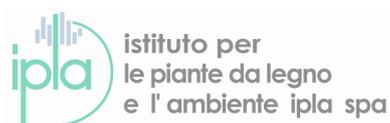


**REGIONE PIEMONTE**  
**Direzione Agricoltura**

**“Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra  
sulla fertilità del suolo e assistenza tecnica“**



**I.P.L.A.**  
**Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente**  
**Unità Operativa Patologie Ambientali e Tutela del Suolo**

Luglio, 2016

## INDICE

<b>Premessa</b>	pag. 2
<b>Obbiettivi</b>	pag. 3
<b>1. CARATTERIZZAZIONE DEI SITI</b>	pag. 4
<b>1.1. Impianto di San Michele (AL)</b>	pag. 4
1.1.1 Descrizione del sito.	pag. 4
1.1.2 Caratterizzazione pedologica.	pag. 6
1.1.3 Analisi chimico- fisiche.	pag. 7
1.1.4 Considerazioni sul monitoraggio.	pag.10
<b>1.2. Impianto di Ternavasso, Poirino (TO)</b>	pag. 10
1.2.1 Descrizione del sito.	pag. 10
1.2.2 Caratterizzazione pedologica.	pag. 12
1.2.3 Analisi chimico- fisiche.	pag. 13
1.1.4 Considerazioni sul monitoraggio.	Pag.15
<b>1.3. Impianto di Quattro Cascine, Bosco Marengo (AL)</b>	pag. 15
1.3.1 Descrizione del sito.	pag. 15
1.3.2 Caratterizzazione pedologica.	pag. 17
1.3.3 Analisi chimico- fisiche.	pag. 18
1.3.4 Considerazioni sul monitoraggio.	pag.20
<b>2. MONITORAGGIO STAZIONI METEO.</b>	pag. 20
<b>2.1.Considerazioni sui dati meteo.</b>	pag. 36
<b>3. ANALISI DEL QBS E DELL'IBF.</b>	pag. 37
<b>3.1 Introduzione e metodologie.</b>	pag. 37
3.1.1 Indice di Qualità Biologica del Suolo QBS.	pag. 38
3.1.2 Applicazione dell'Indice di Fertilità Biologica (IBF).	pag. 39
3.1.3 Risultati.	pag. 40
<b>4. ATTIVITA' DI ASSISTENZA TECNICA.</b>	pag. 43
<b>Bibliografia</b>	pag. 44
<b>ALLEGATI CARTACEI</b>	pag. 45

## **Premessa**

A partire dal 2009 la realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su suoli agricoli ha iniziato ad interessare una superficie crescente del territorio regionale. Poiché gli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche del suolo determinati dalla copertura operata dai pannelli fotovoltaici in relazione alla durata dell'impianto (stimata indicativamente in 20-30 anni) non sono attualmente conosciuti, si è evidenziata la necessità di predisporre un protocollo di monitoraggio da applicare ai suoli agricoli e naturali interessati dalla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra.

Al fine di standardizzare le attività di monitoraggio, è quindi emersa la necessità di individuare una metodologia comune da utilizzare nel monitoraggio dei suoli e di fornire un adeguato supporto alle Amministrazioni e ai tecnici operanti sul territorio. Su incarico della Direzione Agricoltura, l'Istituto per le piante da legno e l'ambiente (IPLA S.p.A.) ha predisposto le "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra", che sono state approvate con D.D. 27 settembre 2010, n. 1035/DB11.00.

Le relazioni fra l'impianto fotovoltaico ed il suolo agrario che lo ospita sono da indagare con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell'impianto, il suolo è impiegato come un semplice substrato inerte per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo meramente "meccanico" non fa tuttavia venir meno le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali. Le caratteristiche del suolo importanti da monitorare in un impianto fotovoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni (cfr. Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231), fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità. Le "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" individuano due livelli di monitoraggio:

- il primo, più articolato e di tipo sperimentale, da attuare su centrali fotovoltaiche, scelte dalla Direzione Agricoltura della Regione Piemonte in diverse situazioni pedologiche e paesaggistiche e realizzate utilizzando tecnologie differenti (pannelli fissi o a inseguimento), prevede che i rilievi di campagna e le analisi di laboratorio dei campioni di suoli siano effettuati da Ipla S.p.A.;
- il secondo, di tipo semplificato, finalizzato ad un monitoraggio di base che consenta di controllare l'andamento dei principali parametri chimico-fisici del suolo, è effettuato a carico del proprietario dell'impianto fotovoltaico. I dati derivanti dalle osservazioni in

campo, adeguatamente georiferiti, e i risultati analitici derivanti da laboratori riconosciuti sono trasmessi, in formato sia cartaceo che elettronico, alla Direzione Agricoltura della Regione Piemonte.

Dopo la prima caratterizzazione pedologica effettuata *ante operam* o in corso d'opera su tre impianti fotovoltaici a terra da IPLA nel 2011 e la contemporanea installazione di due centraline meteo, munite anche di sensori di misura dell'umidità e della temperatura del suolo, con il presente lavoro si è iniziata la vera e propria fase di monitoraggio dei suddetti siti, a distanza di circa cinque anni dalla prima caratterizzazione dei suoli.

### **Obbiettivi**

Questa seconda fase del monitoraggio prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni dall'impianto) e su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico, l'altro nelle posizioni meno disturbate dell'appezzamento.

Anche in questa fase del monitoraggio è stata effettuata un'analisi stazionale, l'apertura di profili pedologici con relativa descrizione e campionamento del profilo pedologico e le successive analisi di laboratorio dei campioni di suolo. Sono stati descritti tutti i caratteri della stazione e del profilo richiesti dalla metodologia regionale. In particolare in questa seconda fase sono state valutate solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e che si inseriscono nel seguente elenco:

#### Caratteri stazionali:

- Presenza di fenomeni erosivi.
- Dati meteo e umidità del suolo (ove stazioni meteo, dotate di sensoristica pedologica).

#### Caratteri del profilo pedologico e degli orizzonti:

- Descrizione della struttura degli orizzonti
- Presenza di orizzonti compatti
- Porosità degli orizzonti
- Analisi chimico-fisiche di laboratorio
- Indice di Qualità Biologica del Suolo (IQBS)
- Densità apparente

E' stato inoltre valutato anche l'indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF) che, grazie alla determinazione della respirazione microbica e al contenuto di biomassa totale, dà un'indicazione immediata del grado di biodiversità del suolo.

Questo secondo ciclo di monitoraggio permette di il primo confronto con i dati rilevati ante o in corso d'opera e ci fornisce i primi risultati sugli effetti al suolo della presenza degli impianti.

## **1. CARATTERIZZAZIONE DEI SITI**

### **1.1. Impianto di San Michele (AL)**

#### *1.1.1 Descrizione del sito.*

Questo impianto si trova tra Solero e Alessandria e ricade all'interno dell'unità cartografica "U0545" della Carta dei Suoli a scala 1:50.000. Questa unità è costituita dai terrazzi recenti del fiume Tanaro, influenzati da eventi alluvionali eccezionali e dai depositi derivanti dal reticolo drenante dell'adiacente pianura. Si tratta di superfici pianeggianti con quote più elevate rispetto alla pianura alluvionale del Tanaro, talora separate da quest'ultima da una più o meno evidente scarpata. L'uso del suolo su questa unità cartografica è completamente agrario con colture di cereali autunno vernini, mais, barbabietola da zucchero e praticoltura. I depositi da cui si originano queste superfici sono di origine alluvionale e sono costituiti dalle deposizioni di sabbie e limi, prevalentemente calcarei, determinatisi a seguito delle alluvioni medio-recenti del Tanaro.

In particolare la superficie su cui sorge l'impianto fotovoltaico è lievemente ondulata. La copertura del suolo è costituita da una cotica erbosa uniforme e continua, data la tipologia di impianto ad inseguimento con pannelli moto alti, che permette una buona penetrazione della luce anche nelle porzioni maggiormente ombreggiate. Questa copertura erbacea polifita garantisce una buona protezione del suolo dai fenomeni erosivi, nonostante il suolo ivi presente manifesti, per le sue intrinseche caratteristiche tessiturali e chimiche, una erodibilità piuttosto elevata.

I suoli presenti in questa unità cartografica sono tutti appartenenti all'ordine degli inceptisuoli e sono rappresentati in legenda (B1) come suoli debolmente evoluti che non presentano lungo il profilo né scheletro né caratteri di idromorfia.

In particolare durante questa seconda campagna di monitoraggio sono stati effettuati due profili pedologici: il primo (ALES0090) risulta localizzato al margine centro-settentrionale dell'impianto, al di fuori dell'azione di ombreggiamento operata dai pannelli. Esso è stato scavato a pochi metri di distanza da quello realizzato nella precedente campagna di monitoraggio (ALES0088), onde poter verificare le possibili variazioni occorse nel corso di questi oltre quattro anni. Entrambi questi profili risultano ad una distanza pari a circa 10 metri dalla centralina meteo di cui è stato dotato questo sito di monitoraggio. Il secondo profilo (ALES0091), invece, è stato scavato in posizione

ombreggiata permanentemente dal pannello lungo la direttrice che congiunge il primo profilo alla centralina meteo, circa 12 metri oltre quest'ultima, verso ovest.

Nell'immagine che segue è possibile osservare l'immagine aerea dell'impianto (tratta da GoogleEarth) e, in quella che segue, la localizzazione esatta dei profili sul fondo topografico della Cartografia Tecnica Regionale con la rappresentazione del *layer* della Carta dei suoli a scala 1:50.000.



Fig.1: impianto sito in località San Michele.

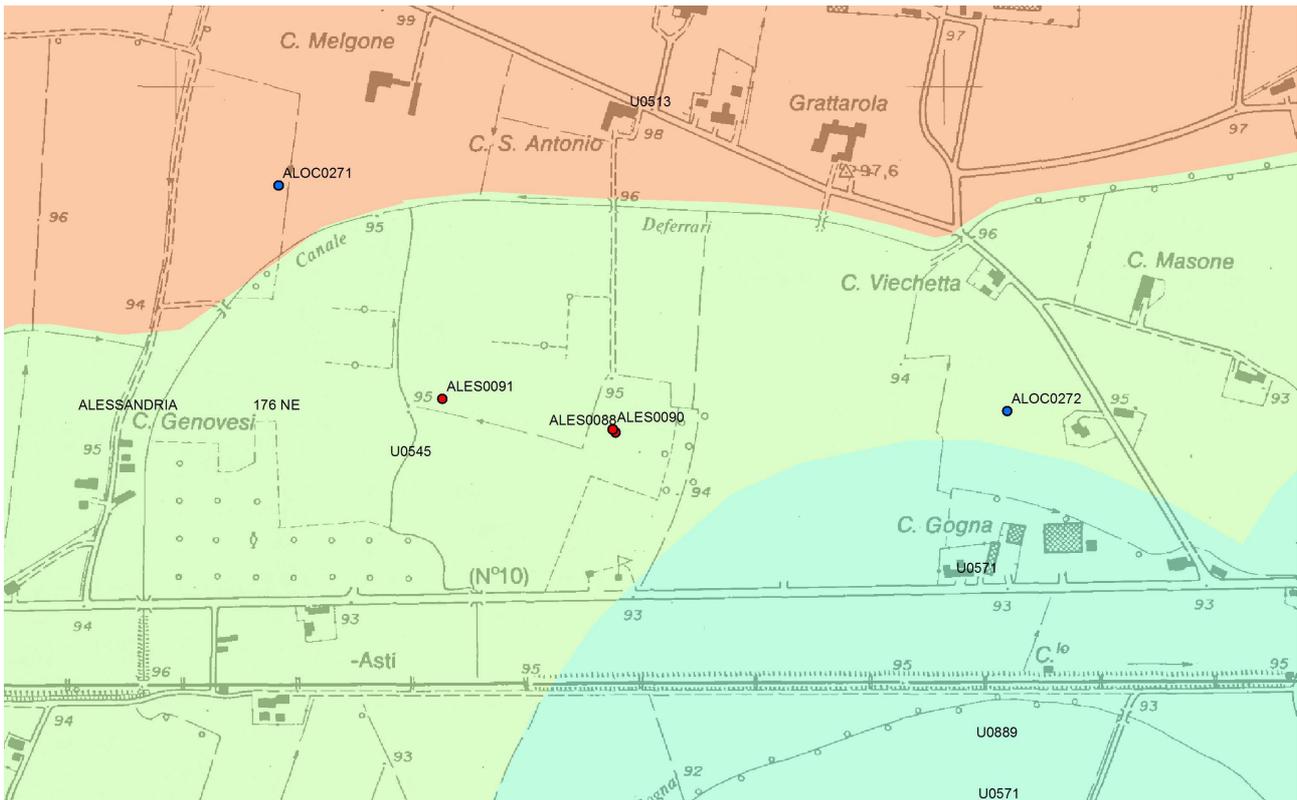


Fig. 2: posizionamento dei profili realizzati e carta dei suoli.

### 1.1.2 Caratterizzazione pedologica.

I suoli rilevati nel corso delle due campagne di monitoraggio presentano caratteristiche del tutto analoghe sia fuori che sotto pannello. Essi hanno profondità elevata con una profondità utile elevata, con possibilità per gli apparati radicali di esplorare, senza particolari limitazioni, l'intera lunghezza del profilo. Presentano una sequenza di orizzonti caratterizzata da un franco di coltivazione di 40-45 cm (orizzonti Ap), di colore bruno oliva, al disotto dei quali si trovano generalmente due orizzonti B – preceduti eventualmente da un orizzonte di intergrado AB -(con evidenza di processi di evoluzione pedogenetica con sviluppo di colore e struttura), caratterizzati da un colore più bruno e tessiture più fini.

La disponibilità di ossigeno è buona mentre il drenaggio è mediocre a causa delle tessiture fini, che raggiungono nel subsoil percentuali di argilla superiori al 40%. Per la medesima ragione la permeabilità risulta essere bassa. Questa tipologia di suolo manifesta negli orizzonti del subsoil caratteri vertici. Questi ultimi si riferiscono alla presenza di particolari tipi di argille espandibili che determinano, con il loro movimento, la presenza sugli aggregati del suolo di superfici di scorrimento dette *slikensides*. Questo carattere può determinare una limitazione per gli apparati radicali delle piante in quanto, in particolare durante la stagione secca estiva, possono formarsi nel

suolo profonde crepacciature che determinano soluzioni di continuità che possono danneggiarli, esponendo all'aria le radichette.

In entrambi i profili sono evidenti i segni dei lavori di movimento terra per la sistemazione degli alti pali sui quali sono fissati i pannelli (in particolare nel subsoil del profilo ALES0091) e, negli orizzonti superficiali, le lavorazioni e i rimaneggiamenti del suolo effettuati al momento della realizzazione dell'impianto con un rimescolamento del suolo entro i primi 40 cm di profondità.

Le tessiture dei topsoil sono sempre Franco Limose, al limite con il Franco Limoso Argilloso, mentre nel subsoil divengono Argilloso Limose con percentuali di argilla oltre il 40%

Lo scheletro è sempre assente e la reazione dell'HCl è nulla (suoli non calcarei per effetto della illuviazione e dilavamento dei carbonati).

Le schede descrittive dei profili sono riportate negli allegati 1 e 2.

### *1.1.3 Analisi chimico-fisiche.*

Come previsto del protocollo operativo, sono stati prelevati i campioni dei singoli orizzonti ed effettuate le analisi presso il laboratorio IPLA. I risultati sono riportati in tabella 1.

I primi quattro campioni sono relativi al profilo ALES0088 realizzato fuori pannello (colore azzurrino e riportano le analisi compiute nel 2011 nella fase iniziale di monitoraggio dell'impianto). Come si può osservare dalla Tabella 1 i valori del pH sono piuttosto costanti con un leggero incremento scendendo lungo il profilo. Solo nel profilo ALES0091, sotto pannello, si osservano valori leggermente inferiori nel secondo e terzo orizzonte, forse da imputare all'apporto di materiali alloctoni che sono stati osservati nel corso del rilievo.

Unna leggera acidificazione superficiale è sempre presente e rientra nella piena normalità dell'evoluzione dei processi di pedogenesi.

Il profilo ALES0088 nel subsoil mostra valori di pH che superano 8,0, e sono presenti anche tracce di carbonati di calcio.

Le tessiture mostrano un andamento piuttosto uniforme, come già evidenziato, con una percentuale di sabbie molto fini elevata rispetto al totale delle sabbie.

In particolare per quanto riguarda le differenze tra i diversi valori si osserva:

- un certo incremento del carbonio e, quindi, della sostanza organica sia fuori che sotto pannello, rispetto a quanto rilevato nel 2011 fuori pannello;
- un leggero incremento del valore di azoto nel profilo ALES0090, che può essere dovuto alla maggior presenza fuori pannello di leguminose azotofissatrici e/o dalla più rapida mineralizzazione della sostanza organica;

- i valori di fosforo rilevati sia sotto che fuori pannello, ancorché in assenza di un'analisi di riferimento relativa al primo monitoraggio nel 2011, mostrano un valore maggiore sotto pannello, che potrebbe trovare spiegazione nella minore lisciviazione del minerale sotto la copertura del pannello. Bisogna comunque precisare che tali valori di fosforo dipendono indubbiamente dalle concimazioni precedenti alla costituzione dell'impianto e le concentrazioni di questo elemento possono essere molto diverse anche in relazione alle movimentazioni di terreno che sono state eseguite per la realizzazione dell'impianto. A questi pH, infatti, il calcio tende ad immobilizzare il fosforo presente.

I valori della densità apparente (*bulk density*) evidenziano, nella fase immediatamente successiva alla costituzione del parco fotovoltaico, una densità del suolo fuori pannello (ALES0088) piuttosto bassa in ragione delle recenti lavorazioni effettuate per la costituzione dell'impianto. I campioni raccolti nel corso di questa campagna di monitoraggio (2015) evidenziano fuori pannello (ALES0090) valori molto elevati che trovano una probabile spiegazione nella compattazione operata dal passaggio di mezzi e dalla progressiva riduzione dei vuoti e della porosità che era stata generata dalle lavorazioni effettuate per la realizzazione dell'impianto; sotto pannello (ALES0091), infatti, dove non si verifica il passaggio dei mezzi e l'azione battente delle piogge e di percolazione delle acque ha un minor impatto, i valori di densità apparente sono rimasti sostanzialmente invariati, con il mantenimento di una porosità maggiore che contribuisce favorevolmente alla crescita delle radici ed alla circolazione dell'acqua

ANNO	ID_OSS	ID_ORIZ	PROF1	PROF2	PH_H2O	CACO3_T	SAB_G	SAB_F	SAB_MF	LIM_G	LIM_F	ARG	TESS	CO	SO	N	C_N	CSC_BACL2	CA_A	MG_A	NA_A	K_A	SAT_BAS	P_ASS	BULK_DENS1	
2011	ALES0088	1	0	40	7,4	0,0	6,1	11,7	n.d.	10,7	41,8	29,8	FLA	1,78	3,07	0,24	7	21,50	19,30	1,58	0,62	n.d.	100	n.d.	1,3	
2011	ALES0088	2	40	90	7,7	0,0	3,9	9,2	n.d.	3,7	38,7	44,5	AL	0,77	1,32	n.d.	n.d.	25,30	23,11	1,66	0,53	n.d.	100	n.d.	1,3	
2011	ALES0088	3	90	130	8,2	0,0	0,7	6,0	n.d.	2,8	42,1	48,3	AL	0,53	0,91	n.d.	n.d.	24,20	21,99	1,75	0,46	n.d.	100	n.d.		
2011	ALES0088	4	130	145	8,2	0,3	0,4	8,7	n.d.	0,3	42,6	48,1	AL	0,40	0,69	n.d.	n.d.	23,50	21,43	1,68	0,39	n.d.	100	n.d.		
2016	ALES0090	1	0	15	7,4	0,0	4,9	1,8	11,00	12,0	42,8	27,5	FLA	2,41	4,14	0,50	5	23,41	18,20	2,40	0,00	0,10	89	37,5	1,7	
2016	ALES0090	2	25	35	7,6	0,0	5,9	11,7	0,00	10,9	43,6	27,9	FLA	1,66	2,90	0,50	4	24,81	22,30	2,30	0,00	0,20	100	35,9	1,9	
2016	ALES0090	3	50	65	7,8	0,0	3,5	7,7	0,00	6,4	41,7	40,7	AL	0,76	1,30	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
2016	ALES0090	4	80	90	7,8	0,0	1,1	8,2	0,00	1,1	43,7	45,9	AL	0,61	1,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
2016	ALES0091	1	0	20	7,2	0,0	6,8	3,0	8,00	13,3	42,4	26,5	FL	2,13	3,70	0,30	8	25,13	22,80	2,20	nd	0,20	100	59,1	1,4	
2016	ALES0091	2	20	40	6,7	0,0	7,2	11,8	0,00	14,7	42,5	23,8	FL	1,41	2,40	0,20	7	20,89	17,50	2,40	nd	0,10	95	44,9		
2016	ALES0091	3	50	70	6,3	0,0	4,5	7,4	0,00	5,5	40,5	42,1	AL	0,63	1,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,5	
2016	ALES0091	4	80	100	7,2	0,0	0,9	7,4	0,00	2,0	44,6	45,1	AL	0,28	0,50	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	

Tabella 1.

#### *1.1.4 Considerazioni sul monitoraggio.*

Da quanto risulta dai rilievi pedologici effettuati, non ci sono state in questi primi cinque anni di monitoraggio variazioni sostanziali nei suoli sotto pannello rispetto a quelli fuori pannello. Bisogna specificare che l'impianto di San Michele (AL) ha dei pannelli ad inseguimento che garantiscono, grazie alla loro continua movimentazione, una buona distribuzione della radiazione solare su tutta la superficie. L'unico parametro chimico che mostra un lieve incremento è quello della sostanza organica; il che costituisce senza dubbio un elemento di miglioramento dei suoli. Questo incremento di sostanza organica è lievemente superiore fuori pannello rispetto a sotto pannello, probabilmente in ragione del maggior irraggiamento.

### **1.2. Impianto di Ternavasso, Poirino (TO)**

#### *1.2.1 Descrizione del sito.*

Questo impianto è ubicato tra Carmagnola e Pralormo e ricade all'interno delle unità cartografiche "U0837" e "U0869" della carta dei Suoli a scala 1.50.000. L'unità "U0837" è quella sulla quale insiste la maggiore superficie dell'impianto. Essa è costituita dai terrazzi antichi che rappresentano il livello più elevato dell'altopiano di Poirino. Il litotipo originale è rappresentato da depositi fluviali del Quaternario, sui quali si sono sviluppati suoli intensamente pedogenizzati appartenenti all'ordine degli Alfisuoli. Il ridisegno del reticolo drenante, che ha eroso la superficie originaria, ha determinato la formazione di una successione di deboli ondulazioni che si approfondiscono in corrispondenza dei canali di drenaggio principali che hanno occupato gli alvei scavati in passato da corsi d'acqua dalle dimensioni ben più rilevanti delle attuali. Queste ultime superfici interessano solo marginalmente la superficie dell'impianto e sono rappresentate dall'unità "U0869" che individua le profonde incisioni che solcano i terrazzi dell'altopiano di Poirino da Sud-Est verso Nord-Ovest, legate alla presenza di un drenaggio antico dalle portate assai più importanti di quelle attuali che percorreva quest'area in direzione opposta rispetto a quella attuale. In seguito agli eventi di sollevamento che hanno interessato tutta quest'area, gli antichi corsi d'acqua hanno abbandonato quest'area ed al loro posto si è instaurata la rete attuale, con bacini decisamente più ridotti rispetto all'ampiezza delle incisioni entro cui si collocano. Questi corsi d'acqua, nella prima fase del sollevamento hanno probabilmente rideposto sabbie provenienti dal Roero insieme con i frammenti di scheletro, generando un substrato a tessitura franco-grossolana su cui si sono sviluppati suoli profondi che manifestano i segni di una pedogenesi più recente.

L'uso del suolo su queste unità cartografiche è prevalentemente agricolo, con una predominanza del grano sulle rideposizioni più sabbiose.

Nell'immagine che segue è possibile osservare l'immagine aerea dell'impianto (tratta da GoogleEarth) e, in quella che segue, la localizzazione esatta dei profili sul fondo topografico della Cartografia Tecnica Regionale con la rappresentazione del *layer* della Carta dei suoli a scala 1:50.000.



Fig.3: impianto sito in località Ternavasso.

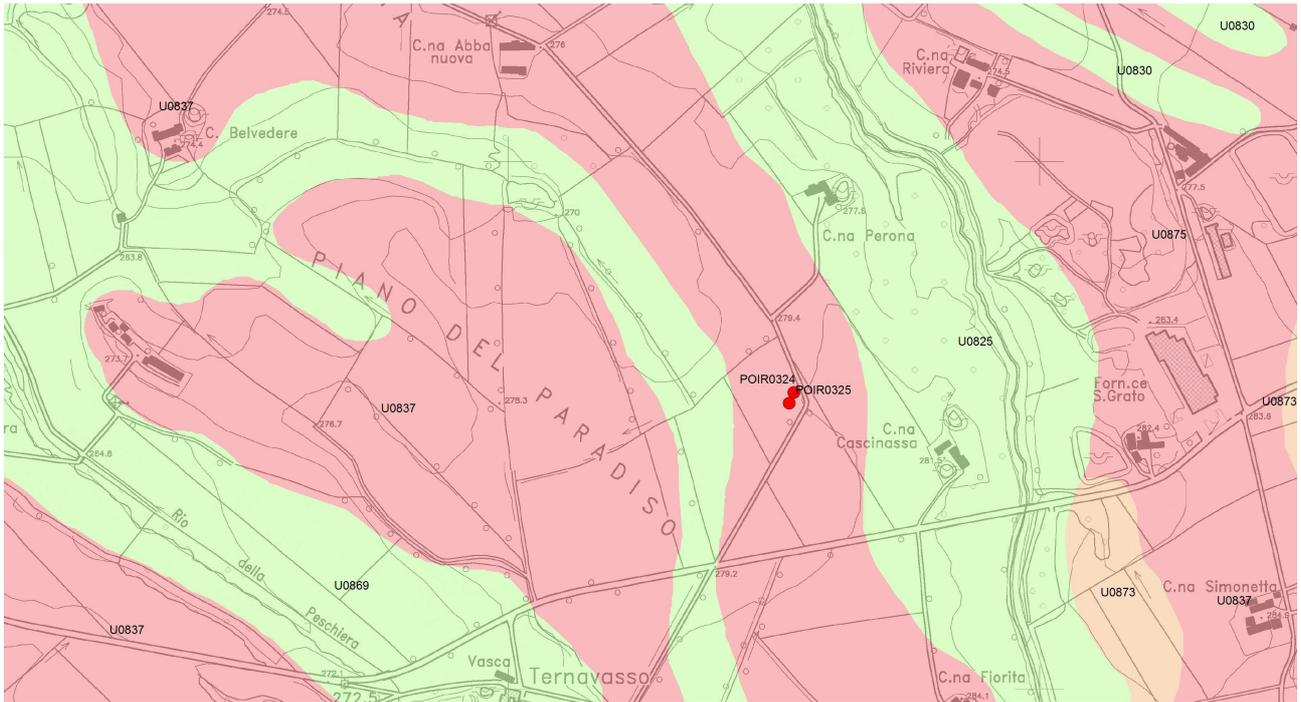


Fig.4: posizionamento dei profili realizzati e carta dei suoli.

Come già descritto sopra la superficie su cui sorge l'impianto appare debolmente ondulata con una leggera depressione che attraversa l'impianto in direzione nord-sud che è stata colmata a seguito dei lavori di livellamento della superficie effettuati durante i lavori di installazione dei pannelli.

La tipologia di questo impianto a pannelli fissi appare, al momento del rilievo, con una buona copertura erbacea, con una cotica leggermente meno fitta e rigogliosa nelle porzioni che rimangono permanentemente ombreggiate ad opera dei pannelli.

Questa copertura garantisce una buona protezione dai fenomeni erosivi che si possono innescare in particolare in corrispondenza di eventi atmosferici di particolare intensità, favoriti anche da una elevata erodibilità dei suoli presenti, caratterizzati da una elevata percentuale di sabbia molto fine e limo, che sono le frazioni granulometriche che hanno maggiore propensione ad essere erose.

### 1.2.2 Caratterizzazione pedologica.

I suoli rilevati nel corso delle due campagne di rilevamento presentano caratteristiche del tutto analoghe sia fuori che sotto pannello. Essi appartengono alla fase PRALORMO tipica e sono caratterizzati da una notevole profondità, ma con una profondità utile ridotta entro il primo metro per la presenza di orizzonti impenetrabili alle radici (fragipan). Questi suoli presentano una tipica sequenza di orizzonti con un franco di coltivazione di circa 40 cm a tessitura franco limosa seguito da un orizzonte di transizione AB che talora presenta una debole eluviazione (perdita) di argilla e, di seguito, l'orizzonte a fragipan a tessitura argillosa (argilla > 40%), di colore bruno intenso con screziature grigiastre e ricco di concrezioni di ferro – manganese. Questi suoli sono caratterizzati da

una disponibilità di ossigeno moderata, da un drenaggio mediocre e da permeabilità moderatamente bassa; la tessitura fine del subsoil non permette, infatti, un'agevole circolazione delle acque. Lo scheletro è sempre assente e la reazione dell'HCl è nulla.

Le schede descrittive dei profili sono riportate negli allegati 3 e 4.

### *1.2.3 Analisi chimico-fisiche.*

Come previsto del protocollo operativo, sono stati prelevati i campioni dei singoli orizzonti ed effettuate le analisi presso il laboratorio IPLA. I risultati sono riportati in tabella 2.

I primi quattro campioni sono relativi al profilo POIR0316 realizzato fuori pannello (colore azzurrino e riportano le analisi compiute nel 2011 nella fase iniziale di monitoraggio dell'impianto).

Come si può osservare dalla Tabella 2 i valori del pH sono piuttosto costanti con un leggero trend di incremento scendendo lungo il profilo.

Una leggera acidificazione superficiale è sempre presente e rientra nella piena normalità dell'evoluzione dei processi di pedogenesi.

Le tessiture mostrano un andamento piuttosto uniforme, come già evidenziato, con una percentuale di sabbie molto fini elevata rispetto al totale delle sabbie.

In particolare per quanto riguarda tra i diversi valori in tabella 2 si osserva:

- un contenuto di carbonio costante sia fuori che sotto pannello, che risulta pertanto, per quanto riguarda i valori fuori pannello, anche costante nel tempo;
- un andamento assolutamente costante dei valori di azoto, con uniformità sia fuori che sotto pannello;
- i valori di fosforo nel topsoil mostrano una certa variabilità: il dato rilevato fuori pannello nel 2011 è superiore a quello dell'analogo orizzonte del profilo rilevato nel 2015 (POIR0324) e, quest'ultimo, risulta leggermente superiore rispetto al valore rilevato nel topsoil sotto pannello (POIR0325). Questa variazione potrebbe trovare una spiegazione nella minore lisciviazione del minerale sotto la copertura del pannello. Bisogna comunque precisare che i valori di fosforo dipendono indubbiamente dalle concimazioni precedenti alla costituzione dell'impianto e le concentrazioni di questo elemento possono essere molto diverse anche in relazione alle movimentazioni di terreno che sono state eseguite per la realizzazione dell'impianto. A questi valori di pH, infatti, il calcio tende ad immobilizzare il fosforo presente.

ID_OSS	ID_ORIZ	PROF1	PROF2	PH_H2O	CACO3_T	SAB_G	SAB_F	SAB_MF	LIM_G	LIM_F	ARG	TESS	CO	SO	N	C_N	CSC_BACL2	CA_A	MG_A	NA_A	K_A	SAT_BAS	P_ASS	BULK_DENS1	
POIR0316	1	0	40	6,3	0,0	3,7	19,2	nd	29,1	26,5	21,5	F	0,89	1,53	0,10	9,00	14,55	8,35	0,12	0,12	nd	76	18,9	1,46	
POIR0316	2	40	60	7,4	0,0	7,0	13,0	nd	27,2	23,3	29,5	FA	0,22	0,38	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,49
POIR0316	3	60	70	7,2	0,0	17,8	16,1	nd	19,1	17,1	29,9	FA	0,14	0,24	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
POIR0316	4	70	100	7,0	0,0	1,9	20,4	nd	19,9	17,3	40,5	A	0,25	0,43	0,05	5,00	19,59	12,8	0,1	0,1	nd	80	6,0	nd	
POIR0316	5	100	160	7,2	0,0	2,4	16,3	nd	27,3	21,6	32,4	FA	0,12	0,21	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
POIR0324	1	5	15	6,3	0,0	5,4	2,4	22,40	26,9	23,5	19,4	FL	0,92	1,60	0,10	7	16,02	7,70	2,50	nd	0,00	64	4,4	1,53	
POIR0324	2	30	40	6,5	0,0	4,4	22,2	0,00	27,2	23,5	22,7	FL	0,83	1,40	0,10	7	16,23	7,80	3,30	nd	0,00	68	2,5	2,23	
POIR0324	3	50	60	6,9	0,0	16,9	17,2	0,00	19,4	16,8	29,7	FA	0,07	0,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
POIR0324	4	65	75	6,8	0,0	4,7	19,6	0,00	19,0	16,5	40,2	A	0,08	0,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
POIR0325	1	5	15	6,1	0,0	4,9	2,2	17,10	31,9	23,3	20,6	FL	0,82	1,40	0,10	8	15,16	8,30	2,70	nd	0,00	73	9,8	1,79	
POIR0325	2	40	50	6,8	0,0	3,8	19,5	0,00	28,6	23,2	24,9	FL	0,08	0,10	0,10	1	16,03	7,90	3,80	nd	0,00	73	2,7	1,63	
POIR0325	3	65	85	6,7	0,0	2,8	16,7	0,00	19,3	17,0	44,2	A	0,07	0,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Tabella 2.

I valori della bulk density evidenziano, nella fase immediatamente successiva alla costituzione del parco fotovoltaico, una densità del suolo fuori pannello (POIR0316) che appare condizionata dalle lavorazioni superficiali e profonde eseguite per la messa in opera dell'impianto. I valori osservati nel corso di questa campagna mostrano un leggero incremento sia nel topsoil che nel subsoil, sia fuori che sotto pannello: il valore di 2,23 registrato nel subsoil di POIR324 è però da reputarsi anomalo e poco congruente con le tessiture ed i contenuti di sostanza organica risultanti dalle analisi e va pertanto preso con estrema cautela. Il valore del topsoil ed, in minor misura, anche quello del subsoil del suolo sotto pannello, relativi al profilo POIR0325, sono indicatori di una forte compattazione superficiale, forse operata da qualche macchina operatrice durante un lavoro di sistemazione effettuato in questo punto dell'impianto; di questo, però, il tecnico della ditta che ha in gestione l'impianto, che ci ha accompagnato per l'effettuazione dei rilievi, non ci ha dato notizia.

#### *1.2.4 Considerazioni sul monitoraggio.*

Da quanto risulta dai rilievi pedologici effettuati non risultano nemmeno in questo impianto nel corso dei primi cinque anni di monitoraggio, variazioni sostanziali delle caratteristiche chimico fisiche dei suoli sotto pannello rispetto a quelli fuori pannello. Bisogna specificare che l'impianto di Ternavasso (TO) ha dei pannelli fissi che pertanto determinano una sostanziale difformità di radiazione solare al suolo tra le superfici sotto pannello rispetto a quelle fuori pannello; tuttavia questo fatto non sembra avere alcuna influenza sulle proprietà del suolo.

### **1.3. Impianto di Quattro Cascine, Bosco Marengo (AL)**

#### *1.3.1 Descrizione del sito.*

Questo impianto si trova tra Alessandria e Pozzolo Formigaro, nel territorio del comune di Bosco Marengo che in questo punto si estende, tra i due precedenti comuni, con una sua digitazione in direzione est. Esso si trova all'interno dell'ampia unità cartografica "U1001" della Carta dei Suoli a scala 1:50.000. Questa unità rappresenta un'estesa porzione del territorio alessandrino che viene storicamente definita Frascetta. E' una pianura con forma pressoché triangolare che si sviluppa in destra idrografica del torrente Scrivia tra Serravalle Scrivia (AL), Mandrogne (AL) e Spinetta Marengo (AL). Essa è costituita da un ampio e antico conoide costituito da antichi sedimenti alluvionali depositati dal torrente Scrivia. Tali sedimenti sono costituiti da ghiaie e ciottoli calcarei che si sono originati dalla disgregazione delle rocce presenti nei rilievi montuosi appenninici del bacino di pertinenza del corso d'acqua. La morfologia attuale è pressoché pianeggiante, ma nel passato questa superficie sicuramente presentava andamento maggiormente ondulato per la maggiore o minore presenza di ghiaie superficiali nei campi che anche oggi dopo continui spietramenti mostrano a seguito delle arature il tipico aspetto cromatico dato dal colore rossastro dei suoli, intercalato alle macchie biancastre delle lenti di ghiaia calcarea.

I processi pedogenetici, infatti, hanno agito su questi depositi portando alla formazione di suoli evoluti (Alfisuoli) che presentano un tipico colore bruno-rossastro.

L'uso del suolo su questa unità cartografica è completamente agrario con diffusa coltura del grano, un tempo pressoché esclusiva, che ora sta lasciando spazio in parte alla maiscoltura. In particolare la superficie su cui sorge l'impianto fotovoltaico è uniforme. La copertura del suolo è costituita da una cotica erbosa uniforme e continua, il cui sviluppo è favorito dalla tipologia di impianto ad inseguimento, che, ancorché i pannelli non siano alti, permette una buona penetrazione della luce anche nelle porzioni maggiormente ombreggiate. Questa copertura erbacea polifita garantisce una

buona protezione del suolo dai fenomeni erosivi, ancorché il suolo ivi presente non sia , per le sue caratteristiche tessiturali e per il contenuto di scheletro, intrinsecamente particolarmente soggetto ad essere eroso.

I suoli presenti in questa unità cartografica sono tutti appartenenti alla serie FRASCHETTA che viene classificata nell'ordine degli alfisuoli ghiaiosi, rappresentati in legenda (A5) come suoli evoluti che presentano lungo il profilo scheletro abbondante.

In particolare, durante questa seconda campagna di monitoraggio sono stati effettuati due profili pedologici: il primo (ALES0092) risulta localizzato al margine nord-occidentale dell'impianto, al di fuori dell'azione di ombreggiamento operata dai pannelli. A circa una quindicina di metri di distanza, in direzione sud rispetto a questo, è stato realizzato, quindi, il secondo profilo (ALES0093), che, invece, è stato scavato in posizione permanentemente ombreggiata dal pannello.

Nell'immagine che segue (tratta da GoogleEarth) è possibile osservare l'aerea dell'impianto e, in quella che segue, la localizzazione esatta dei profili sul fondo topografico della Cartografia Tecnica Regionale con la rappresentazione del *layer* della Carta dei suoli a scala 1:50.000.



Fig.5: impianto sito in località Quattro Cascine (Bosco Marengo)



Fig.6: posizionamento dei profili realizzati e carta dei suoli.

### 1.3.2 Caratterizzazione pedologica.

Il profilo rilevato nel precedente monitoraggio (ALES0089), situato appena al di fuori del perimetro dell'impianto, al quale non ci era stata data allora la disponibilità di accesso, mostra alcuni parametri che si discostano leggermente dai caratteri della fase FRASCHETTA Tipica che rappresenta la fase dominante su tutta l'ampia superficie della Unità Cartografica di Suolo U1001, all'interno della quale si trova l'impianto in oggetto. Esso, infatti, presenta fin dall'orizzonte più superficiale scheletro abbondante e, dal momento che si tratta di scheletro ricco di carbonati, i valori di pH risultano maggiori (prevalentemente alcalini) rispetto alla fase tipica; per la medesima ragione esso mostra presenza di carbonati di calcio lungo tutto il profilo. Anche la CSC risulta superiore alla media della fase tipica e, in conseguenza dei più elevati valori di reazione, si ritrova una saturazione basica completa. Tutte queste caratteristiche ci portano a classificare questo profilo come appartenente alla fase FRASCHETTA Ghiaiosa che si trova localizzata in prossimità di lenti di ghiaia più superficiali che attraversano longitudinalmente la superficie di questo antico conoide. I campioni prelevati nel corso dell'ultimo monitoraggio fuori e sotto pannello mostrano, invece, un perfetto allineamento alle caratteristiche chimico-fisiche a quelle della fase FRASCHETTA Tipica. Questi suoli hanno profondità utile ridotta per la presenza delle ghiaie inalterate ad una profondità di circa 60-80 cm. Sono dotati di una buona disponibilità di ossigeno, di un buon drenaggio e hanno permeabilità moderatamente elevata. Il profilo è caratterizzato da un topsoil, costituito generalmente dal franco di coltivazione di circa 40 cm (Ap) che presenta colore bruno, una tessitura franca o

franco-limoso e reazione neutra. Il subsoil è costituito da un orizzonte pedogeneticamente evoluto, con evidenti segni di illuviazione di argilla (Bt) ed evidente colore rosso giallastro, con tessitura franca o franco-limoso e con reazione neutra o subalcalina; infine alla base del profilo è presente un orizzonte C (che rappresenta il substrato) con colore bruno giallastro e tessitura sabbioso-franca, costituito quasi interamente dallo scheletro calcareo, con evidenti concentrazioni di carbonati di calcio, localizzate al di sotto dei ciottoli calcarei. Tra questi orizzonti possono essere presenti degli orizzonti di transizione. Lo scheletro, presente in quantità moderate nel primo orizzonte, diviene abbondante e molto abbondante in profondità. Le schede descrittive dei profili sono riportate negli allegati 5 e 6.

### *1.3.3 Analisi chimico-fisiche.*

Come previsto del protocollo operativo, sono stati prelevati i campioni dei singoli orizzonti ed effettuate le analisi presso il laboratorio IPLA. I risultati sono riportati in tabella 3.

Per quanto riguarda i parametri chimici si osserva un incremento della sostanza organica rispetto a quanto rilevato nel 2011 con valori elevati fuori pannello, decisamente maggiori rispetto a quelli sotto pannello. Per quanto riguarda gli altri parametri, invece, i suoli rilevati nel corso dell'ultima campagna di monitoraggio presentano caratteristiche del tutto analoghe sia fuori che sotto pannello.

I valori di bulk density nella fase immediatamente successiva all'impianto sono in linea con quelli di un suolo che presenta condizioni tessiturali, di contenuto di sostanza organica e percentuali di scheletro di questo tipo. Bisogna però ricordare che questo campione è effettivamente riferito ad un suolo naturale poiché nel 2011 non era stato possibile accedere all'interno del perimetro dell'impianto ed il campionamento era stato effettuato al di fuori. Se non altro questo dato ci fornisce un utile riferimento e ci dà conferma della bontà delle misure effettuate. I valori rilevati nel corso di quest'ultima campagna rivelano per il profilo fuori pannello (ALES0092) valori piuttosto bassi, che sono giustificati nel *topsoil* da un contenuto di sostanza organica particolarmente elevato. Essi sono comunque riconducibili a lavorazioni del terreno effettuate o nella fase di impianto o, più probabilmente, in epoca più recente; a queste non sono seguiti passaggi di mezzi operative che abbiano compattato il terreno e ridotto l'elevata porosità. I valori sotto pannello, invece, sono identici a quelli riferiti al suolo naturale e sembrano riferirsi ad una situazione in cui non è stata effettuata alcuna lavorazione superficiale e/o profonda in fase di impianto.

ID_OSS	ID_ORIZ	PROF1	PROF2	PH_H2O	CACO3_T	SAB_G	SAB_F	SAB_MF	LIM_G	LIM_F	ARG	TESS	CO	SO	N	C_N	CSC_BACL2	CA_A	MG_A	NA_A	K_A	SAT_BAS	P_ASS	BULK_DENS1	BULK_DENS2	
ALES0089	1	0	25	8,2	1,7	15,9	18,2	nd	10,3	31,4	24,2	F	1,20	2,07	0,16	8	18,00	16,03	1,12	0,85	nd	100	nd	1,46		
ALES0089	2	25	50	8,2	1,7	16,5	20,8	nd	17,8	24,6	20,3	F	0,82	1,41	nd	nd	14,00	12,27	1,01	0,72	nd	100	nd			
ALES0089	3	50	90	7,1	1,0	11,9	21,7	nd	11,8	30,6	24,0	F	0,49	0,85	nd	nd	14,50	12,77	1,08	0,65	nd	100	nd	1,50		
ALES0089	4	90	110	8,5	1,0	13,6	17,7	nd	8,3	30,1	30,2	FA	0,22	0,37	nd	nd	16,00	14,26	1,15	0,59	nd	100	nd			
ALES0092	1	0	15	6,9	0	34,7	13,2	0,00	13,5	27,2	11,4	F	3,29	5,70	nd	nd	7,76	5,00	0,10	nd	0,20	69	nd	0,87	0,76	
ALES0092	3	40	60	6,4	0	10,8	18,7	0,00	11,1	41,0	18,4	FL	nd	nd	nd	nd	12,53	4,50	0,20	nd	0,50	42	nd	1,51	1,43	
ALES0093	1	20	30	6,2	0	11,2	15,4	0,00	16,1	41,2	16,1	FL	1,53	2,60	nd	nd	9,80	4,50	0,20	nd	0,10	48,00	nd	1,51	1,46	
ALES0093	2	50	60	6,4	0	13,8	13,4	0,00	19,0	29,4	24,4	F	nd	nd	nd	nd	9,90	4,40	1,10	nd	0,10	56,00	nd	1,50	1,50	

Tabella 3.

#### 1.3.4 Considerazioni sul monitoraggio.

Dai rilievi pedologici effettuati non risultano, nemmeno in questo impianto nel corso dei primi cinque anni di monitoraggio, variazioni sostanziali delle caratteristiche chimico fisiche dei suoli sotto pannello rispetto a quelli fuori pannello. L'unico parametro chimico che mostra un lieve incremento è quello della sostanza organica; il che costituisce senza dubbio un elemento di miglioramento dei suoli. Anche qui, come registrato nell'impianto di San Michele (AL), l'incremento di sostanza organica è superiore fuori pannello rispetto a sotto pannello.

## 2. MONITORAGGIO STAZIONI METEO.

La presenza delle due centraline meteo installate nel 2011 presso i siti di San Michele (AL) e Ternavasso (TO), che registrano tutti i diversi parametri elencati in fig.7 - comprese l'umidità e la temperatura dei suoli a due differenti profondità (10 e 60 cm), sia sotto pannello (sp) che fuori pannello (fp) – ci permettono di analizzare, come già fatto per il precedente periodo di monitoraggio 2011-2012 riportato di seguito, l'andamento di precipitazioni e temperature per l'intero quinquennio 2011-2016 nelle diverse stagioni.

I dati del monitoraggio sono riportati nei grafici e nelle tabelle che seguono, anno per anno con periodicità da luglio a giugno, seguiti da una sintetica analisi.

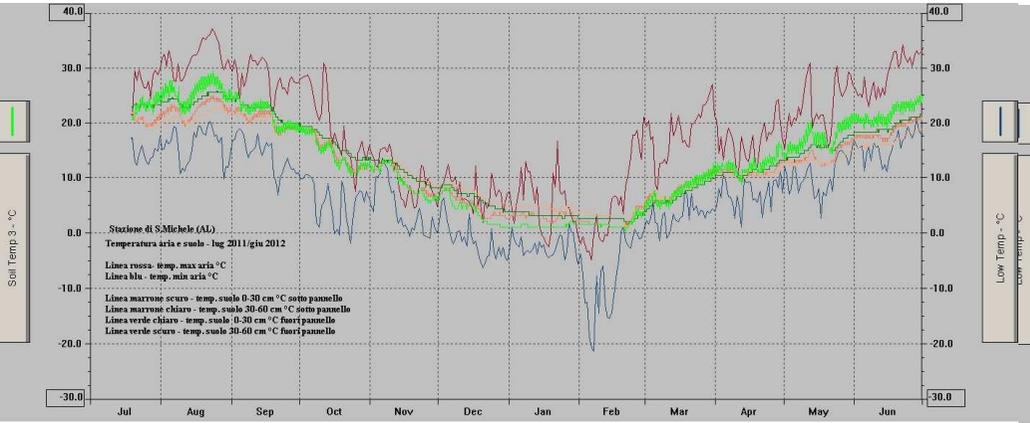
Nel corso di questo ultimo anno si è provveduto alla sostituzione di uno dei due sensori di umidità dei suoli della centralina di San Michele (AL) ed alla sostituzione delle console dei *datalogger* per il controllo e la trasmissione dati sia della centralina di Ternavasso (TO) che di quella di San Michele (AL).

Codice parametro	Unità di misura	Descrizione
Temp Out	°C	Temperatura media esterna
Hi Temp	°C	Temperatura massima esterna
Low Temp	°C	Temperatura minima esterna
Out Hum	%	Umidità esterna
Dew Pt.	°C	Punto di rugiada
Wind Speed	m/s	Velocità del vento
Wind Dir	°	Direzione del vento
Wind Run	km	distanza percorsa dal vento nelle 24 ore
Hi Wind Speed	m/s	Velocità max del vento
Hi Wind Dir	°	Direzione del max vento
Wind Chill	°C	Fattore di raffreddamento
Heat Index	°C	Indice di calore
THW Index	°C	Temperatura reale percepita
THSW Index	°C	Temperatura apparente
Press Bar	mm	Pressione atmosferica
Rain	mm	Pioggia
Rain Rate	mm/h	Intensità di pioggia
Solar Rad.	W/m <sup>2</sup>	Radiazione solare
Solar Energy	Ly (anno luce)	Energia solare
Hi Solar Rad.	W/m <sup>2</sup>	Radiazione solare max
Heat D-D	°C	Indice di riscaldamento
Cool D-D	°C	Indice di raffreddamento
ET	mm	Evapotraspirazione
Soil 1 Moist.	cb (centibar)	Umidità del suolo a 10 cm
Soil 3 Moist.	cb (centibar)	Umidità del suolo a 60 cm
Soil 1 Temp	°C	Temperatura del suolo a 10 cm
Soil 3 Temp	°C	Temperatura del suolo a 60 cm

Fig.7: elenco dei parametri registrati dalle centraline meteo.



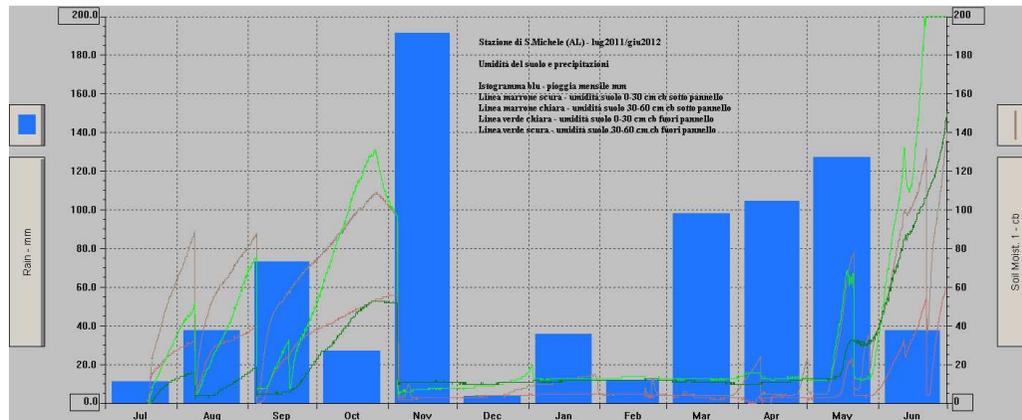
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI DEL FOTOVOLTAICO A TERRA E ASSISTENZA TECNICA



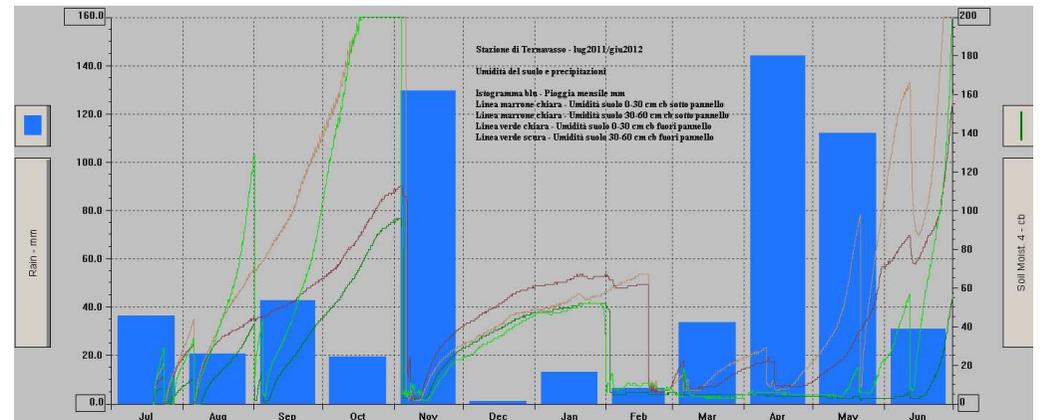
Stazione di S.Michele (AL) – Temp. Aria e Suolo – lug.2011/giu.2012



Stazione di Ternavasso (TO) – Temp. Aria e Suolo – lug.2011/giu.2012



Stazione di S.Michele (AL) – Umidità Suolo e Prec. – lug.2011/giu.2012

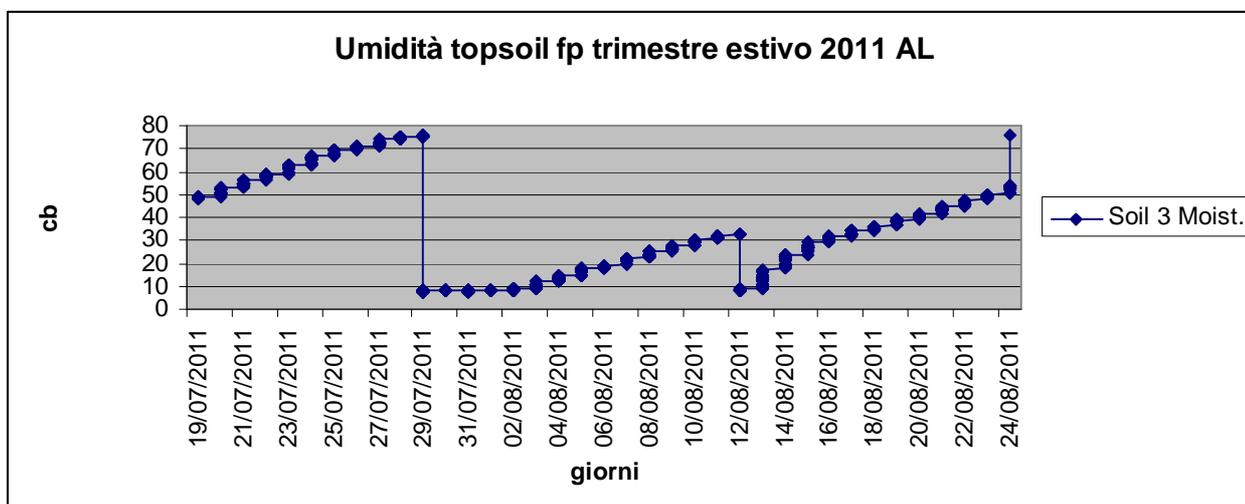
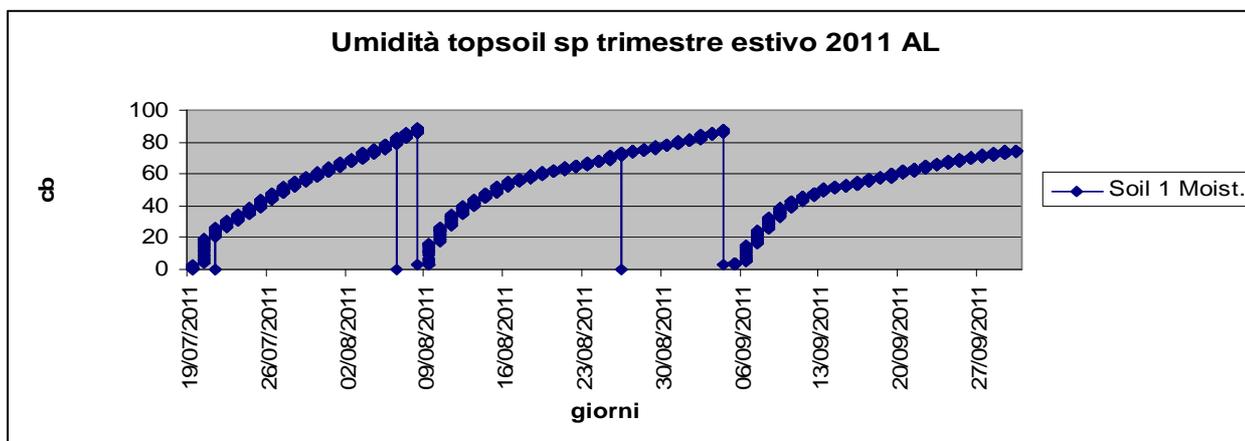


Stazione di Ternavasso (TO) – Umidità Suolo e Prec. – lug.2011/giu.2012

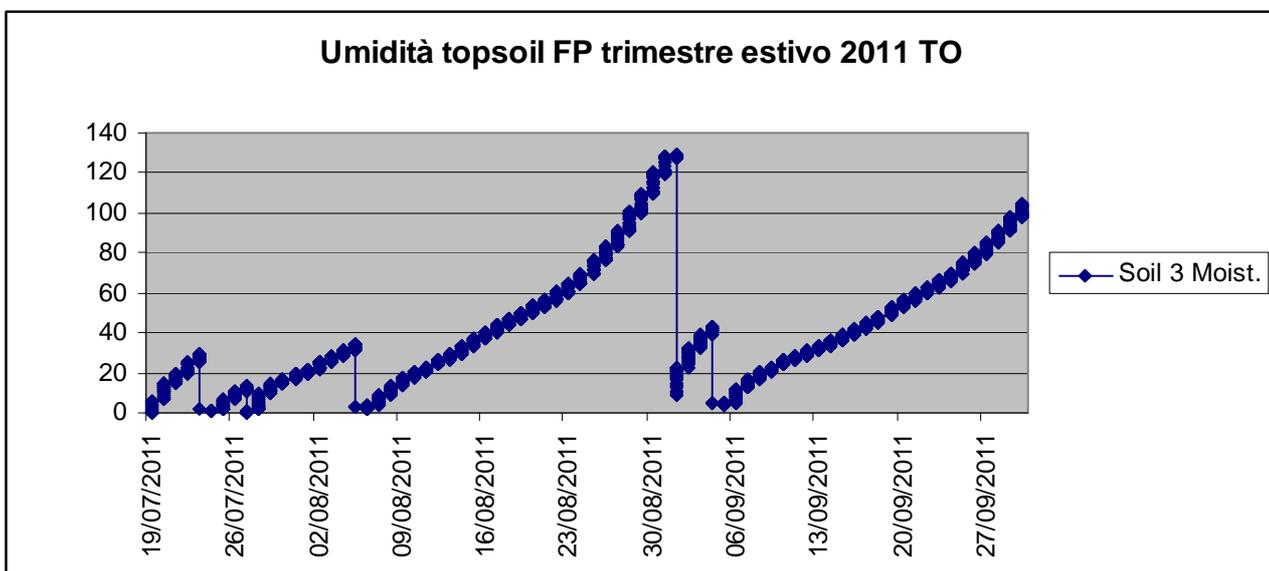
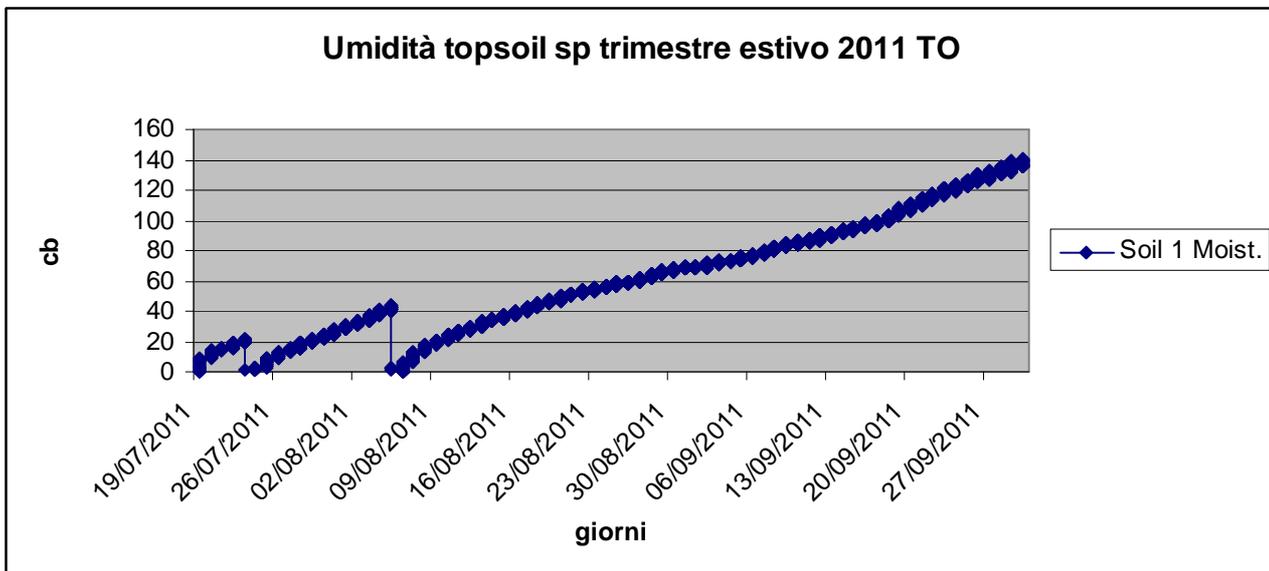
L'andamento delle temperature è sostanzialmente identico per le due stazioni nell'anno 2011-12 ma si differenzia molto quello dell'umidità del suolo. Nell'estate 2011 a Ternavasso il suolo superficiale raggiunge 160 cb sia sotto pannello sia fuori pannello cioè gradi di umidità molto bassi, mentre a S.Michele il deficit idrico è minore, probabilmente influenzato da 20 mm in più del parziale precipitazioni estive 2011.

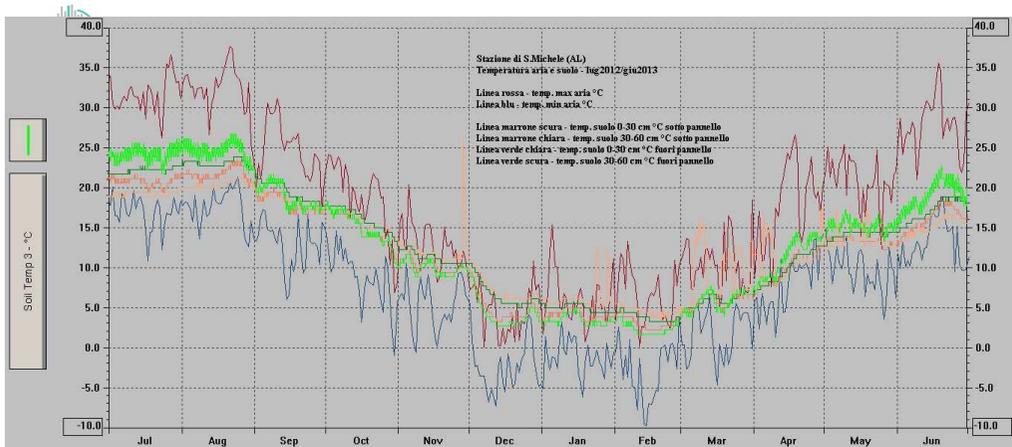
L'effetto ombreggiamento non sembra giocare un ruolo importante almeno nell'estate 2011 in entrambe le stazioni, anche se si registra una umidità leggermente minore fuori pannello rispetto a sotto pannello a S.Michele: ciò dipende dalla maggiore ricettività del suolo scoperto ai temporali estivi.

S.Michele (AL) - 2011 - trimestre estivo				
Parametro	Unità di misura	Max	Min	Sum
Temp	°C	37,1	7	
Rain	mm	36,8	0,0	122,4
Solar Rad	w/m2	941	0	
Soil Moist 1 sp	cb	89	0	
Soil Moist 2 sp	cb	40	0	
Soil Moist 3 fp	cb	76	0	
Soil Moist 4 fp	cb	24	0	
Soil Temp 1 sp	°C	25	17,8	
Soil Temp 2 sp	°C	22,8	18,9	
Soil Temp 3 fp	°C	29,4	17,8	
Soil Temp 4 fp	°C	25,6	19,4	



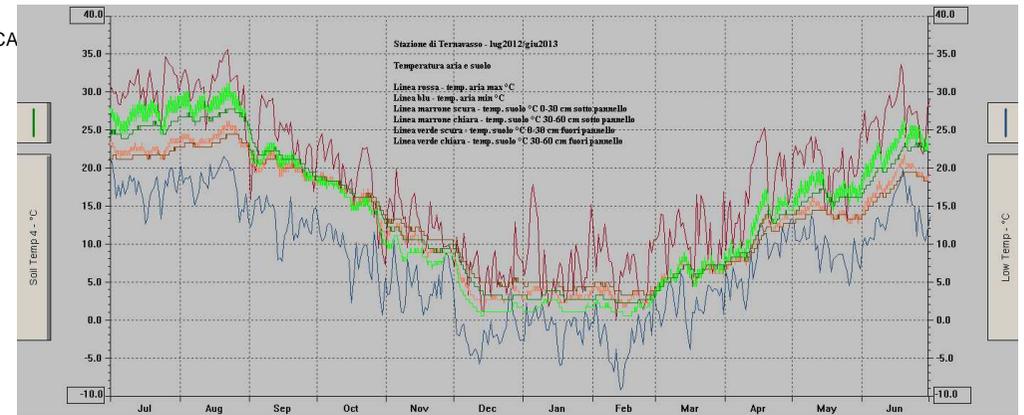
Ternavasso (TO) - 2011 - trimestre estivo				
Parametro	Unità di misura	Max	Min	Sum
Temp	°C	34,1	7,6	
Rain	mm	19,05	0	100,28
Solar Rad	w/m2	888	0	
Soil Moist 1 sp	cb	141	0	
Soil Moist 2 sp	cb	65	0	
Soil Moist 3 fp	cb	129	0	
Soil Moist 4 fp	cb	45	0	
Soil Temp 1 sp	°C	25	18,9	
Soil Temp 2 sp	°C	23,3	20	
Soil Temp 3 fp	°C	29,4	18,9	
Soil Temp 4 fp	°C	26,1	20	



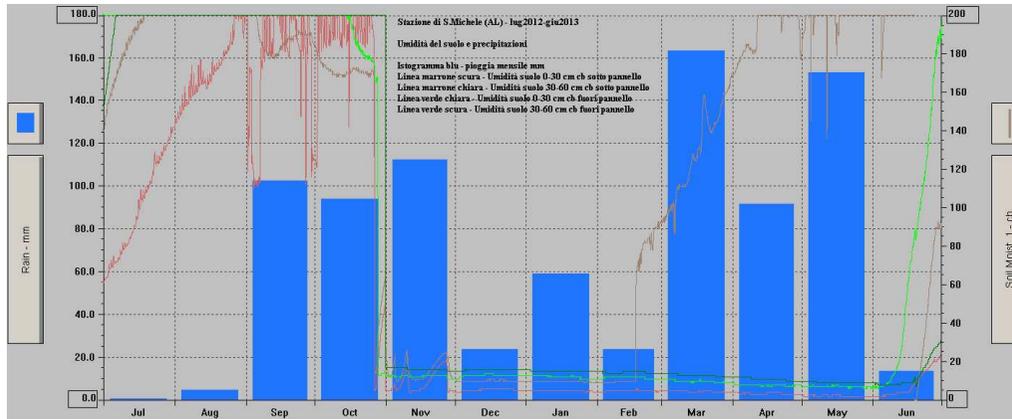


Stazione di S.Michele (AL) –  
 Temp. Aria e Suolo – lug.2012/2013

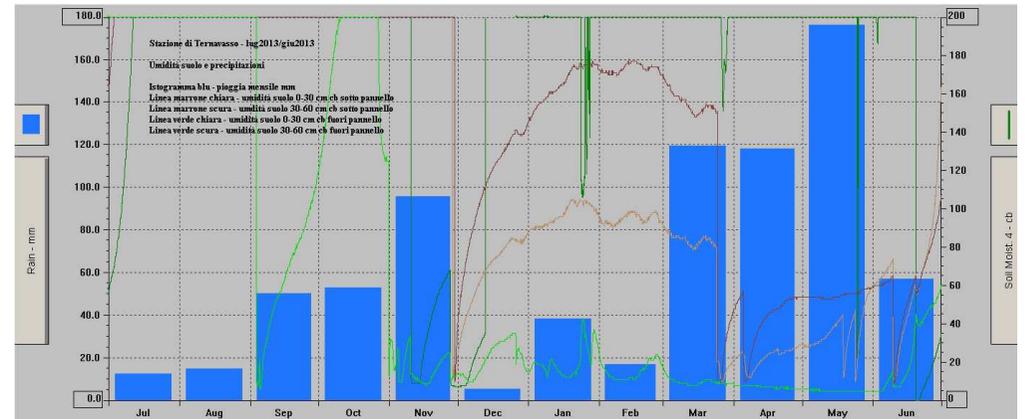
CNICA



Stazione di Ternavasso (TO) –  
 Temp. Aria e Suolo – lug.2012/2013



Stazione di S.Michele (AL) –  
 Umidità Suolo e Prec. – lug.2012/2013



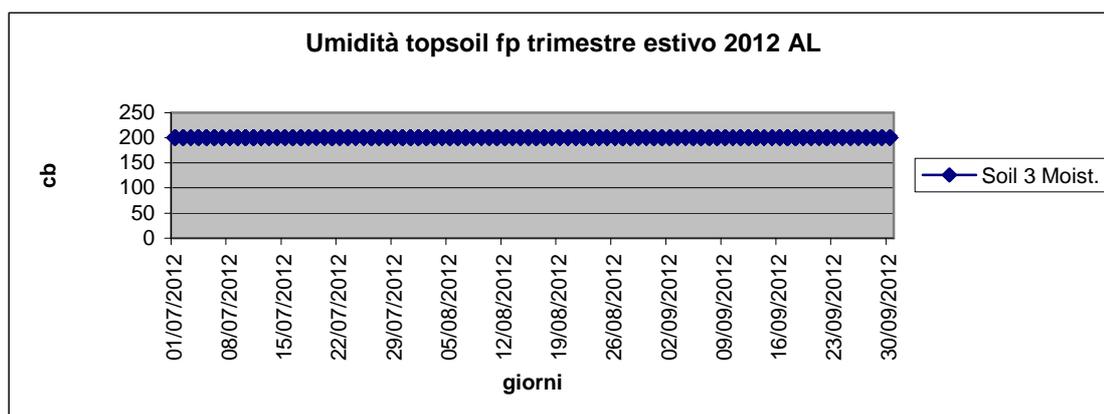
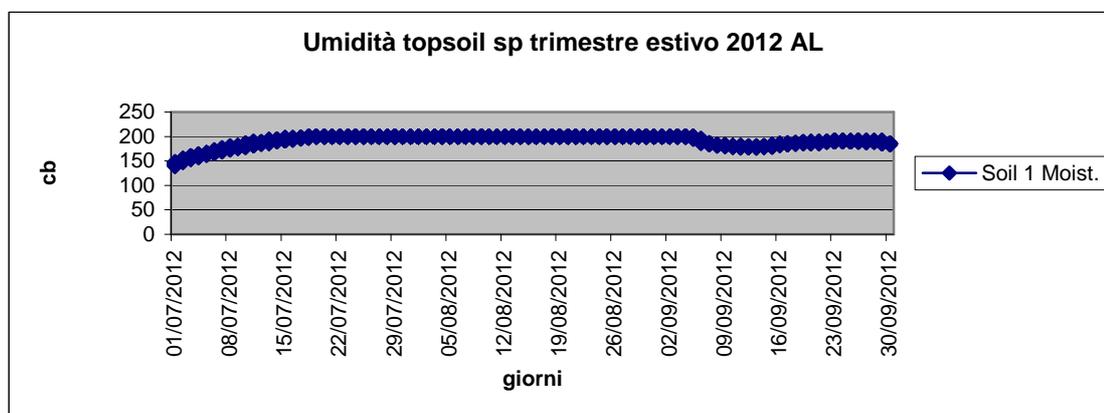
Stazione di Ternavasso (TO) –  
 Umidità Suolo e Prec. – lug.2012/2013

Nell'estate 2012 a S. Michele i sensori fuori pannello segnalano asciutto totale anche in profondità già a luglio mentre nei successivi due mesi sotto pannello si registrano solo alcune riduzioni di asciutto per temporali estivi ma bisogna attendere le piogge di novembre per avere il passaggio di tutti i sensori a situazioni di umidità elevata.

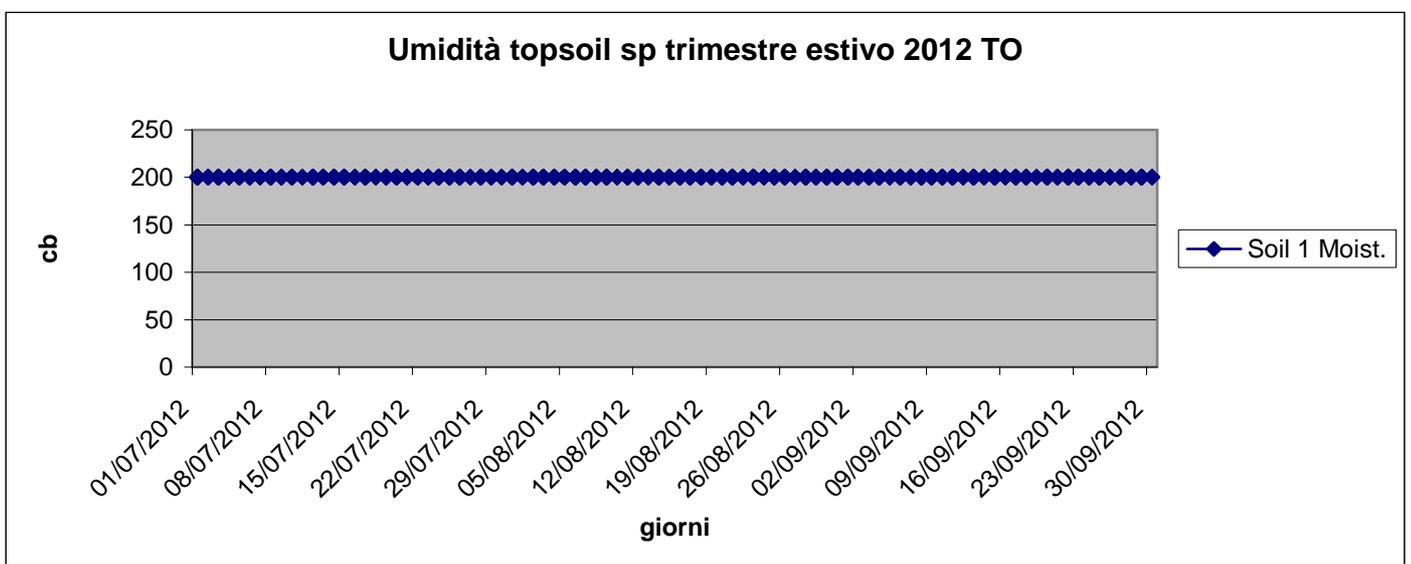
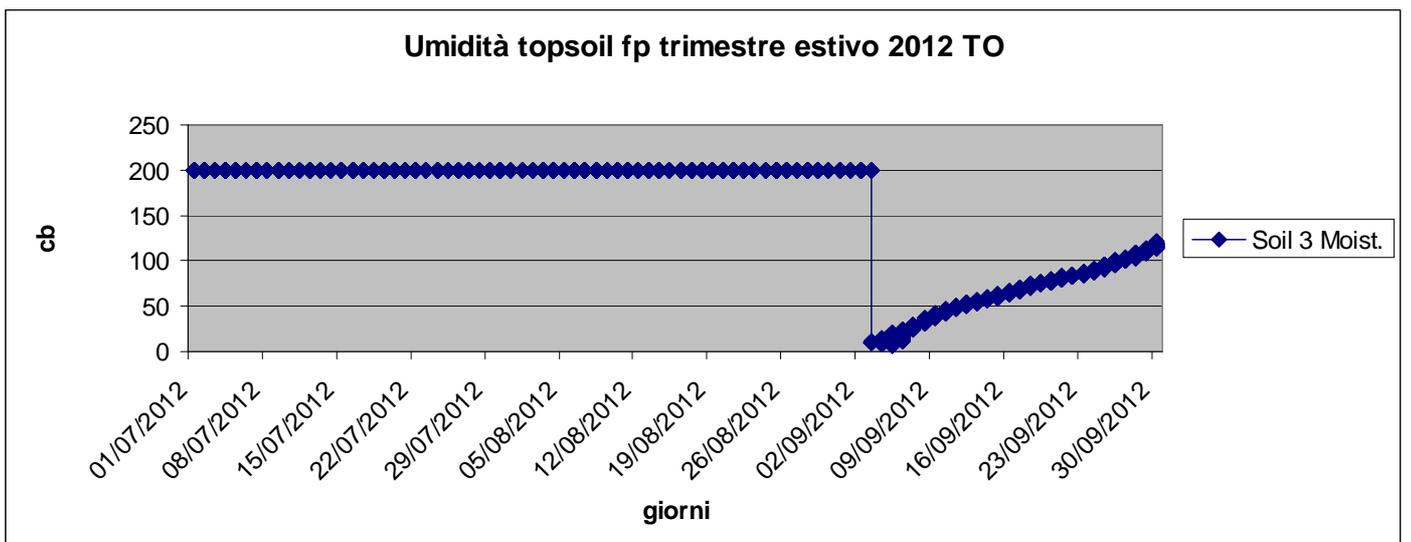
Diverso andamento si registra a Ternavasso dove alla prolungata siccità estiva (con max radiazione solare 950 W/m<sup>2</sup>) risponde solo il sensore fuori pannello di superficie che indica qualche abbassamento dello stress per temporali estivi.

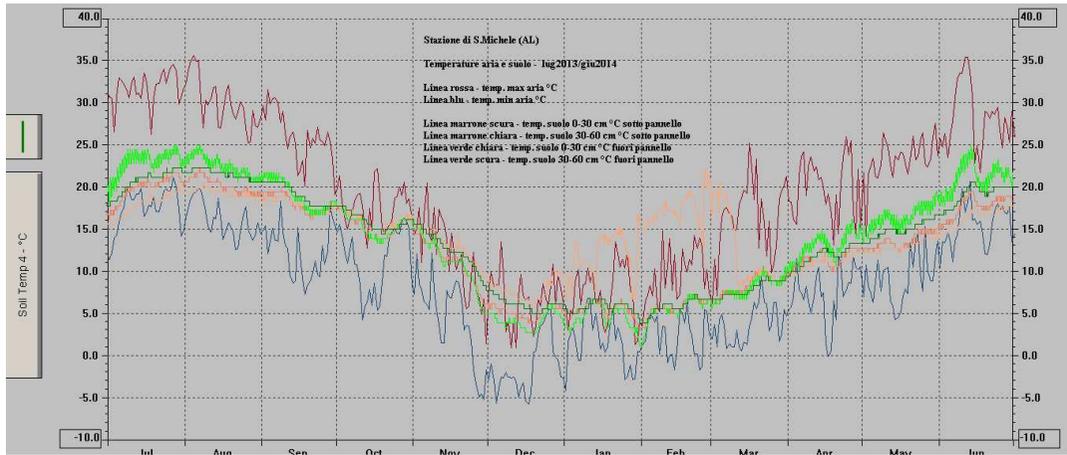
Per quanto riguarda l'andamento autunno-invernale, la minore quantità di pioggia autunnale ha determinato il primo periodo di secco invernale del suolo soprattutto fuori pannello. In questo senso l'ombreggiamento ha contribuito a compensare uno dei primi segnali evidenti di squilibrio climatico degli ultimi anni e cioè l'azzeramento delle riserve idriche del suolo nel periodo freddo per assenza di precipitazioni.

S.Michele (AL) - 2012 - trimestre estivo				
Parametro	Unità di misura	Max	Min	Sum
Temp	°C	37,6	6	
Rain	mm	15,8	0,0	108,1
Solar Rad	w/m <sup>2</sup>	806	0	
Soil Moist 1 sp	cb	200	140	
Soil Moist 2 sp	cb	200	61	
Soil Moist 3 fp	cb	200	200	
Soil Moist 4 fp	cb	200	153	
Soil Temp 1 sp	°C	23,3	16,7	
Soil Temp 2 sp	°C	21,1	17,2	
Soil Temp 3 fp	°C	26,7	16,7	
Soil Temp 4 fp	°C	23,9	17,8	

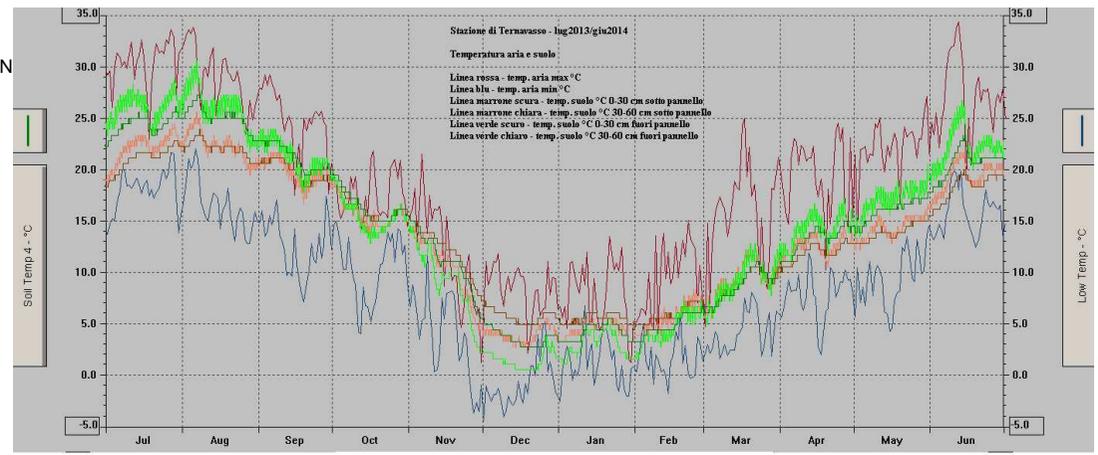


Ternavasso (TO) - 2012 - trimestre estivo				
Parametro	Unità di misura	Max	Min	Sum
Temp	°C	35,6	7,8	
Rain	mm	5,84	0	77,82
Solar Rad	w/m2	950	0	
Soil Moist 1 sp	cb	200	200	
Soil Moist 2 sp	cb	200	164	
Soil Moist 3 fp	cb	200	6	
Soil Moist 4 fp	cb	200	58	
Soil Temp 1 sp	°C	26,1	17,8	
Soil Temp 2 sp	°C	24,4	18,3	
Soil Temp 3 fp	°C	31,1	18,3	
Soil Temp 4 fp	°C	27,8	18,9	

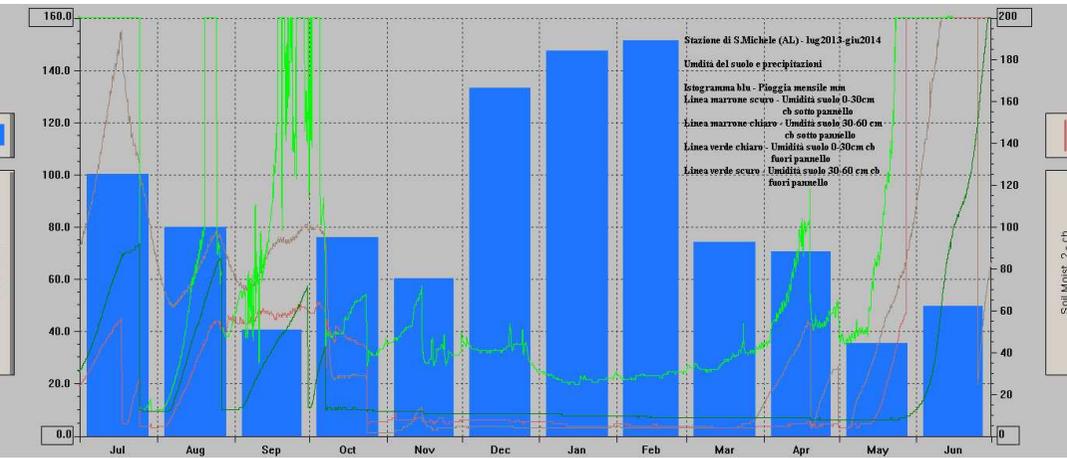
**Umidità topsoil sp trimestre estivo 2012 TO**

**Umidità topsoil fp trimestre estivo 2012 TO**




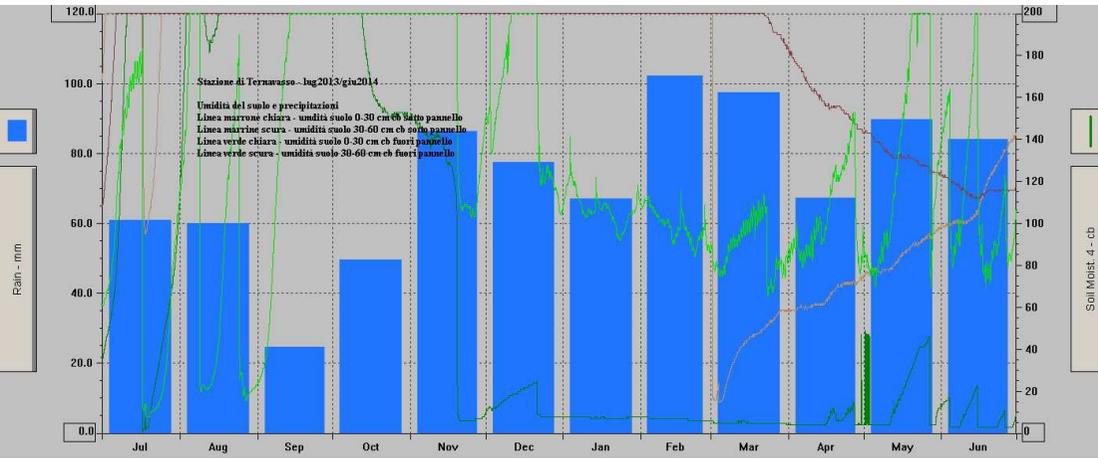
Stazione di S.Michele (AL) –  
Temp. Aria e Suolo – lug.2013/giu.2014



Stazione di Ternavasso (TO) –  
Temp. Aria e Suolo – lug.2013/giu.2014



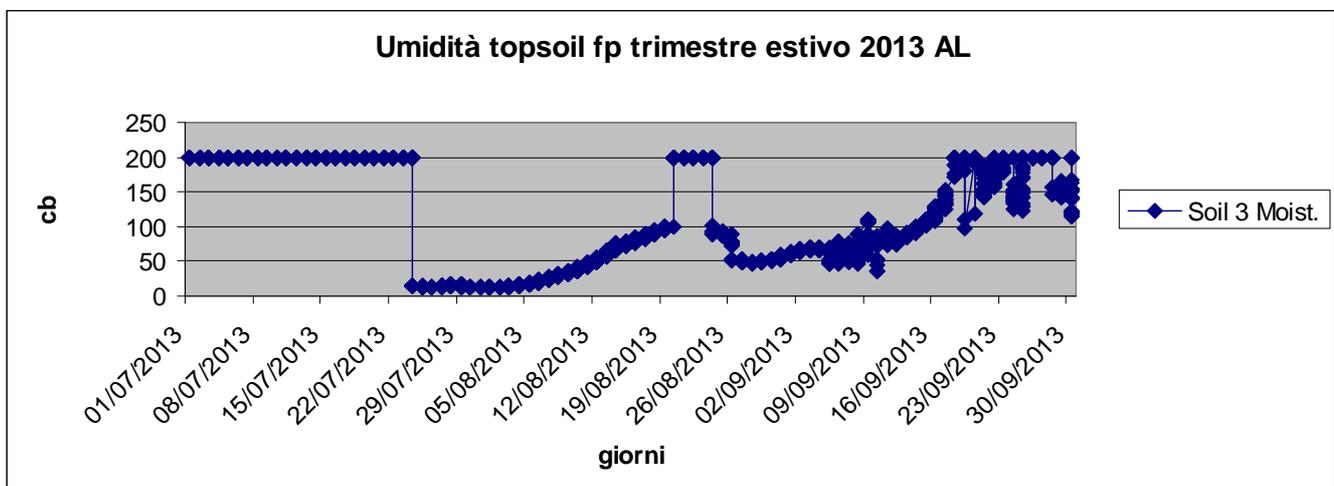
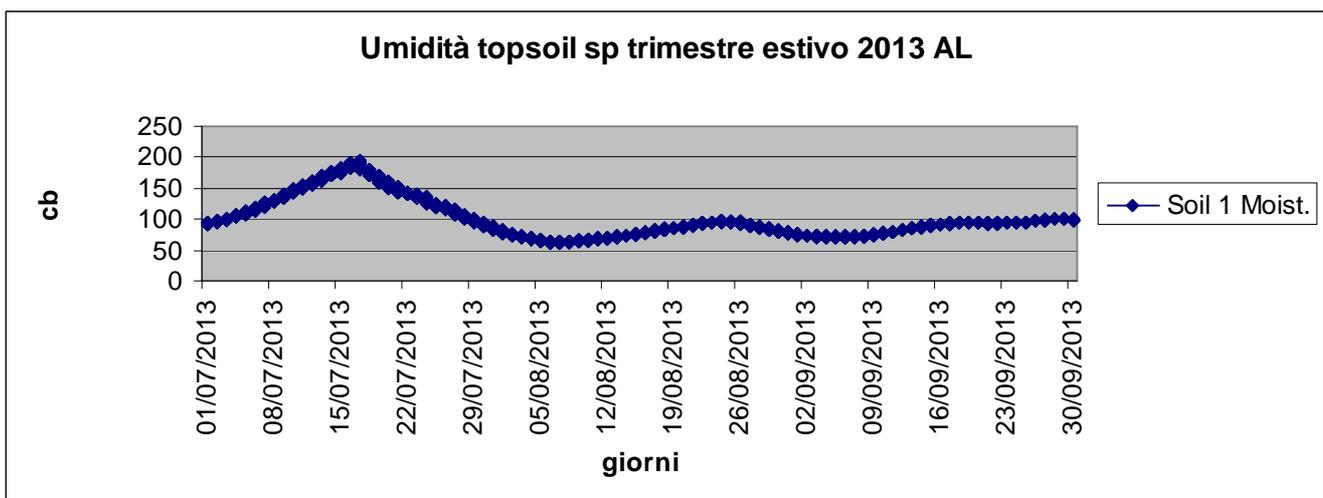
Stazione di S.Michele (AL) –  
Umidità Suolo e Prec. – lug.2013/giu.2014



Stazione di Ternavasso (TO) –  
Umidità Suolo e Prec. – lug.2013/giu.2014

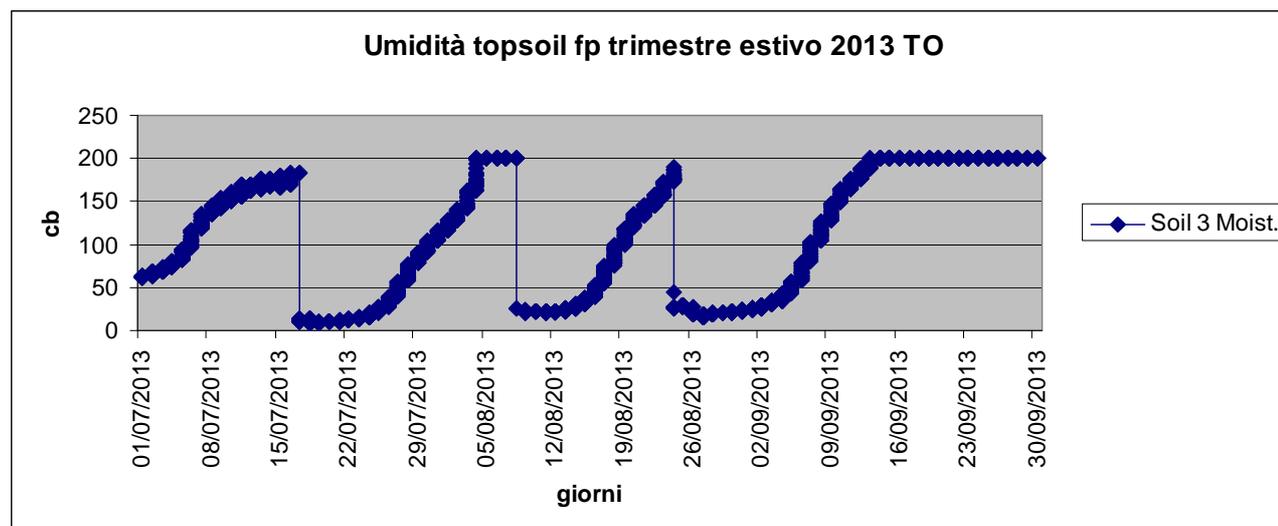
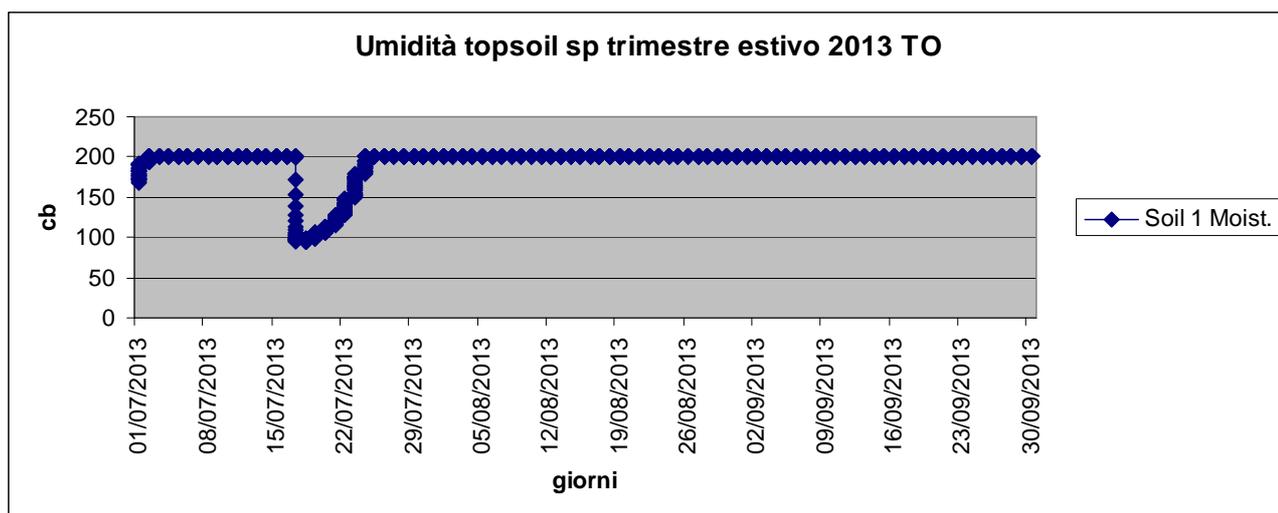
Sostanziali differenze nell'estate 2013 a S.Michele sotto pannello l'ombreggiamento preserva l'umidità del suolo in modo evidente, almeno nel topsoil mentre nell'autunno-inverno il suolo rimane sempre umido sia fuori sia sotto pannello, salvo poi asciugarsi in modo molto significativo nel 2014 causa basse precipitazioni primaverili.

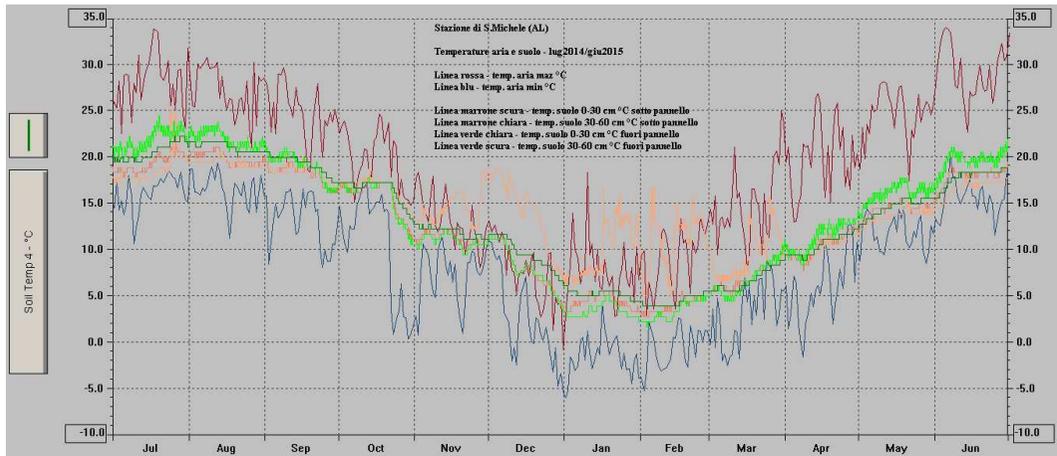
S.Michele (AL) - 2013 - trimestre estivo				
Parametro	Unità di misura	Max	Min	Sum
Temp	°C	35,6	7,2	
Rain	mm	38,9	0,0	221,1
Solar Rad	w/m2	791	0	
Soil Moist 1 sp	cb	194	62	
Soil Moist 2 sp	cb	63	4	
Soil Moist 3 fp	cb	200	12	
Soil Moist 4 fp	cb	92	12	
Soil Temp 1 sp	°C	22,2	16,1	
Soil Temp 2 sp	°C	20,6	15,6	
Soil Temp 3 fp	°C	25	16,7	
Soil Temp 4 fp	°C	22,2	17,2	



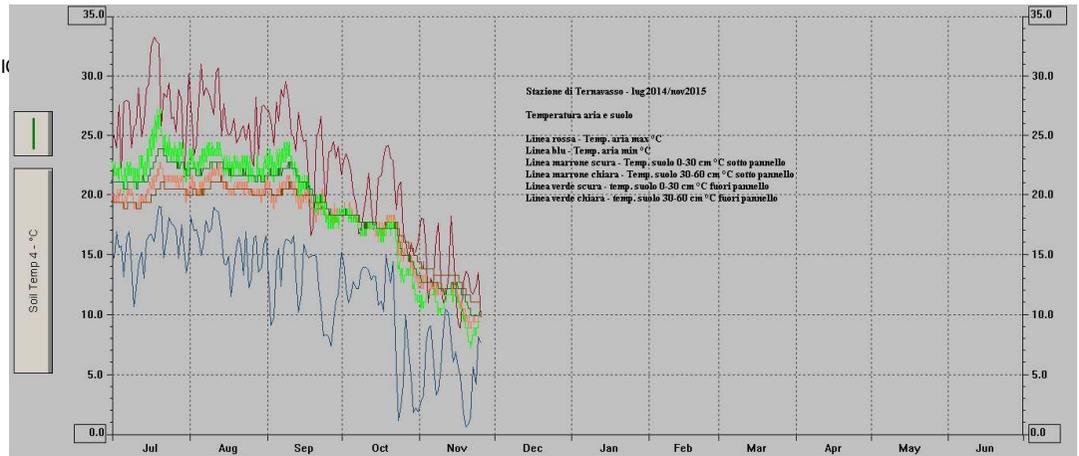
Diverso andamento invece a Ternavasso dove sotto pannello il suolo in estate rimane asciutto mentre fuori pannello risente dei temporali estivi. In questo caso possiamo dire che l'ombreggiamento non è sufficiente a mantenere l'umidità del suolo, come in altri casi, e pertanto gioca un ruolo sfavorevole non potendo poi il suolo recepire le poche precipitazioni estive.

Ternavasso (TO) - 2013 - trimestre estivo				
Parametro	Unità di misura	Max	Min	Sum
Temp	°C	22,9	0,0	
Rain	mm	22,9	0,0	145,4
Solar Rad	w/m2	917,0	0,0	
Soil Moist 1 sp	cb	200,0	95,0	
Soil Moist 2 sp	cb	200,0	108,0	
Soil Moist 3 fp	cb	200,0	8,0	
Soil Moist 4 fp	cb	200,0	1,0	
Soil Temp 1 sp	°C	25,6	16,7	
Soil Temp 2 sp	°C	23,9	18,3	
Soil Temp 3 fp	°C	30,6	17,8	
Soil Temp 4 fp	°C	27,2	19,4	

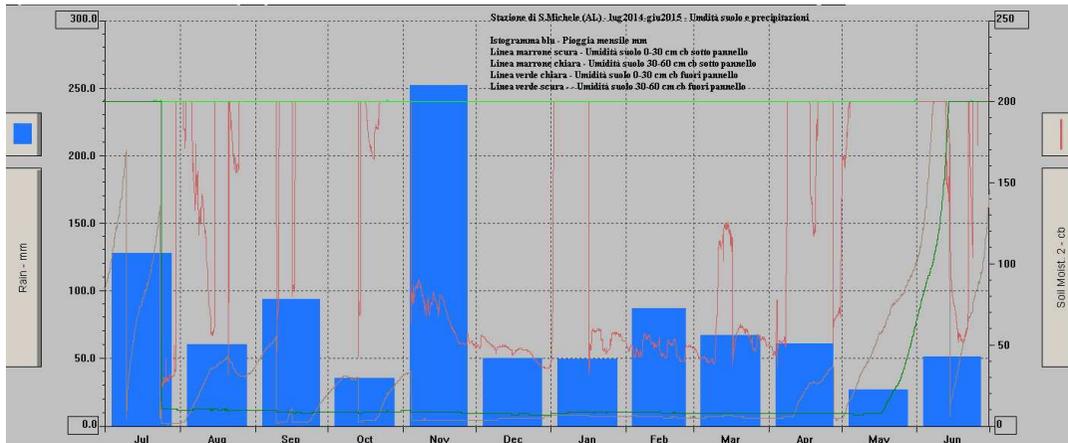




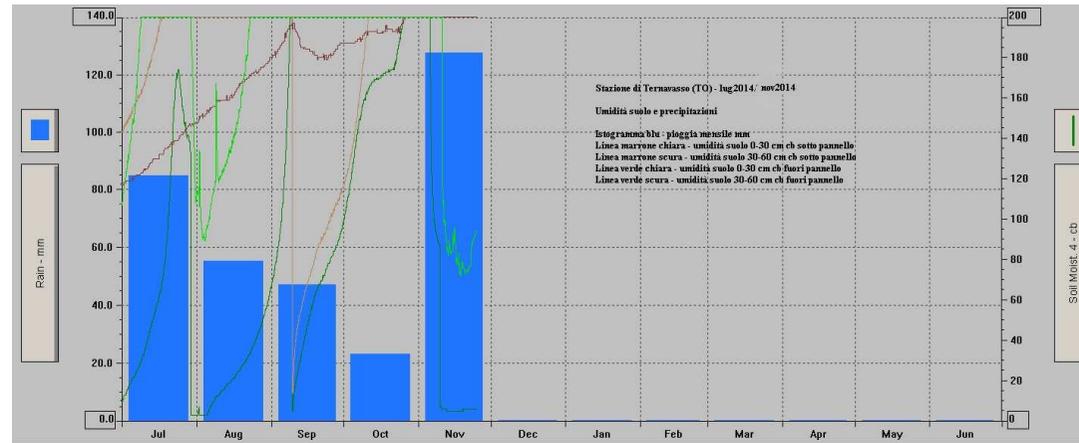
Stazione di S.Michele (AL) –  
 Temp. Aria e Suolo – lug.2014/2015



Stazione di Ternavasso (TO) –  
 Temp. Aria e Suolo – lug.2014/2015



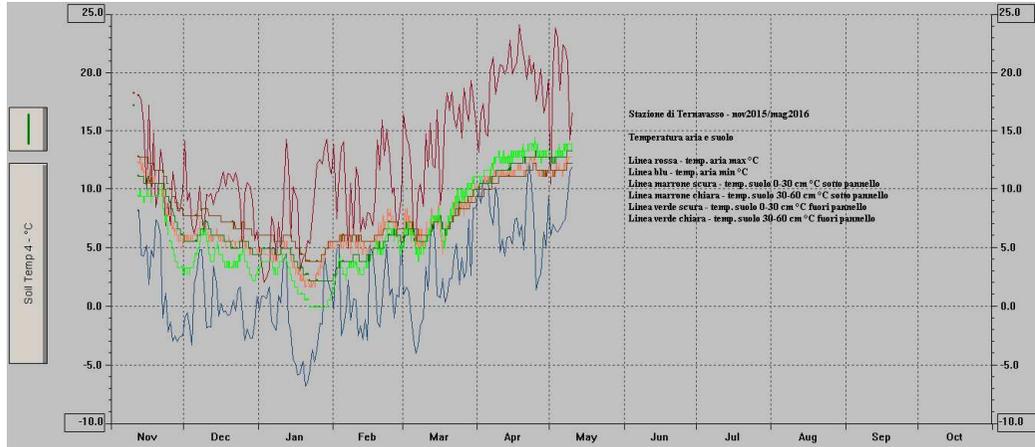
Stazione di S.Michele (AL) –  
 Umidità Suolo e Prec. – lug.2014/2015



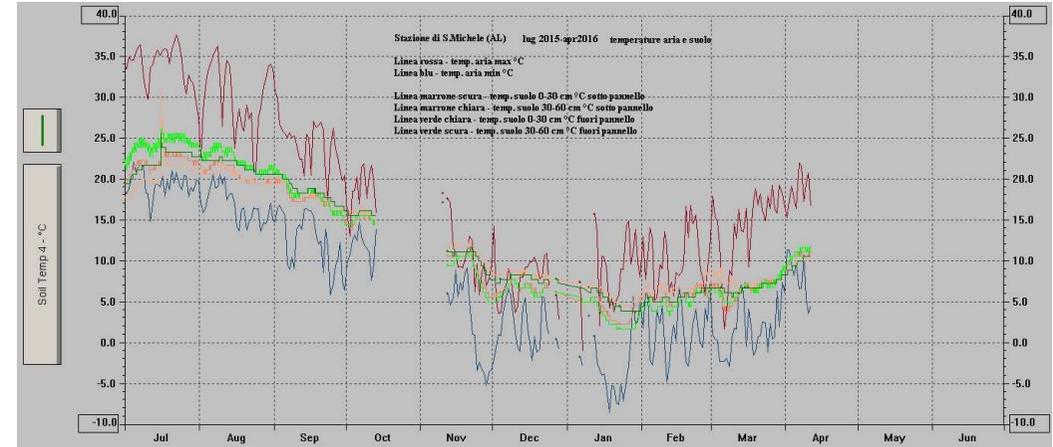
Stazione di Ternavasso (TO) –  
 Umidità Suolo e Prec. – lug.2014/2015



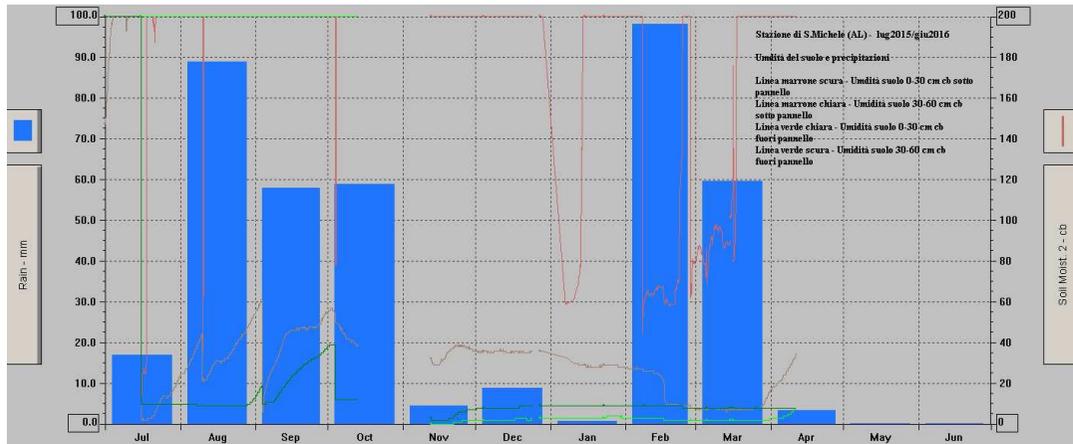
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI DEL FOTOVOLTAICO A TERRA E ASSISTENZA TECNICA



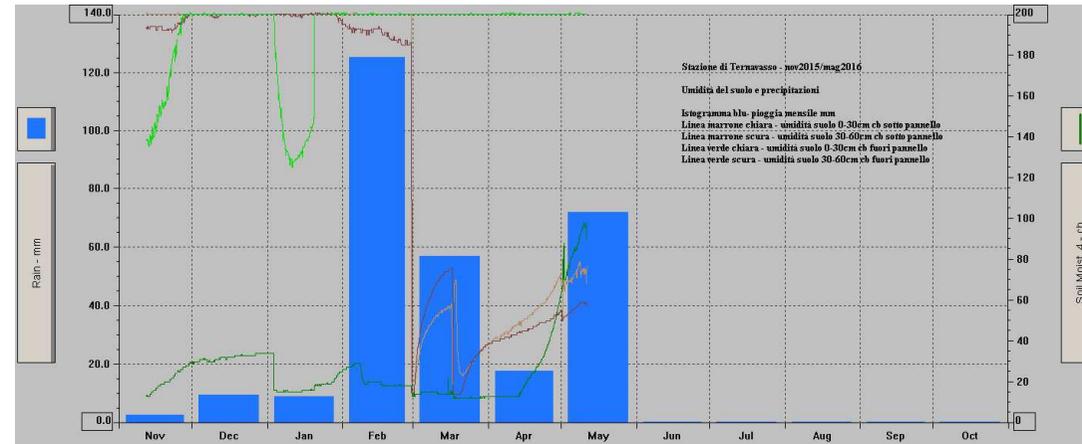
Stazione di S.Michele (AL) – Temp. Aria e Suolo – lug.2015/giu2016



Stazione di Ternavasso (TO) – Umidità Suolo e Prec. – lug.2015/giu2016



Stazione di S.Michele (AL) – Umidità Suolo e Prec. – lug.2015/giu2016



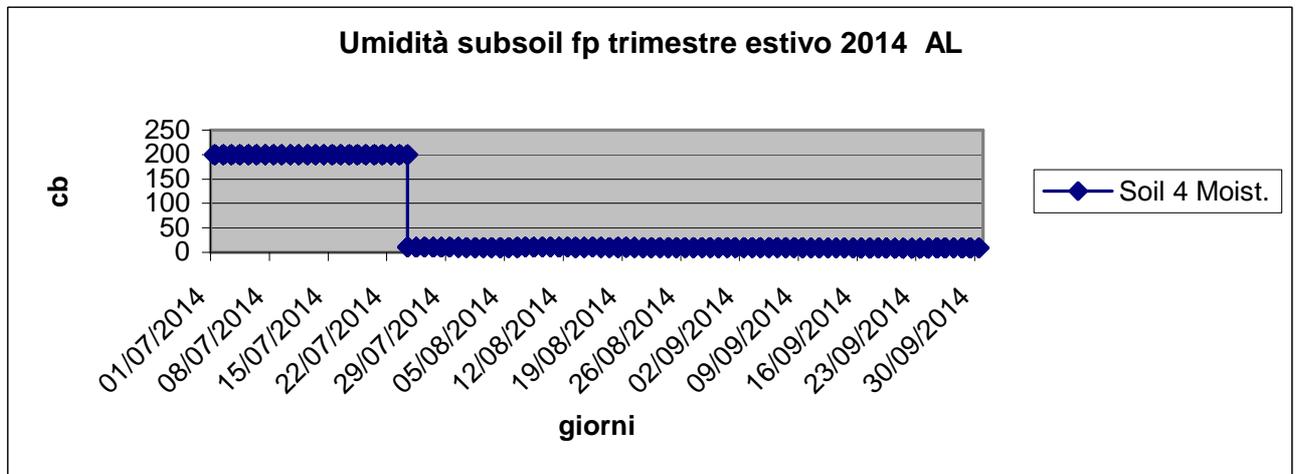
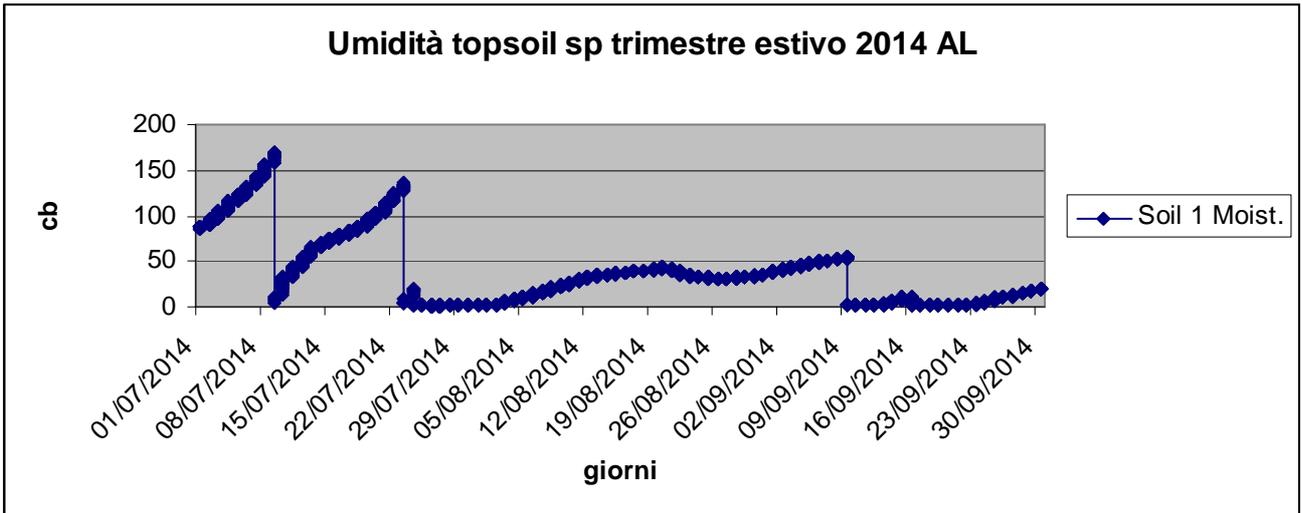
Stazione di Ternavasso (TO) – Umidità Suolo e Prec. – lug.2015/giu2016

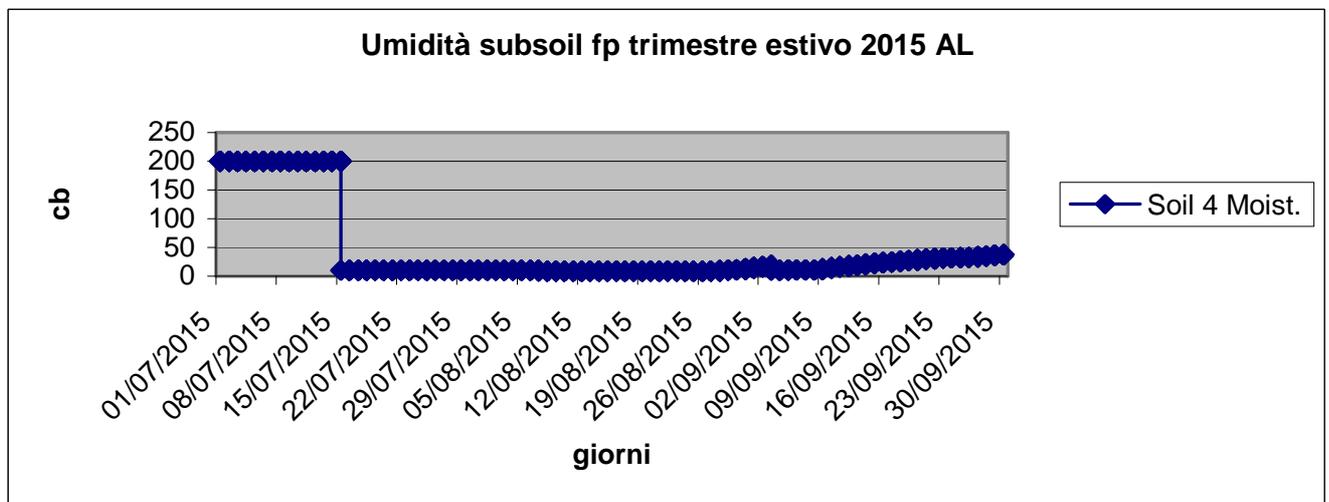
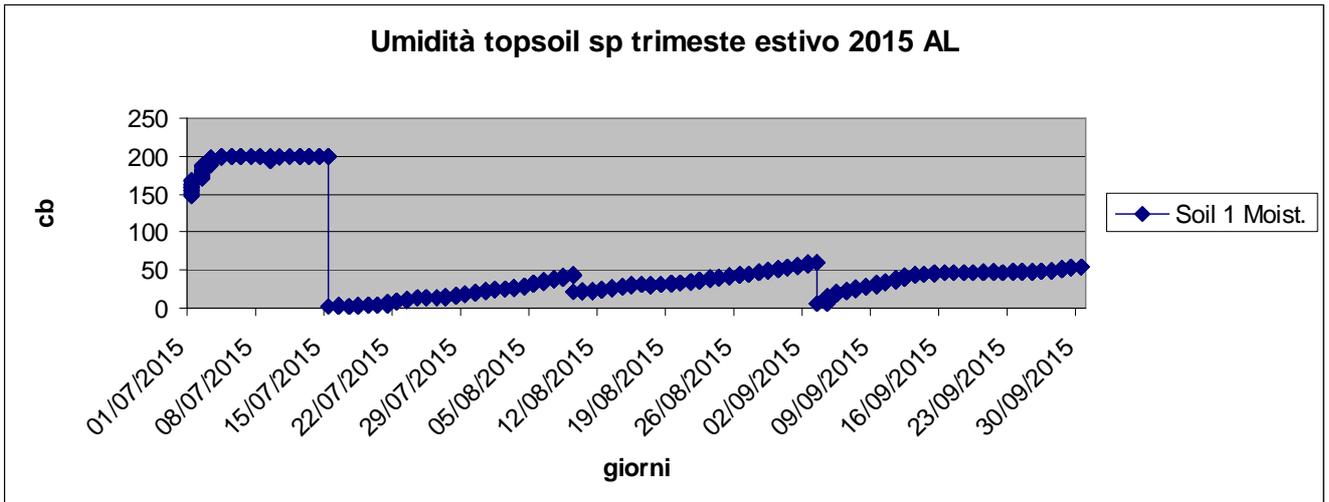
Nei due trimestri estivi 2014 e 2015 si sono verificati dei guasti (sensore guasto fuori pannello a S.Michele e arresto centralina a Ternavasso) ma è possibile notare che il trend evidenziato a Ternavasso nel 2013 continua solo per questa stazione: l'ombreggiamento dei pannelli in caso di siccità prolungata ha effetto contrario rispetto ai trend dei primi anni, in quanto impedendo all'acqua di infiltrarsi e non potendo mantenere l'umidità incamerata nei periodi piovosi, provoca un maggiore inaridimento del suolo.

Diverso andamento a S.Michele dove nel 2014 la pioggia estiva è stata elevata e il suolo in superficie è rimasto umido sia fuori pannello sia sotto pannello, a partire da fine luglio. Stesso andamento nel 2015 pur con 100 mm di pioggia estiva in meno.

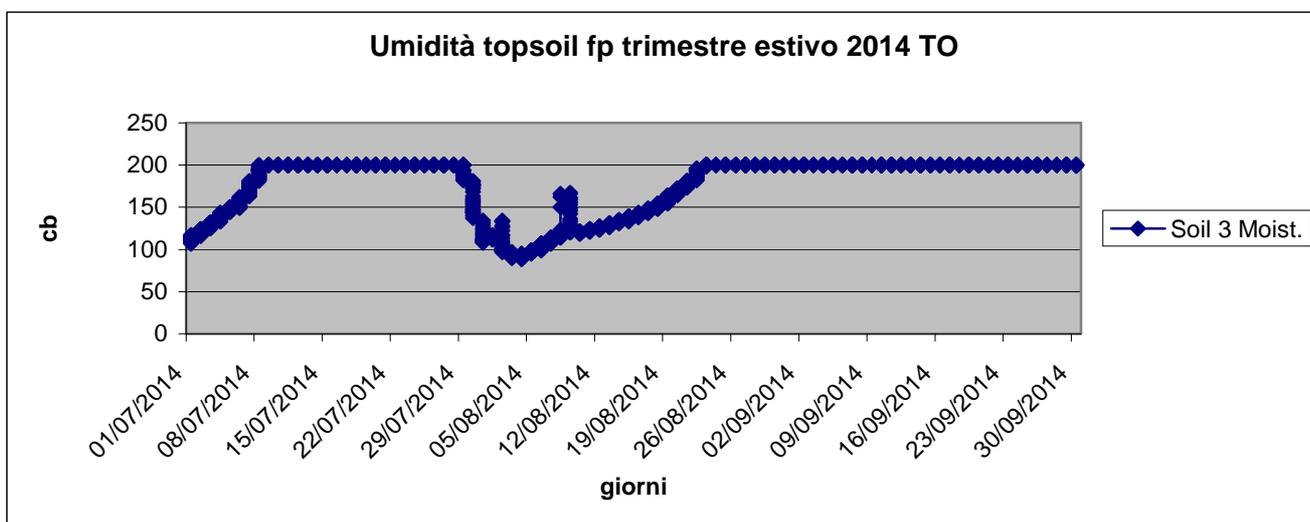
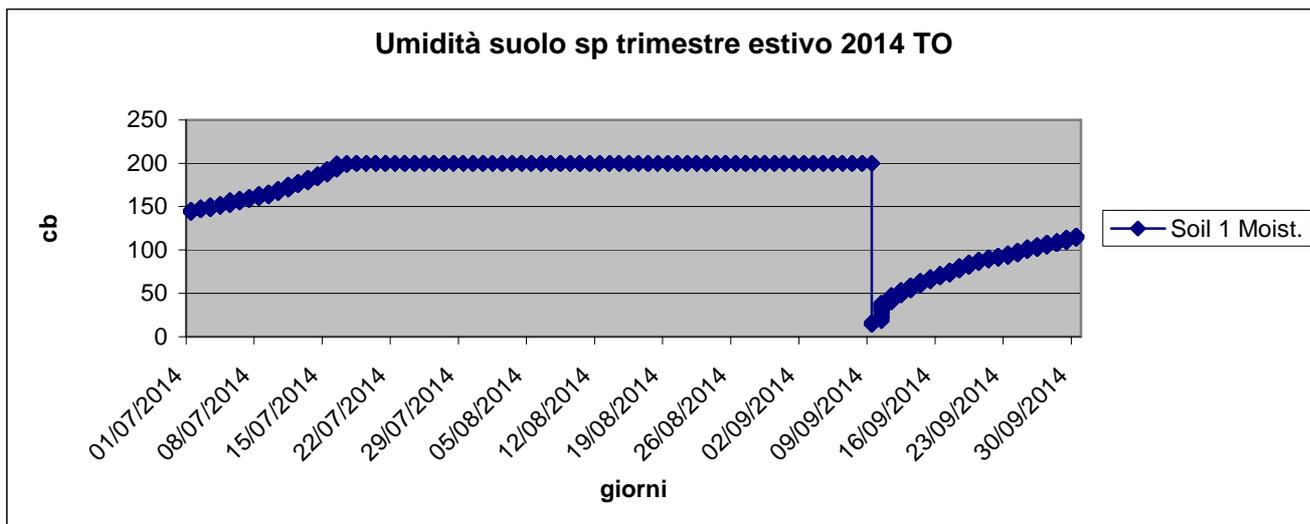
S.Michele (AL) - 2014 - trimestre estivo				
<i>Parametro</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Sum</i>
Temp	°C	33,8	8,1	
Rain	mm	26,92	0,0	282,53
Solar Rad	w/m2	831	0	
Soil Moist 1 sp	cb	170	1	
Soil Moist 2 sp	cb	200	18	
Soil Moist 3 fp	cb	200	200	
Soil Moist 4 fp	cb	200	8	
Soil Temp 1 sp	°C	21,7	16,1	
Soil Temp 2 sp	°C	25,6	16,7	
Soil Temp 3 fp	°C	24,4	16,1	
Soil Temp 4 fp	°C	22,2	17,2	

S.Michele (AL) - 2015 - trimestre estivo				
<i>Parametro</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Sum</i>
Temp	°C	37,6	5,9	
Rain	mm	21,34	0	163,73
Solar Rad	w/m2	849	0	
Soil Moist 1 sp	cb	200	2	
Soil Moist 2 sp	cb	200	10	
Soil Moist 3 fp	cb	200	200	
Soil Moist 4 fp	cb	200	9	
Soil Temp 1 sp	°C	25	14,4	
Soil Temp 2 sp	°C	31,1	16,1	
Soil Temp 3 fp	°C	26,1	14,4	
Soil Temp 4 fp	°C	25,6	16,1	





Ternavasso (TO) - 2014 - trimestre estivo				
Parametro	Unità di misura	Max	Min	Sum
Temp	°C	33,2	7,4	
Rain	mm	25,91	0	187
Solar Rad	w/m2	954	0	
Soil Moist 1 sp	cb	200	14	
Soil Moist 2 sp	cb	199	117	
Soil Moist 3 fp	cb	200	89	
Soil Moist 4 fp	cb	200	3	
Soil Temp 1 sp	°C	22,8	17,2	
Soil Temp 2 sp	°C	21,7	18,3	
Soil Temp 3 fp	°C	27,2	17,2	
Soil Temp 4 fp	°C	23,9	18,3	



## 2.1 Considerazioni sui dati meteo.

Allo stato attuale del monitoraggio non è possibile individuare un trend preciso che consenta di differenziare con chiarezza un diverso regime pedoclimatico fuori pannello e sotto pannello.

L'unico aspetto evidente è la capacità di ombreggiamento dei pannelli che in alcuni casi gioca un ruolo favorevole nel mantenere l'umidità del suolo quando questo è in condizioni al limite della saturazione, viceversa una volta persa l'umidità per effetto di alta temperatura, la copertura, soprattutto in estate impedisce all'acqua piovana derivante da fenomeni temporaleschi, di raggiungere il suolo ed infiltrarsi.

In ogni caso i dati delle centraline costituiscono un valido riferimento soprattutto nei confronti delle valutazioni derivanti dal monitoraggio della Qualità del Suolo con gli indici QBS e IBF. L'aumento della frequenza di tali campionamenti sulla base degli andamenti climatici consentirà di approfondire i ragionamenti sugli effetti al suolo del fotovoltaico a terra.

### 3. ANALISI DEL QBS E DELL'IBF.

#### 3.1 Introduzione e metodologie.

La componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi del suolo, è considerata la più vulnerabile; questa è la ragione per cui è stato proposto, oltre agli indicatori riportati in figura 1, l'uso di bioindicatori che si riferiscono ad organismi (batteri, funghi, piante e animali) particolarmente sensibili a possibili stress (Biagini et al. 2006). Questi bioindicatori sono in grado, da un lato, di fornire indicazioni complementari a quelle fornite dalle analisi chimico-fisiche, dall'altro di integrare le informazioni relative ai possibili fattori (ambientali o esogeni) che influenzano la fertilità del suolo. In letteratura esistono molti indici ecologici che vengono calcolati sulla base della struttura tassonomica della comunità biotica (vedi fig.8) ; essi hanno il vantaggio di descrivere la comunità con un numero che, pur senza riferirsi agli specifici taxa presenti, permette un facile confronto fra ambienti.

CARATTERISTICHE DEL SUOLO	METODOLOGIA
<b><u>INDICATORI FISICI</u></b>	
Tessitura del suolo	Metodo dell'idrometro
Profondità del suolo e degli apparati radicali	Estrazione e scavo del suolo
Densità apparente e infiltrazione	Determinazione di campo con l'uso di anelli di infiltrazione
Caratteristiche di ritenzione idrica	Contenuto idrico ad una tensione di 33 e 1500 kPa
Contenuto idrico	Analisi gravimetrica (perdita di peso nelle 24 ore a 105°C)
Temperatura del suolo	Termometro a mano
<b><u>INDICATORI CHIMICI</u></b>	
C e N organici totali	Combustione (metodo volumetrico)
pH	Determinazione di campo e di laboratorio con pHmetro
Conduttività elettrica	Determinazione di campo e di laboratorio con conduttimetro
N (NH <sub>4</sub> e NO <sub>3</sub> ), P e K minerali	Determinazione di campo e di laboratorio (metodo volumetrico)
<b><u>INDICATORI BIOLOGICI</u></b>	
C e N della biomassa microbica	Fumigazione/incubazione con cloroformio (metodo volumetrico)
N potenzialmente mineralizzabile	Incubazione anaerobica (metodo volumetrico)
Respirazione del suolo	Determinazione di campo per mezzo di anelli di infiltrazione coperti ed in laboratorio con la misura della biomassa
C biomassa /C organico totale	Stima della stabilità dell'ecosistema
Respirazione/biomassa	

Figura 8. Caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche proposte come indicatori base per la qualità' del suolo (SSSA) (tratto da Doran, Parkin, 1994).

### 3.1.1 Indice di Qualità Biologica del Suolo QBS.

La componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi del suolo, è considerata la più vulnerabile; questa è la ragione per cui è stato proposto, oltre agli indicatori riportati in figura 1, l'uso di bioindicatori che si riferiscono ad organismi (batteri, funghi, piante e animali) particolarmente sensibili a possibili stress (Biagini et al. 2006). Questi bioindicatori sono in grado, da un lato, di fornire indicazioni complementari a quelle fornite dalle analisi chimico-fisiche, dall'altro di integrare le informazioni relative ai possibili fattori (ambientali o esogeni) che influenzano la fertilità del suolo. In letteratura esistono molti indici ecologici che vengono calcolati sulla base della struttura tassonomica della comunità biotica; essi hanno il vantaggio di descrivere la comunità con un numero che, pur senza riferirsi agli specifici taxa presenti, permette un facile confronto fra ambienti. Tra gli indici utilizzabili ve ne sono di quelli applicabili solo ai microartropodi, come l'indice di Qualità Biologica dei Suoli (QBS, Parisi, 2001) che si riferisce solo ai raggruppamenti ecomorfologicamente omogenei presenti nella comunità. Nel calcolo dell'indice si parte dall'individuazione dei gruppi tassonomici presenti e, successivamente, si definisce, attraverso l'osservazione dei caratteri morfologici, il livello di adattamento alla vita nel suolo di ciascuno di essi. A ciascuna delle forme è attribuito un punteggio variabile tra 1 e 20. I valori più bassi sono tipici delle forme epiedafiche, che vivono in superficie, quindi con un minore adattamento, e quelli più alti di quelle euedafiche, che vivono in profondità, quindi con un maggiore adattamento. Infine, valori intermedi sono attribuiti alle forme emiedafiche, parzialmente adattate alla vita tra le particelle di suolo. Il valore finale dell'indice è la somma dei punteggi attribuiti a ciascun gruppo tassonomico individuato nella comunità. Le classi di qualità biologica sono in tutto 7 (Parisi 2001 modificata D'Avino 2002, manuale Arpa) e vanno da un minimo di 0 (ritrovamento di solo gruppi epigei e/o larve di olometaboli, ossia nessuna forma di vita veramente stanziale nel suolo) a un massimo di 7 (almeno 3 gruppi euedafici, proturi e/o coleotteri edafobi presenti, QBS >200), secondo la seguente classificazione:

<b>Giudizio</b>	<b>classe</b>
Eccellente	6_7
Buono	4_5
Discreto	3
Sufficiente	2
Insufficiente	0_1

Per il presente lavoro, facendo seguito a quanto già eseguito per l'Atlante dei Suoli del Piemonte e per altri rilevamenti pedologici delle aree collinari piemontesi, è stato utilizzato oltre al QBS, qui

sopra descritto, l'indice IBF (Indice di Fertilità Biologica) basato sugli indicatori biologici del suolo sopraelencati in fig.1, il cui metodo di determinazione è descritto dall'Atlante di Indicatori della Qualità del Suolo (MIPAF, 2003).

### 3.1.2 Applicazione dell'Indice di Fertilità Biologica (IBF).

Il metodo di determinazione è descritto dall'Atlante di indicatori della qualità del suolo (ATLAS. Ed. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e CRA – Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma – 2006).

Il metodo in oggetto prevede di analizzare i parametri caratterizzanti la biomassa nel suo complesso: contenuto in carbonio organico totale nel suolo (TOC, metodo Springer&Klee), contenuto in carbonio organico ascrivibile alla biomassa microbica (per fumigazione-estrazione), velocità di respirazione della biomassa (incubazione del suolo umido in ambiente ermetico e titolazione con NaOH della CO<sub>2</sub> emessa). Da questi tre parametri principali misurati derivano per calcolo alcuni indici: respirazione basale (CO<sub>2</sub> emessa nelle 24 ore), quoziente metabolico (respirazione in funzione della quantità di biomassa microbica), quoziente di mineralizzazione (velocità di emissione di CO<sub>2</sub> in rapporto alla quantità di carbonio organico totale).

A ciascuno dei parametri determinati analiticamente o calcolati (carbonio organico totale, carbonio microbico, respirazione basale, quoziente metabolico e quoziente di mineralizzazione) si attribuisce un punteggio in funzione del valore secondo quanto riportato nelle tabelle che seguono. Si sommano poi i punteggi per arrivare al punteggio totale, secondo il quale si determina la classe di fertilità biologica.

<b>Parametri utilizzati</b>	<b>Abbreviazione</b>	<b>Unità di misura</b>
Carbonio Organico Totale	C <sub>org</sub>	%
Respirazione basale	C <sub>bas</sub>	ppm
Carbonio microbico	C <sub>mic</sub>	ppm
Quoziente metabolico	qCO <sub>2</sub>	(10 <sup>-2</sup> ) h <sup>-1</sup>
Quoziente di mineralizzazione	qM	%

In base ai risultati analitici ottenuti si applica il metodo a punteggio indicato nell'Atlante ministeriale di cui si riportano qui sotto le tabelle, in modo da procedere ad attribuire una delle cinque classi di Fertilità di codesto Indice sintetico di fertilità biologica (IBF)" al suolo oggetto di indagine.

Parametri utilizzati	Punteggio				
	1	2	3	4	5
Carbonio Organico Totale	<1	1 – 1,5	1,5 – 2	2 – 3	>3
Respirazione basale	<5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	>20
Carbonio microbico	<100	100 – 200	200 – 300	300 – 400	>400
Quoziente metabolico	>0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	<0,1
Quoziente di mineralizzazione	<1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	>4

Classe di Fertilità	I	II	III	IV	V
		stanchezza allarme	stress preallarme	media	buona
Punteggio	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25

Abbiamo così un vasto spettro di dati di due dei principali indicatori di Qualità Biologica del Suolo da confrontare con quelli che cominciano ad essere disponibili per il monitoraggio degli impianti fotovoltaici.

### 3.1.3 Risultati.

I risultati sono riportati nelle successive tabelle 4 e 5.

anno	sito	posizione	campione	QBS-ar	classe di qualità biologica	giudizio di qualità
2011	S.Michele (AL)	fuori pannello	ALES0088	41	2	sufficiente
2015	S.Michele (AL)	fuori pannello	ALES0090	71	4	buono
2015	S.Michele (AL)	sotto pannello	ALES0091	71	4	buono
2011	Quattro Cascine (AL)	fuori pannello	ALES0089	101	6	eccellente
2016	Quattro Cascine (AL)	fuori pannello	ALES0092	70	4	buono
2016	Quattro Cascine (AL)	sotto pannello	ALES0093	31	2	sufficiente
2011	Ternavasso (TO)	fuori pannello	POIR0316	40	2	sufficiente
2016	Ternavasso (TO)	fuori pannello	POIR0324	60	4	buono
2016	Ternavasso (TO)	sotto pannello	POIR0325	26	2	sufficiente

Tabella 4: QBS

anno	sito	posizione	numero campione	V resp mg C /kg suolo / ora	C della biomassa mg/kg	TOC mg/kg	TOC %	S.O. %	respirazione basale giornaliera mg/kg C	respirazione cumulativa mg/kg C in 27 gg	quoziente metabolico mgC /gg per mgC microbico	quoziente mineralizzazione	punti sostanza organica	punti resp basale	punti resp cumulativa	punti C microbico	punti quoziente metabolico	punti quoziente mineralizz	punti totali	classe biodiversità	giudizio biodiversità
2015	S.Michele (AL)	fuori pannello	ALES0090	0,887769757	839	26.099	2,61	4,49	21	575	0,11	2,20	5	5	4	5	4	3	26	V	alta
2015	S.Michele (AL)	sotto pannello	ALES0091	0,377166832	268	19.653	1,97	3,38	9	244	0,13	1,24	5	2	2	3	4	2	18	III	media
2016	Quattro Cascine (AL)	fuori pannello	ALES0092	0,128755548	176	27.200	2,72	4,68	3	83	0,07	0,31	5	1	1	2	5	1	15	III	media
2016	Quattro Cascine (AL)	sotto pannello	ALES0093	0,046316797	373	12.944	1,29	2,23	1	30	0,01	0,23	4	1	1	4	5	1	16	III	media
2015	Ternavasso (TO)	fuori pannello	POIR0324	0,491030676	801	13.997	1,40	2,41	12	318	0,06	2,27	4	3	3	5	5	3	23	IV	buona
2015	Ternavasso (TO)	sotto pannello	POIR0325	0,287801053	762	15.813	1,58	2,72	7	186	0,04	1,18	4	2	2	5	5	2	20	IV	buona

Tabella 5: IBF

Dai risultati delle analisi della fertilità biologica e della qualità biologica dei suoli si possono rilevare alcune differenze fra i campioni prelevati nel 2011 e quelli del 2015 e, nell'ambito di questi ultimi, fra i suoli campionati fuori e sotto pannello. In particolare si evidenzia quanto segue.

- Sito di San Michele (AL): dal 2011 ad oggi il QBS risulta migliore sia sotto che fuori pannello (da sufficiente a buono). La fertilità biologica non era stata indagata nel 2011; nel 2015 si rilevano fuori pannello, rispetto a sotto il pannello, più elevato tasso di sostanza organica totale, di carbonio microbico e di attività microbica. Evidentemente sotto il pannello il suolo era stato perturbato e quindi il ristabilirsi dell'equilibrio microbiologico potrebbe essere più lento, mentre i macroinvertebrati hanno maggiore facilità a ristabilirsi dopo la perturbazione.
- Sito di Quattro Cascine (AL): nel 2011 il campione per la determinazione del QBS era stato prelevato al di fuori dell'appezzamento interessato dall'impianto fotovoltaico. Sotto il pannello nel 2015 la qualità biologica risulta sufficiente mentre al di fuori è buona. Tuttavia fra i due campioni sussiste una differenza, sostanziale per il salto di classe, ma minima nel concreto (presenza di un taxon euedafico in più, ma che non può essere valutata in modo significativo in assenza di un numero elevato di replicazioni). Sotto il pannello il tasso di sostanza organica è minore rispetto al di fuori, ma la biomassa è scarsa in entrambi i casi e la microflora pare lavorare meglio al di fuori del pannello.
- Sito di Ternavasso (TO): rispetto al 2011 la qualità biologica, allora sufficiente, nel 2015 continua a risultare sufficiente sotto il pannello, mentre pare migliore nel campione prelevato al di fuori del pannello. Tasso di sostanza organica, presenza di flora microbica e relativa attività sono medio-elevate e sembrano molto simili nei due casi.

In estrema sintesi, riferendosi alla totalità dei siti investigati, si può individuare un *trend* comune che evidenzia come i suoli sotto pannello “faticino” maggiormente a ristabilire le loro condizioni di fertilità biologica e di biodiversità iniziali dopo le pedoturbazioni determinate dalla messa in opera degli impianti fotovoltaici.

Dal momento che questi indici sono, però, strettamente correlati alle condizioni di umidità e di temperatura dei suoli e che esse variano in modo sostanziale fuori e sotto pannello nel corso delle stagioni, si è deciso, per il successivo periodo di monitoraggio, di aumentare la frequenza dei campionamenti sia per l'IBF che per il QBS, in modo da poter confrontare i dati nello stesso ciclo annuale, in condizioni termo-igrometriche molto diverse. Sappiamo, infatti, dai dati delle centraline

che vi sono significative differenze fra i suoli sotto-pannello e quelli fuori-pannello a seconda del tipo di andamento climatico e che ciò fa variare significativamente le condizioni pedoclimatiche.

Pertanto per il prosieguo del monitoraggio si è deciso di prelevare il QBS nei quattro periodi dell'anno corrispondenti ai massimi e minimi di umidità del suolo e di temperatura, e cioè in corrispondenza ai picchi stagionali di piovosità (autunno e primavera) e di temperature massima e minima (estate e inverno).

L'IBF invece verrà campionato due volte: al massimo di temperatura estiva e al minimo di temperatura invernale.

#### **4. ATTIVITA' DI ASSISTENZA TECNICA**

Come di consueto, nell'ambito di questo progetto di monitoraggio, IPLA fornisce anche il supporto tecnico all'Assessorato Agricoltura di Regione Piemonte per la formulazione di pareri ed approfondimenti sulla Capacità d'Uso dei suoli, che è stata adottata con DGR 4/5/2009 n. 32-11356. Tale supporto, in particolare, viene attivato a fronte di progetti di opere ed infrastrutture che comportano impermeabilizzazione/consumo dei suoli, così come, nel recente passato, nella scelta dei siti in cui prevedere l'installazione di impianti fotovoltaici in pieno campo, come previsto dalla DGR 8 febbraio 2010, n. 88-13271.

L'attività di Ipla si esplica nella formulazione di pareri sulle relazioni pedologiche prodotte dai soggetti proponenti il progetto, secondo la metodologia approvata con DGR 8 febbraio 2010, n. 88-13271. La valutazione viene effettuata sulla base dei dati e delle informazioni contenute nel Sistema Informativo Pedologico dell'Ipla.

Durante quest'anno è stato formulato un solo parere, relativo ad una richiesta di riclassificazione della capacità d'uso di appezzamento sito in comune di Caraglio (CN), al fine di nuova edificazione non finalizzata ad attività agricola. Tale parere è stato formulato sulla base dei dati contenuti nel Sistema Informativo Pedologico I.P.L.A.

Nell'ambito di tale attività si è inoltre proceduto alla verifica della documentazione pervenuta all'Assessorato Agricoltura, relativa alle periodiche analisi dei suoli, previste nel protocollo di monitoraggio aziendale, riguardante i campi fotovoltaici in essere.

## Bibliografia

- ANGELINI et al., 2002. Tecniche di biomonitoraggio della qualità del suolo. ARPA Piemonte.
- ALTIERI M.A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19–31
- ARPA 2002. Tecniche di biomonitoraggio della qualità del suolo. ISBN 88-7479-003-1
- BATEY T., 2009. Soil compaction and soil management – a review. *Soil Use and Management*, 25, 335-345
- D'AVINO L., 2002. Esposizione della qualità biologica del suolo (QBSar) e proposta della standardizzazione delle procedure - Depositato presso il Museo di Storia Naturale, Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Università degli Studi di Parma. Parma.
- I.P.L.A., REGIONE PIEMONTE., 2010. La Carta della capacità d'uso dei suoli del Piemonte a scala 1:250.000 con Note illustrative. Selca, Firenze.
- I.P.L.A., REGIONE PIEMONTE., 2010. Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra. D.D. 27 settembre 2010, n. 1035. Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 45 del 11/11/2010
- I.P.L.A., REGIONE PIEMONTE., 2009. Atlante dei suoli del Piemonte. Quattro Serie di Atlanti e Note illustrative. Servizi Grafici, Bricherasio (TO).
- I.P.L.A., REGIONE PIEMONTE, 2007. La Carta dei suoli del Piemonte a scala 1:250.000 con Note illustrative e cd. Selca, Firenze.
- I.P.L.A., REGIONE PIEMONTE, 2010. Capacità d'uso dei Suoli. Manuale di campagna per il rilevamento e la descrizione dei suoli .Documento di supporto.
- MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, 2000. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, Metodi di analisi chimica del suolo, FrancoAngeli,
- MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, 2003. Osservatorio Nazionale Pedologico, Atlante di Indicatori della Qualità del Suolo, CRA, Roma,.
- MINISTERO DELLE RISORSE AGRICOLE, ALIMENTARI E FORESTALI, 1994. Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma.
- MOONEN A.C., BARBERI P., 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127, 7-21
- MUNSELL, 1982. Soil Color Chart. Macbeth, New York.
- SOIL SURVEY STAFF , 2014. Keys to Soil Taxonomy, Twelfth edition. USDA - Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- SOIL SURVEY STAFF, 1993. Soil Survey Manual.

## **ALLEGATI CARTACEI.**

- **Schede descrittive dei profili pedologici rilevati con analisi chimico-fisiche.**

## PROFILO PEDOLOGICO ALES0090

Localizzazione SAN MICHELE ALESSANDRIA (AL)

Data descrizione 12-11-2015



### CARATTERI STAZIONALI

**Pendenza:** 1°

**Parent material:** Fluviale, Alluvionale

**Litologia:** Limi (0.05-0.002 mm); Argille (< 0.002 mm)

**Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo:** pianura lievemente ondulata

**Morfologia della stazione del profilo:**

**Uso del suolo:** Altre utilizzazioni

**Rocciosità % :** 0

### CARATTERI DEL SUOLO

**Regime di umidità:** Mesico

**Regime di temperatura:** Ustico

**Classificazione Soil Taxonomy:** Vertic Haplustept fine-silty, mixed, nonacid, mesic

**Legenda Carta dei Suoli:** Inceptisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi

## Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap1: 0 - 20 cm; umido; colore bruno olivastro (2,5Y 4/3); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare fine di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 15/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 90%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti, pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte Ap2: 20 - 40 cm; umido; colore bruno grigiastro (2,5Y 5/2); colore subordinato bruno olivastro (2,5Y 4/3); tipo colore ossidato; screziature 2 %, con dimensioni medie di 2 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno giallastro (10YR 5/4); tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare media di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 10/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 80%; resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti, pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro ed ondulato."



"Orizzonte Bss1: 40 - 70 cm; umido; colore bruno grigiastro (2,5Y 5/2); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media di grado forte; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 8/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 70%; molto resistente; cementazione molto debole; molto adesivo; molto plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti, presenti; pellicole orientate per pressione e scorrimento (slickensides) 4 % sulle facce degli aggregati; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte Bss2: 70 - 105 cm; umido; colore bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/3); colore delle facce bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media di grado forte; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 4/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 70%; molto resistente; cementazione molto debole; molto adesivo; molto plastico; suolo non calcareo; concentrazioni assenti, presenti; pellicole orientate per pressione e scorrimento (slickensides) 3% sulle facce degli aggregati; limite inferiore sconosciuto."

**Analisi chimico-fisiche del pedon rappresentativo**

	<b>Ap1</b>	<b>Ap2</b>	<b>Bss1</b>	<b>Bss2</b>
Limite superiore	0	25	50	80
Limite inferiore	15	35	65	90
pH in H2O	7,4	7,6	7,8	7,8
Sabbia grossolana %	4,9	5,9	3,5	1,1
Sabbia fine %	1,8	11,7	7,7	8,2
Sabbia molto fine %	11	n.d.	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	12	10,9	6,4	1,1
Limo fine %	42,8	43,6	41,7	43,7
Argilla %	27,5	27,9	40,7	45,9
CaCO3 %	0,0	0,0	0,0	0,0
C organico %	2,41	1,66	0,76	0,61
N %	0,5	0,5	n.d.	n.d.
C/N	5	4	n.d.	n.d.
Sostanza organica %	4,14	2,9	1,3	1,1
C.S.C. meq/100g	23,4	24,8	n.d.	n.d.
Ca meq/100g	18,2	22,3	n.d.	n.d.
Mg meq/100g	2,4	2,3	n.d.	n.d.
K meq/100g	0,1	0,2	n.d.	n.d.
Na meq/100g	0	0	n.d.	n.d.
Fosforo assimilabile	37,5	35,9	n.d.	n.d.
Saturazione basica %	89	100	n.d.	n.d.

## PROFILO PEDOLOGICO ALES0091

Localizzazione SAN MICHELE ALESSANDRIA (AL)

Data descrizione 12-11-2015



### CARATTERI STAZIONALI

**Pendenza:** 1°

**Parent material:** Fluviale, Alluvionale

**Litologia:** Limi (0.05-0.002 mm); Argille (< 0.002 mm)

**Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo:** pianura lievemente ondulata

**Morfologia della stazione del profilo:**

**Uso del suolo:** Altre utilizzazioni

**Rocciosità % :** 0

### CARATTERI DEL SUOLO

**Regime di umidità:** Mesico

**Regime di temperatura:** Ustico

**Classificazione Soil Taxonomy:** Vertic Haplustept fine-silty, mixed, nonacid, mesic

**Legenda Carta dei Suoli:** Inceptisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi

## Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap1: 0 - 20 cm; umido; colore bruno olivastro (2,5Y 4/3); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare fine di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 25/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 90%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti, pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte Ap2: 20 - 40 cm; umido; colore bruno olivastro (2,5Y 4/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare fine di grado moderato; macropori comuni, con dimensioni medie 1-5 mm; radici 15/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 80%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti, pellicole principali assenti; limite inferiore abrupto e lineare."



"Orizzonte AB: 40 - 80 cm; umido; colore bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2); colore subordinato grigio olivastro (5Y 4/2); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media di grado moderato; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 10/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 70%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti, pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro e lineare."

"Orizzonte Bss: 80 - 100 cm; umido; colore bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/3); colore subordinato bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/4); colore delle facce bruno olivastro (2,5Y 4/3); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media di grado forte; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 3/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in piani verticali; radicabilita' 70%; resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; molto plastico; suolo non calcareo concentrazioni assenti, presenti; pellicole orientate per pressione e scorrimento (slickensides) 3% sulle facce degli aggregati; limite inferiore sconosciuto."

**Analisi chimico-fisiche del pedon rappresentativo**

	<b>Ap1</b>	<b>Ap2</b>	<b>AB</b>	<b>Bss</b>
Limite superiore	0	20	50	80
Limite inferiore	20	40	70	100
pH in H2O	7,2	6,7	6,3	7,2
Sabbia grossolana %	6,8	7,2	4,5	0,9
Sabbia fine %	3	11,8	7,4	7,4
Sabbia molto fine %	8	n.d.	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	13,3	14,7	5,5	2
Limo fine %	42,4	42,5	40,5	44,6
Argilla %	26,5	23,8	42,1	45,1
CaCO3 %	0,0	0,0	0,0	0,0
C organico %	2,13	1,41	0,63	0,28
N %	0,3	0,2	n.d.	n.d.
C/N	8	7	n.d.	n.d.
Sostanza organica %	3,7	2,4	1,1	0,5
C.S.C. meq/100g	25,1	20,9	n.d.	n.d.
Ca meq/100g	22,8	17,5	n.d.	n.d.
Mg meq/100g	2,2	2,4	n.d.	n.d.
K meq/100g	0,2	0,1	n.d.	n.d.
Na meq/100g	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fosforo assimilabile	59,1	44,9	n.d.	n.d.
Saturazione basica %	100	95	n.d.	n.d.

## PROFILO PEDOLOGICO POIR0324

Localizzazione TERNAVASSO POIRINO (TO)

Data descrizione 12-11-2015



### CARATTERI STAZIONALI

**Pendenza:** 0°

**Parent material:** Fluviale, Alluvionale

**Litologia:** Limi (0.05-0.002 mm); Argille (< 0.002 mm)

**Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo:** terrazzo con incisioni

**Morfologia della stazione del profilo:**

**Uso del suolo:** Altre utilizzazioni

**Rocciosità % :** 0

**Pietrosità % :** 0

### CARATTERI DEL SUOLO

**Regime di umidità:** Ustico

**Regime di temperatura:** Mesico

**Classificazione Soil Taxonomy:** Typic Haplustalf, fine-silty, mixed, nonacid, mesic

**Legenda Carta dei Suoli:** Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi

## Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap: 0 - 20 cm; umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare fine di grado debole; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici assenti; radicabilita' 90%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro e lineare."

"Orizzonte AB: 20 - 45 cm; umido; colore bruno giallastro (10YR 5/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura prismatica colonnare media di grado debole; macropori comuni, con dimensioni medie 1-5 mm; radicabilita' 70%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte Btc: 45 - 65 cm; umido; colore bruno (10YR 5/3); tipo colore variegato; screziature 35 %, con dimensioni medie di 9 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno intenso (7,5YR 5/6), secondarie di colore bruno (7,5YR 4/4); tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare media di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radicabilita' 30%; resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali di Ferro manganese 10 %, con dimensioni medie di 1 mm, presentinella matrice, concentrazioni secondarie di Ferro 2 %, con dimensioni medie di 1 mm, presenti sulle facce degli aggregati; pellicole di argilla 2 %; presenti sulle facce degli aggregati; limite inferiore chiaro ed irregolare."

"Orizzonte Btx: 65 - 80 cm; umido; colore bruno intenso (7,5YR 5/6); tipo colore variegato; screziature 15 %, con dimensioni medie di 7 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno (10YR 5/3), secondarie di colore bruno (7,5YR 4/4); tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare media di grado forte; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radicabilita' 20%; resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni assenti, pellicole di argilla 2%, presenti sulle facce degli aggregati; limite inferiore sconosciuto."



**Analisi chimico-fisiche del pedon rappresentativo**

	<b>Ap</b>	<b>AB</b>	<b>Btc</b>	<b>Btx</b>
Limite superiore	5	30	50	65
Limite inferiore	15	40	60	75
pH in H <sub>2</sub> O	6,3	6,5	6,9	6,8
Sabbia grossolana %	5,4	4,4	16,9	4,7
Sabbia fine %	2,4	22,2	17,2	19,6
Sabbia molto fine %	22,4	n.d.	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	26,9	27,2	19,4	19
Limo fine %	23,5	23,5	16,8	16,5
Argilla %	19,4	22,7	29,7	40,2
CaCO <sub>3</sub> %	0,0	0,0	0,0	0,0
C organico %	0,92	0,83	0,07	0,08
N %	0,1	0,1	n.d.	n.d.
C/N	7	7	n.d.	n.d.
Sostanza organica %	1,6	1,4	0,1	0,1
C.S.C. meq/100g	16	16,2	n.d.	n.d.
Ca meq/100g	7,7	7,8	n.d.	n.d.
Mg meq/100g	2,5	3,3	n.d.	n.d.
K meq/100g	0	0	n.d.	n.d.
Na meq/100g	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fosforo assimilabile	4,4	2,5	n.d.	n.d.
Saturazione basica %	64	68	n.d.	n.d.

## PROFILO PEDOLOGICO POIR0325

Localizzazione TERNAVASSO POIRINO (TO)

Data descrizione 12-11-2015



### CARATTERI STAZIONALI

**Pendenza:** 0°

**Parent material:** Fluviale, Alluvionale

**Litologia:** Limi (0.05-0.002 mm); Argille (< 0.002 mm)

**Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo:** terrazzo con incisioni

**Morfologia della stazione del profilo:**

**Uso del suolo:** Altre utilizzazioni

**Rocciosità % :** 0

**Pietrosità % :** 0

### CARATTERI DEL SUOLO

**Regime di umidità:** Ustico

**Regime di temperatura:** Mesico

**Classificazione Soil Taxonomy:** Typic Haplustalf, fine-silty, mixed, nonacid, mesic

**Legenda Carta dei Suoli:** Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi

## Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap: 0 - 30 cm; umido; colore dominante bruno giallastro (10YR 5/4) e colore secondario giallastro scuro (10YR 4/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare fine di grado debole; macropori comuni, con dimensioni medie 1-5 mm; radici assenti; radicabilita' 90%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro e ondulato."

"Orizzonte E/B: 30 - 60 cm; umido; colore bruno (7,5YR 5/4); tipo colore variegato; screziature 25 %, con dimensioni medie di 7 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno pallido (10YR 6/3), secondarie di colore rosso giallastro (5YR 5/6); tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura prismatica colonnare media di grado moderato; macropori comuni, con dimensioni medie 1-5 mm; radicabilita' 70%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo; masse di Ferro Manganese 2 %, con dimensioni medie di 2 mm; presenti nella matrice; limite inferiore abrupto ed ondulato."



"Orizzonte Btx: 60 - 90 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); colore delle facce bruno intenso (7,5YR 4/6); tipo colore variegato; screziature 15 %, con dimensioni medie di 6 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno intenso (7,5YR 5/6); tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media di grado forte; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radicabilita' 50%; resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; masse di ferro manganese 4 %, con dimensioni medie di 4 mm, presenti nella matrice; noduli di ferro manganese , 3%, con dimensioni medie di 5 mm, presenti nella matrice; pellicole di argilla 30% presenti sulle facce degli aggregati; limite inferiore sconosciuto."

**Analisi chimico-fisiche del pedon rappresentativo**

	<b>Ap</b>	<b>EB</b>	<b>Btx</b>
Limite superiore	5	40	65
Limite inferiore	15	50	85
pH in H <sub>2</sub> O	6,1	6,8	6,7
Sabbia grossolana %	4,9	3,8	2,8
Sabbia fine %	2,2	19,5	16,7
Sabbia molto fine %	17,1	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	31,9	28,6	19,3
Limo fine %	23,3	23,2	17
Argilla %	20,6	24,9	44,2
CaCO <sub>3</sub> %	0,0	0,0	0,0
C organico %	0,82	0,08	0,07
N %	0,1	0,1	n.d.
C/N	8	1	n.d.
Sostanza organica %	1,4	0,1	0,1
C.S.C. meq/100g	15,2	16	n.d.
Ca meq/100g	8,3	7,9	n.d.
Mg meq/100g	2,7	3,8	n.d.
K meq/100g	0	0	n.d.
Na meq/100g	n.d.	n.d.	n.d.
Fosforo assimilabile	9,8	2,7	n.d.
Saturazione basica %	73	73	n.d.

## PROFILO PEDOLOGICO ALES0092

Localizzazione QUATTRO CASCINE - BOSCO MARENCO (AL)

Data descrizione 15-03-2016



### CARATTERI STAZIONALI

**Pendenza:** 0°

**Parent material:** Fluviale, Alluvionale

**Litologia:** Ghiaie (75-20 mm); Sabbie (2-0.05 mm)

**Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo:** pianura uniforme

**Morfologia della stazione del profilo:**

**Uso del suolo:** Altre utilizzazioni

**Rocciosità % :** 0

### CARATTERI DEL SUOLO

**Regime di umidità:** Xerico

**Regime di temperatura:** Mesico

**Classificazione Soil Taxonomy:** Typic Haploxeralf, fine-loamy over loamy-skeletal, calcareous, mesic

**Legenda Carta dei Suoli:** Alfisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)

## Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap1: 0 - 15 cm; umido; colore bruno scuro (7,5YR 3/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro assente; struttura granulare fine di grado debole; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 20/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 3 mm, orientate in piani orizzontali; radicabilita' 90%; resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo scarsamente calcareo; concentrazioni assenti; pellicole assenti; limite inferiore chiaro ed lineare."

"Orizzonte Ap2: 15 - 40 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); colore subordinato bruno scuro (7,5YR 3/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare grossolana di grado debole; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 8/dmq, con dimensioni medie di 2 mm e dimensioni massime di 3 mm, orientate in piani orizzontali; radicabilita' 80%; resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo molto scarsamente calcareo; concentrazioni assenti; pellicole assenti; limite inferiore graduale ed ondulato."

"Orizzonte Bw: 40 - 60 cm; umido; colore bruno scuro (7,5YR 3/3); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro 5 %, di forma irregolare, con diametro medio di 20 mm e diametro massimo di 50 mm, alterato; struttura poliedrica subangolare molto grossolana di grado debole; macropori comuni, con dimensioni medie 1-5 mm; radici 6/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientate in tutte le direzioni; radicabilita' 70%; molto resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo molto scarsamente calcareo; concentrazioni assenti; presenti sulle facce degli aggregati; pellicole di argilla 2 % nella matrice; presenti; limite inferiore abrupto ed ondulato."

"Orizzonte Bt: 60 - 80 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); colore subordinato bruno intenso (7,5YR 5/6); colore delle facce bruno intenso (7,5YR 5/8); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro 50 %, di forma irregolare, con diametro medio di 30 mm e diametro massimo di 70 mm, alterato; struttura poliedrica angolare media di grado moderato; macropori comuni, con dimensioni medie 1-5 mm; radici 2/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientate in tutte le direzioni; radicabilita' 40%; resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo con presenza di scheletro calcareo; concentrazioni assenti; presenti sulle facce degli aggregati; pellicole di argilla 15 % sulla facce degli aggregati; limite inferiore abrupto ed ondulato."

"Orizzonte C: 80 - 90 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); colore subordinato bruno intenso (7,5YR 4/6); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro 75 %, di forma irregolare, con diametro medio di 30 mm e diametro massimo di 70 mm, alterato; struttura incoerente; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici assenti; radicabilita' 20%; debolmente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo con presenza di scheletro calcareo; concentrazioni assenti; pellicole assenti; limite inferiore sconosciuto."



**Analisi chimico-fisiche del pedon rappresentativo**

	<b>Ap1</b>	<b>Bw</b>
Limite superiore	0	40
Limite inferiore	15	60
pH in H <sub>2</sub> O	6,9	6,4
Sabbia grossolana %	34,7	10,8
Sabbia fine %	13,2	18,7
Sabbia molto fine %	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	13,5	11,1
Limo fine %	27,2	41
Argilla %	11,4	18,4
CaCO <sub>3</sub> %	0,0	0,0
C organico %	3,29	n.d.
N %	n.d.	n.d.
C/N	n.d.	n.d.
Sostanza organica %	5,7	n.d.
C.S.C. meq/100g	7,8	12,5
Ca meq/100g	5	4,5
Mg meq/100g	0,1	0,2
K meq/100g	0,2	0,5
Na meq/100g	n.d.	n.d.
Fosforo assimilabile	n.d.	n.d.
Saturazione basica %	69	42

## PROFILO PEDOLOGICO ALES0093

Localizzazione QUATTRO CASCINE - BOSCO MARENCO (AL)

Data descrizione 15-03-2016



### CARATTERI STAZIONALI

**Pendenza:** 0°

**Parent material:** Fluviale, Alluvionale

**Litologia:** Ghiaie (75-20 mm); Sabbie (2-0.05 mm)

**Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo:** pianura uniforme

**Morfologia della stazione del profilo:**

**Uso del suolo:** Altre utilizzazioni

**Rocciosità % :** 0

**Pietrosità %** 35

### CARATTERI DEL SUOLO

**Regime di umidità:** Xerico

**Regime di temperatura:** Mesico

**Classificazione Soil Taxonomy:** Typic Haploxeralf, fine-loamy over loamy-skeletal, calcareous, mesic

**Legenda Carta dei Suoli:** Alfisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)

## Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap: 0 - 40 cm; umido; colore bruno scuro (7,5YR 4/6); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare fine di grado debole; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 5/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 3 mm, orientate in obliquo; radicabilita' 85%; debolmente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo molto scarsamente calcareo con scheletro scarsamente calcareo; concentrazioni assenti; pellicole assenti; limite inferiore chiaro e ondulato."

"Orizzonte Bt: 40 - 70 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro 25 %, di forma irregolare, con diametro medio di 20 mm e diametro massimo di 40 mm, alterato; struttura poliedrica angolare media di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 3/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in tutte le direzioni; radicabilita' 65%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo con presenza di scheletro debolmente calcareo; concentrazioni assenti; pellicole di argilla presenti sulle facce degli aggregati; 20 % sulle facce degli aggregati; limite inferiore chiaro ed ondulato."



"Orizzonte BtC: 70 - 95 cm; umido; colore bruno intenso (7,5YR 4/6); colore subordinato bruno rossastro (5YR 4/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco sabbiosa; scheletro 60 %, di forma irregolare, con diametro medio di 30 mm e diametro massimo di 60 mm, alterato; struttura poliedrica angolare grossolana di grado moderato; macropori comuni, con dimensioni medie 1-5 mm; radici assenti; radicabilita' 40%; debolmente resistente; cementazione molto debole; non adesivo; non plastico; suolo non calcareo con presenza di scheletro debolmente calcareo; concentrazioni assenti; pellicole di argilla presenti 10 % intorno allo scheletro; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte C: 95 - 155 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco sabbiosa; scheletro 70 %, di forma irregolare, con diametro medio di 40 mm e diametro massimo di 50 mm, fortemente alterato; struttura incoerente; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici assenti; radicabilita' 20%; resistenza incoerente; cementazione molto debole; non adesivo; non plastico; suolo non calcareo con presenza di scheletro debolmente calcareo; concentrazioni assenti, pellicole assenti; limite inferiore sconosciuto."

**Analisi chimico-fisiche del pedon rappresentativo**

	<b>Ap</b>	<b>Bt</b>
Limite superiore	20	50
Limite inferiore	30	60
pH in H <sub>2</sub> O	6,2	6,4
Sabbia grossolana %	11,2	13,8
Sabbia fine %	15,4	13,4
Sabbia molto fine %	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	16,1	19
Limo fine %	41,2	29,4
Argilla %	16,1	24,4
CaCO <sub>3</sub> %	0,0	0,0
C organico %	1,53	n.d.
N %	n.d.	n.d.
C/N	n.d.	n.d.
Sostanza organica %	2,6	n.d.
C.S.C. meq/100g	9,8	9,9
Ca meq/100g	4,5	4,4
Mg meq/100g	0,2	1,1
K meq/100g	0,1	0,1
Na meq/100g	n.d.	n.d.
Fosforo assimilabile	n.d.	n.d.
Saturazione basica %	48	56