento ed elaborazione dati)

**Luglio 2008**

## SOMMARIO

1. PRINCIPI GENERALI .....	3
2. IL METODO APPLICATO .....	5
3. LUT 1 - IRRIGAZIONE .....	11
4. LUT 2 - FRUMENTO DURO .....	19
5. LUT 3 - MAIS .....	25
6. LUT 4 - ERBA MEDICA .....	31
7. LUT 5 - VITE .....	38
8. LUT 6 - OLIVO E MANDORLO .....	46
9. LUT 7 - COLTURE ORTIVE .....	54
10. LUT 8 - PATATA .....	59
11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	64
BIBLIOGRAFIA .....	66

## 1. PRINCIPI GENERALI

La Valutazione Territoriale (ingl. *Land Evaluation*) rappresenta il processo di previsione degli usi potenziali ottimali di un territorio, sulle base dei suoi specifici attributi. A questo proposito è necessario soffermarsi un momento. Infatti, prima di poter effettuare qualsiasi tipo di valutazione del territorio, dobbiamo definire cosa si intende con questo termine. Dal momento che il concetto di territorio individua, definisce e delimita delle aree è necessario perciò definire preliminarmente le *Unità Base di Valutazione* che, nel caso in esame, coincidono con le Unità Cartografiche della carta dei suoli del settore di Marmilla rilevato.

Secondo le specifiche della FAO un tratto di territorio (ingl. *Land*) è un'area specifica della superficie terrestre, definita geograficamente (e non, come nel significato che generalmente questo termine assume in italiano, definita da limiti politico-amministrativi). Le sue caratteristiche abbracciano tutti gli attributi generalmente stabili o talvolta ciclici della biosfera, riscontrabili verticalmente sia al di sotto che al di sopra dell'area in esame, come l'atmosfera, il suolo in tutte le sue molteplici espressioni, la geologia, l'idrologia, le popolazioni animali e vegetali ed infine le conseguenze della attività umana passata e presente.

Si noti che, secondo questa definizione, il termine *territorio* ha un significato molto più ampio di *suolo*, *topografia*, *clima*, *uso e copertura del suolo*, *processi socioeconomici*, *etc.*, e di fatto è un concetto geografico integrato (sia fisico che umano). In senso generale il significato del termine *territorio* considera anche l'occupazione umana nella misura in cui essa influisce nelle tipologie d'uso.

Il territorio varia considerevolmente, nella topografia, nel clima, nella geologia, nei suoli e nella copertura vegetale, e lo spettro di variabilità varia fortemente in funzione della tipologia stessa del territorio e della scala della sua rappresentazione cartografica. La capacità di interpretare le valenze, oppure le limitazioni, dovute a questi fattori è una componente essenziale nell'ambito di una razionale pianificazione dell'uso del territorio. La *Land Evaluation* è quindi uno strumento che utilizza queste opportunità e che si propone di tradurre la totalità delle informazioni ricevute dall'analisi multidisciplinare del territorio in una forma praticamente fruibile da chiunque operi su di esso, dall'agricoltore che dal territorio ricava per via diretta il suo reddito, all'ingegnere che sul territorio imposta lo scopo della sua opera di progettazione, in questo caso un estendimento irriguo.

Nel caso in esame, però, si è ritenuto di procedere con un metodo che considera principalmente i caratteri pedologici. Infatti quasi ogni attività umana si svolge sul

suolo; da ciò deriva il fatto che esso sia, considerando la crescita continua della popolazione umana, una risorsa sempre più strategica. La decisione di effettuare dei cambiamenti nell'uso del territorio e, di conseguenza, del suolo può portare a grandi benefici collettivi oppure a gravi e irreversibili perdite nelle sue potenzialità, sia in termini socio - economici che ambientali.

Il processo logico da intraprendere per rendere utile e possibile la valutazione territoriale può essere riassunto come segue:

- il Territorio varia nelle sue proprietà fisiche, sociali, economiche e geografiche;
- questa variazione riguarda anche l'uso del suolo: per ogni uso, ci sono zone più o meno adatte ad esso, in termini fisici e/o economici;
- la variazione è, almeno in parte, sistematica, con cause precise e riconoscibili;
- le variazioni (fisiche, politiche, economiche e sociali) possono essere rilevate e cartografate in modo da suddividere la superficie totale in regioni con minore variabilità;
- il comportamento dei suoli, quando sottoposti a un determinato uso, può essere previsto con un certo grado di certezza, a seconda della qualità dei dati e in funzione della conoscenza del rapporto tra territorio e uso che di esso se ne fa;
- l'idoneità del territorio per i vari usi (effettivi e di progetto) può essere, di conseguenza, descritta e cartografata
- i Responsabili delle Decisioni (*Decision Makers*), come gli utenti, i pianificatori e i servizi tecnici di supporto alla agricoltura possono utilizzare queste previsioni a sostegno del loro processo decisionale.

## 2. IL METODO APPLICATO

In questo lavoro sono stati seguiti metodi di valutazione territoriale di tipo *indiretto* o *potenziale*. Questi metodi si basano sul principio che certe proprietà dei suoli o dell'area in esame influenzano in maniera ragionevole il successo di un particolare *Land Use*, e che la qualità di un territorio possa essere dedotta dalla osservazione e dalla misura di queste.

Il tipo di utilizzazione del territorio o ***Land Utilization Type (LUT)*** è un concetto chiave per la valutazione delle attitudini; esso specifica per quale tipo di assetto agricolo o forestale, o per quale sistema colturale, o più generalmente per quale uso *sostenibile* dal territorio, è valida la classificazione. Nella fattispecie il metodo conosciuto come *Land Suitability for Irrigation* o Suscettività d'uso dei suoli alla irrigazione (FAO, 1976) impone ovviamente che la LUT consista nell'estendimento irriguo in sé stesso. Inoltre, sono state effettuate delle classificazioni in funzione dell'attitudine dei suoli a differenti LUT agricole, scelte tra le più tipiche o le più consone al territorio della Marmilla.

Il primo passo nell'interpretazione di un territorio è mirato ad accertare quali proprietà siano destinate ad assumere una certa rilevanza, ad accertare se possano essere misurate o stimate senza difficoltà, e in seguito si procede alla loro stima. Dette proprietà sono chiamate *caratteri del territorio*, i quali sono raccolti durante i rilevamenti e gli studi di base per la valutazione. Comprendono caratteri del *suolo* (fisici e chimici), del *clima* (temperatura, piovosità, direzione ed intensità del vento), caratteri *morfologici* (pendenza, esposizione) *idrologici* e quant'altro possa essere utile alla definizione delle unità del territorio e alla loro classificazione.

Esistono poi le cosiddette *qualità del territorio* che vengono parametrizzate tramite i caratteri. Esse sono definite come un attributo dinamico e complesso del territorio che influenza in modo specifico le attitudini. Per esempio, la qualità territoriale "erodibilità" dipende dai caratteri seguenti: pendenza del versante, lunghezza del pendio, permeabilità e struttura del suolo, intensità della pioggia etc.

Il processo di valutazione inizia quindi con la precisazione del tipo di utilizzazione (LUT) e continua con il rilevamento dei caratteri e delle qualità del territorio e la definizione dei requisiti d'uso.

Dopo avere stabilito lo scopo della valutazione, acquisito i dati per l'elaborazione e definito i requisiti necessari per poter sviluppare un uso specifico nel territorio in esame, occorre procedere al trattamento di questi tre elementi per attribuire le classi di attitudine alle varie unità cartografiche. Questo obiettivo viene raggiunto mediante la realizzazione di una tabella di confronto (*matching table*). In questa tabella vengono confrontati i requisiti di un determinato tipo di utilizzazione con le qualità delle unità

territoriali rilevate sul territorio, attribuendo ad ognuna di queste una classe che rappresenta, in maniera decrescente, il *valore* del territorio o, per meglio dire, la sua attitudine a quello specifico uso: le classi più basse rappresentano le condizioni migliori, le più alte le peggiori. A ogni unità cartografica viene quindi assegnata una classe di suscettività d'uso.

E' necessario ribadire che, per questo lavoro, sia il processo di valutazione sia gli schemi proposti per l'area della Marmilla non considerano il territorio in senso globale ma solo nella sua componente suolo e rappresentano, quindi, solo una parte, seppur sostanziale, dell'analisi multidisciplinare richiesta dalla metodologia della Land Suitability.

La procedura di valutazione dell'attitudine del territorio ad una utilizzazione specifica, secondo il metodo della Land Suitability Evaluation (F.A.O., 1976) si basa sui seguenti principi generali:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione richiede una comparazione tra gli investimenti (*inputs*) necessari per i vari tipi d'uso del territorio e i prodotti ottenibili (*outputs*);
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione deve tener conto delle condizioni fisiche, economiche e sociali;
- la valutazione richiede, pertanto, un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto, dunque, il concetto di *uso sostenibile*, cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo e/o permanente delle qualità del territorio (e del suolo, più specificatamente).

La struttura della classificazione è articolata in ordini, classi, sottoclassi ed unità. In questo lavoro ci si è fermati al livello gerarchico della classe, che esprime il grado di attitudine di un territorio ad un uso specifico secondo la seguente scala.

**1 (S1 - *Highly Suitable*):** territori senza significative limitazioni per l'applicazione dell'uso proposto o con limitazioni di poca importanza che non riducano significativamente la produttività e i benefici, o non aumentino i costi previsti. I benefici acquisiti con un determinato uso devono giustificare gli investimenti, senza rischi per le risorse.

**2 (S2 - *Moderately Suitable*):** territori con limitazioni moderatamente severe per l'applicazione dell'uso proposto e tali comunque da ridurre la produttività e i benefici, e da incrementare i costi entro limiti accettabili. I territori avranno rese inferiori rispetto a quelle dei territori della classe precedente.

**3 (S3 - Marginally Suitable):** territori con severe limitazioni per l'uso intensivo prescelto. La produttività e i benefici saranno così ridotti e gli investimenti richiesti incrementati a tal punto che questi costi saranno solo parzialmente giustificati.

**4 (N1 - Currently not Suitable):** territori con limitazioni superabili nel tempo, ma che non possono essere corrette con le conoscenze attuali e con costi accettabili.

**5 (N2 - Permanently not Suitable):** territori con limitazioni così severe da precludere qualsiasi possibilità d'uso.

L'elaborazione della procedura ha seguito le seguenti fasi:

1. definizione dell'attitudine all'irrigazione (**LUT 1**) per l'aggiornamento delle classi di irrigabilità individuate dal Piano Acque del 1986.
2. definizione di alcuni usi agricoli specifici del territorio, scelti in base alle specializzazioni colturali già esistenti e/o potenziali, per un totale di **sette LUT: frumento duro, mais, erba medica, patata, vite, olivo e mandorlo, colture ortive**;
3. definizione dei caratteri e delle qualità del territorio (misurabili o stimabili) in grado di influenzare gli usi proposti (es. profondità del suolo, drenaggio, profondità della falda, etc.);
4. definizione dei requisiti d'uso per i differenti usi proposti (*matching table*).

A tal fine sono stati redatti gli **schemi di classificazione per l'attitudine** dei suoli per i diversi usi che riportano le caratteristiche ambientali che possono influenzare quel tipo di uso ed i gradi crescenti di limitazione definiti dalle 5 classi (da S1 a N2). Le caratteristiche ovviamente variano in funzione dell'uso esaminato.

Sono state quindi realizzate le **tabelle di classificazione attitudinale del territorio** in funzione di un uso specifico. Per ciascuna unità cartografica è stato valutato il grado di idoneità relativo alle caratteristiche ambientali considerate; la caratteristica col grado di idoneità più limitante definisce la classe di attitudine finale assegnata alle unità cartografiche.

Infine è stato elaborato lo **schema riepilogativo** delle classi finali attribuite a ciascuna unità cartografica. L'analisi di questo schema permette di identificare per ciascuna unità cartografica quali siano gli usi compatibili, definiti dalle classi 1-2-3, e quali quelli da escludere, definiti dalle classi 4-5. Si sottolinea che, poiché le singole unità cartografiche possono presentare dei caratteri (pendenza, pietrosità, ecc.) non perfettamente omogenei in ogni loro parte, la classe di attitudine finale talvolta non è risultata univoca ma composta (classi 1-2, 2-3 e 3-4).

Da quanto detto, essendo una procedura essenzialmente parametrica, la valutazione della suscettività d'uso dei suoli si presta ottimamente ad essere condotta tramite l'uso di strumenti GIS.

Infatti, per ogni unità cartografica e per ogni LUT considerata, il confronto (*matching*) tra le proprietà del suolo e i requisiti che quella specifica LUT impone, è stato effettuato tramite una procedura di *overlay mapping*. Il risultato consiste nell'assegnare a ogni unità cartografica un valore di suscettività d'uso che corrisponde al più limitante tra tutti quelli individuati per ognuna delle proprietà. In sintesi, se una determinata unità cartografica, per un determinato uso, si mostra in classe 1 (altamente suscettibile) per quasi tutti i parametri considerati, tranne che per uno che cade in classe 2, quella unità Cartografica verrà classificata nella seconda classe di suscettività d'uso.

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati ottenuti, organizzati secondo questo schema:

- 1) **legenda generale**, comune a tutte le carte di suscettività presentate;
- 2) **commento sintetico** della distribuzione territoriale delle classi di attitudine riscontrate per l'uso considerato;
- 3) **schema di classificazione attitudinale** dell'uso considerato. Tutti gli schemi sono stati in parte acquisiti da fonti bibliografiche (schemi FAO) o da studi realizzati in ambito regionale e/o nazionale (vedere bibliografia), in parte elaborati in originale, adattando i *range* di variabilità dei caratteri e delle qualità del territorio alla realtà della Marmilla;
- 4) **Carta di suscettività finale** di ogni uso;
- 5) **Carte dei singoli parametri** condizionanti l'attitudine;
- 6) **Diagramma** con ripartizione % (al netto delle aree urbane e dell'edificato rurale, pari a poco meno di 100 Ha) e in ettari delle diverse classi di suscettività riscontrate per l'uso considerato;

# **CARTE DI SUSCETTIVITA' D'USO**

**Land Utilization Type:**

**LUT 1 – IRRIGAZIONE**

**LUT 2 – FRUMENTO DURO**

**LUT 3 – MAIS**

**LUT 4 – ERBA MEDICA**

**LUT 5 – VITE**

**LUT 6 – OLIVO E MANDORLO**

**LUT 7 – COLTURE ORTIVE**

**LUT 8 – PATATA**

## Legenda

### CLASSE

### DEFINIZIONE



AREE ANTROPIZZATE

1

MOLTO ADATTO

1-2

2

MODERATAMENTE ADATTO

2-3

3

MARGINALMENTE ADATTO

3-4

4

TEMPORANEAMENTE NON ADATTO

5

PERMANENTEMENTE NON ADATTO

### 3. LUT 1 - IRRIGAZIONE

La carta che segue rappresenta la classificazione attitudinale all'irrigazione del territorio.

Da questa si evince che i suoli maggiormente idonei (classi 1-2 e 2) occupano il 62% del territorio complessivo; essi sono ubicati principalmente sui fondovalle, sui versanti da mediamente a dolcemente acclivi, sulle superfici residuali dei terrazzi antichi ed infine sulle sommità tabulari delle cuestas meno erose.

Sono invece di attitudine marginale (classe 3 e 3-4) i suoli delle depressioni morfologiche, dei versanti più acclivi e delle superfici semitabulari maggiormente esposte all'erosione.

I parametri discriminanti che condizionano significativamente l'idoneità all'uso irriguo sono i seguenti: presenza di falda superficiale, bassa permeabilità e lento o molto lento drenaggio esterno (per le depressioni); scarso spessore del suolo, elevata pendenza e rischio attuale d'erosione (per le aree in rilievo).

**Nelle aree dei Vertisuoli** (depressioni morfologiche delle unità D3, D4.1 e D4.2) **la rimozione dei caratteri limitanti determinerebbe un aumento delle loro potenzialità d'utilizzo irriguo e il passaggio di questi suoli ad una classe di irrigabilità superiore.**

In particolare, per il *paoli* di Lunamatrona si ipotizza una classe 2-3 con la realizzazione di sistemazioni idrauliche finalizzate all'abbassamento della falda e per il *paoli* di Pauli Arbarei una classe 1-2 attraverso una maggiore manutenzione dei canali di bonifica e il ridimensionamento della rete idraulica già esistente; per gli altri Vertisuoli delle depressioni aperte una classe 2 con sistemazioni che inducano la maggiore lisciviazione dei sali ed il conseguente abbassamento della sodicità (parametro SAR).

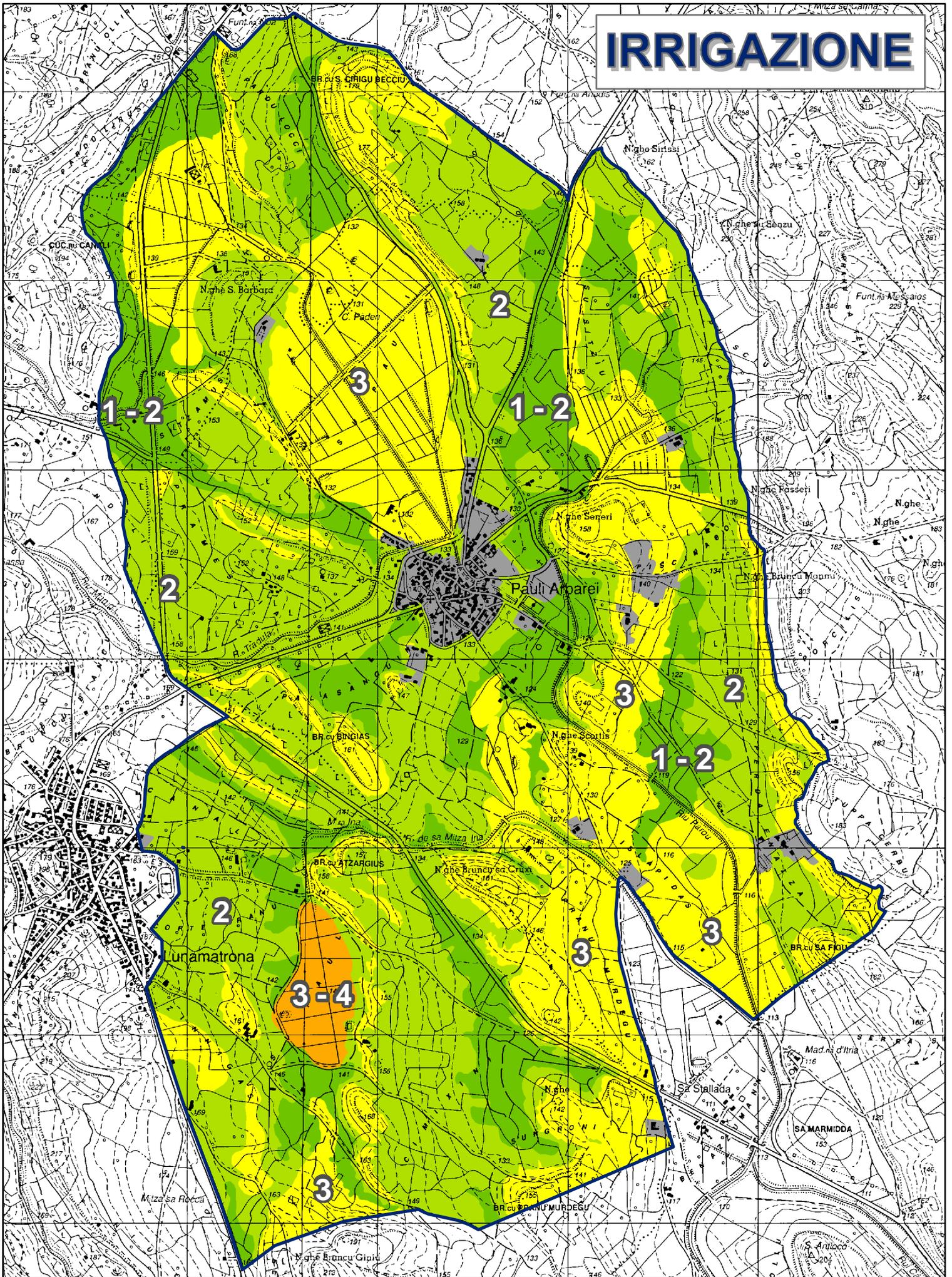
Tutte queste opere avrebbero anche un effetto benefico sul parametro "struttura", che nei Vertisuoli si presenta tipicamente a grossi prismi determinando superfici di fessurazione, e rappresenta un carattere limitante se il suolo non viene mantenuto a stati idrici adeguati.

Una simulazione di come le classi di irrigabilità finali potrebbero risultare, dopo queste opere, è data nella carta di sintesi dopo le carte dei parametri singoli.

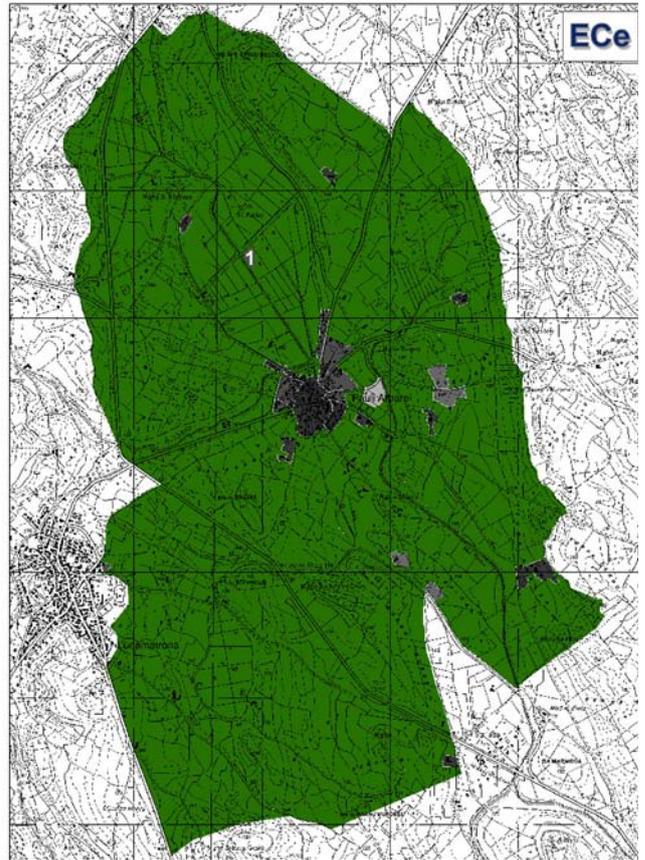
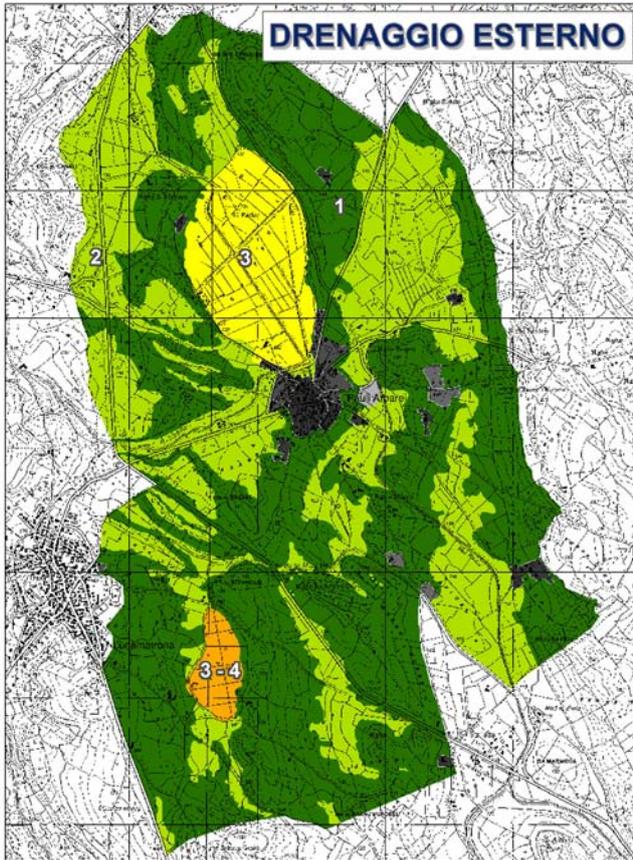
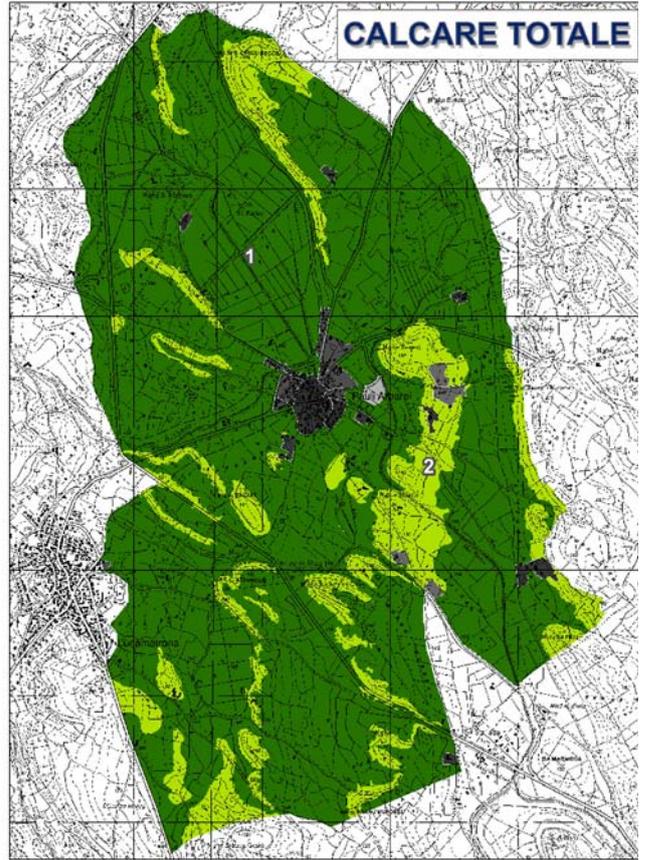
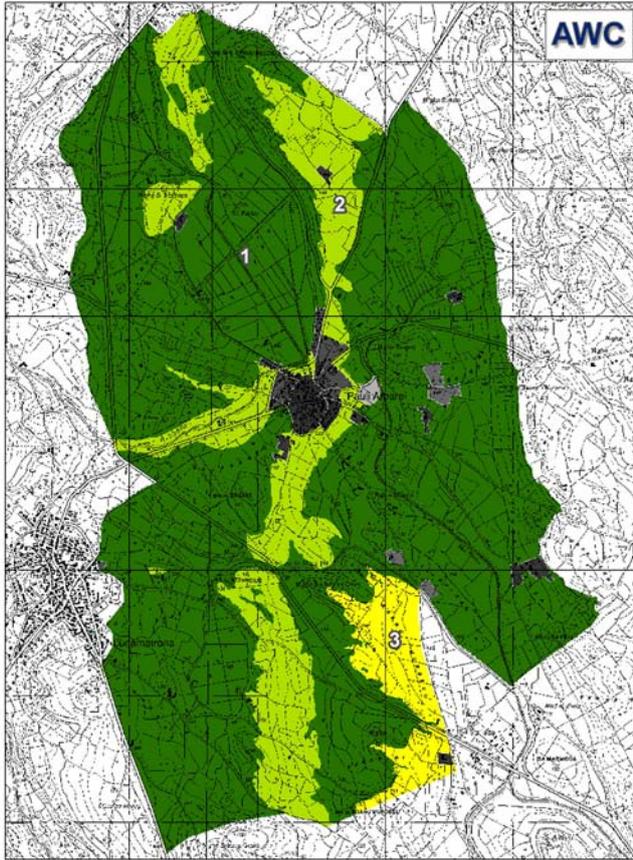
**Schema di classificazione per l'attitudine all'IRRIGAZIONE**

	1	2	3	4	5
<b>Topografia</b>					
pendenza (%)	pendii dolci e regolari sino al 10%	10-20	20-30	30-40	
pericolo di erosione	scarso o modesto	moderato	elevato	da elevato a molto elevato	
Pietrosità superficiale % (tra 250 e 500 mm)	0-0,1	0,1-3	3-15	anche 15	
Rocciosità % (>500 mm)	nessuna	0-2 della superficie	2-10 della superficie	10-20 della superficie	
<b>Idrologia</b>					
drenaggio esterno	ben drenato	moderatamente ben drenato	piuttosto mal drenato o piuttosto eccessivamente drenato	mal drenato o eccessivamente drenato	molto mal drenato o eccessivamente drenato
profondità falda	assente o >2 m	2-1,20 m	1,20-0,75 m	0,75-0,50 m	< 0,50 m
<b>Suolo</b>					
profondità (cm)	80	80-50	50-35	<35	
tessitura	F, FA, FLA, FSA, FS, A ben strutturata	da AS a A e S con moderata struttura	da A a S con scarsa struttura	da A a S con scarsa struttura	
struttura	granulare e poliedrica subangolare fine e media	poliedrica subangolare grossolana e poliedrica angolare fine e media	poliedrica angolare grossolana e prismatica fine, media e grossolana	poliedrica angolare e prismatica molto grossolana	massiva e granuli singoli
permeabilità stimata	moderata	moderatamente lenta o moderatamente rapida	lenta o rapida	molto lenta o molto rapida	impermeabile o molto rapida
AWC (mm)	> 150	115-150	75-115	< 75	< 50
carbonato di calcio (%) (calcare totale)	3-25	25-50	50	50	
salinità (ds*m <sup>-1</sup> )	< 4	4-8	8-16	16-30	> 30
sodicità SAR	< 4	4-13	13-22	22-38	> 38

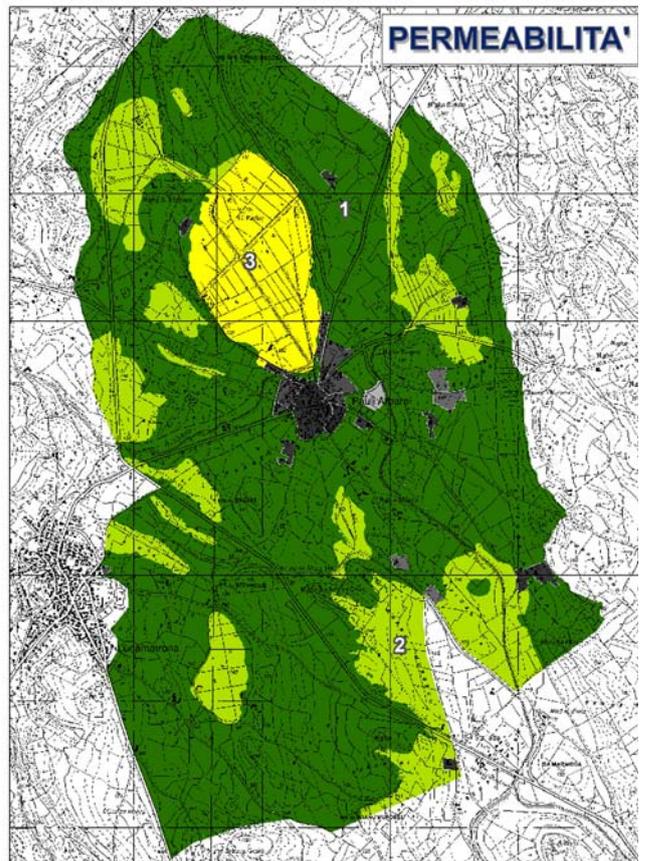
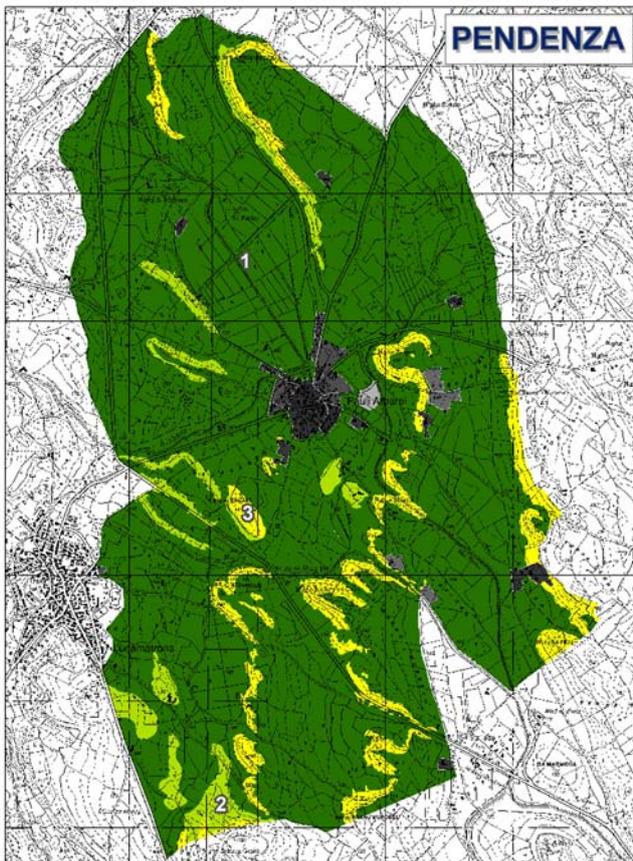
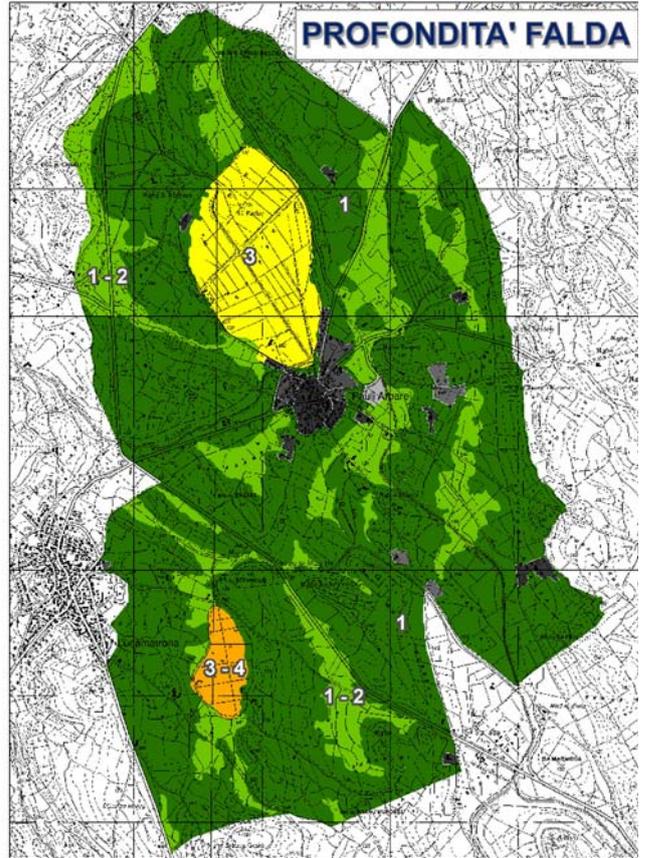
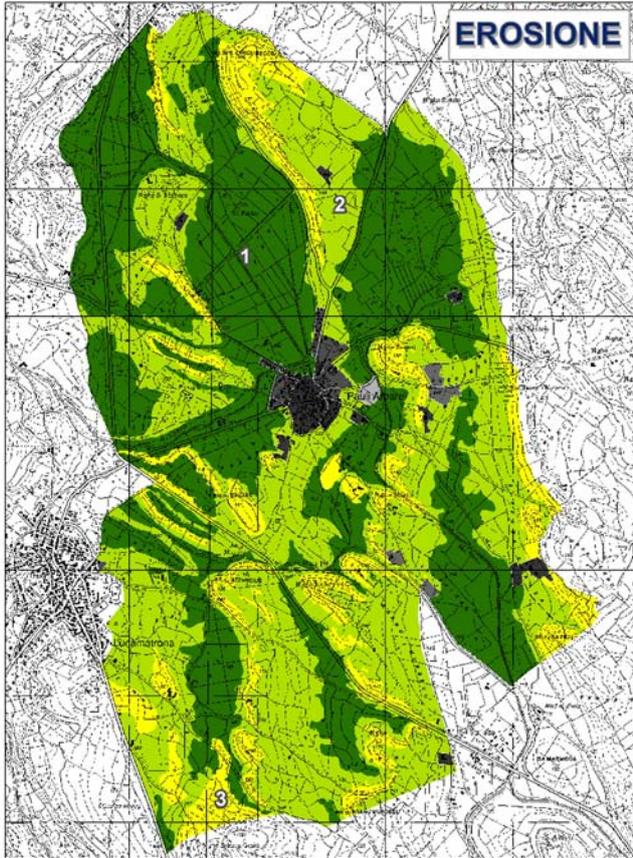
# IRRIGAZIONE



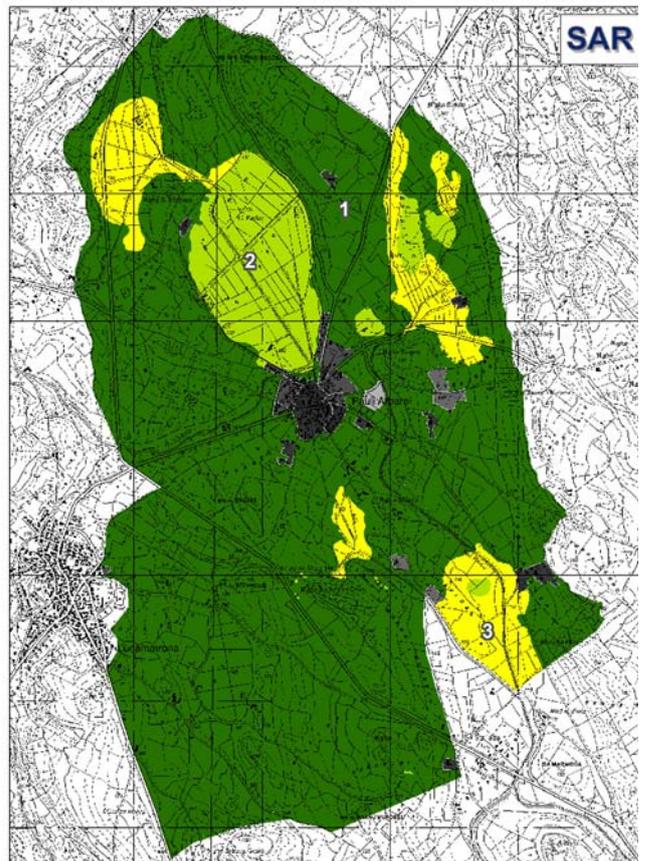
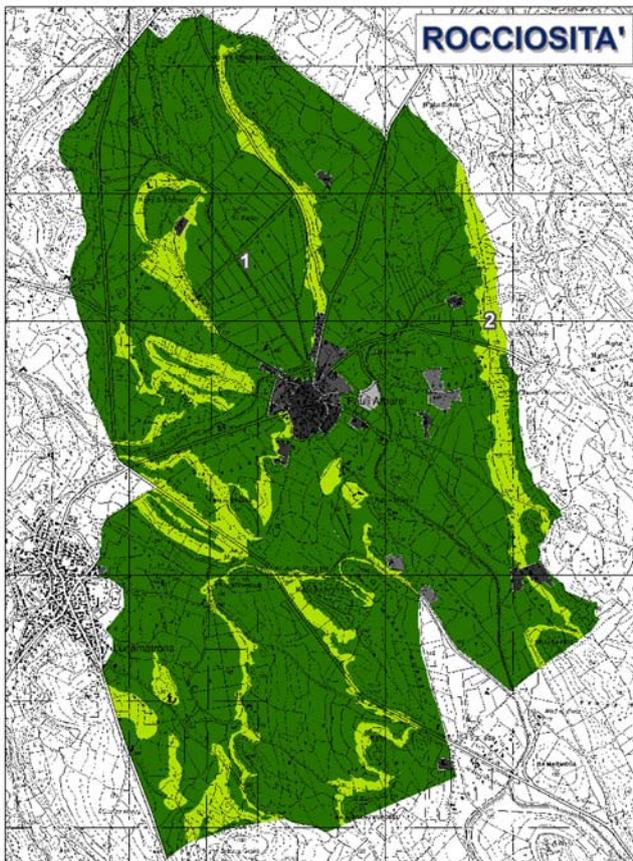
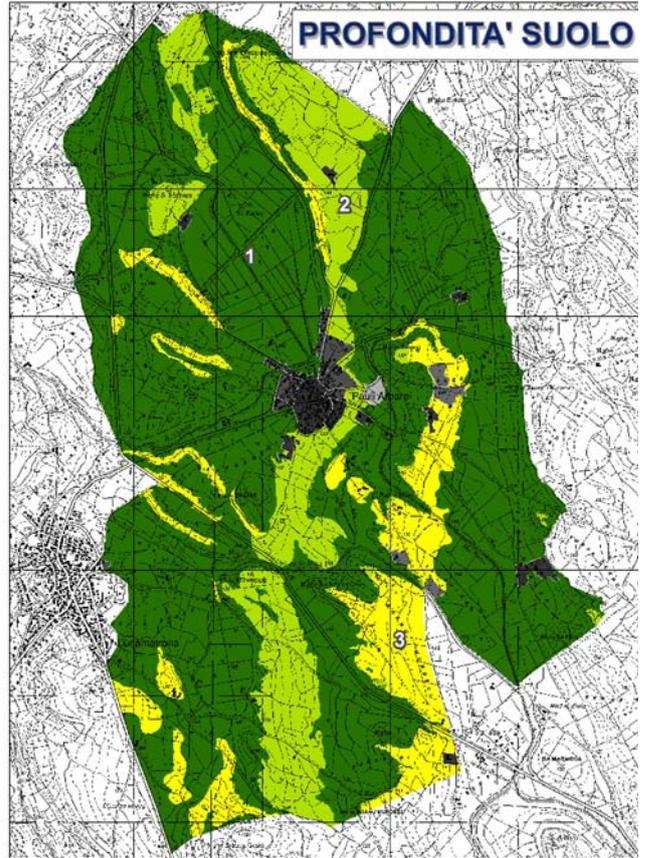
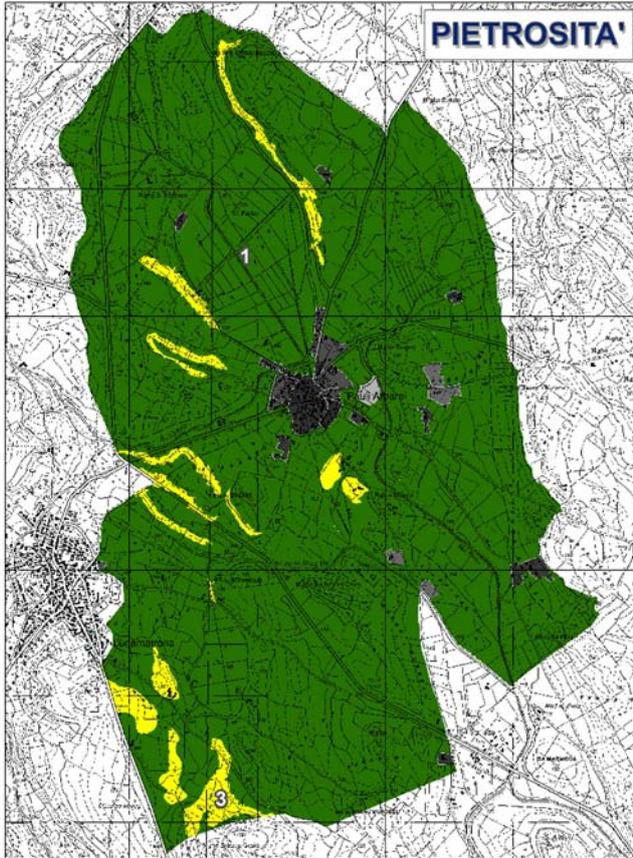
IRRIGAZIONE



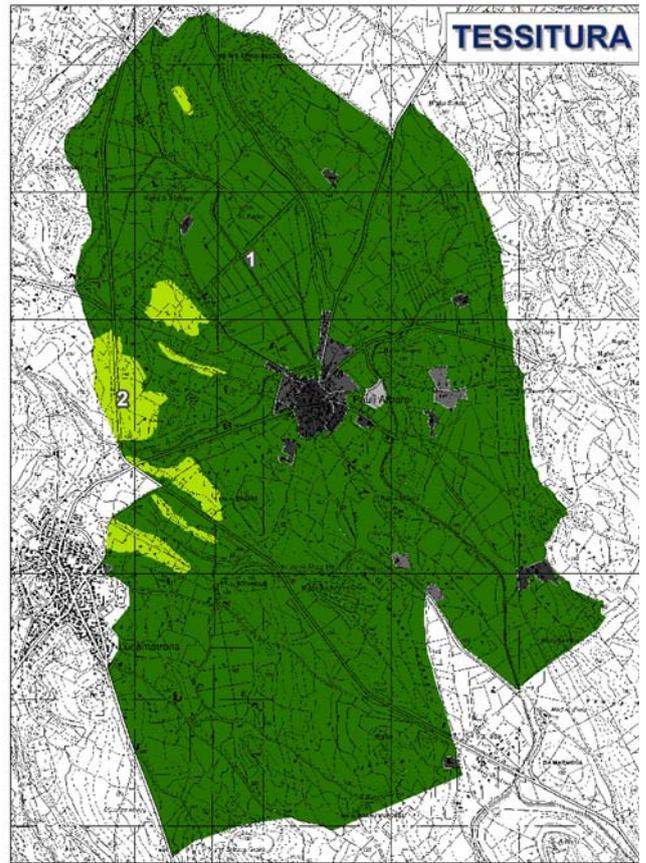
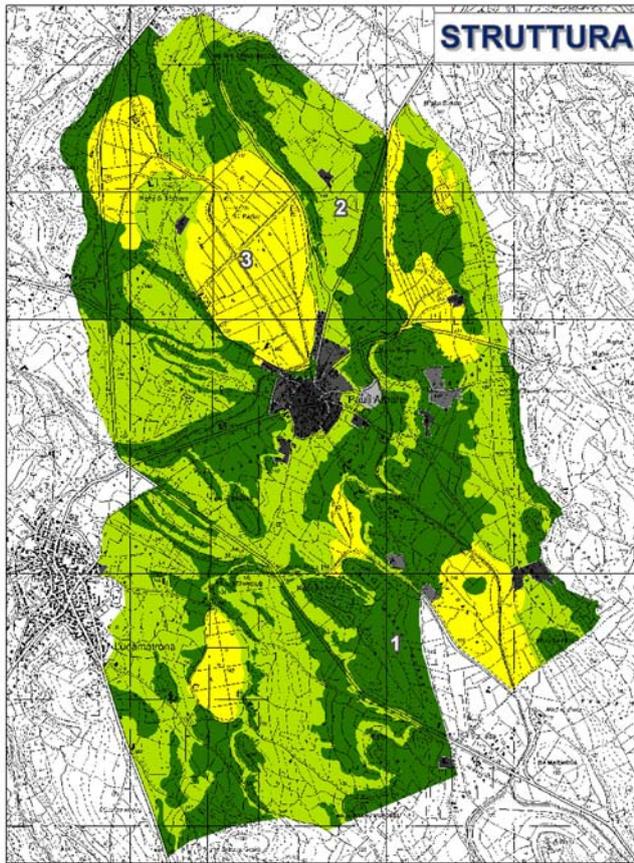
IRRIGAZIONE



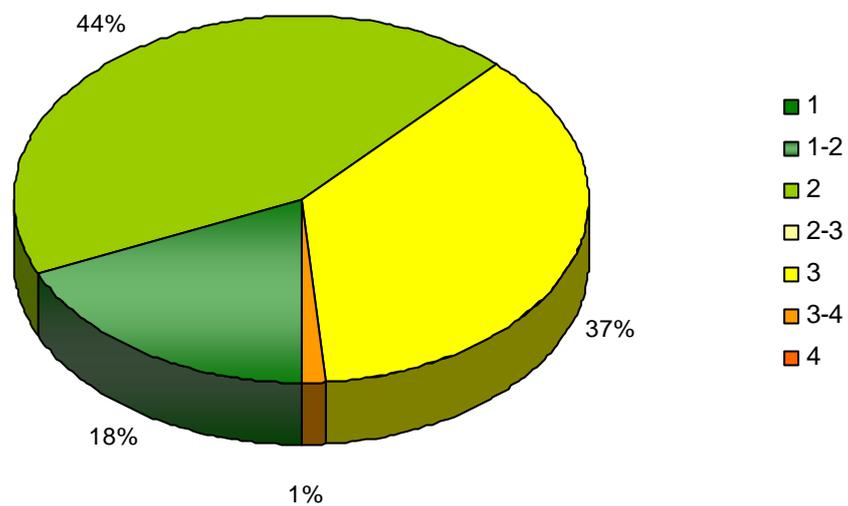
IRRIGAZIONE



IRRIGAZIONE

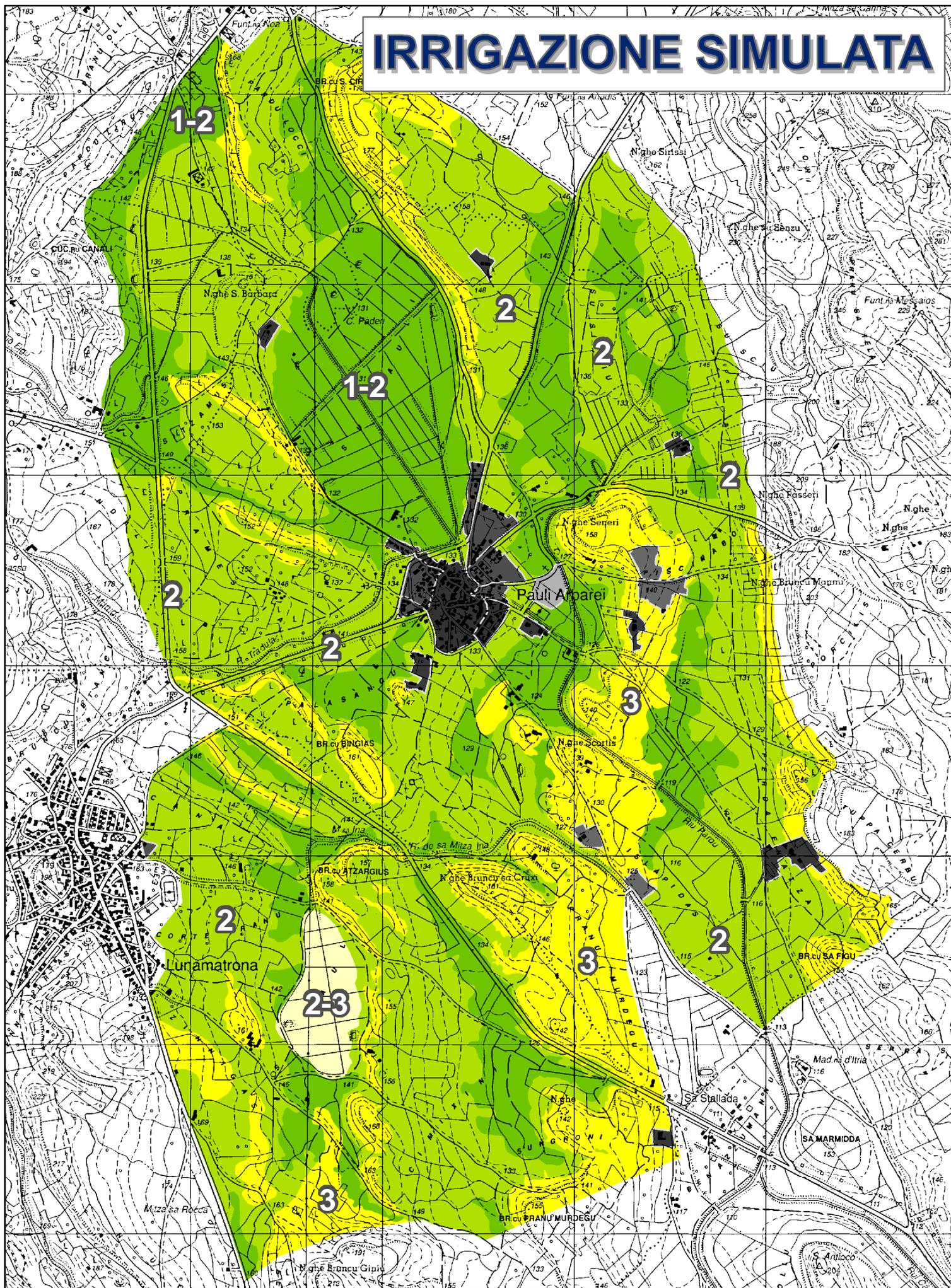


## IRRIGAZIONE



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	0	326	770	0	647	24	0

# IRRIGAZIONE SIMULATA



#### 4. LUT 2 - FRUMENTO DURO

La carta di suscettività finale per il “frumento duro” evidenzia una generale vocazionalità del territorio per questa coltura. I principali caratteri del suolo limitanti riscontrati sono costituiti da:

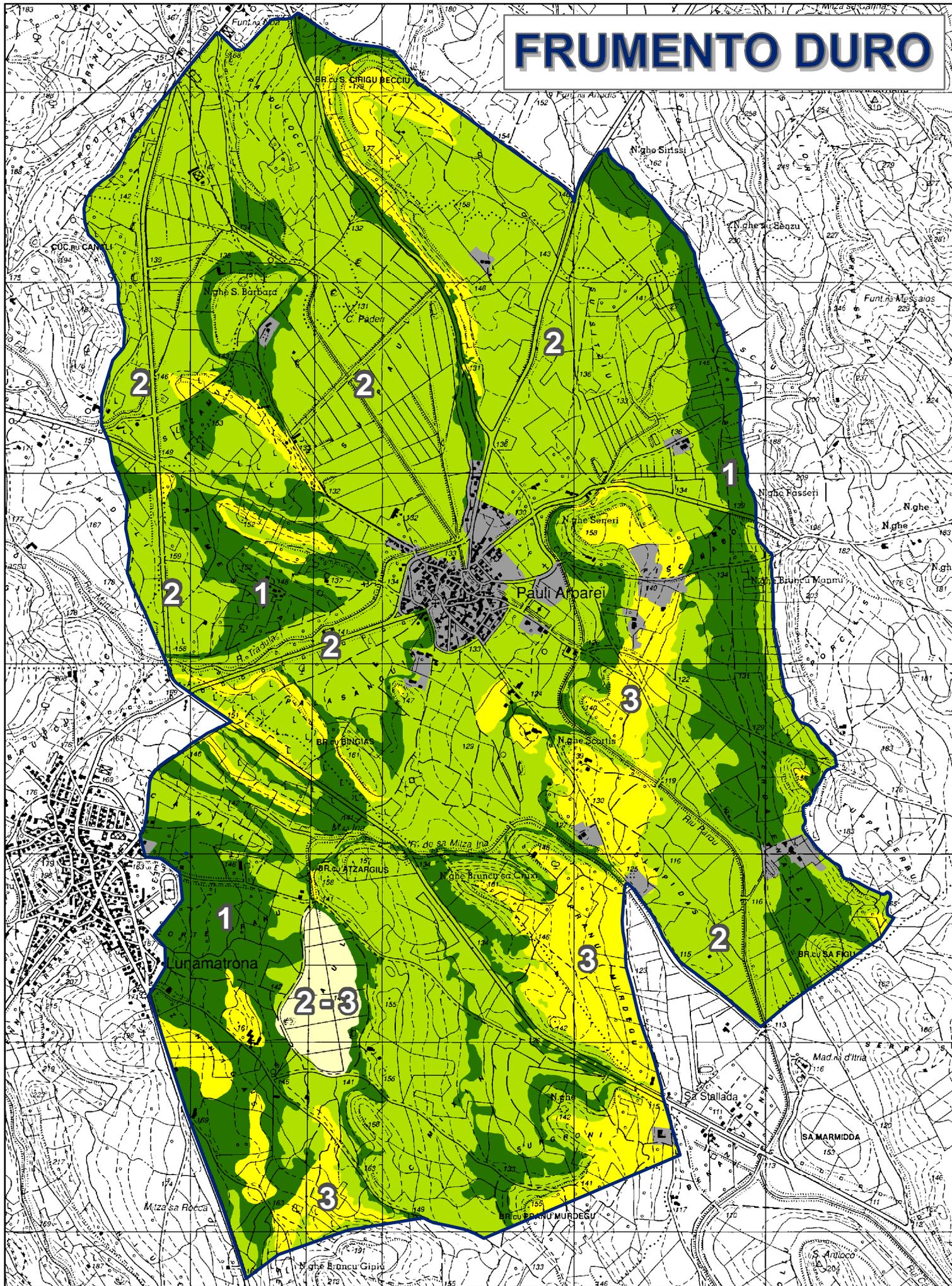
- scarsa profondità, alla quale è anche associata la bassa riserva idrica, nelle aree corrispondenti ai dorsali delle *cuestas*;
- elevata permeabilità dei suoli in FASE SABBIOSA delle stesse superfici;
- bassa permeabilità, legata alla presenza della falda superficiale, nel *pauli* di Lunamatrona.

A causa della dominanza di litologie carbonatiche, tutto il territorio è comunque penalizzato dagli alti contenuti di calcare totale e dai conseguenti pH alcalini e, per tale motivo, la classe più diffusa è la 2 (suoli moderatamente adatti) con oltre 1000 ettari di superficie, pari al 64% del comprensorio.

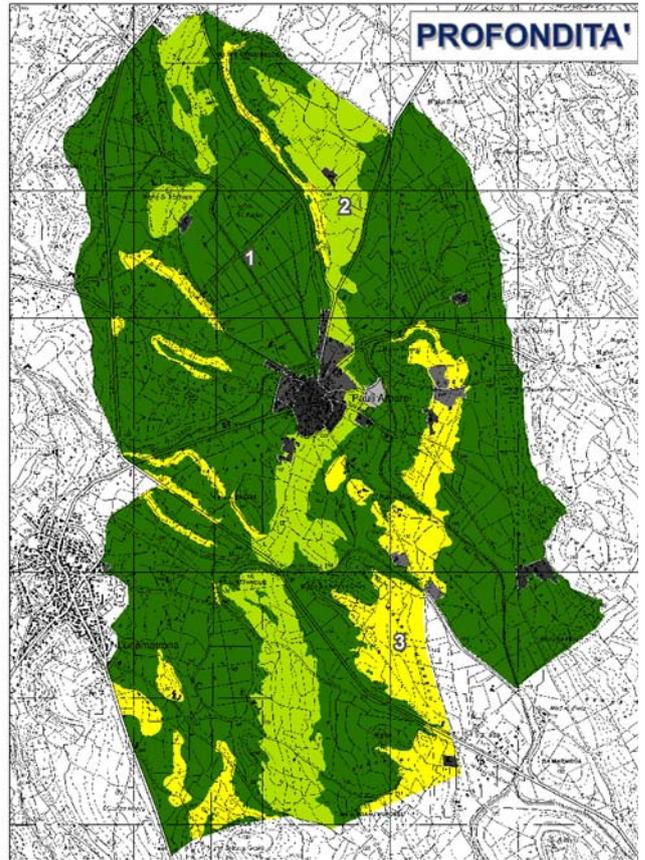
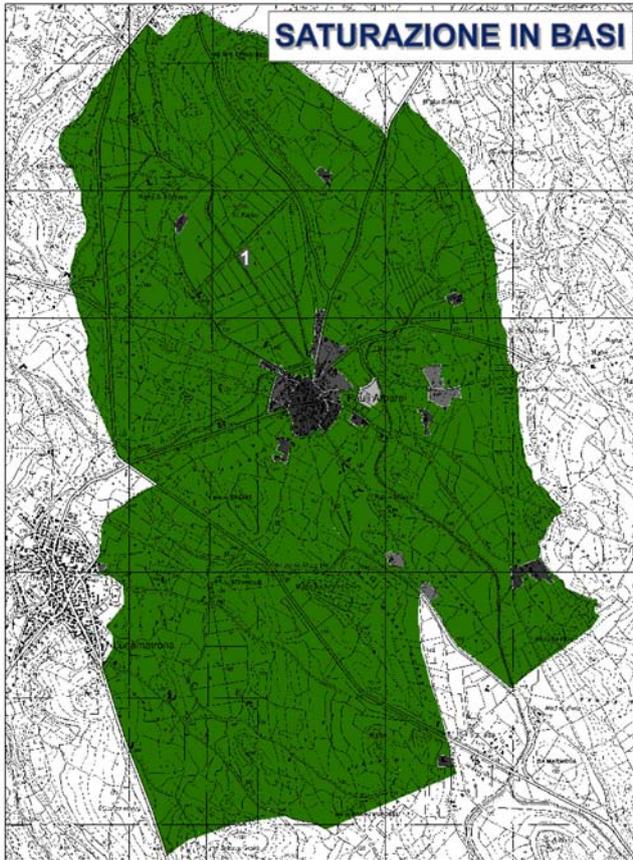
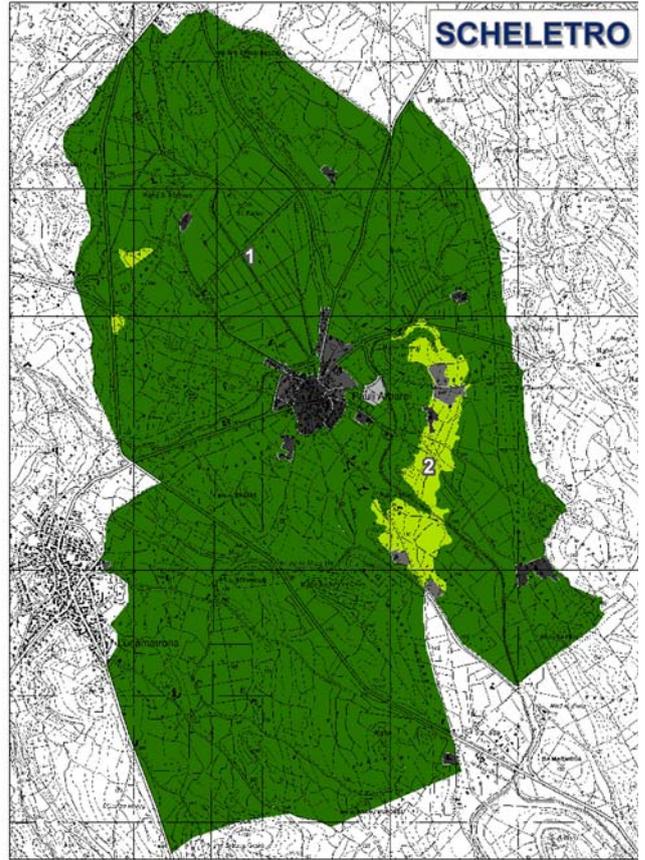
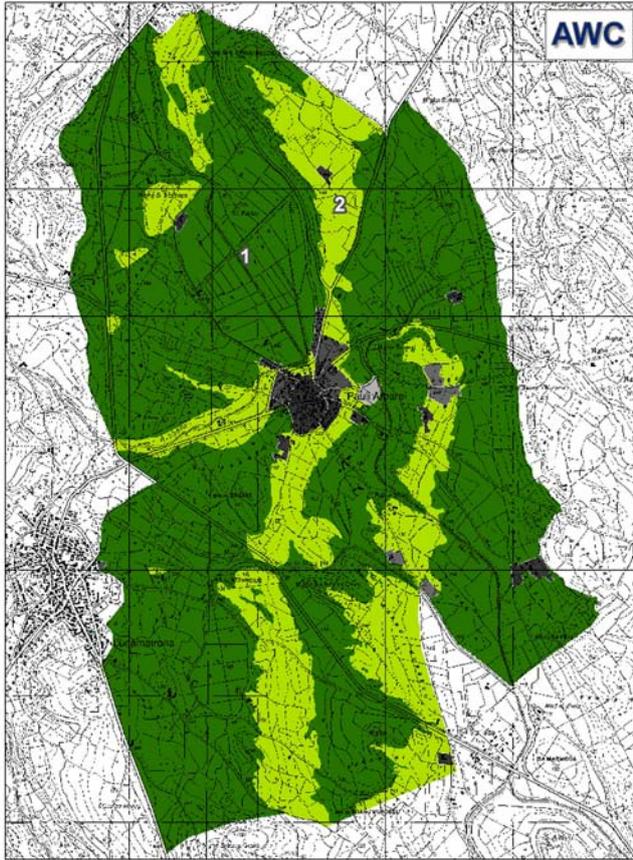
**Schema di classificazione per l'attitudine al FRUMENTO DURO**

	1	2	3	4
<b>Suolo</b>				
profondità (cm)	>60	40-60	20-40	<20
tessitura	AL, A, L, FL , FA , AS, F, FAL	FSA	FS, SF	S, A <sub>massivo</sub> , AL <sub>massivo</sub>
AWC mm	>125	61-125	<61	
carbonato di calcio (%) (calcare totale)	10-20	0,5-10 20- 40	<0,5 40-60	>60
ECe (ds*m <sup>-1</sup> )	<4	4-10	10-14	>14
gesso (%)	<6	6-10	10-20	>20
Reazione (pH in acqua)	6-8,2	5,6-6; 8,2-8,3	5,2-5,6; 8,3-8,5	<5,2; >8,5
Saturazione basi (%)	>50	35-50	<35	
Carbonio organico (%)	>1	0,5-1	<0,5	
Scheletro (%)	<15	15-35	35-70	>70
ESP (%)	<15	20-35	35-45	<45
drenaggio interno	ben drenato, moderatament e ben drenato, piuttosto mal drenato	ben drenato, moderatament e ben drenato, piuttosto mal drenato	piuttosto eccessivamente drenato, eccessivamente drenato	mal drenato, molto mal drenato
CSC (cmol*kg <sup>-1</sup> suolo)	>20	10-20	5-10	<5

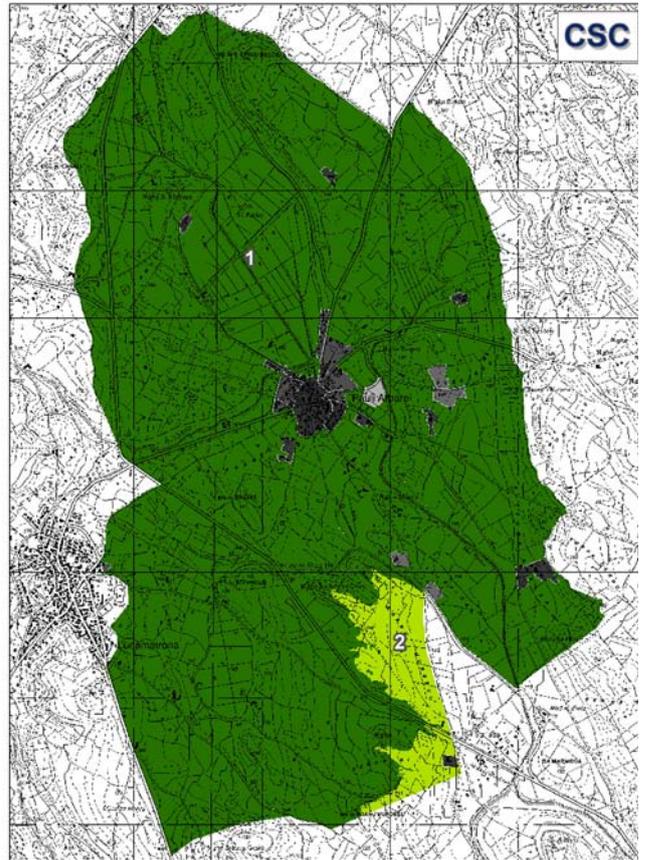
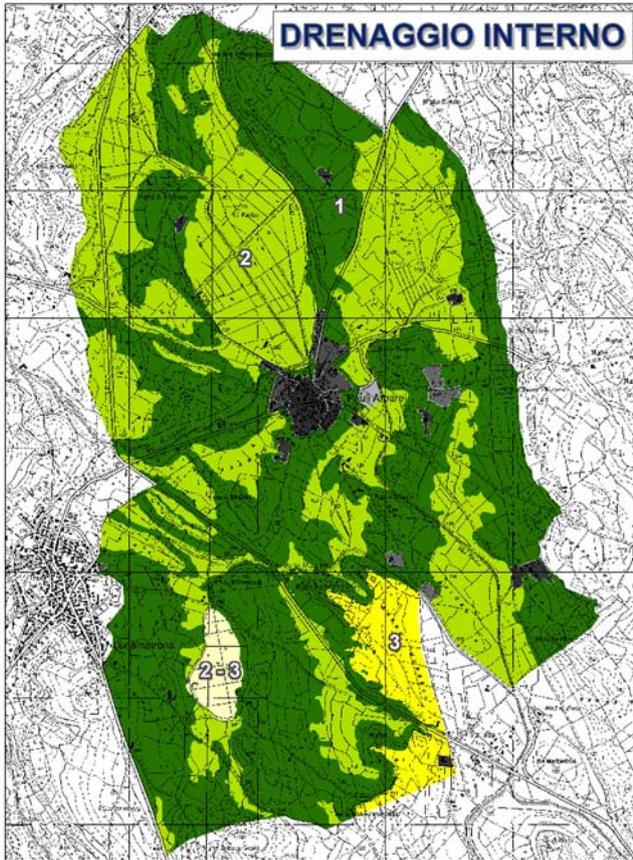
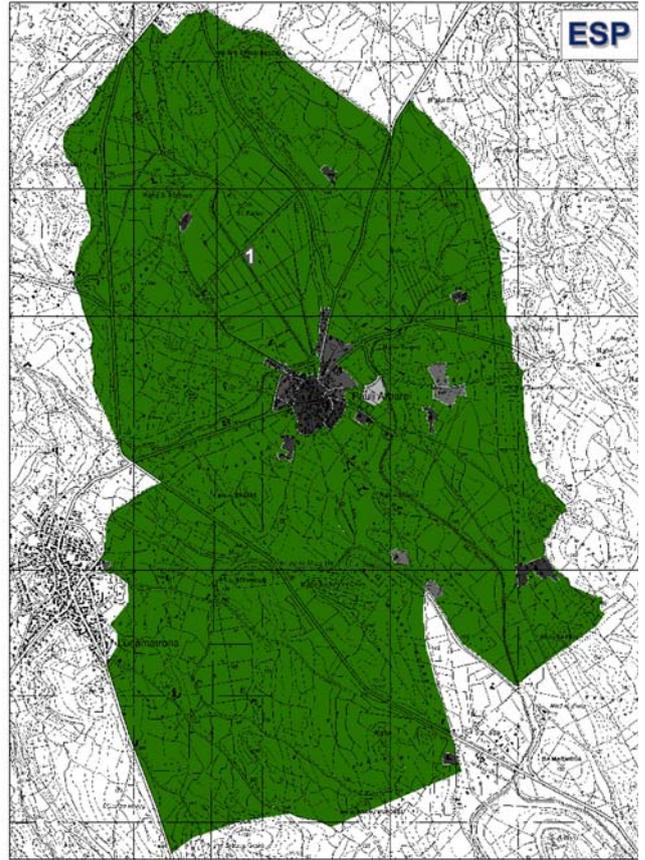
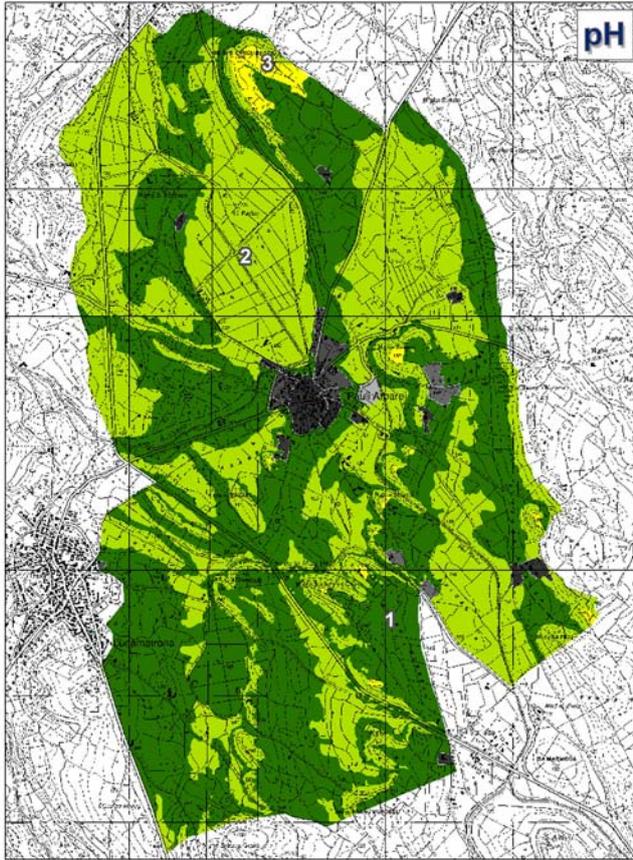
# FRUMENTO DURO



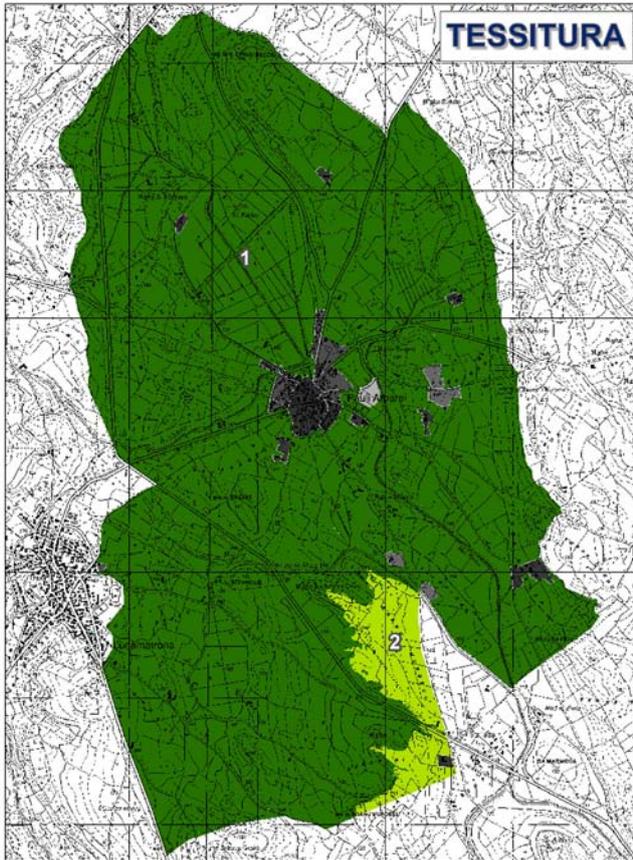
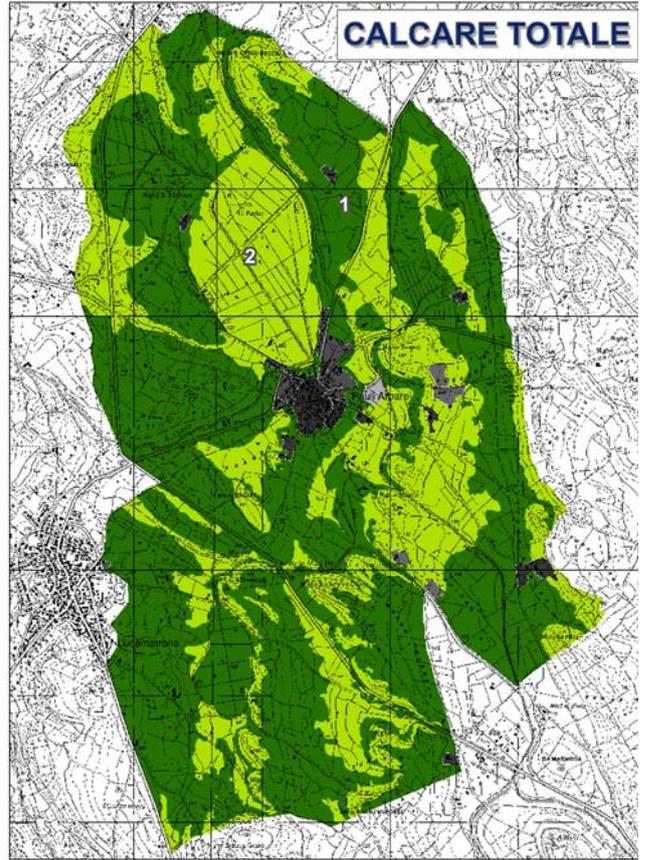
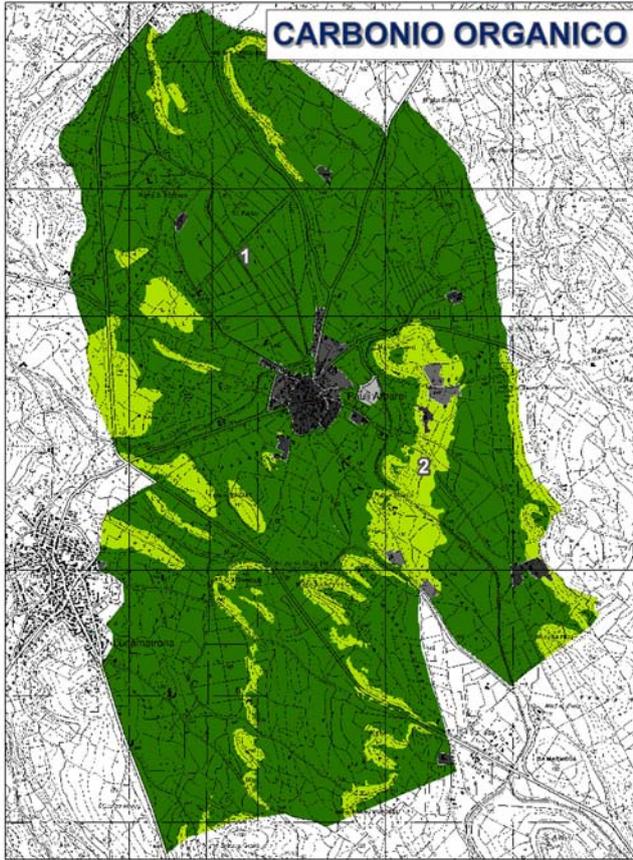
FRUMENTO DURO



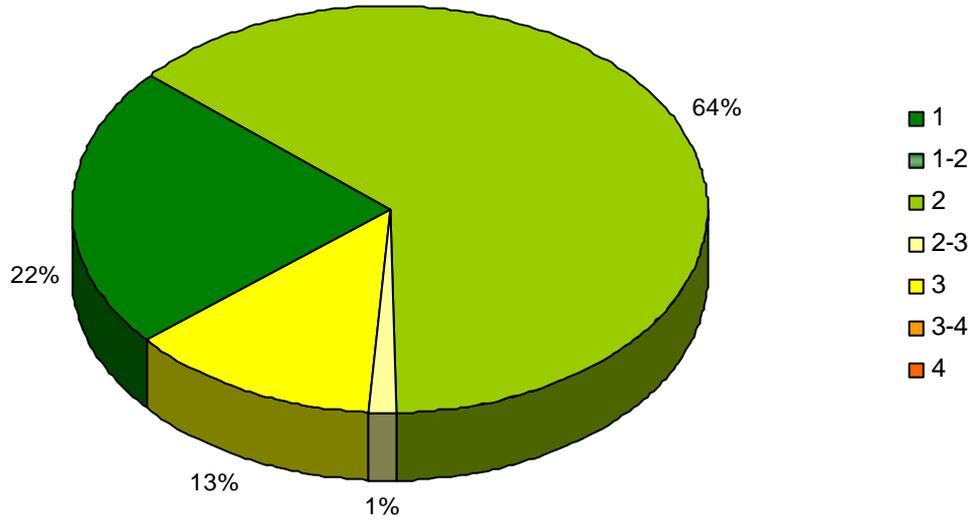
FRUMENTO DURO



FRUMENTO DURO



## FRUMENTO DURO



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	397	0	1117	24	228	0	0

## 5. LUT 3 - MAIS

Il mais è una coltura che, con l'attrezzamento irriguo, può trovare nella Bassa Marmilla ampia possibilità di diffusione grazie alle qualità territoriali riscontrate.

Tra le classi di idoneità, il 64% dei suoli ricade in classe 2 (1126 ettari), l'1% in classe 2-3 (24 ettari) e il 34% in classe 3 (596 ettari). Al contrario delle altre colture erbacee, infatti, il mais per la proprietà "profondità del suolo" risulta più esigente e, pertanto, tutte le aree con suoli poco profondi sono state necessariamente classificate in classe 3.

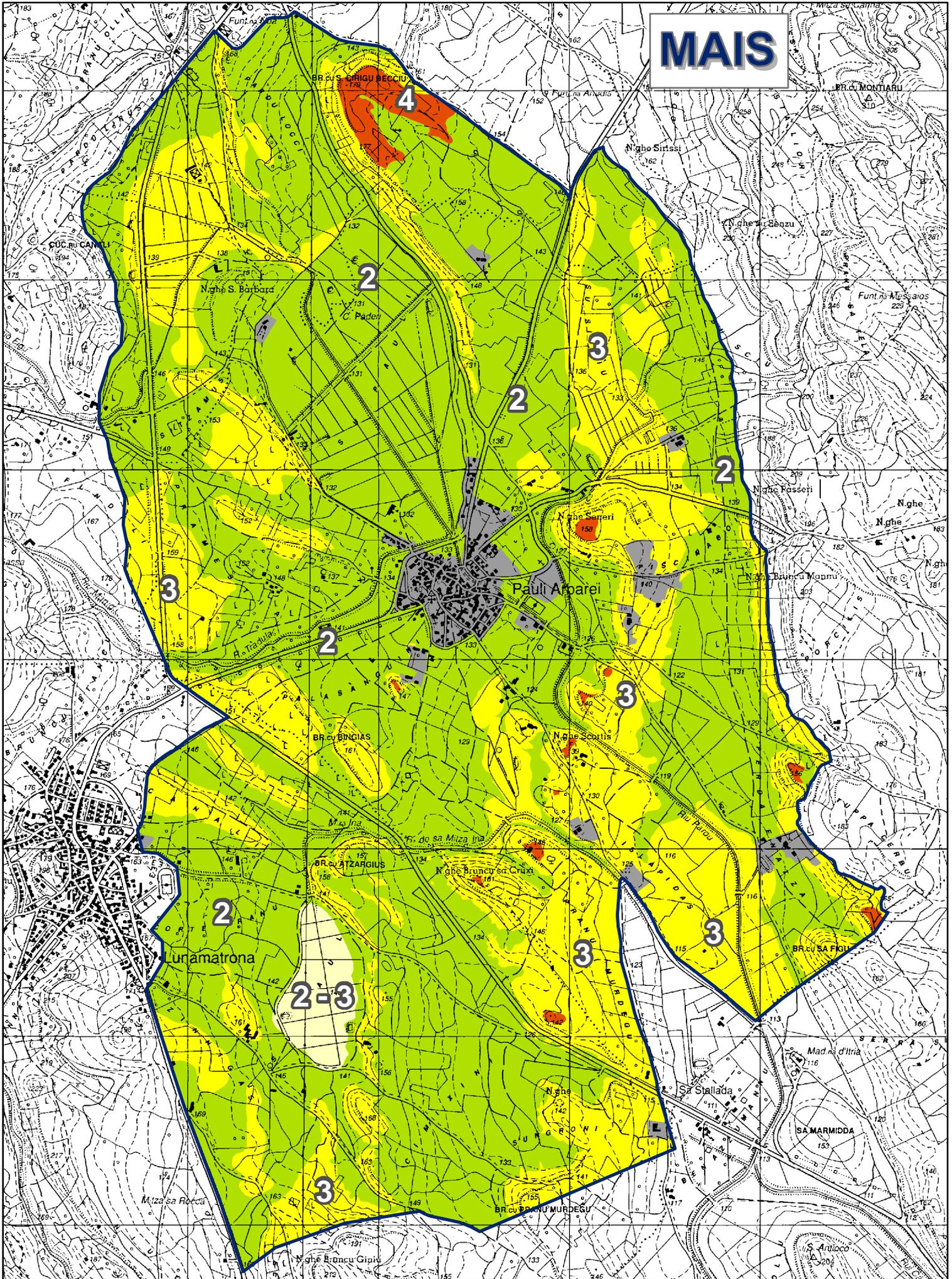
Il restante 1% ricade in classe 4, corrispondente alle aree sommatali delle *cuestas*, caratterizzate dai suoli a minor spessore di tutto il comprensorio.

Analogamente al frumento duro, il carattere maggiormente limitante è rappresentato dall'elevato tenore di calcare e dall'alcalinità dei suoli.

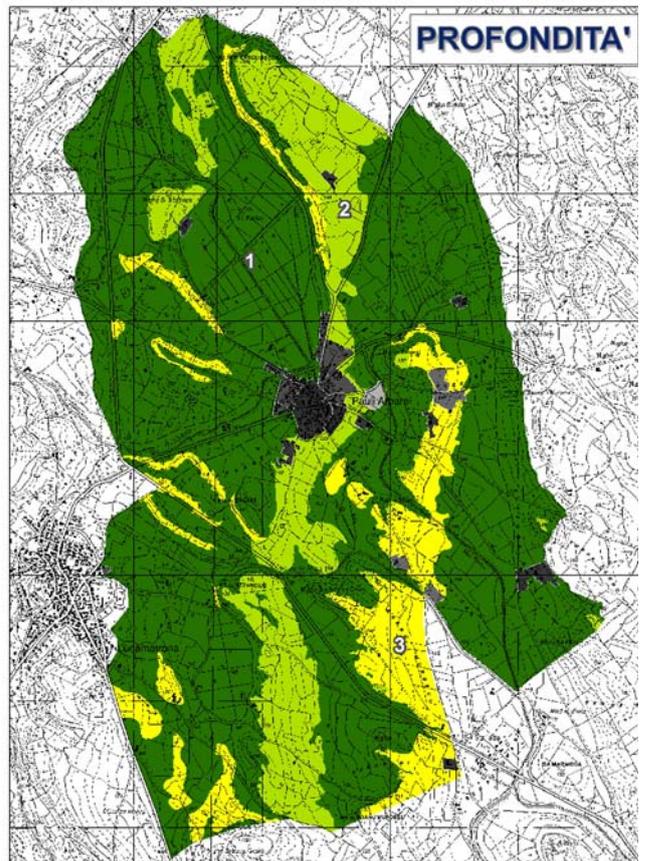
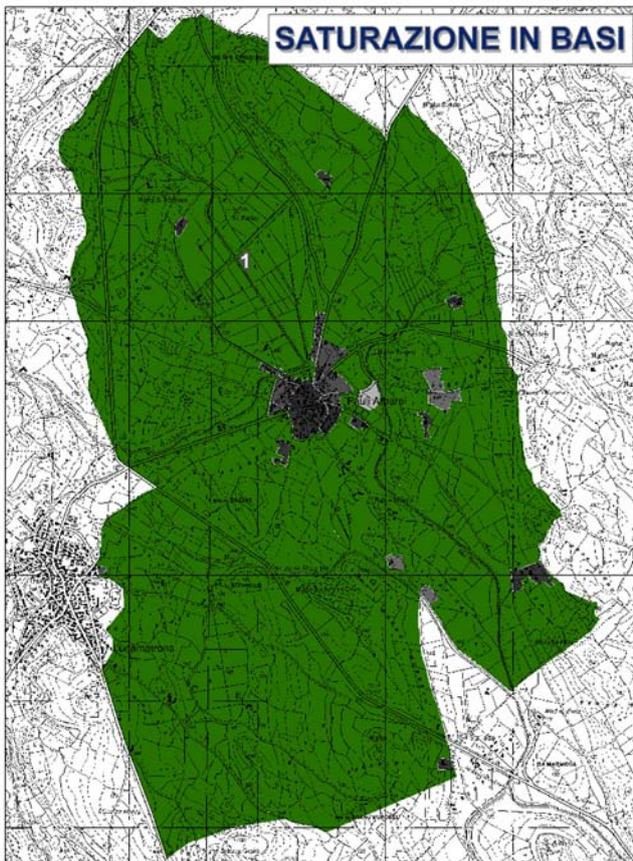
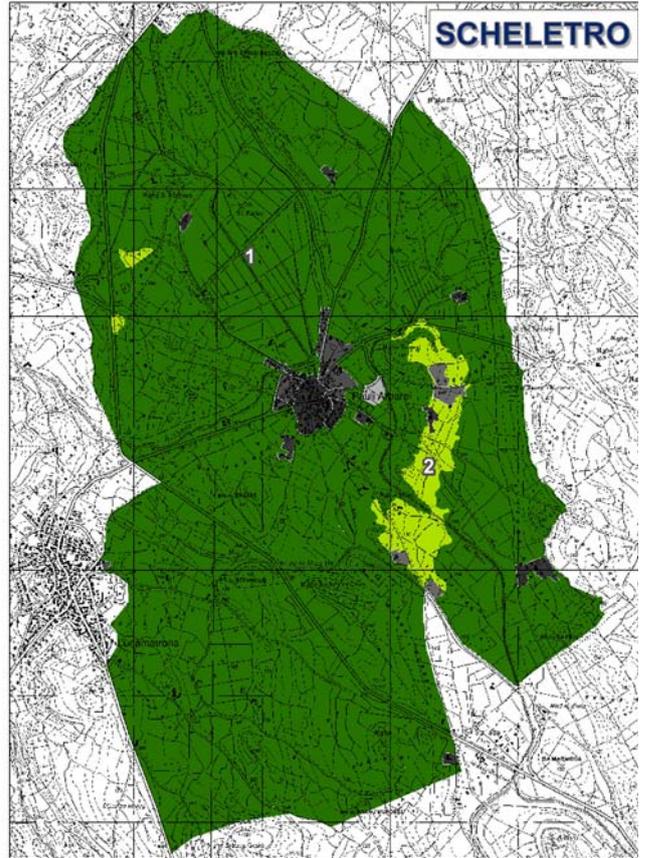
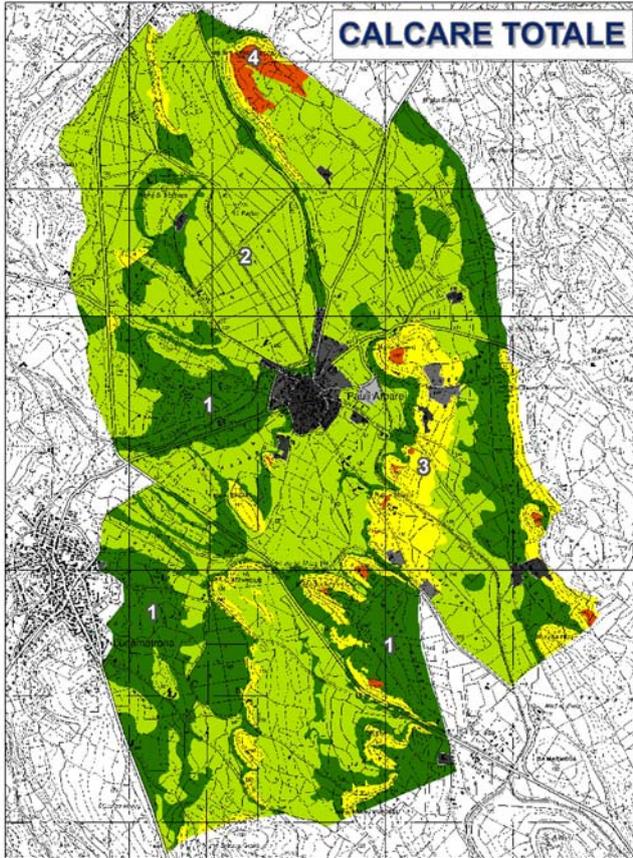
**Schema di classificazione per l'attitudine al MAIS**

	1	2	3	4
<b>Stazione</b>				
Pietrosità superficiale % (tra 75 e 250 mm)	0-15	16-35	36-55	>55
<b>Suolo</b>				
Profondità (cm)	>75	50-75	20-49	<20
Tessitura	AL, A, L, FLA , FA , AS, F, FL, FAS	FS, SF	S	A <sub>massivo</sub>
ECe (ds*m <sup>-1</sup> )	0-4	5-6	7-8	>8
Gesso (%)	0-4	6-10	11-20	>20
Reazione (pH in acqua)	6,5-7	6-6,4    7,1-8	<6   >8	
Saturazione basi (%)	>50	35-50	20-34	<20
Carbonio organico (%)	>1	0,5-1	<0,5	
Scheletro (%)	<15	15-35	36-55	>55
ESP (%)	<15	15-20	21-25	>25
Drenaggio interno	da ben drenato a moderatament e ben drenato	da moderatamente ben drenato a piuttosto mal drenato	da piuttosto eccessivamente a eccessivamente drenato	da mal drenato a molto mal drenato
Carbonato di calcio (%) (calcare totale)	<15	15-25	25-35	>35

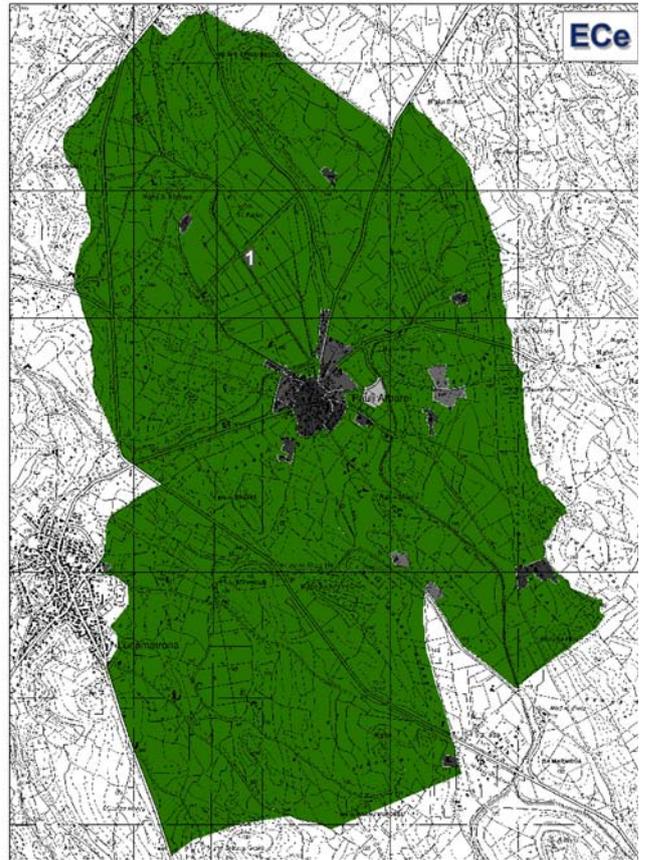
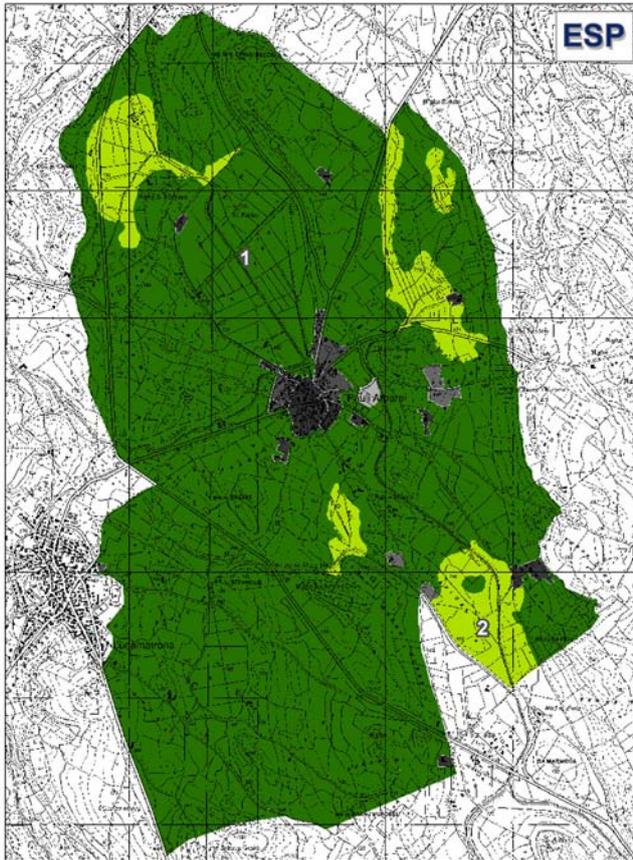
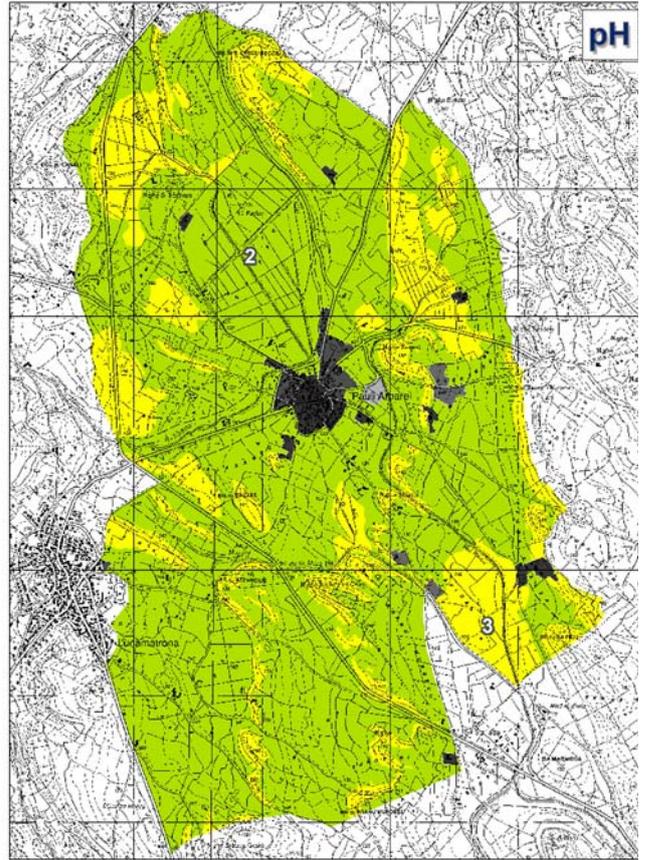
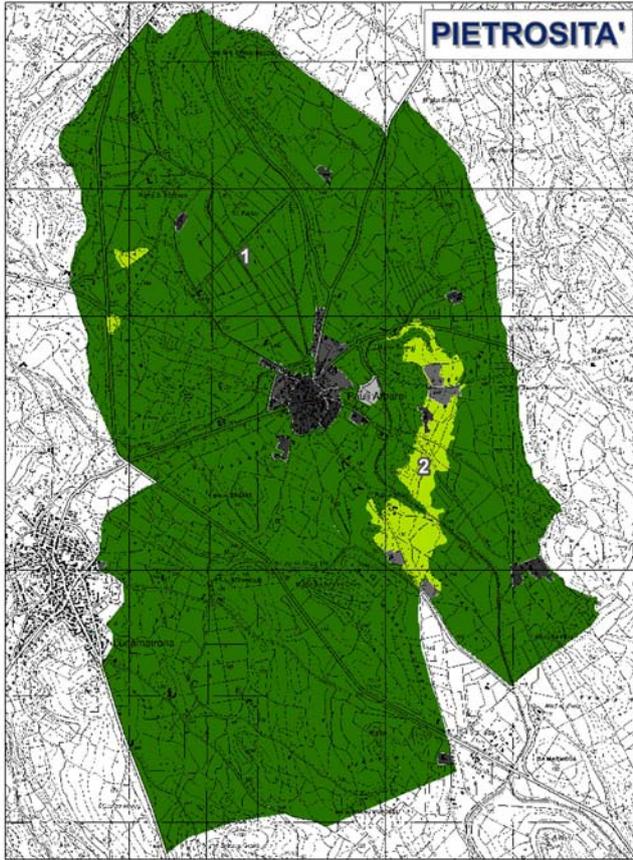
# MAIS



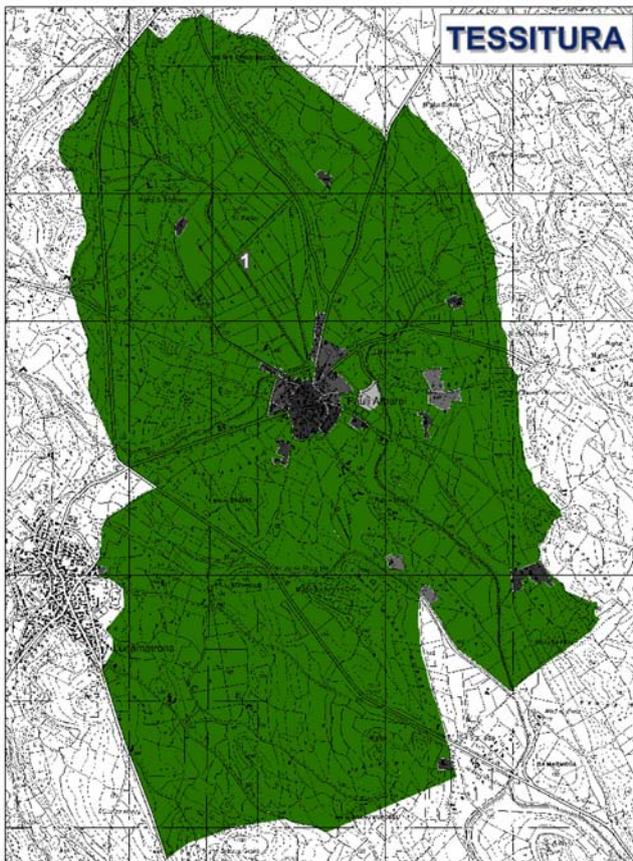
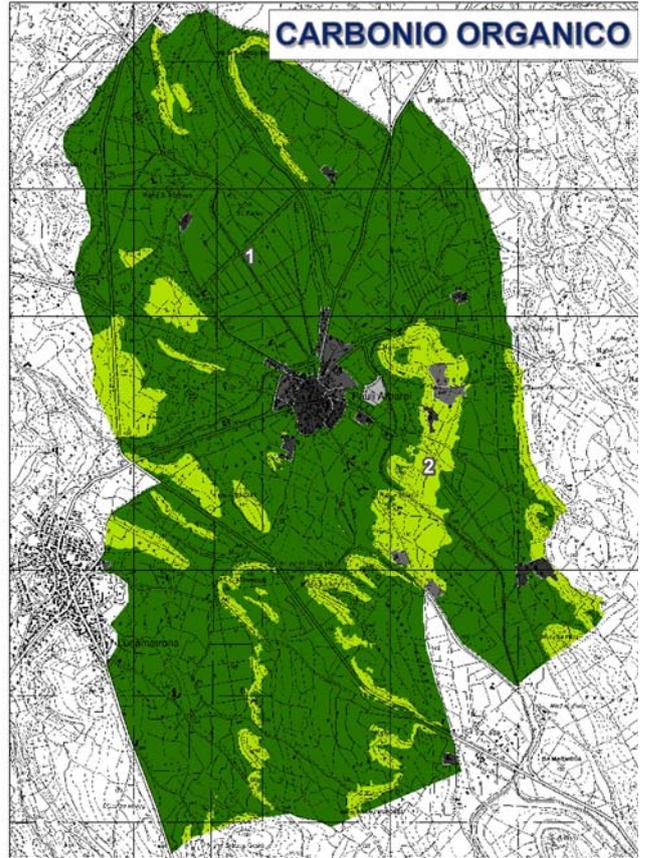
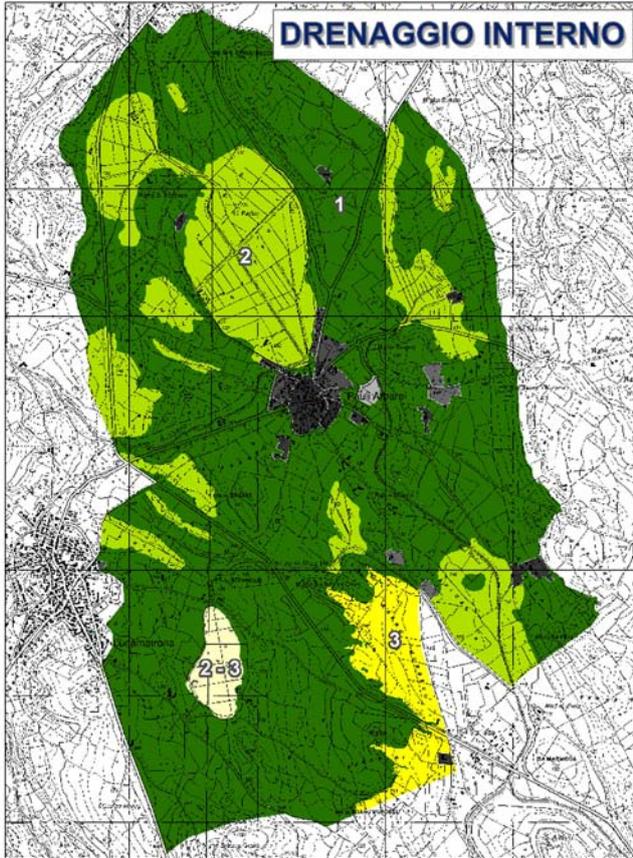
MAIS



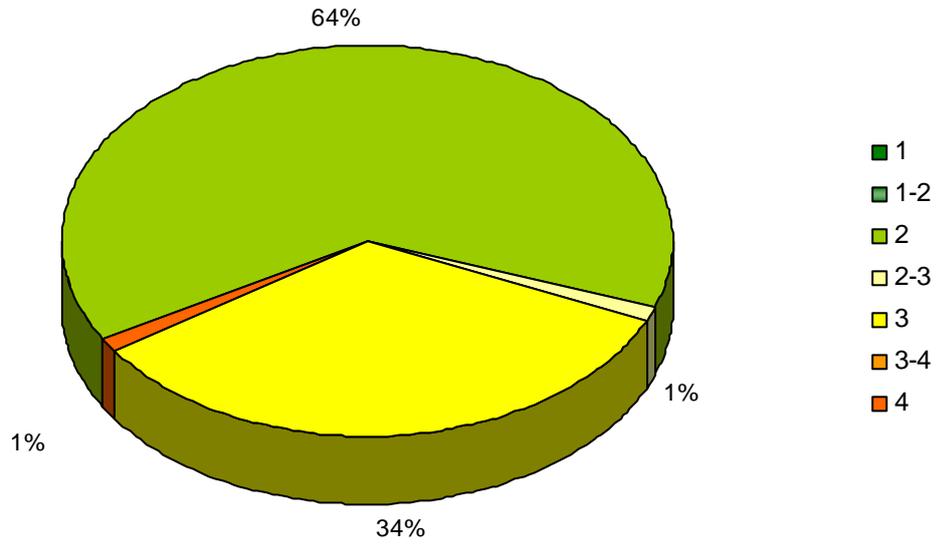
MAIS



MAIS



## MAIS



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	0	0	1126	24	596	0	20

## 6. LUT 4 - ERBA MEDICA

L'attitudine territoriale per l'erba medica mostra molte analogie con quella del frumento duro e del mais.

Il 99% dei suoli ricade, infatti, nelle prime tre classi di attitudine (di cui il 13% in classe 1 ed il 66% in classe 2) e il restante 1% in 4<sup>a</sup> classe, sempre a causa della scarsa profondità dei suoli nelle aree sommitali.

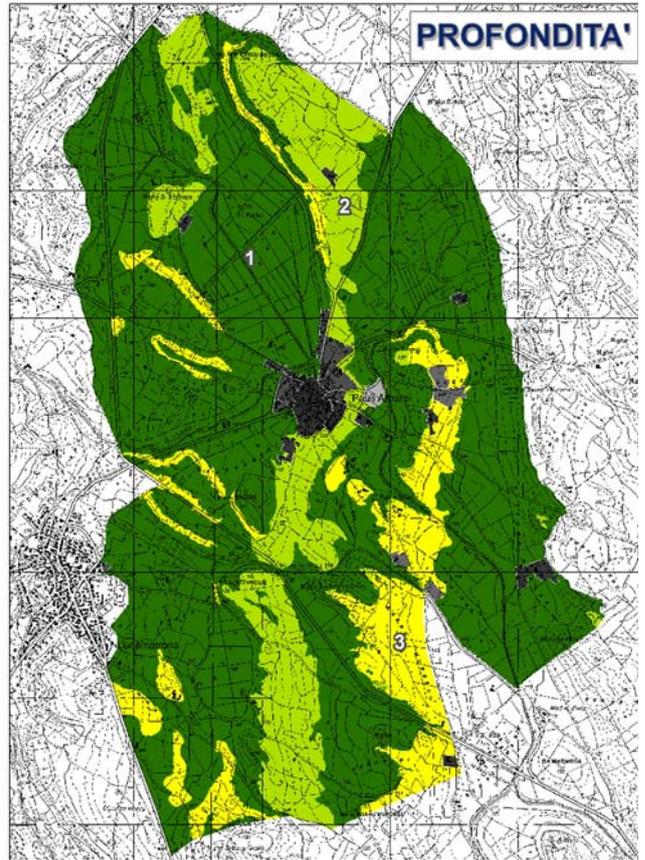
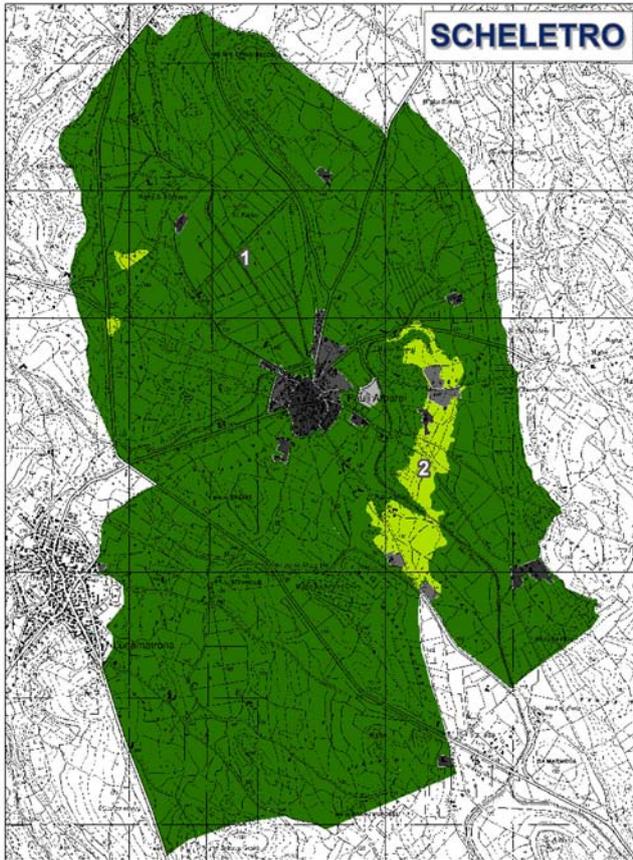
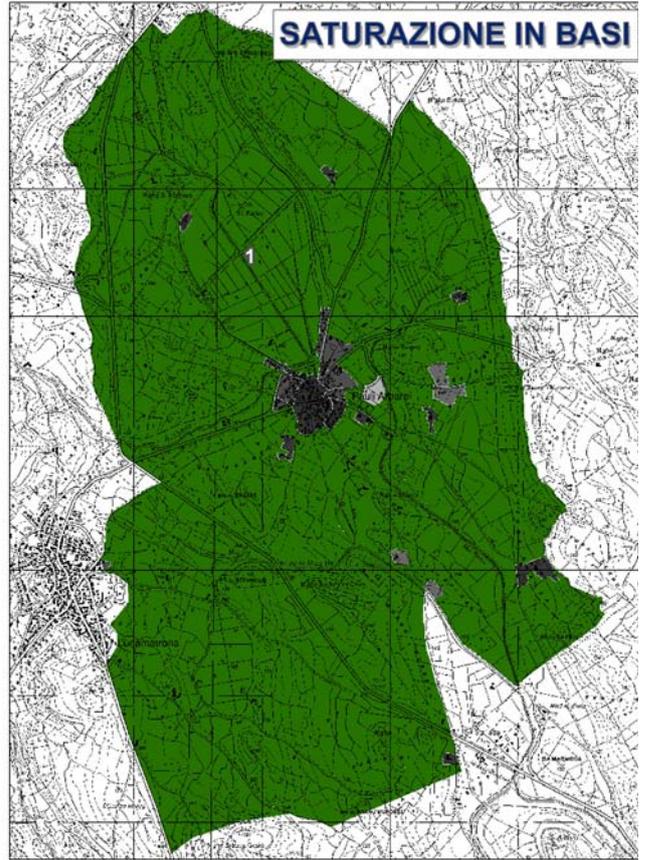
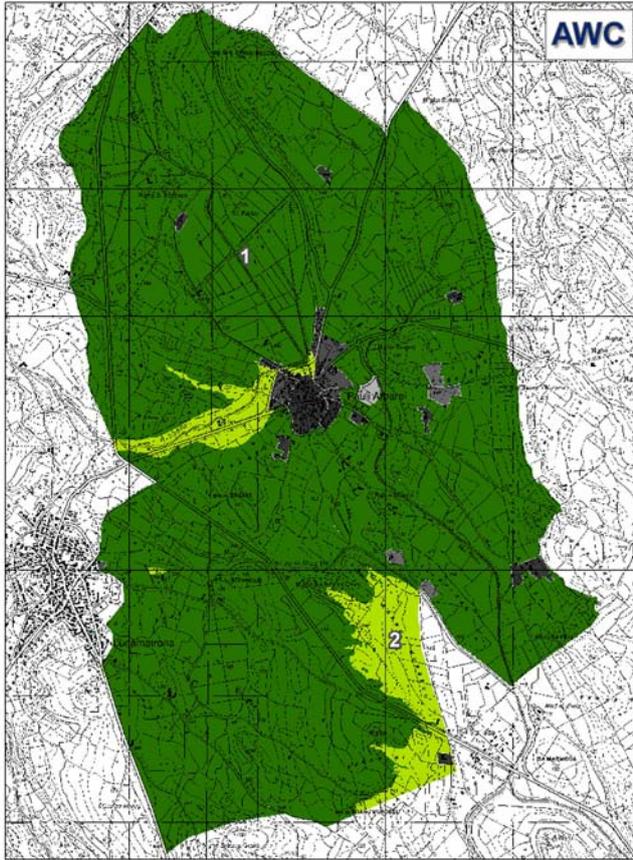
La maggior superficie attribuita alla classe 2 rispetto alla classe 1 è dovuta, ancora una volta, agli elevati pH e contenuti di calcare totale.

Schema di classificazione per l'attitudine all'ERBA MEDICA

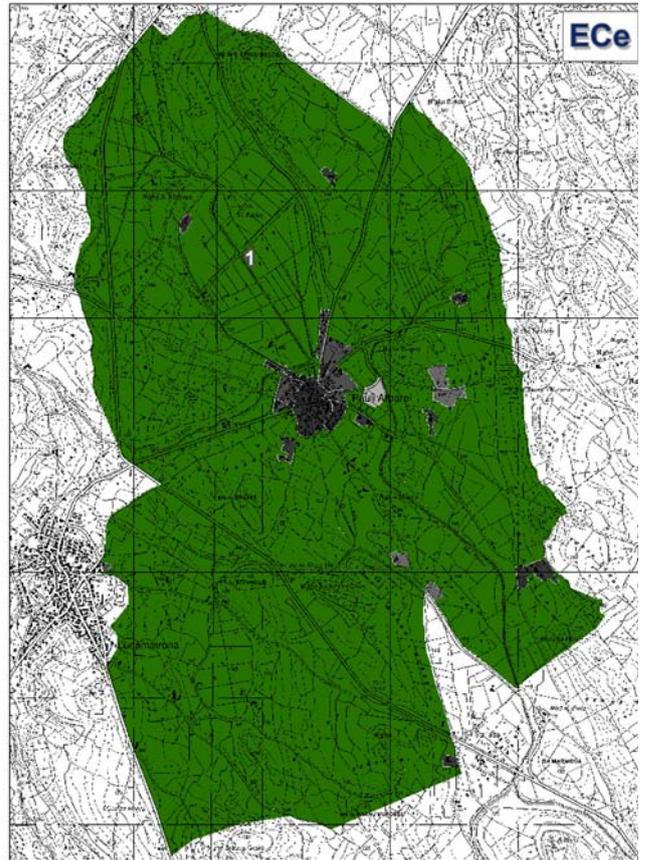
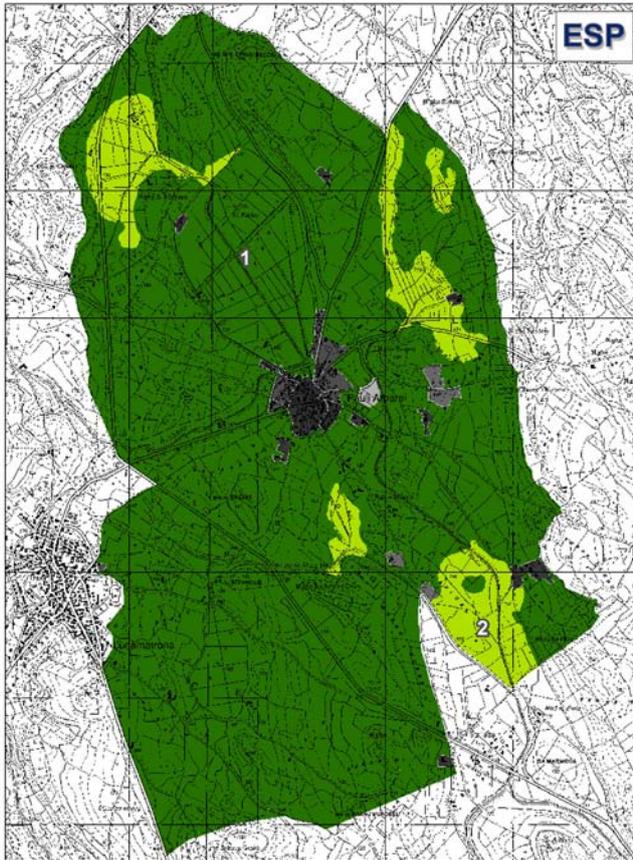
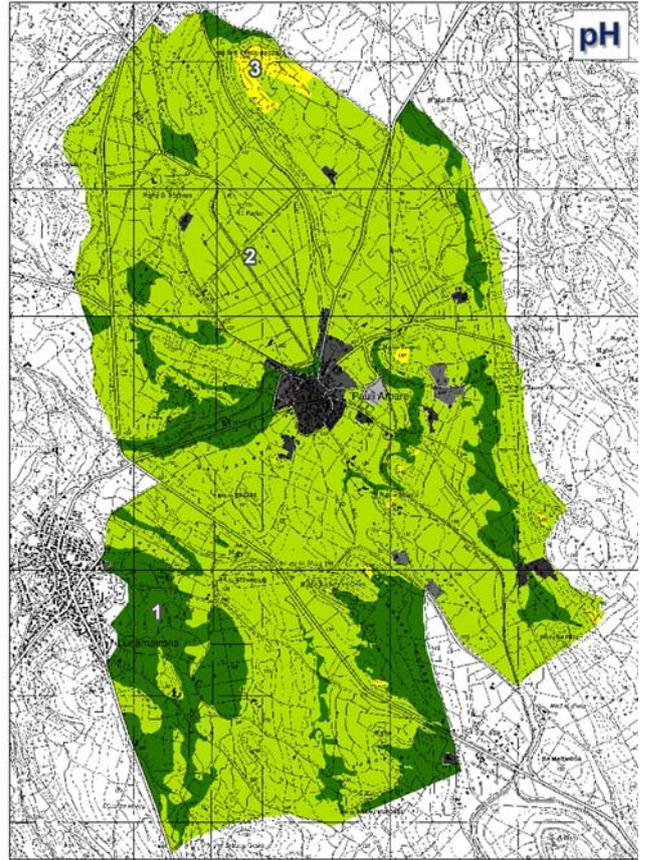
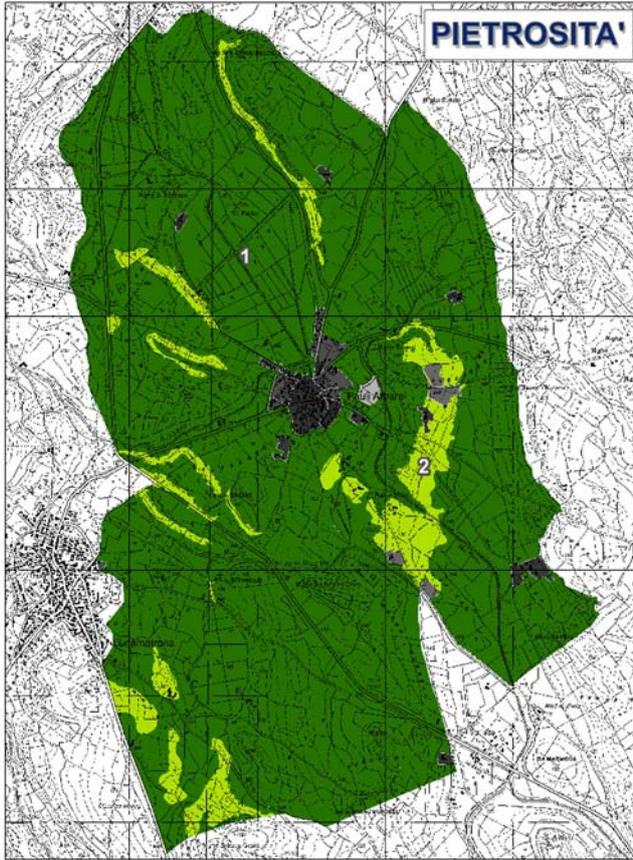
	1	2	3	4
<b>Stazione</b>				
Pietrosità superficiale totale (>75mm)	0-15	15-35	35-55	>55
<b>Suolo</b>				
Profondità (cm)	>75	50-75	30-50	<30
Tessitura	FS, FAS, AS, F, FA, FAL, A, AL, FL, L	FS	SF	A <sub>massivo</sub> , AL <sub>massivo</sub>
ECe (ds*m <sup>-1</sup> )	<5	5-9	10-12	>12
Gesso (%)	<5	5-10	11-20	>20
Reazione (pH in acqua)	6,5-8	6-6,4; 8,1-8,3	5,9-6; 8,4-8,5	<5,5 ; >8,5
Saturazione basi (%)	>35	20-35	<20	-
Carbonio organico (%)	>1,2	0,8-1,2	<0,8	-
Scheletro (%)	<15	15-35	36-70	>70
ESP (%)	<15	15-35	36-50	>50
Drenaggio interno	da ben drenato a moderatamente ben drenato	da moderatamente ben drenato a piuttosto mal drenato	da piuttosto eccessivamente a eccessivamente drenato	da mal drenato a molto mal drenato
Carbonato di calcio (%) (calcare totale)	2-15	0-2; 15-25	25-35	>35
AWC mm	>112	56-112	<56	
CSC (cmol*kg <sup>-1</sup> suolo)	>10	>10	5-10	<5



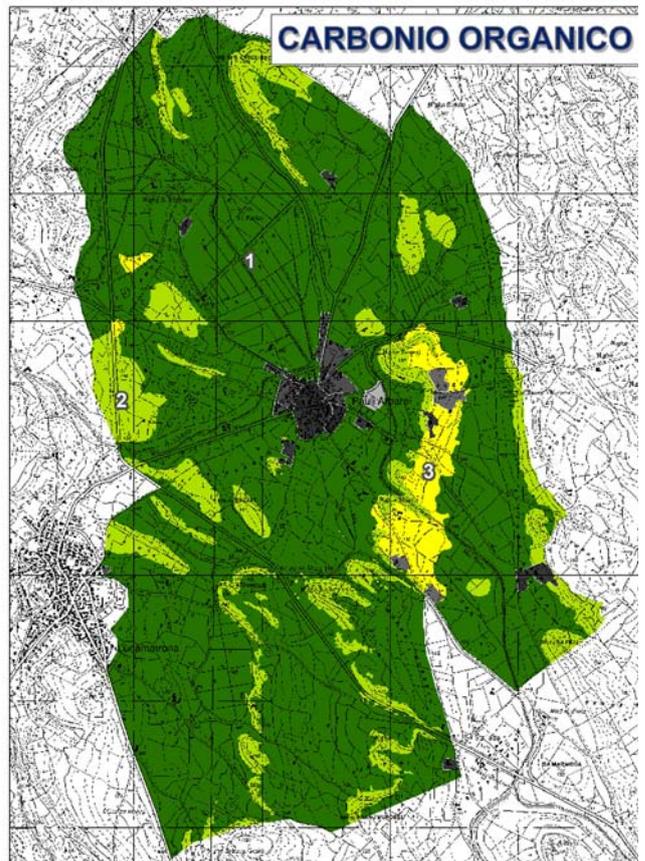
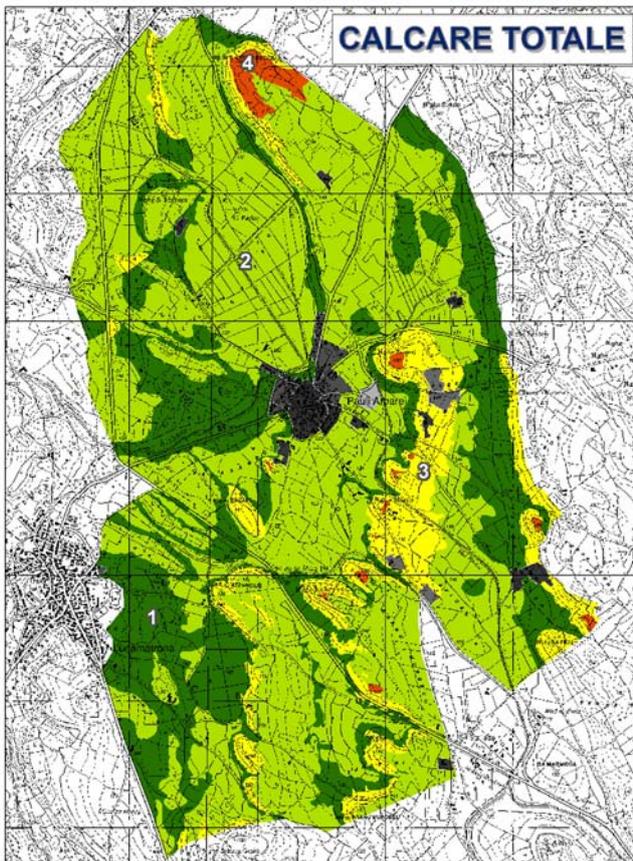
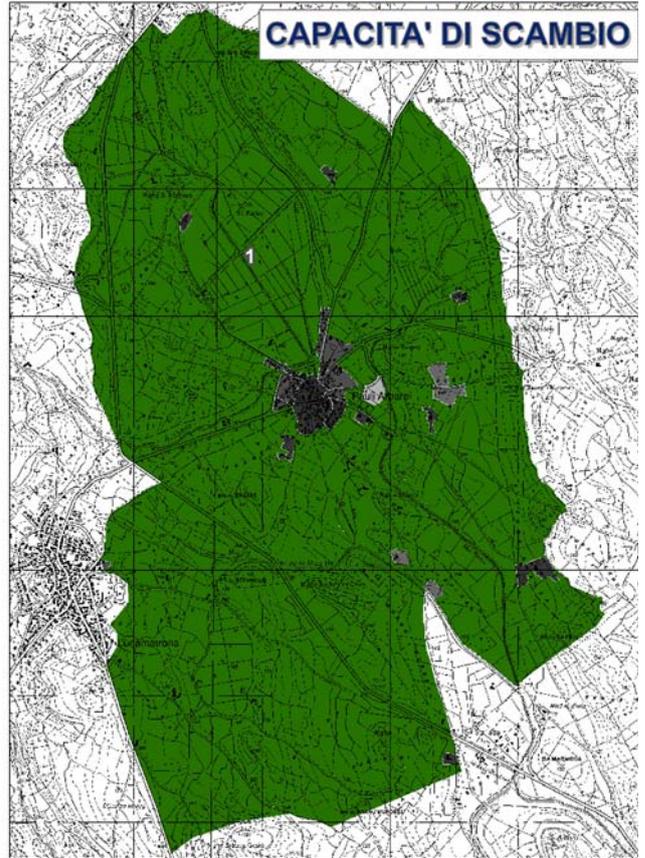
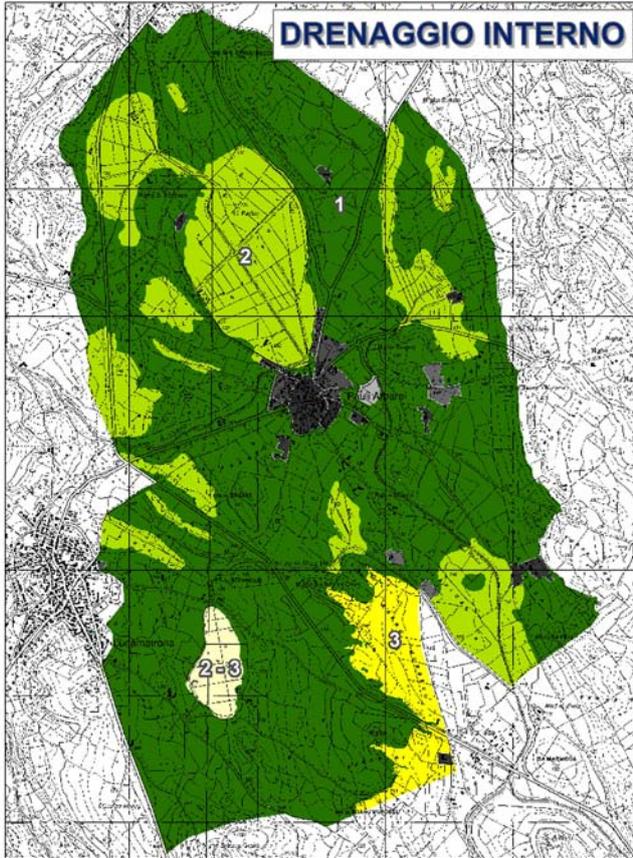
ERBA MEDICA

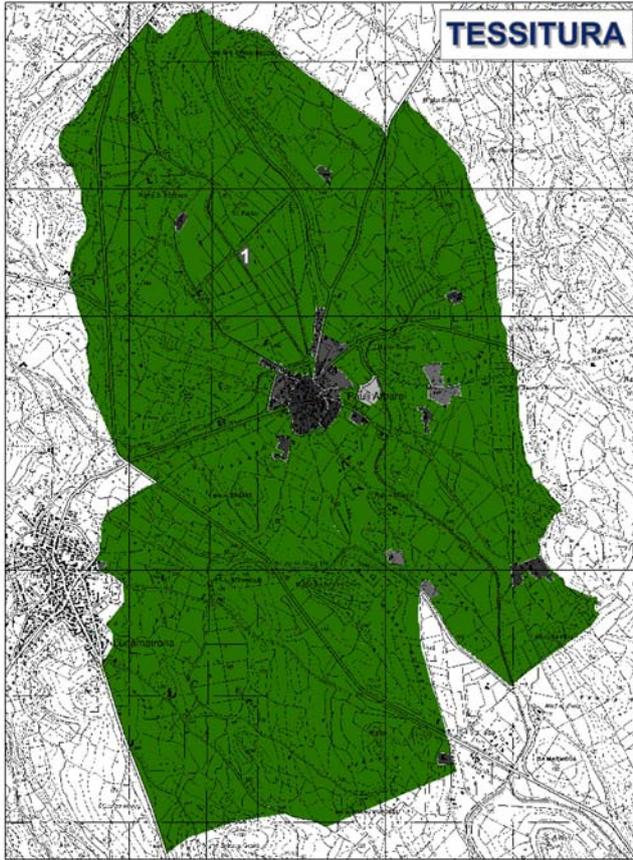


ERBA MEDICA

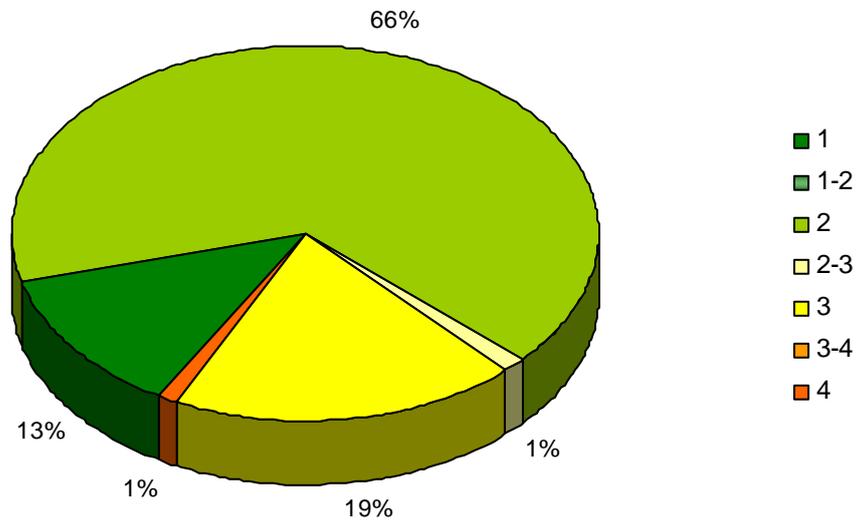


ERBA MEDICA





## ERBA MEDICA



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	223	0	1161	24	338	0	20

## 7. LUT 5 - VITE

La classificazione attitudinale alla vite ha considerato i requisiti generali della coltura, senza differenziare le tipologie da vino e da tavola.

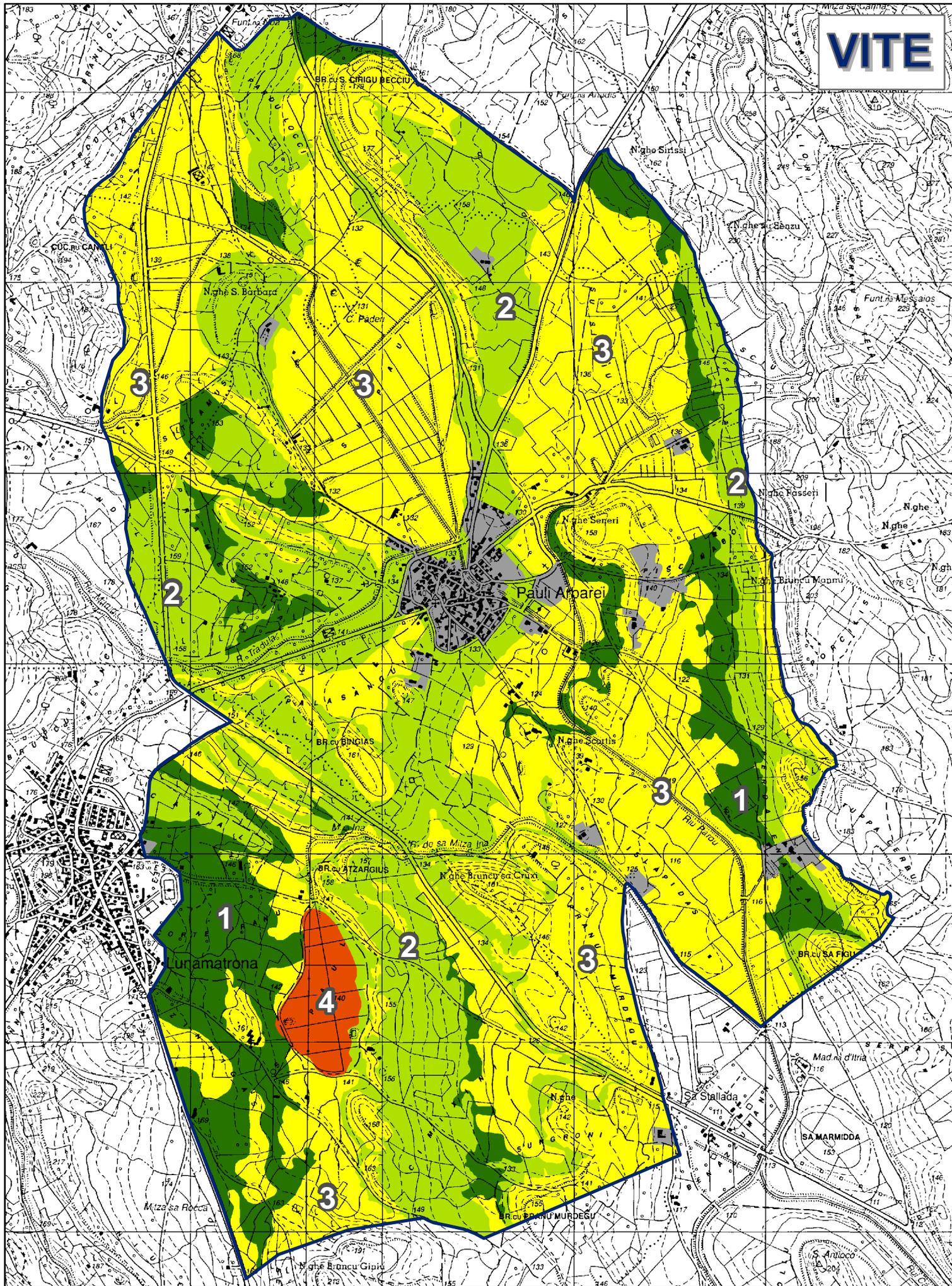
Il territorio risulta per il 43 % abbastanza idoneo alla coltura viticola, di cui il 13% molto adatto (classe 1); il 56% è marginalmente adatto (classe 3), mentre solo l'1% non presenta alcuna attitudine (depressione morfologica di Lunamatrona).

I suoli più adatti all'impianto viticolo si ritrovano sulle forme di versante a bassa acclività, con suoli profondi 1-1,5 m, aventi un buon drenaggio dovuto alla tessitura franco argillosa in superficie, ed un ottimale contenuto di carbonati. I suoli che hanno delle moderate limitazioni si ritrovano in corrispondenza dei versanti leggermente più acclivi (dove possono più facilmente innescarsi processi erosivi e l'orizzonte di accumulo carbonatico può risultare più superficiale), sulle superfici tabulari delle cuestas meno erose e sulle superfici residuali degli antichi terrazzi, dove già attualmente esiste un uso viticolo.

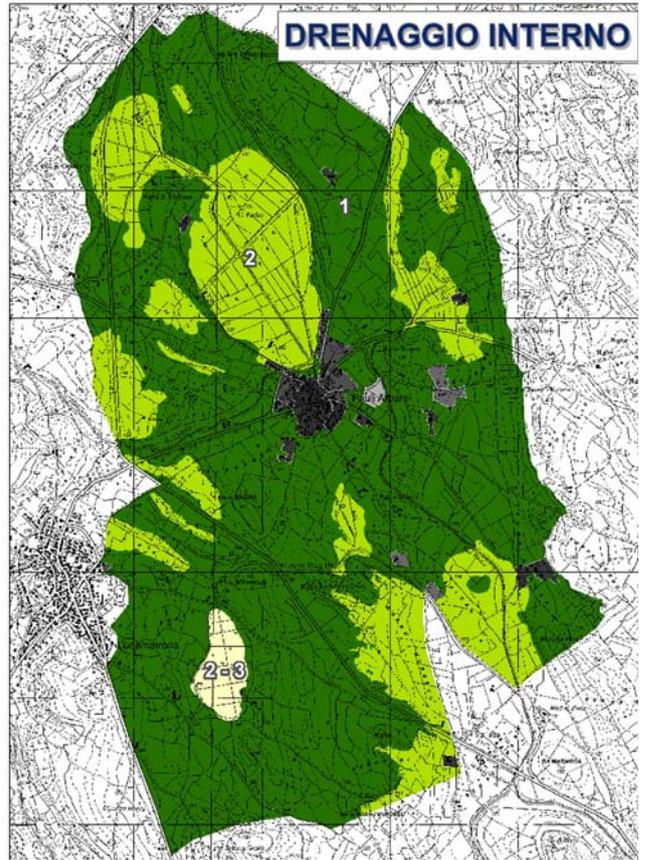
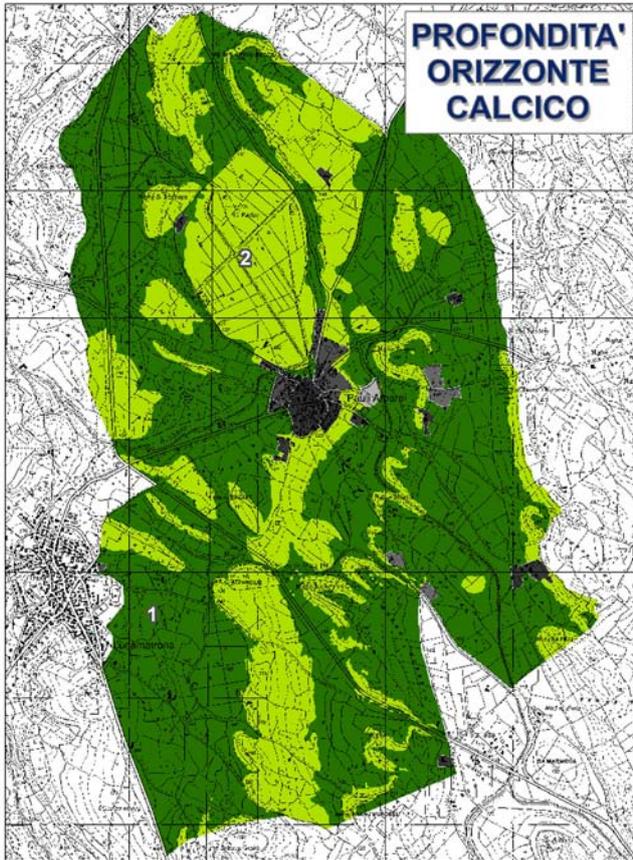
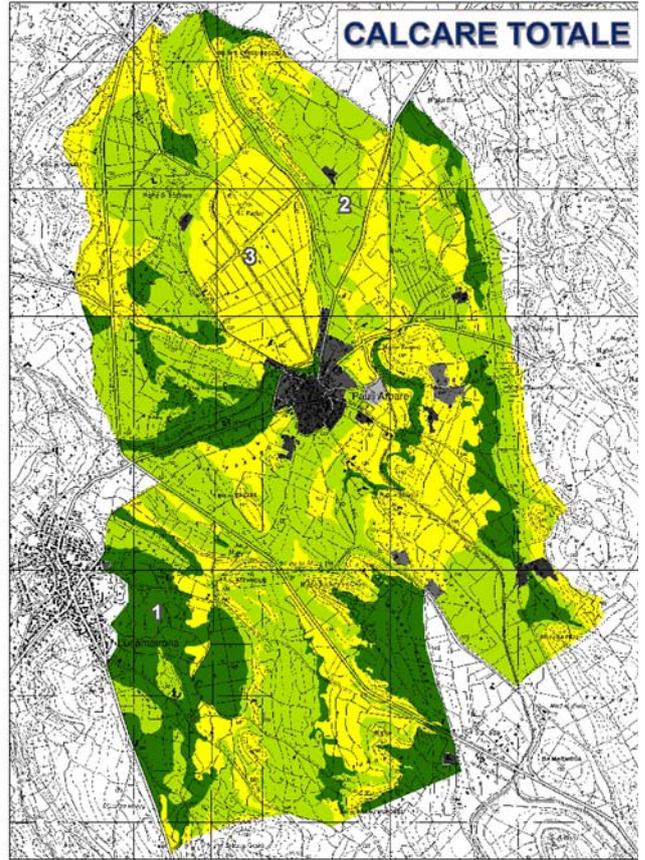
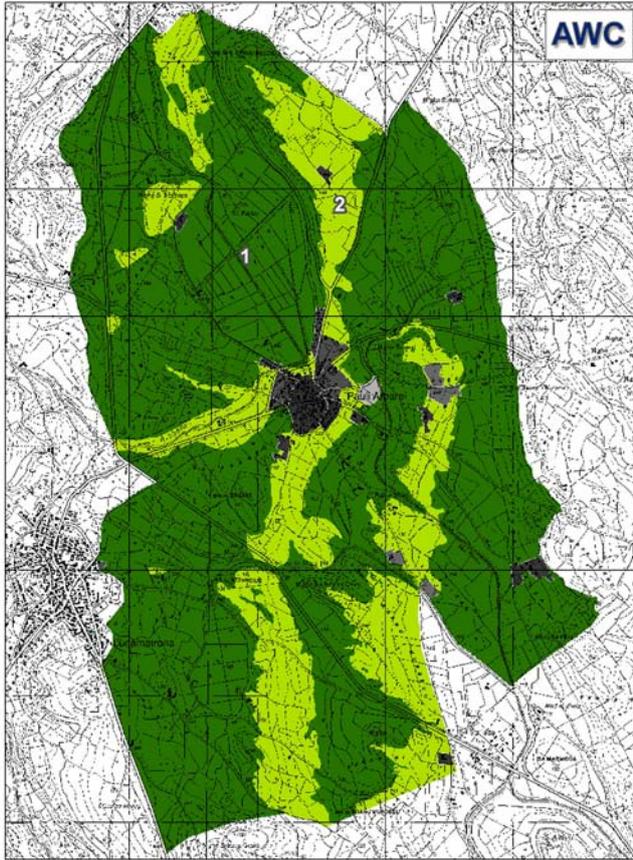
I suoli più marginali sono quelli dei culmini e delle scarpate più acclivi ed erosi, con spessore molto debole; i limiti più evidenti sono però quelli presenti sui suoli delle aree di fondovalle, e particolarmente nelle forme più depresse che, per loro natura, sono tendenzialmente inospitali alle colture arboree poiché, essendo ricchi in argille molto attive, presentano marcata idromorfia e problemi di fessurazione.

**Schema di classificazione per l'attitudine alla VITE**

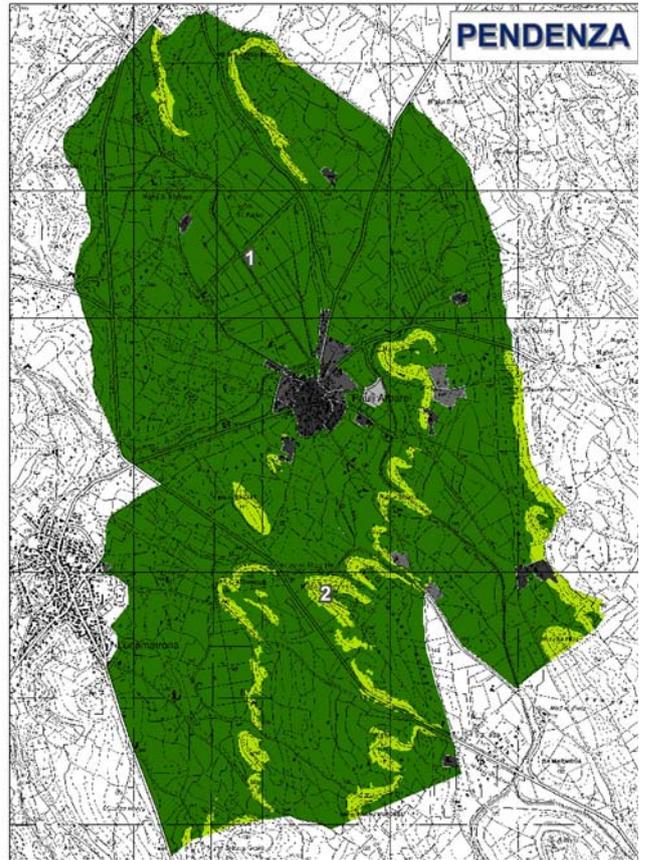
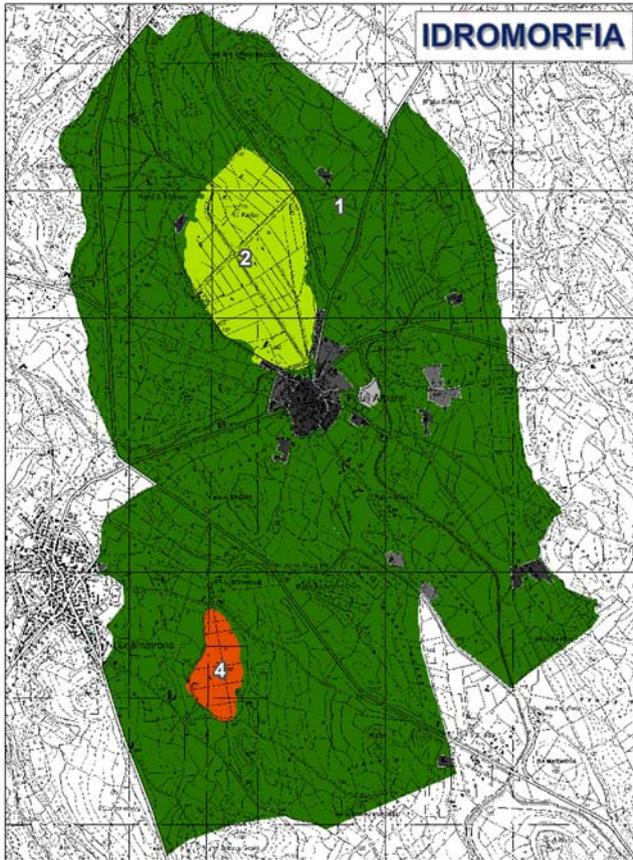
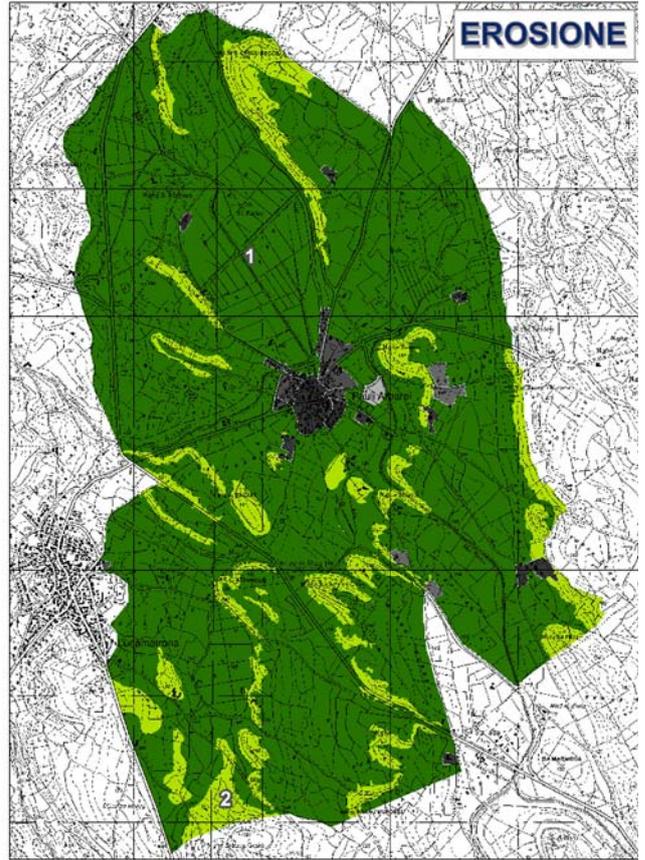
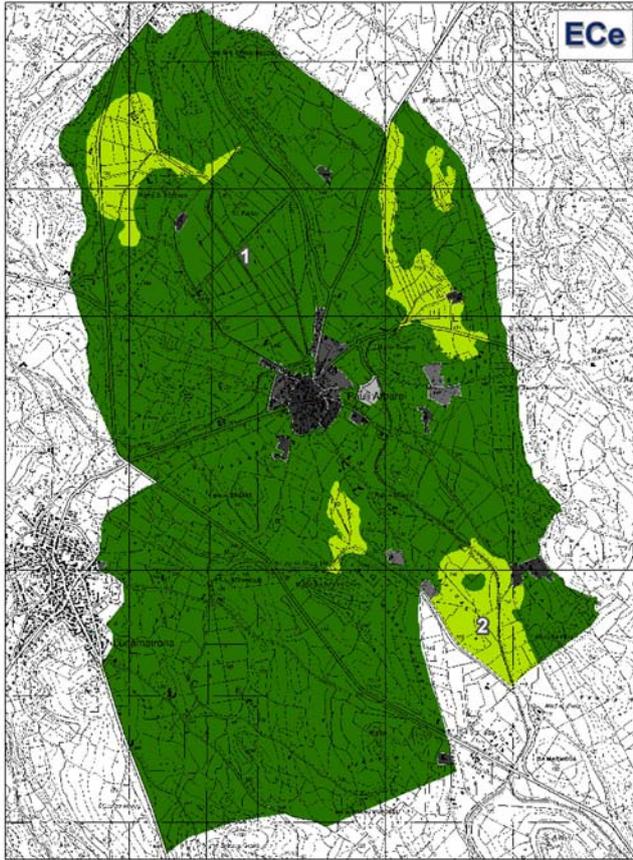
	1	2	3	4
<b>Stazione</b>				
Pendenza (%)	0-20	20-35	35-50	>50
Pericolo di erosione	da assente a moderato	elevato	molto elevato	-
Pietrosità superficiale % (tra 250 e 500 mm)	da assente (<0,3%) - a scarsa (1%)	da comune (1-3%) a frequente (3-15%)	abbondante (15-50%)	da molto abbondante (50-90%) ad affioramento di pietre (>90%)
Rocciosità % (>500 mm)	assente (<2%)	scarsa (2-10%)	da comune (10-25%) a frequente (25-50%)	da abbondante (50-90%) ad affioramento roccioso (>90%)
<b>Suolo</b>				
Profondità del suolo (cm)	da molto profondo a moderatamente profondo (150-80 cm)	moderatamante profondo (80-50 cm)	poco profondo (50-20 cm)	superficiale (<20 cm)
Tessitura	F, FS, FA, FL, FSA, FLA	SF, AS, A a reticolo non espandibile	AL, L, S, A a reticolo espandibile	-
Profondità della falda (cm)	profonda (>100 cm)	profonda (>100 cm)	profonda (>100 cm)	da poco profonda (100-50 cm) a superficiale (<50 cm)
Idromorfia temporanea	da assente (o presente a profondità >75 cm) a presente per 4-6 mesi a profondità comprese tra 50-100 cm	presente per 4-6 mesi a profondità comprese tra 50-100 cm	presente per 4-6 mesi a profondità <50 cm	presente per oltre 6 mesi a profondità <50 cm
Drenaggio interno	ben drenato, moderatamente ben drenato	piuttosto eccessivamente drenato, piuttosto mal drenato	eccessivamente drenato, mal drenato	molto mal drenato
Scheletro (%) (orizzonti Ap o A)	da assente (<1%) a frequente (15-35%)	abbondante (35-70%)	molto abbondante (70-90%)	>90%
Profondità orizzonte calcico (cm)	assente o molto profondo (>60 cm)	profondo (60-45 cm)	poco profondo (44 -25 cm)	superficiale (<25 cm)
Reazione (pH in H <sub>2</sub> O)	da subalcalina (7,4-7,8) ad alcalina (7,9-8,4)	da subacida (6,1-6,5) a neutra(6,6-7,3)	moderatamente acida (5,1-6) o molto alcalina (8,5-9)	da estremamente acida (<4,5) a fortemente acida (4,5-5) o estremamente alcalina (>9)
Salinità (dS/m)	trascurabile (0-2)	moderata (2-4)	forte (4-8)	da molto forte (8-16) a eccessiva (>16)
Calcareo totale (%)	da non calcareo (<0,5) a moderatamente calcareo (5-10)	molto calcareo (10-20)	da fortemente calcareo (20-40) a estremamente calcareo (>40)	-
Riserva idrica (AWC in mm)	da moderata (100-150) a molto elevata (>200)	da moderata (100-150) a bassa (50-100)	molto bassa (<50)	-



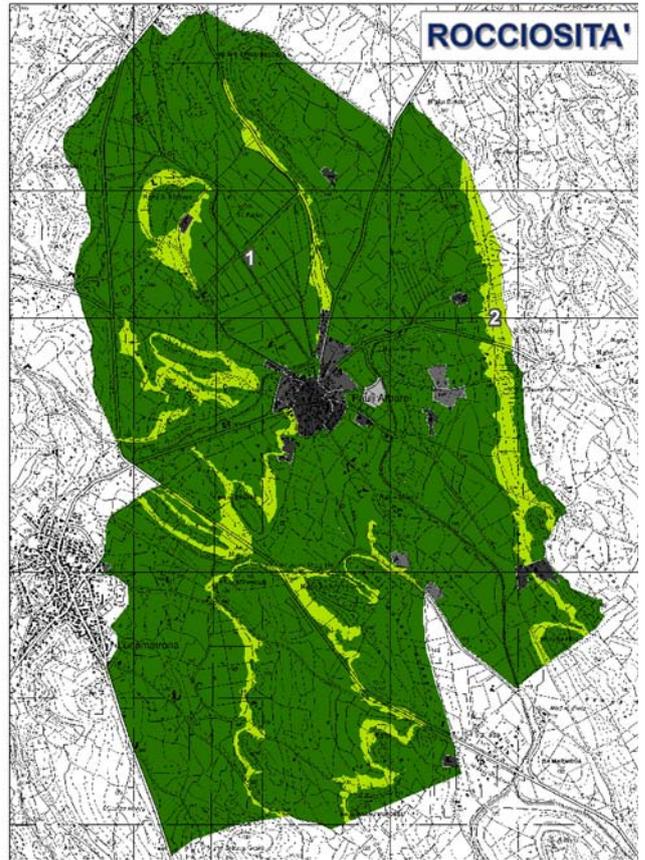
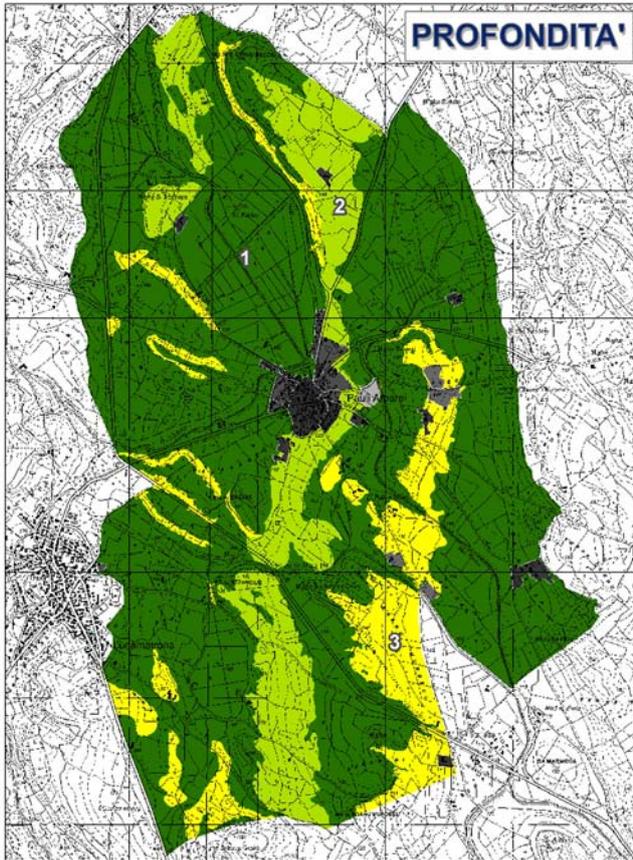
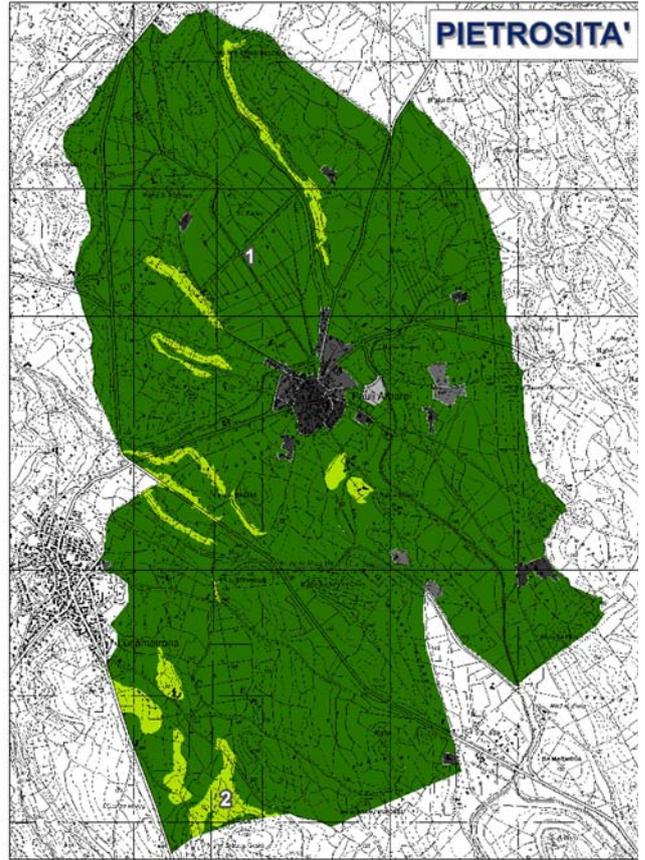
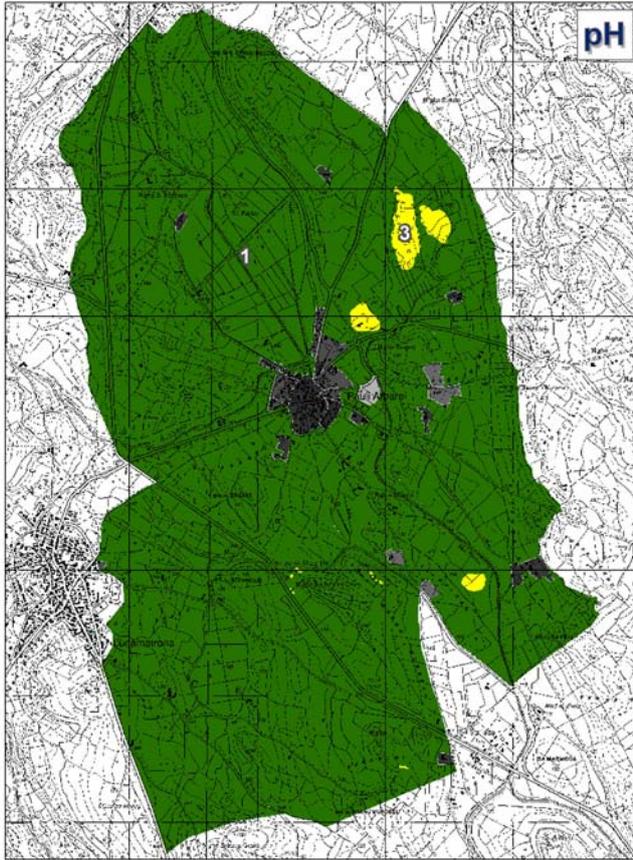
VITE



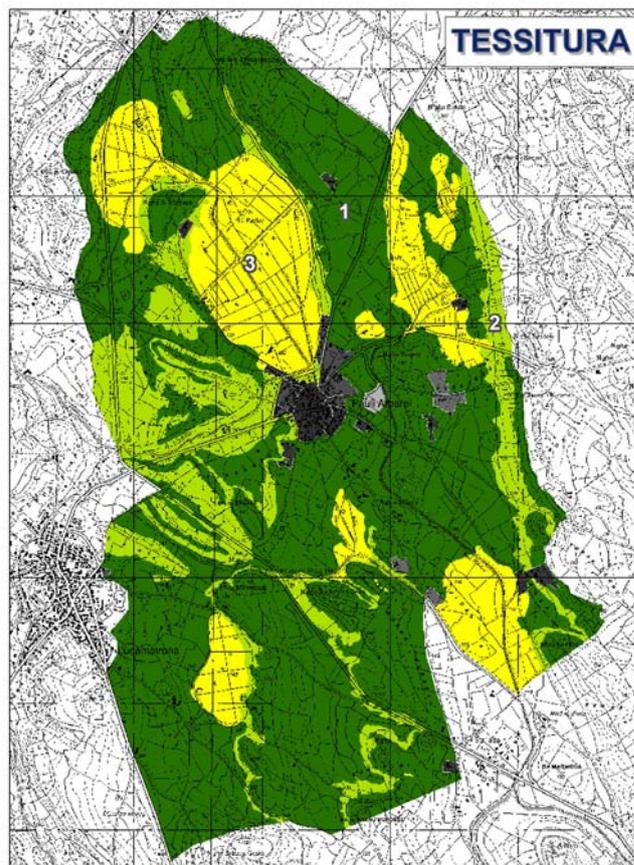
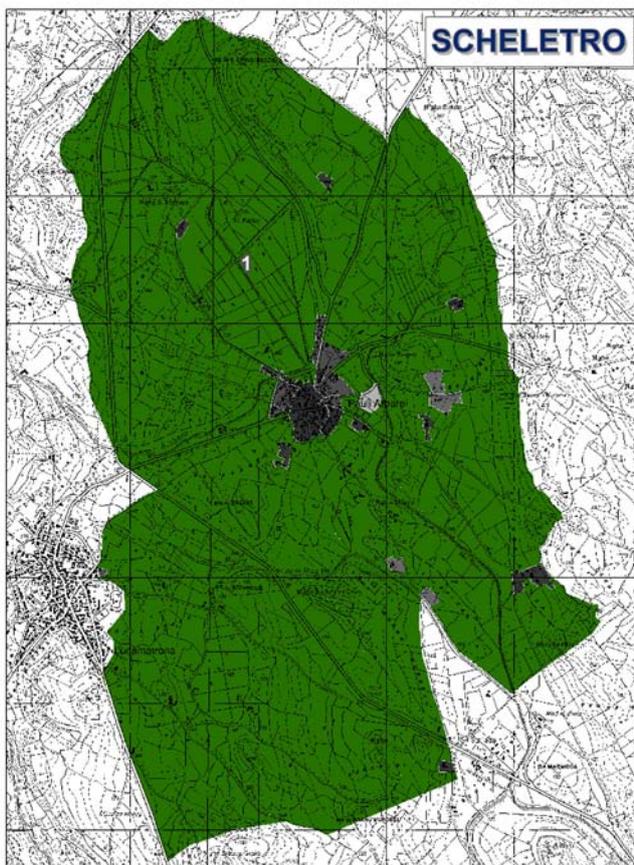
VITE



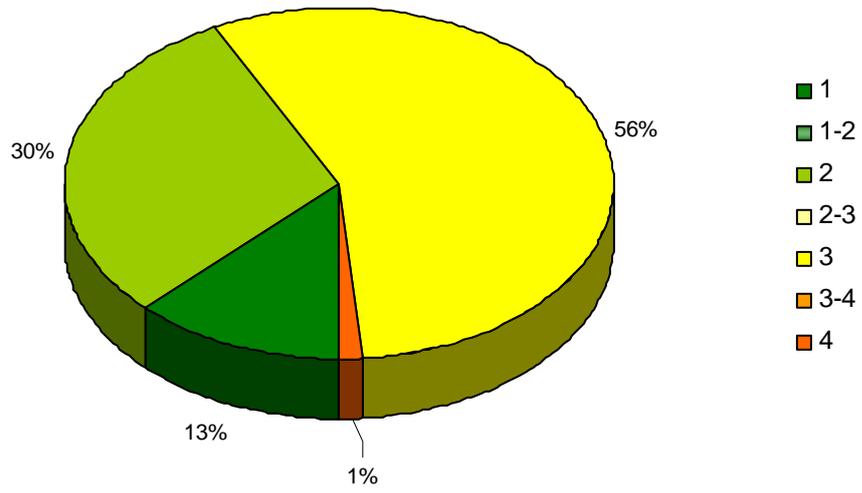
VITE



VITE



### VITE



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	223	0	526	0	993	0	24

## 8. LUT 6 - OLIVO E MANDORLO

Il territorio, classificato in relazione alla sua attitudine alle colture arboree dell'olivo e del mandorlo, risulta così suddiviso: il 51% presenta moderate limitazioni (classe 2), il 48% è marginalmente adatto (classe 3) e solo l'1% risulta non idoneo (classe 4 - suoli del Pauli di Lunamatrona).

Il parametro più limitante è senza dubbio la tessitura argillosa; questo carattere è spiccatamente presente nelle aree morfologicamente depresse (pauli e depressioni aperte), dove i suoli sono molto ricchi in argille espandibili, con caratteri vertici e problemi di idromorfia. Nel pauli di Lunamatrona si aggiunge anche la limitazione naturale di una falda temporanea molto superficiale, che creerebbe gravi problemi di asfissia alle radici degli alberi.

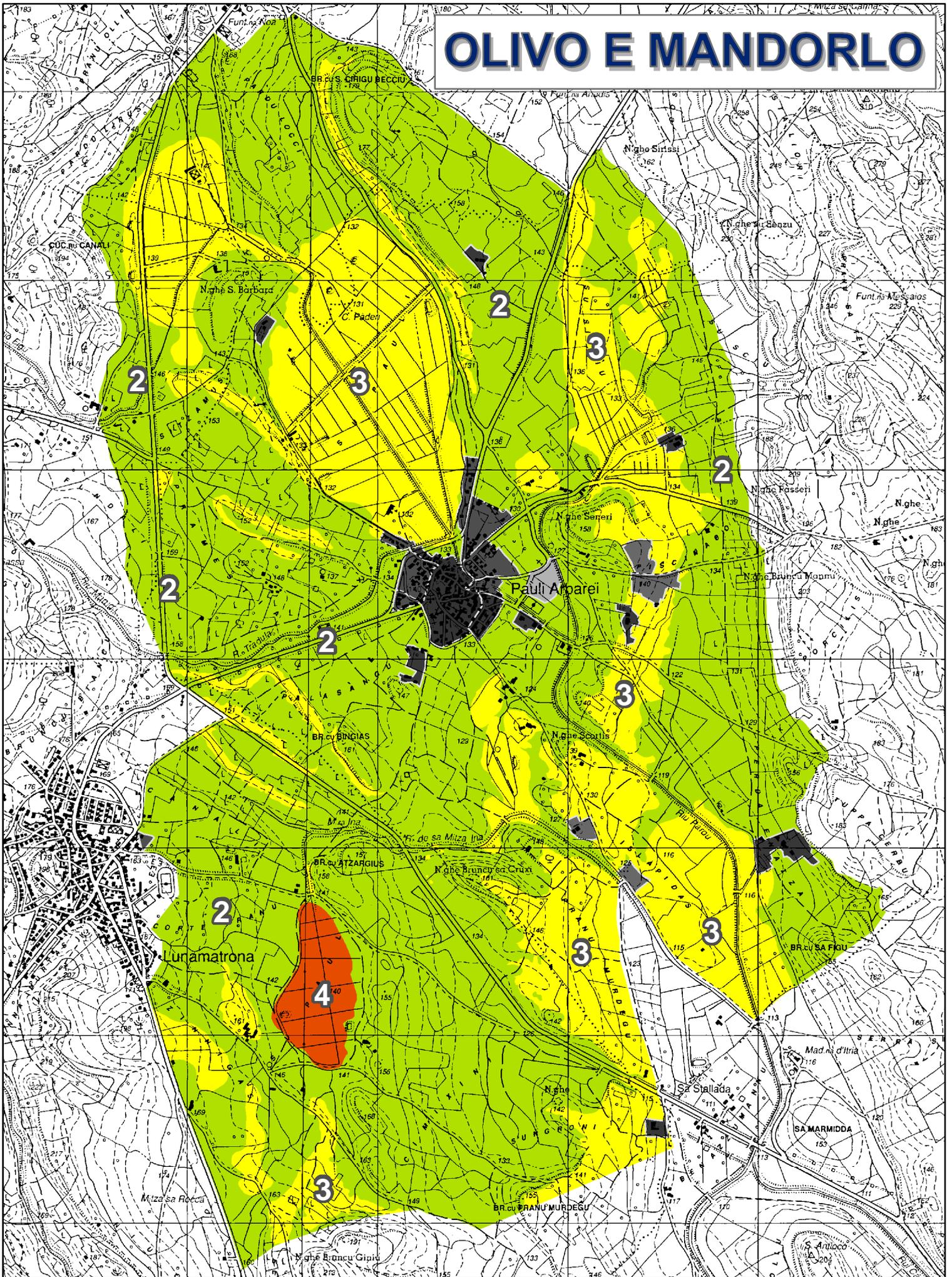
I suoli più adatti si ritrovano sulle superfici tabulari delle cuestas, laddove il suolo è moderatamente profondo, sui versanti da mediamente a dolcemente acclivi e sulle superfici tabulari dei terrazzi antichi (dove è presente già la coltura olivicola spesso associata alla vite).

E' da sottolineare che anche le scarpate acclivi che bordano le cuestas, laddove i suoli sono caratterizzati da accumuli di depositi colluviali derivati dal substrato marnoso-arenaceo, rappresentano fasce di territorio abbastanza ospitali per le colture in oggetto. Ciò che deve essere assicurato, per una buona condizione agronomica, è la messa a dimora delle piante senza una profonda aratura, e la realizzazione di interventi, a basso impatto, di protezione dal dissesto e dall'erosione della parte più fertile dei suoli (allineamenti di vegetazione arbustiva autoctona, piccole canalette trasversali alla massima pendenza, etc.). Alla luce di queste indicazioni è auspicabile che nel territorio della Marmilla si favorisca l'impianto di olivi e mandorli, soprattutto nell'ottica di un miglioramento paesaggistico e di tutela ambientale.

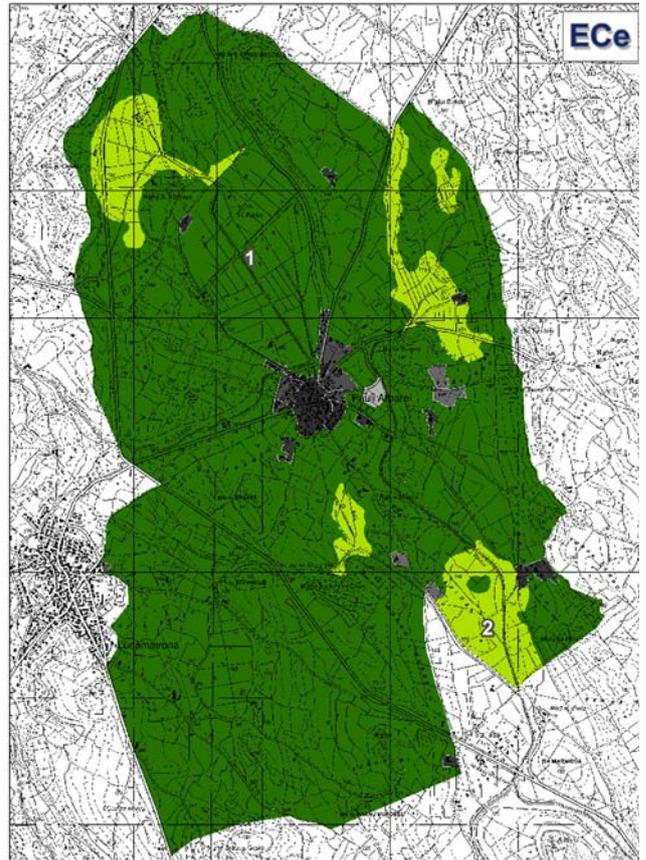
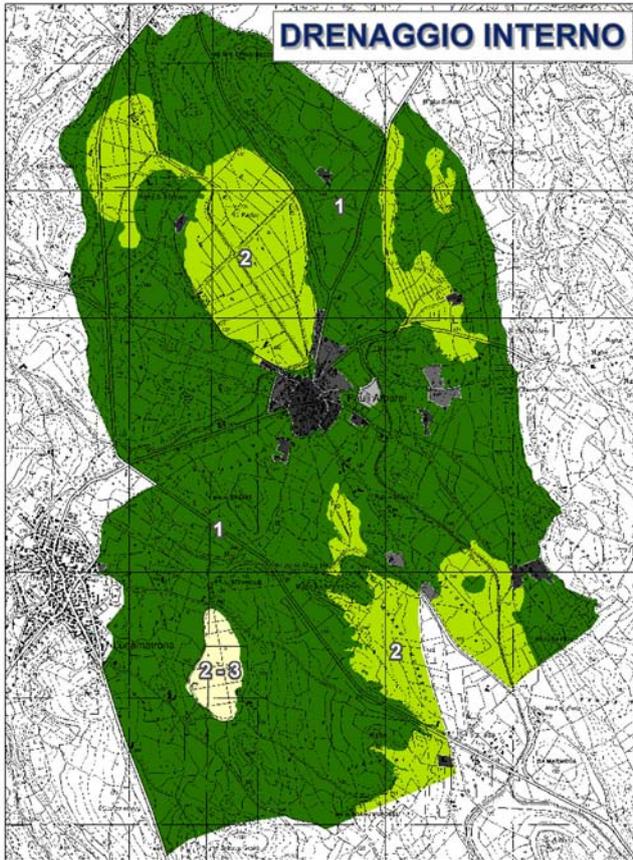
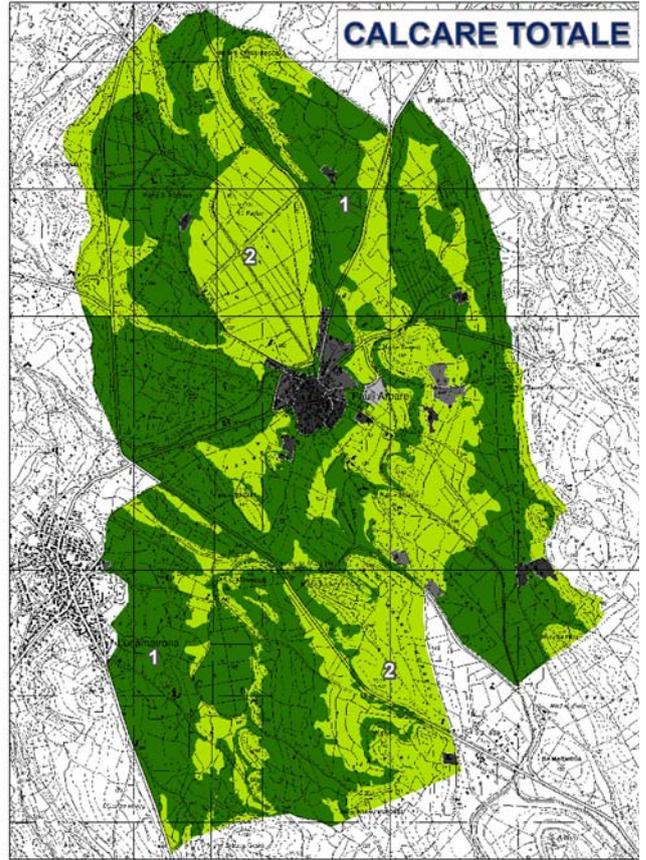
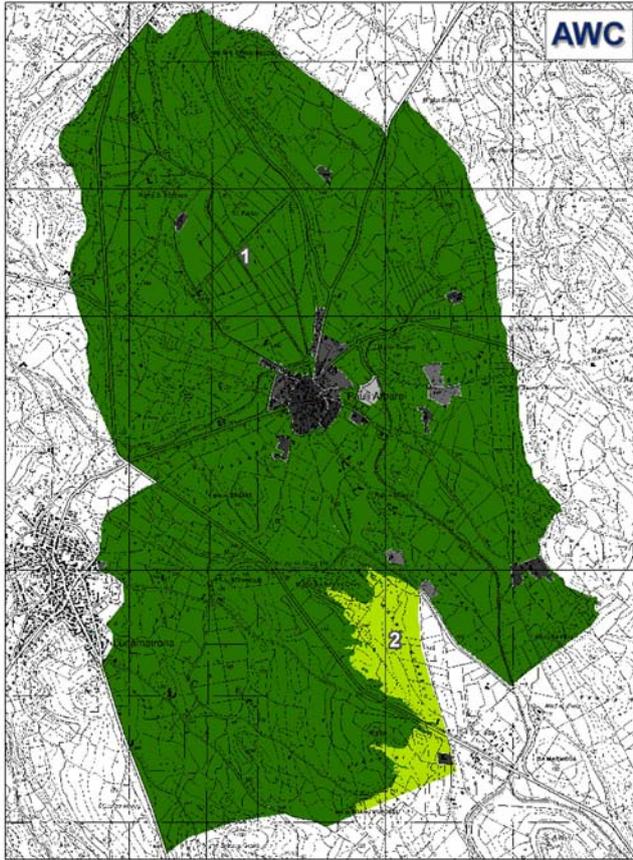
**Schema di classificazione per l'attitudine all'OLIVO E MANDORLO**

	1	2	3	4	5
<b>Stazione</b>					
Quota (m s.l.m.)	200-400	400-500	500-800	>800	>800
Pendenza %	0-20	20-35	20-35	35-60	>60
Esposizione	sud; sud-ovest; sud-est; pianeggiante	est; ovest	nord-ovest; nord-est	nord	nord
Erosione	da assente a moderata	forte	molto forte	-	-
Pietrosità superficiale % (tra 250 e 500 mm)	0-3	3 - 50	50-90	>90	>90
<b>Suolo</b>					
Profondità del suolo (cm)	> 100	50-100	25-50	<25	<25
Tessitura	F, FS, FA, FL, FSA, FLA	SF, AS, A a reticolo non espandibile	AL, S, A a reticolo espandibile	L	
Falda (profondità cm)	>100	>100	>100	<100	<100
Salinità (ds*m <sup>-1</sup> )	<1	1-2	3-4	>4	>4
Drenaggio interno	buono, moderato, piuttosto mal drenato se drenaggio esterno = medio e scheletro ≥35%	talvolta eccessivo o piuttosto mal drenato se drenaggio esterno ≥ medio o scheletro ≥35%	eccessivo, imperfetto, mal drenato se drenaggio esterno > medio o scheletro ≥35%	mal drenato e molto mal drenato	mal drenato e molto mal drenato
Idromorfia temporanea	da assente (o presente a profondità >75 cm)	occasionalmente presente a profondità <75 cm)	presente per 4-6 mesi alla profondità di 50-100 cm	presente per 4/6 mesi a profondità <50 cm	
Reazione (pH in H <sub>2</sub> O)	da neutra (6,6-7,3) ad alcalina (7,9-8,4)	subcida (6,1-6,5)	moderatamente acida (5,1-6) o molto alcalina (8,5-9)	da estremamente acida (<4,5) a fortemente acida (4,5-5) o estremamente alcalina (>9)	
Carbonato di calcio (%) (calcare totale)	1-20	<0,5 -1; 20-40	>40	-	-
AWC mm	>110	110-70	69-30	<30	<30
Profondità orizzonte petrocalcico (cm)	> 60	45-60	25-45	<25	<25
Classificazione	no Vertisuoli	no Vertisuoli	no Vertisuoli	si Vertisuoli	si Vertisuoli

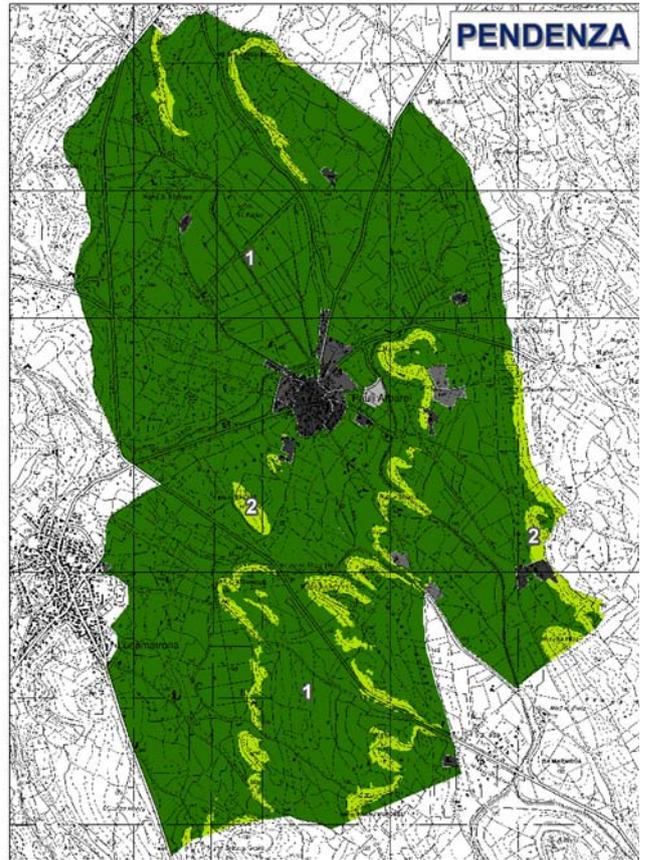
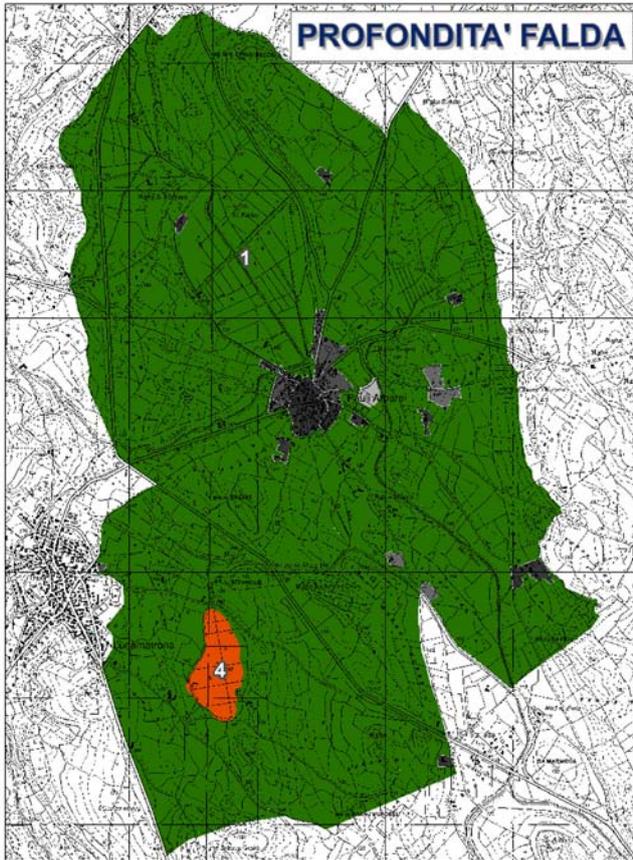
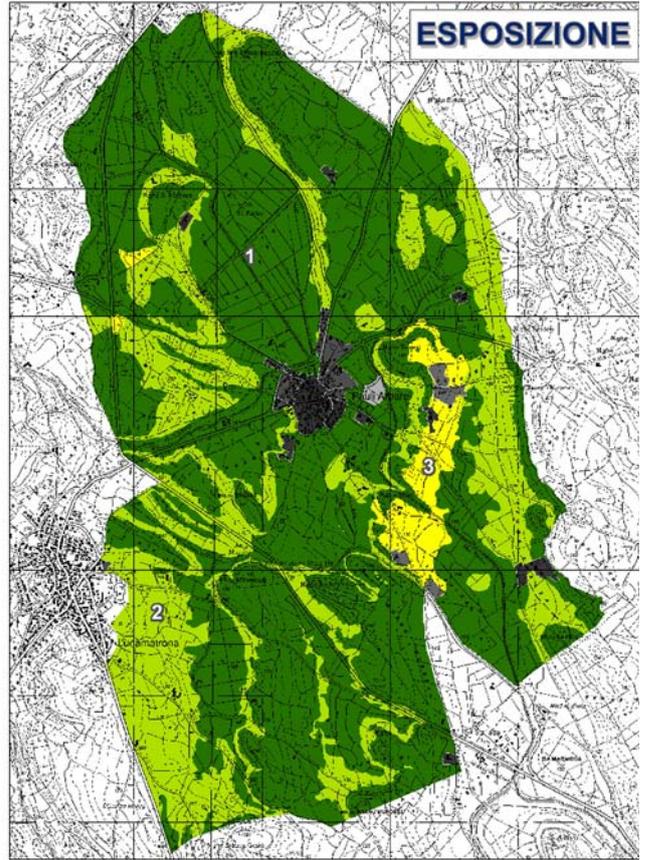
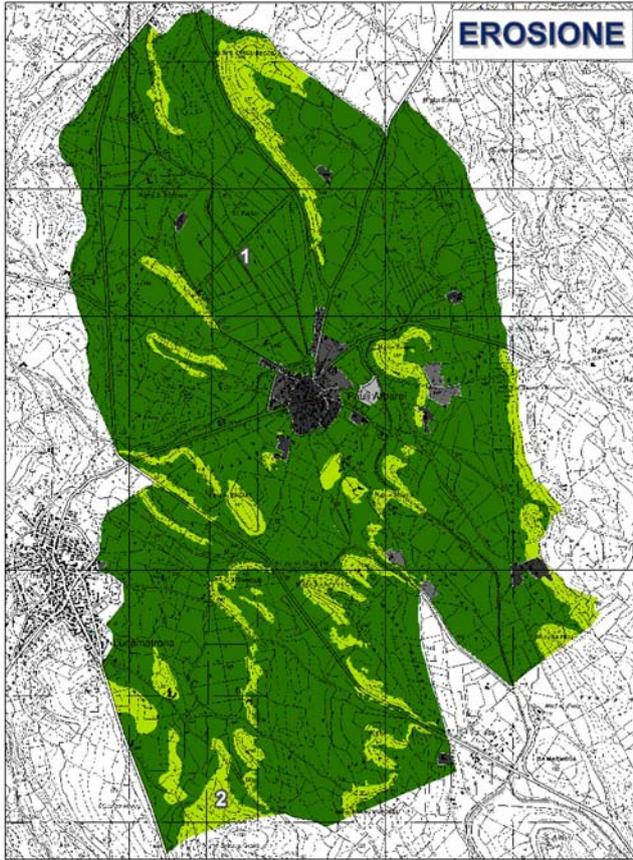
# OLIVO E MANDORLO



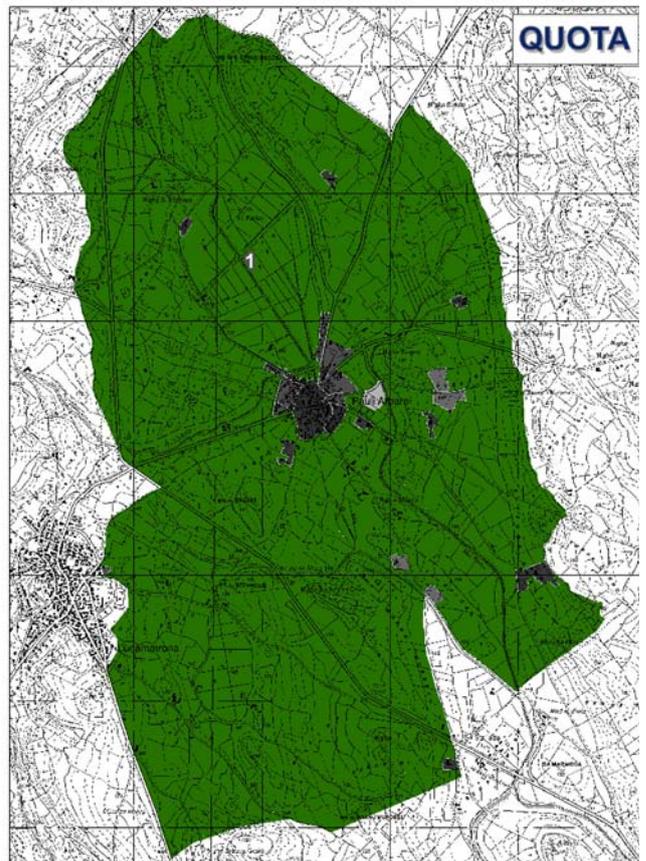
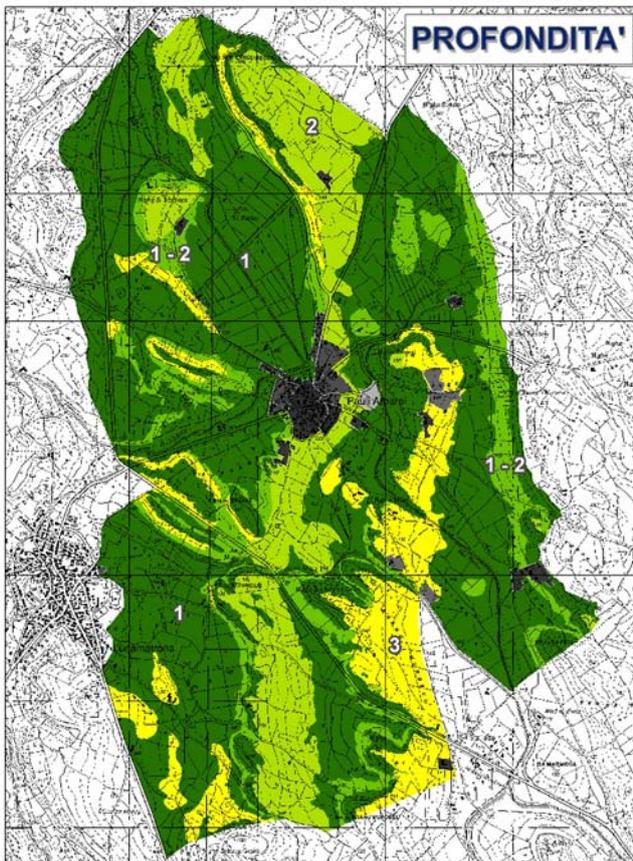
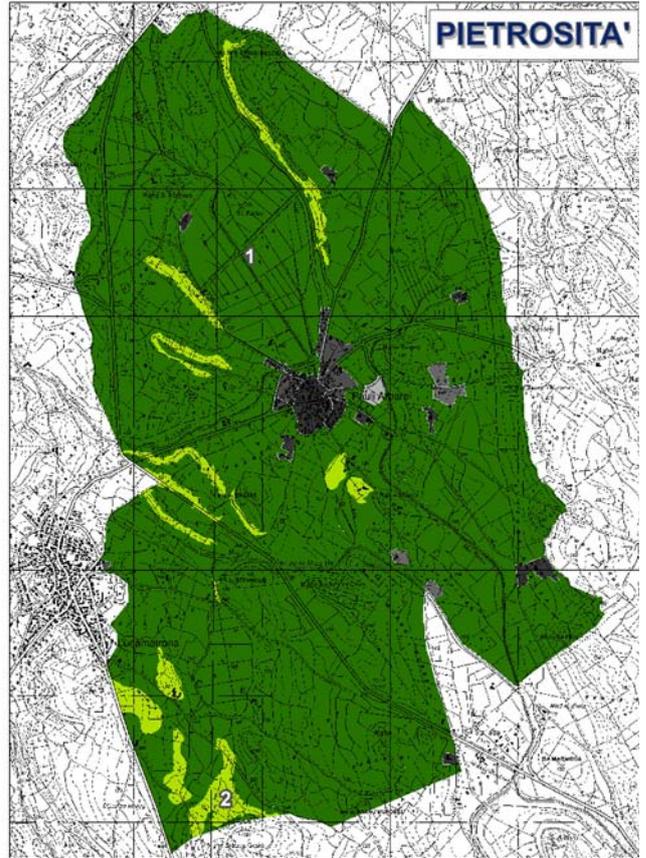
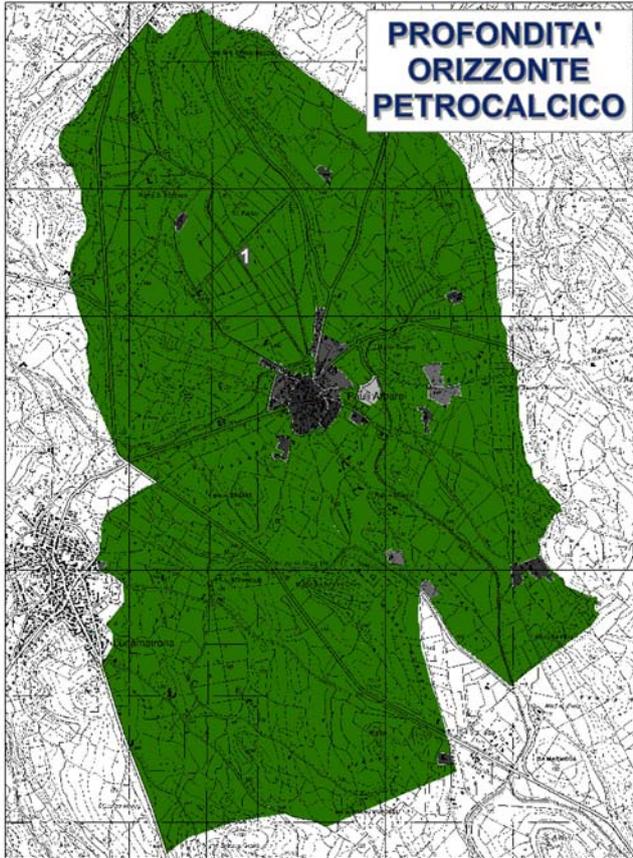
OLIVO E MANDORLO

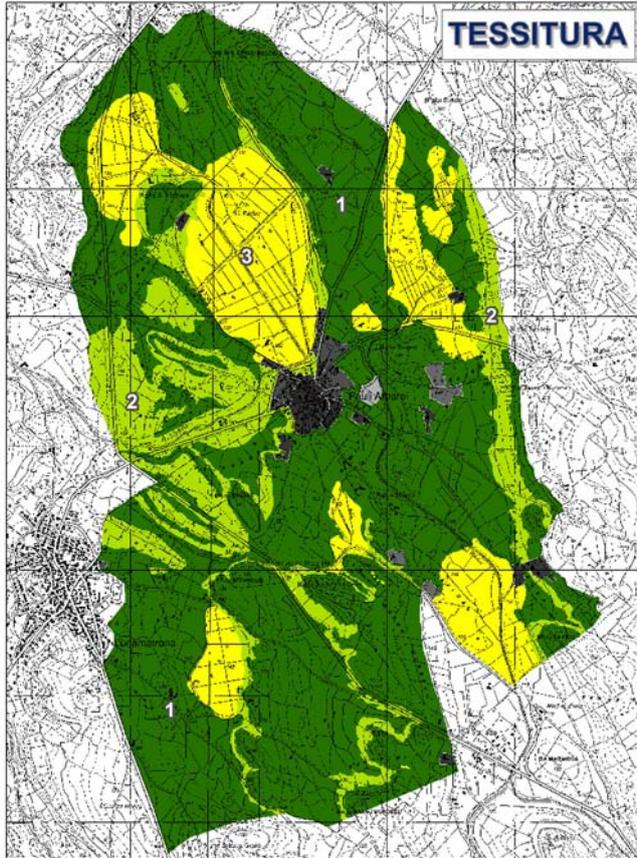


OLIVO E MANDORLO

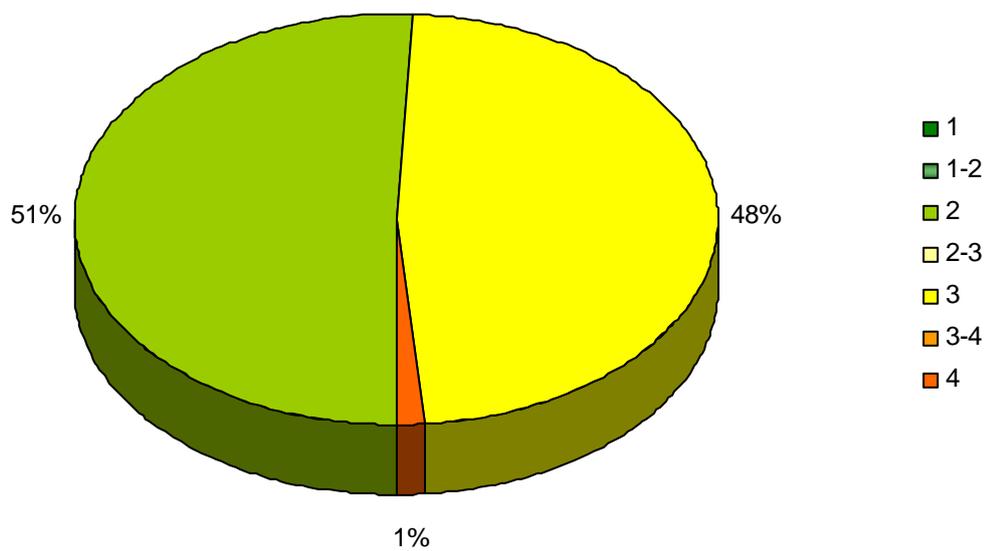


OLIVO E MANDORLO





### OLIVO e MANDORLO



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	0	0	899	0	843	0	24

## 9. LUT 7 - COLTURE ORTIVE

Tra le colture che potrebbero beneficiare dell'attrezzamento irriguo in Bassa Marmilla, vi sono sicuramente le ortive che, in questo territorio sono state realizzate solo a livello locale in asciutto (melone) o grazie a iniziative irrigue private (vasche di accumulo, laghetti intercettanti la falda superficiale, derivazioni dall'area irrigua di Villamar).

Infatti, la radicazione poco profonda di molte specie ortive estende la vocazionalità dei suoli per quest'uso anche nelle aree con suoli sottili e pertanto ben 1636 ettari del comprensorio ricadono nelle prime tre classi di attitudine.

Un limite importante alle lavorazioni richieste in l'orticoltura è costituito dalla pendenza, dove questa è superiore al 10%, e dalla pietrosità elevata, ancorché di piccole dimensioni. Quest'ultimo parametro, in particolare, è causa dell'attribuzione in 4<sup>a</sup> classe dei restanti 131 ettari dell'area indagata, corrispondenti alle sommità dei terrazzi alluvionali antichi e alla fase più erosa dei dorsi delle *cuestas*.

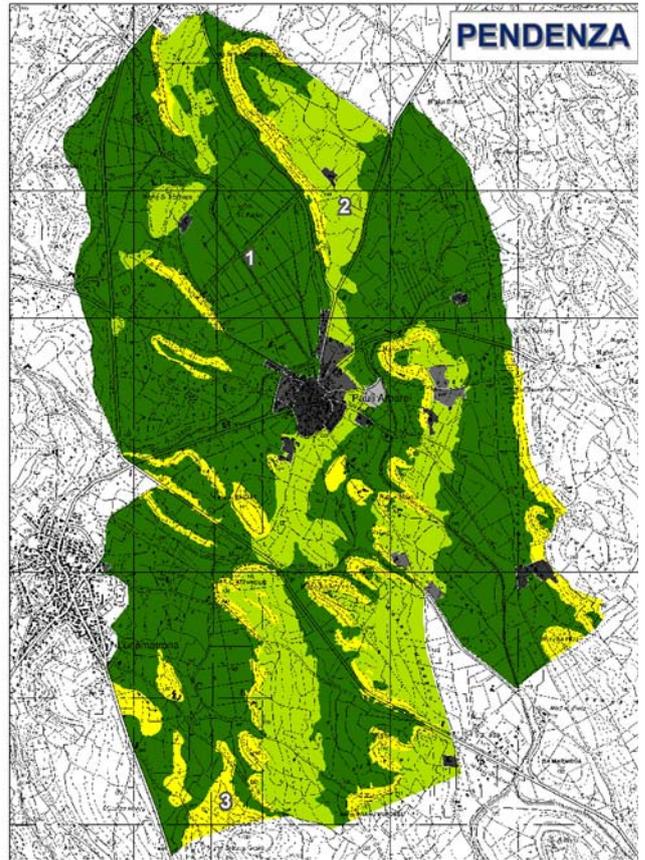
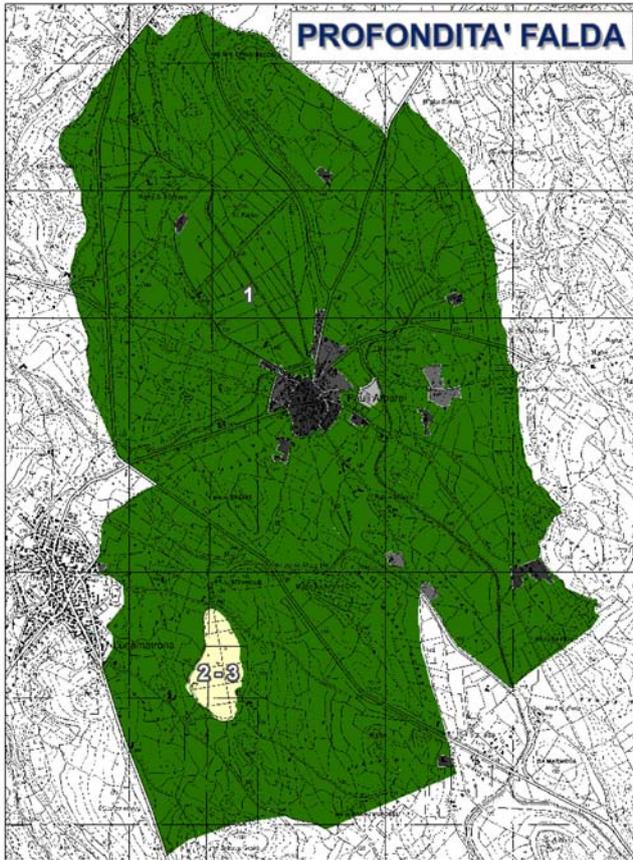
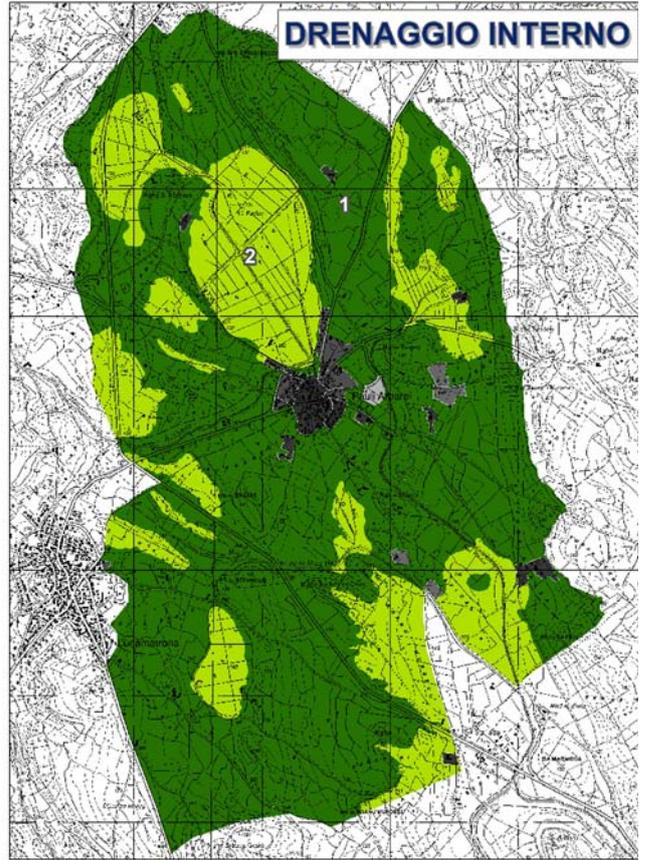
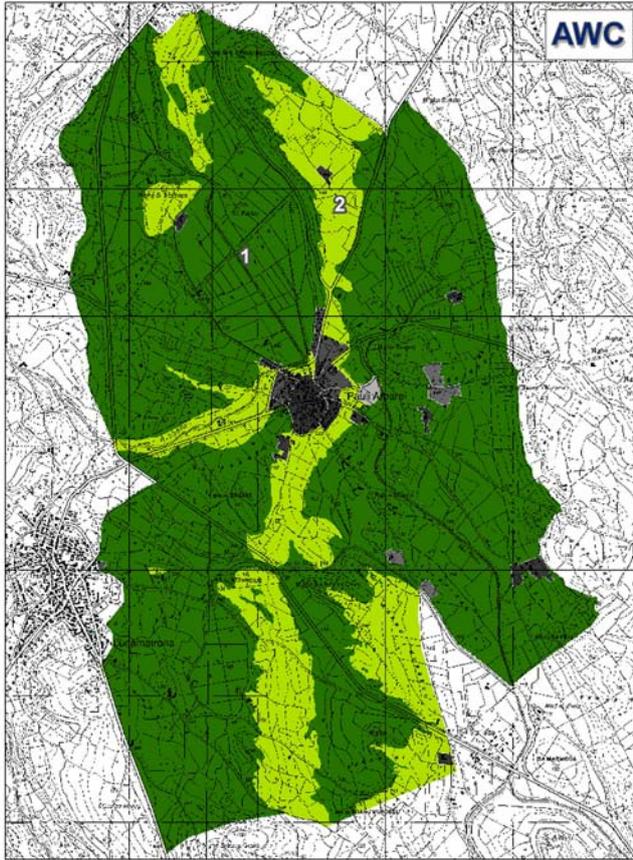
E' importante rimarcare che, per questo lavoro, la Land Suitability è stata rivolta a generiche colture ortive e che queste, potendo spaziare da specie a radicazione più profonda (es. carciofo) ad altre che per tecniche di impianto hanno esigenze ancora più restrittive nei riguardi di caratteri quali la pietrosità (es. lattuga), necessiterebbero di ulteriori indagini per specificare e parametrizzare le qualità territoriali più adatte, non emerse dai rilievi effettuati.

Schema di classificazione per l'attitudine alle COLTURE ORTIVE

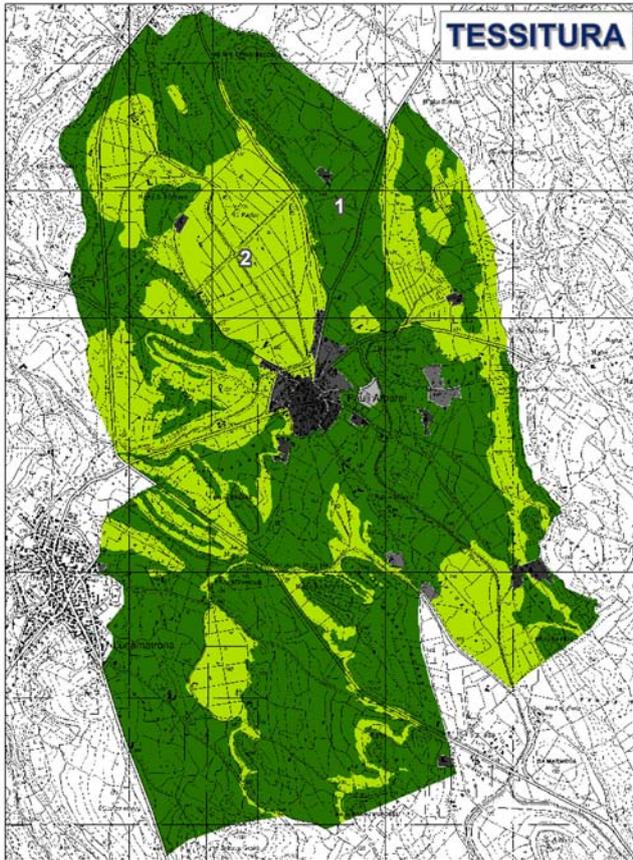
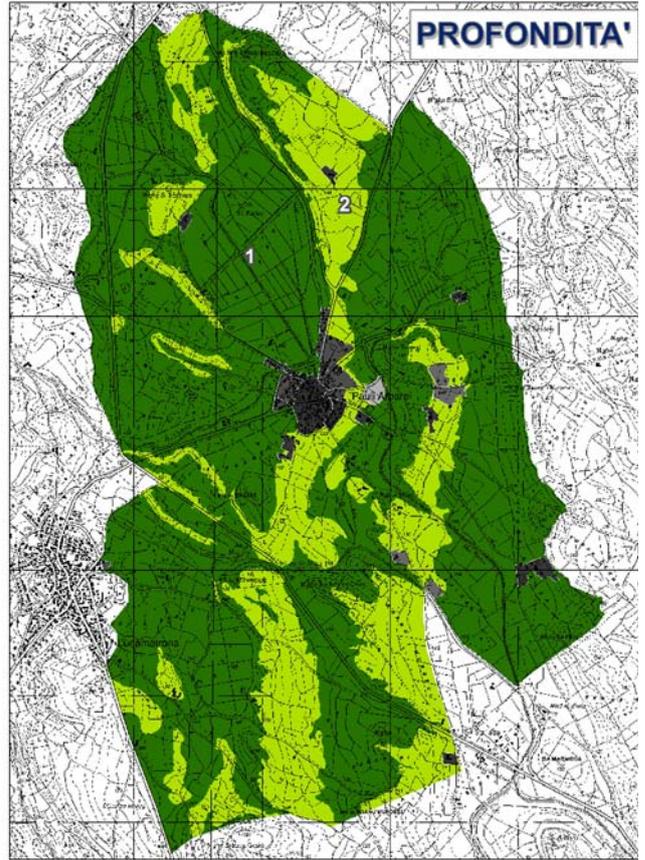
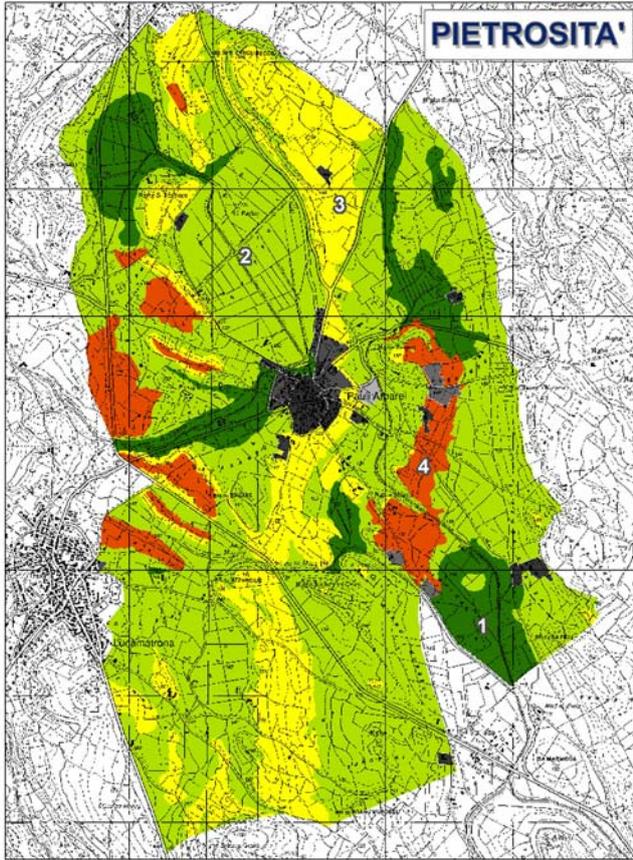
	1	2	3	4	5
<b>Stazione</b>					
Pendenza (%)	0 - 5	5-10	10-30	30 - 50	< 50
Pietrosità superficiale totale	0	1-15	15-35	>35	
<b>Suolo</b>					
Profondità del suolo (cm)	> 60	30 - 60	20 - 30	10-20	<10
Tessitura	FS - F - FA	A - S	A - S	S - ciottolosa	S - ciottolosa
Profondità della falda (cm)	> 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40	< 20
Drenaggio interno	da moderatamente ben drenato a ben drenato	da piuttosto mal drenato a mal drenato; piuttosto eccessivamente drenato	Molto mal drenato; eccessivamente drenato	eccessivamente drenato	
AWC (mm)	> 150	115-150	75-115	< 75	< 50



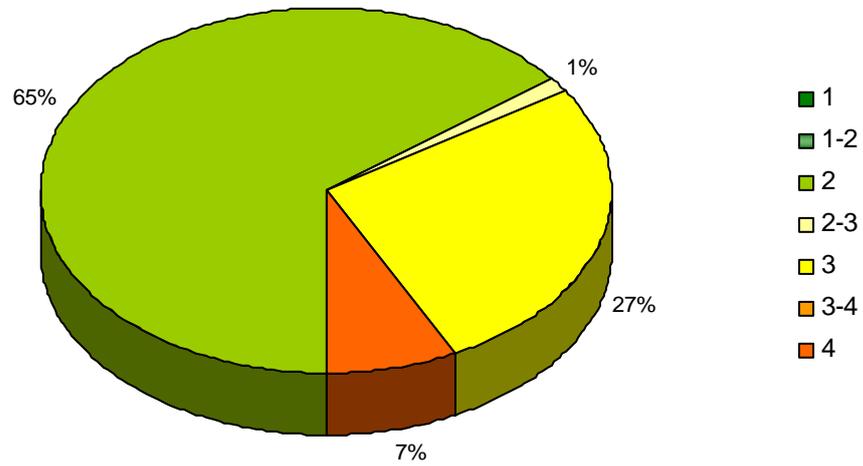
**COLTURE ORTIVE**



**COLTURE ORTIVE**



### COLTURE ORTIVE



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	0	0	1139	24	473	0	131

## 10. LUT 8 - PATATA

L'ultimo uso considerato nello studio di vocazionalità è relativo alla coltura "patata".

Tale coltura è stata scelta dopo aver rilevato, durante le attività di campo, una sua sporadica presenza nel territorio, in forma per lo più hobbistica, grazie alla possibilità di essere coltivata, rispetto ad altre ortive (es. pomodoro e carciofo) in differenti stagioni dell'anno.

Si è voluto pertanto appurare l'eventuale attitudine del territorio per quest'uso, tra tutte le specie ortive possibili, nel caso si verificasse un reale interesse da parte degli operatori agricoli ad estenderne le superfici con l'avvento del regime irriguo, essendo questo tipo di coltivazione totalmente meccanizzabile.

I risultati della valutazione non sono stati confortanti in tal senso.

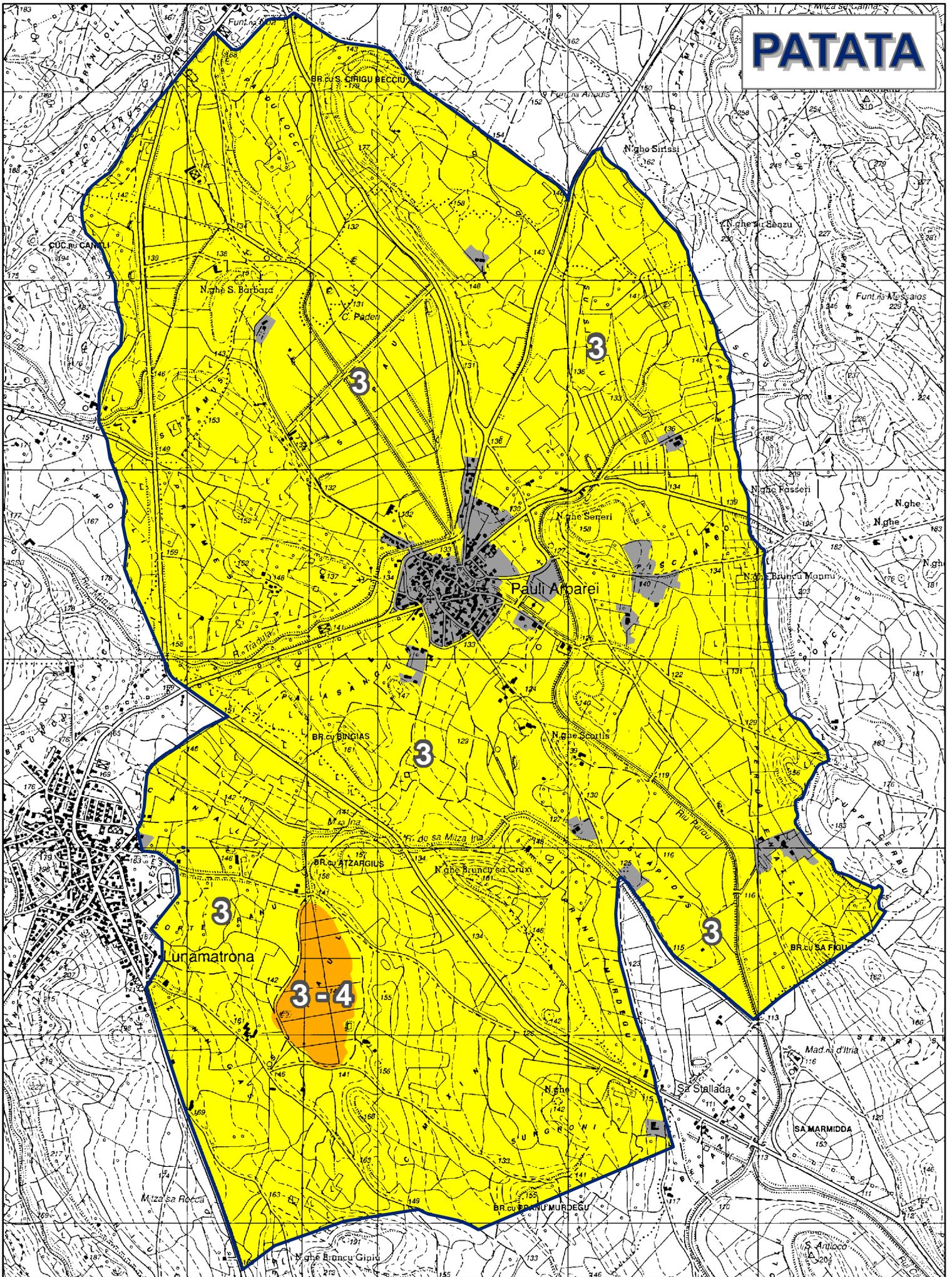
La quasi totalità dell'area (99%) ricade in classe 3 e il restante 1% in classe 3-4. A parte i locali problemi di drenaggio e di tessitura di alcune unità cartografiche, il limite comune a tutti i suoli dell'area è dato dai pH elevati. La patata infatti nei confronti di questo parametro risulta particolarmente sensibile e già per pH al di sopra della neutralità si riduce la classe di attitudine.

Si è rilevato, comunque, che le aree di fondovalle ricadono in classe 1 rispetto a tutti gli altri caratteri (pendenza, AWC, ecc.) e pertanto un contenimento dell'alcalinità con interventi mirati (solfatazioni ed ammendamenti organici localizzati) porterebbe buona parte dell'area ad un livello di vocazionalità elevato.

Schema di classificazione per l'attitudine alla PATATA

	1	2	3	4
<b>Stazione</b>				
Pendenza %	<20	21-35	>35	>35
<b>Suolo</b>				
Profondità (cm)	>100	100-50	50-20	<20
Tessitura	F-FS-FA-FL-FSA-FLA-SF	S-AS-AL	A-L	-
Reazione (pH in acqua)	5,1-6,5	4,5-5 6,6-7,3	<4,5 7,3-8,4	>8,5
Scheletro (%)	0-35 (<50 mm)	10-35 (50-150 mm)	10-35 (150-250 mm)	>35 (150-250 mm)
AWC mm (prof. 1m)	elevata (>100)	moderata (100-50)	bassa (<50)	-
Drenaggio interno	ben drenato	moderatamente ben drenato - piuttosto eccessivamente drenato	eccessivamente drenato - piuttosto mal drenato	mal drenato - molto mal drenato

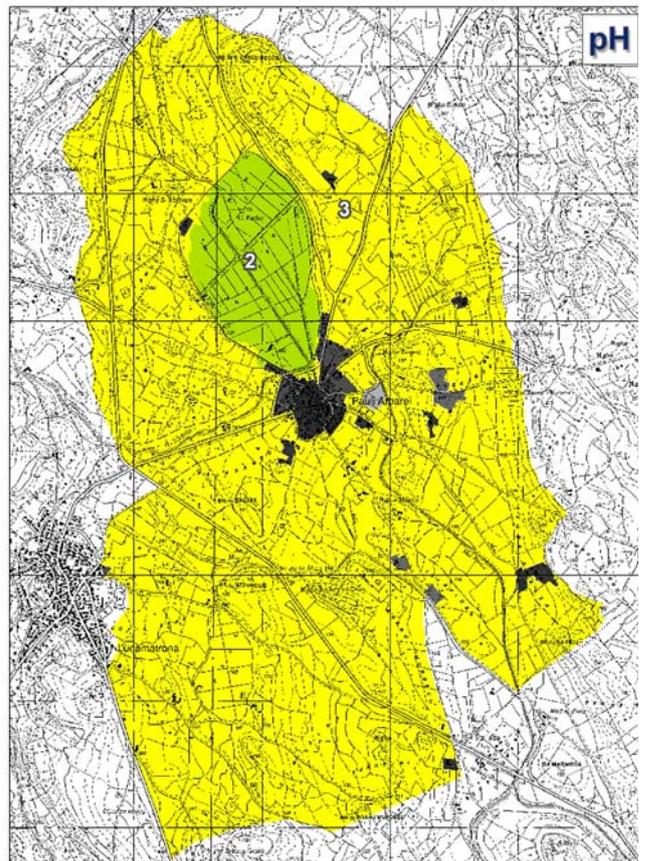
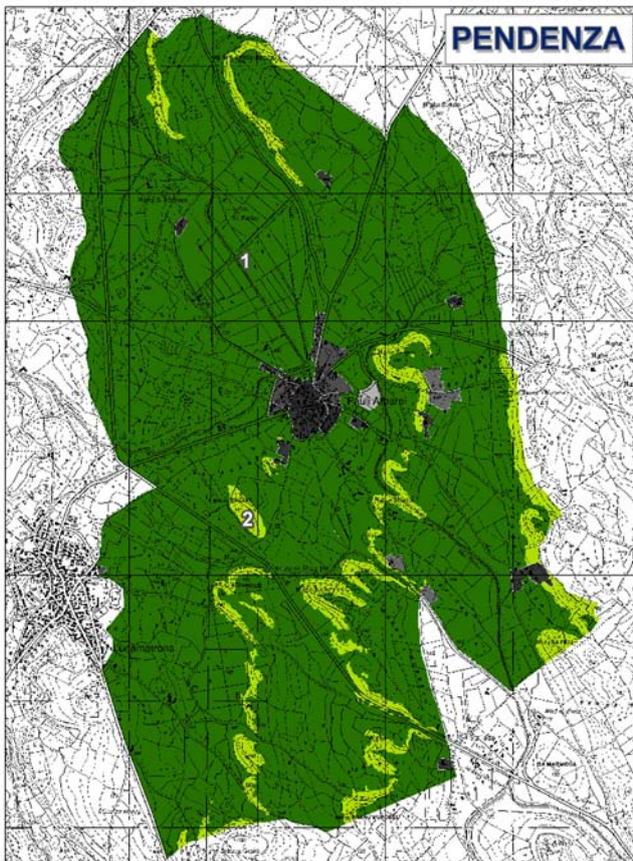
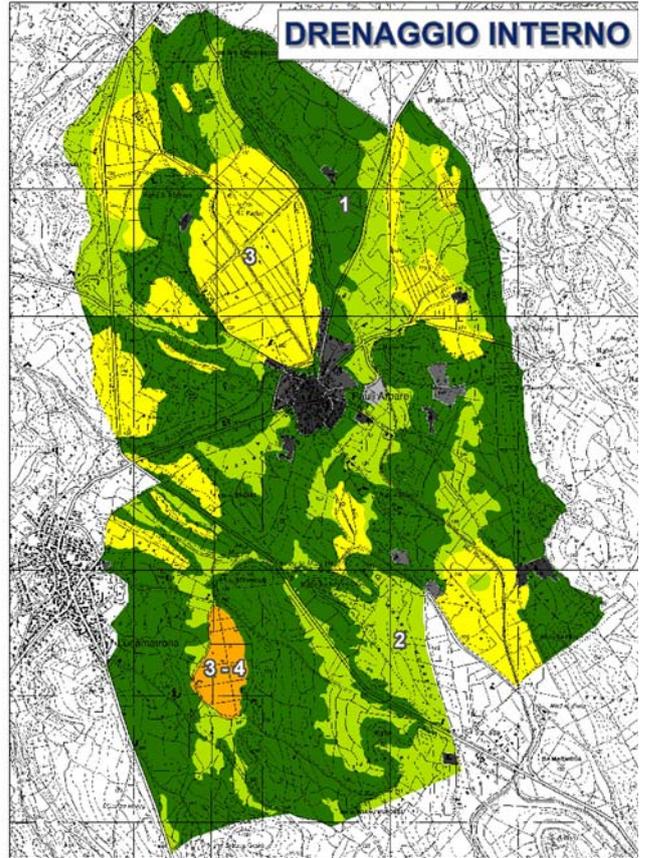
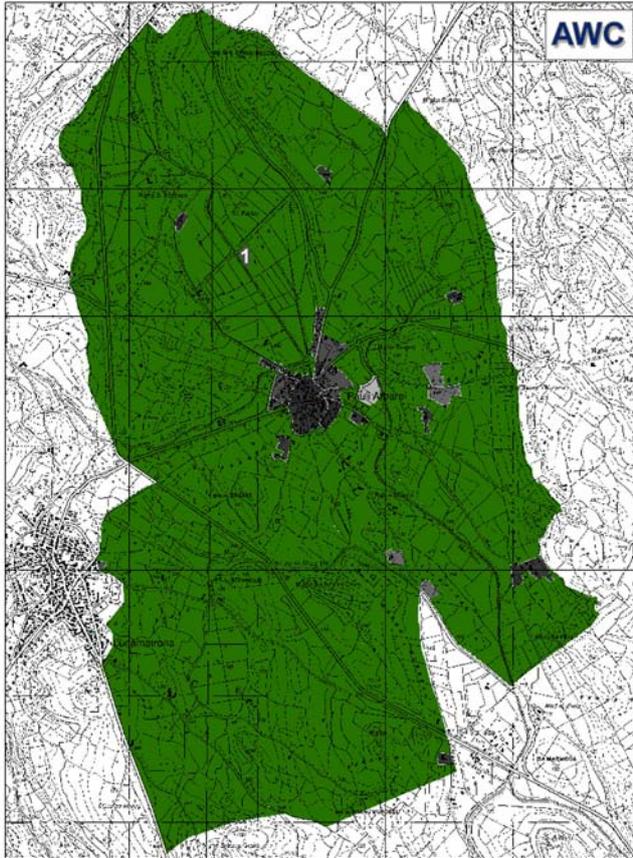
# PATATA



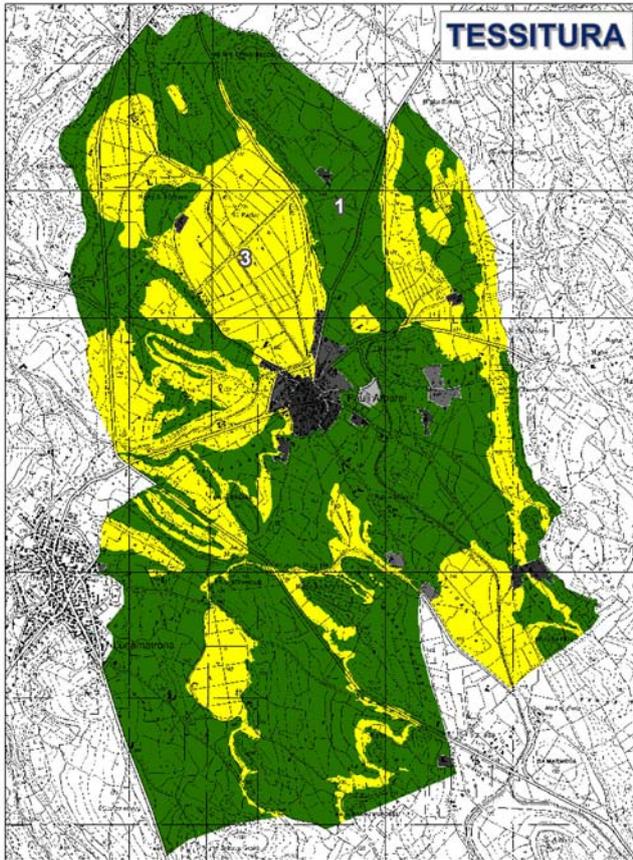
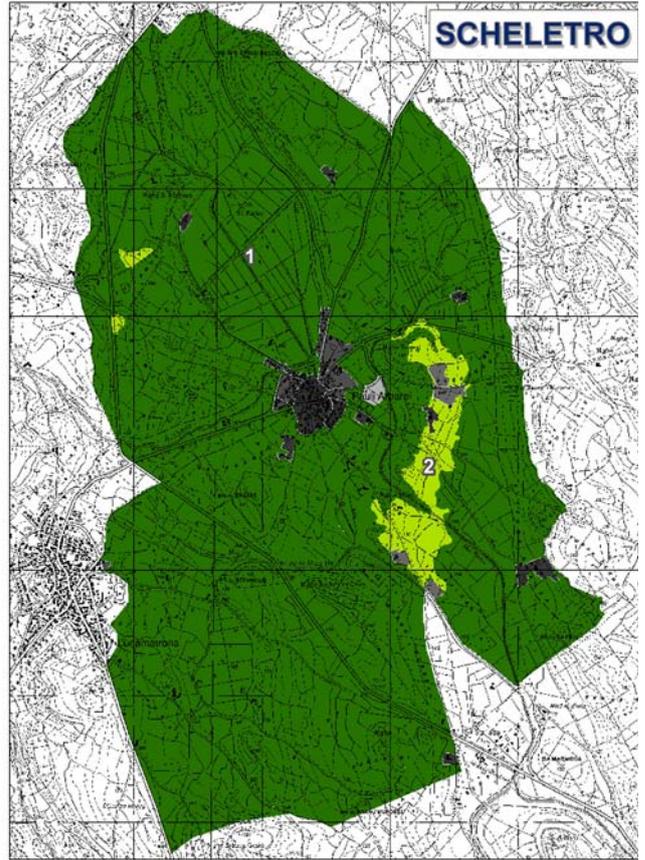
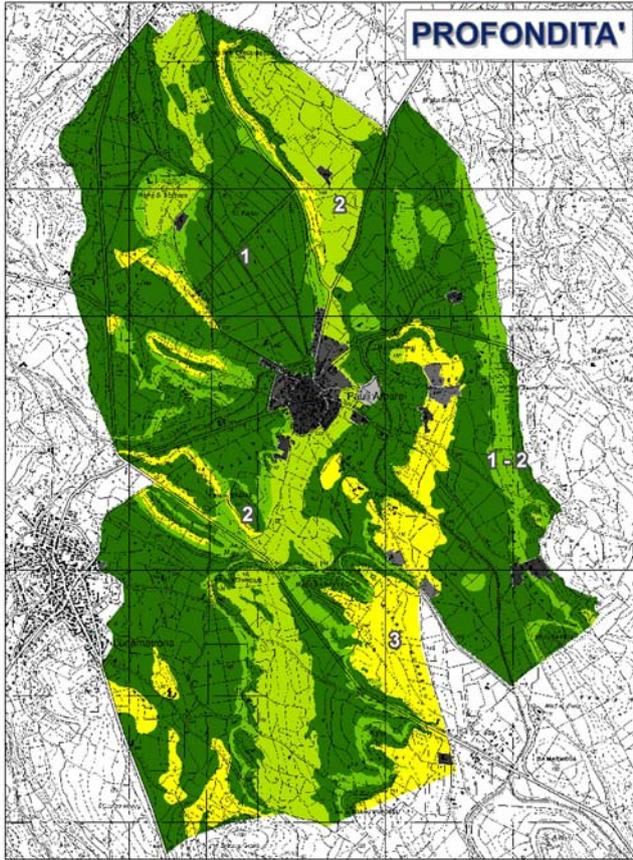
0 0.25 0.5 1 1.5 2 2.5  
Chilometri



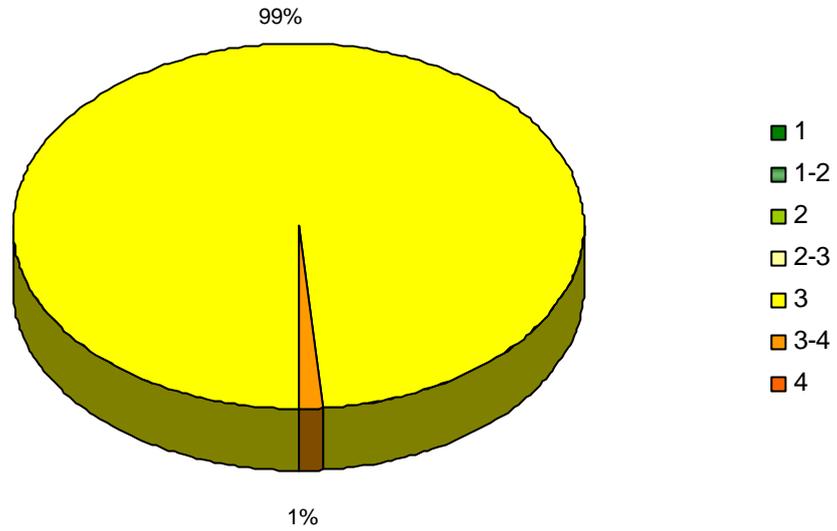
PATATA



PATATA



## PATATA



CLASSI	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
ETTARI	0	0	0	0	1742	24	0

## 11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le tabelle di seguito esposte rappresentano la sintesi dello studio di suscettività d'uso effettuato.

In **tabella 1** sono messi a confronto tutti gli usi considerati, ripartiti nelle diverse classi di attitudine riscontrate e la corrispondente superficie in ettari.

In **tabella 2** si evidenzia, invece, l'attitudine di ogni unità cartografica rispetto agli usi considerati. Questa tabella può essere letta sia in senso verticale che orizzontale. Nel primo caso viene data l'informazione "*quali sono i suoli migliori per il tipo di utilizzazione considerata?*", nel secondo caso l'informazione data è: "*qual è il miglior uso per i suoli di una specifica unità cartografica?*".

Come evidenziato da entrambe le tabelle, la classe 5 (uso permanentemente non adatto) non è mai stata riscontrata per nessun uso.

Tra tutte le altre classi, comprese quelle composte che sono derivate dalla impossibilità di discriminare alcune variabili all'interno dell'unità cartografica, la classe 2 è quella maggiormente rappresentata.

La parziale idoneità dei suoli ad alcuni usi, messa in luce dai termini *moderatamente* e *marginalmente adatti*, va vista in relazione all'esistenza di uno o più caratteri limitanti che sussistono nei suoli allo stato attuale (es. problemi di drenaggio, di scarsa profondità, di salinità e così via) la cui rimozione, con idonei interventi, permette automaticamente di aumentare il grado di idoneità. Molte di queste limitazioni, in realtà, potrebbero essere rimosse con interventi a costi contenuti, in quanto già delineati nel territorio (es. miglioramento delle opere di bonifica per i problemi di drenaggio) oppure con pratiche di gestione di contenimento del carattere limitante (es. inerbimento sui versanti per il controllo dell'erosione)

**Dall'analisi svolta risulta confermata l'idoneità dei suoli della Bassa Marmilla all'irrigazione, con oltre il 60% delle aree ricadenti nelle prime due classi di suscettività.**

**Tra gli usi agricoli, viene altresì attestata l'attitudine generalmente elevata per tutte le colture erbacee, una possibile estensione delle colture arboree in aree diversamente utilizzate e un'ampia possibilità di affermazione delle colture ortive.**

Tabella 1

	MOLTO ADATTO		MODERATAMENTE ADATTO		MARGINALMENTE ADATTO		TEMPORAN. NON ADATTO
	1	1-2	2	2-3	3	3-4	4
IRRIGAZIONE	0	326	770	0	647	24	0
FRUMENTO DURO	397	0	1117	24	228	0	0
MAIS	0	0	1126	24	596	0	20
ERBA MEDICA	223	0	1161	24	338	0	20
VITE	223	0	526	0	993	0	24
OLIVO e MANDORLO	0	0	899	0	843	0	24
COLTURE ORTIVE	0	0	1139	24	473	0	131
PATATA	0	0	0	0	1742	24	0

Tabella 2

		IRRIGAZIONE	FRUMENTO DURO	MAIS	ERBA MEDICA	VITE	OLIVO e MANDORLO	COLTURE ORTIVE	PATATA
unità cartografiche	E-1.1	3	3	4	4	3	2	3	3
	E-1.2	3	2	3	3	3	2	3	3
	E-2.1	2	2	2	2	2	2	3	3
	E-2.2	3	3	3	3	3	3	2	3
	E-2.3	3	3	3	3	3	3	4	3
	E-3.1	3	3	3	3	3	3	3	3
	E-3.2	2	1	2	2	2	2	2	3
	E-3.3	2	1	2	1	1	2	2	3
	E-4	2	2	3	2	2	2	4	3
	E-5	2	2	3	2	3	3	2	3
	D-1	2	2	2	2	2	2	2	3
	D-2	1-2	2	2	2	3	3	2	3
	D-3	3	2	3	2	3	3	2	3
	D-4.1	3-4	2-3	2-3	2-3	4	4	2-3	3-4
D-4.2	3	2	2	2	3	3	2	3	

## BIBLIOGRAFIA

ARANGINO F., ARU A., BALDACICNI P., VACCA S., 1986°. *I suoli delle aree irrigabili della Sardegna*. Piano Generale delle Acque, Ente Autonomo del Flumendosa, Assessorato della Programmazione, Bilancio ed Assetto del Territorio, Regione Autonoma della Sardegna, 25 fogli 1:100.000, 1 legenda

AA.VV., 2006. *Valutazioni attitudinali per la gestione aziendale e per la programmazione a livello locale*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, ediz. Cantagalli, Siena. pp. 255-641

BALDACCINI P., VACCA A., 2006. *Attitudine dei suoli all'irrigazione*. In *Metodi di valutazione dei suoli e delle terre*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, ediz. Cantagalli, Siena. pp. 85-107

F.A.O., 1976. *A Framework for Land Evaluation*, Soil Bulletin n. 32, Rome

F.A.O., 1985. *Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture*. Soil Bulletin n. 55, Rome

PAGLIAI M. (eds.), 2001. *Metodi di analisi fisica del suolo*. Collana di metodi analitici per l'agricoltura. Edizione Franco Angeli.

VIOLANTE P. (eds.), 2000. *Metodi di analisi chimica del suolo*. Collana di metodi analitici per l'agricoltura. Edizione Franco Angeli.