



NOME PROGETTO:

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"

RICHIEDENTE:

VESPERA DEVELOPMENT 05 SRL

società di



Sede legale: Via Diaz, 74/A
74023 Grottaglie (TA)
P.IVA: 03328830736
pec: vesperadevelopment05@legalmail.it

TITOLO ELABORATO:

2.5-PDRT Relazione geologica, geotecnica,
idrogeologica

SCALA:

-



PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO

Arato Srl
Dott. Ing. Giada Stella Maria Bolignano
Ordine degli Ingegneri,
Prov. di Reggio Calabria, n. A 2508
Via Diaz, 74 - 74023 Grottaglie (TA)
info@aratosrl.com

GEOLOGIA: DOTT. GEOL. ALESSANDRO MASCITTI
Via Turati, n° 2
63074 San Benedetto del Tronto (BR)
P.IVA 01833640442
alessandromascitti@gmail.com

Il tecnico:

Dott. Geol. Alessandro Mascitti
Iscritto col numero 717 all'Ordine dei Geologi delle
Marche

N. REV.	DATA	REVISIONE	ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
0	09-2024	Prima emissione	Mascitti	Ing. Bolignano	Ing. Bolignano



SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE.....	3
3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA	8
3.1 Inquadramento geografico.....	8
3.2 Inquadramento geologico-geomorfologico	10
3.3 Stratigrafia, Assetto stratigrafico-strutturale ed il Substrato del Supersistema Emiliano-Romagnolo.....	17
3.4 Sistemi deposizionali e litofacies	23
4. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA del SOTTOSUOLO.....	63
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA e SISMICA DEL SOTTOSUOLO.....	75
5.1 Analisi statistica – valori caratteristici.....	75
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	77
7. ANALISI SISMOGENETICA.....	80
7.1 Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2015 - DBMI15).....	80
8. ANALISI DI LIQUEFAZIONE	90
8.1 Generale	90
8.2 Valutazione del potenziale o probabilità di liquefazione	90
8.3 NTC 2018.....	90
9. CONCLUSIONI.....	95

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Carta dell'età dei depositi costieri.....	9
Figura 2 – Evoluzione della linea di riva padano-adriatica nel periodo compreso tra l'acme glaciale würmiano e la trasgressione olocenica (18000-5000) e confronto con l'attuale linea di riva.....	11
Figura 3 – Distribuzione dei cordoni litorali e degli apparati deltizi nella piana costiera romagnola tra Ravenna ed il delta del Po....	14
Figura 4 – Evoluzione idrografica del basso corso del fiume Po riferita agli ultimi tremila anni (modificato da Reggiani, 1974)	15
Figura 5 – Distribuzione areale dei depositi argillosi di prodelta (impermeabili) sovrapposti ad alternanze argilloso-sabbiose di fronte deltizia.....	16
Figura 6 – Schema cronostratigrafico del sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) riferito alla ricostruzioni geologico-stratigrafiche nel sottosuolo dei fogli 204 e 205.....	18
Figura 7 – Fogli CARG 186,187, 204, 205 con area in studio in evidenza	19
Figura 8 – Localizzazione delle 1259 prove geognostiche pregresse, acquisite in banca dati per la realizzazione	32

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Area impianto.....	2
-------------------------------	---

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
Proponente: Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl



1. PREMESSA

La società Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl intende realizzare nel Comune di Copparo (FE) un impianto agrovoltico avanzato - denominato Copparo - avente potenza installata pari a 21864,96 KWp e potenza in immissione pari a 17600,00 kW.

La soluzione di connessione – codice pratica 202301606 - prevede che l'impianto venga connesso in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ravenna Canale – Porto Tolle" e alle linee RTN 132 kV afferenti alla Cabina Primaria Codigoro ricollegata in doppia antenna alla suddetta Stazione Elettrica.

Il presente documento PRELIMINARE relativo agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici ed eventuali fenomeni di liquefazione di sito potenziali è stato redatto relativamente alla *Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"*.

Il Produttore e Soggetto Responsabile è la Società Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl, la quale dispone dell'autorizzazione all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto. La denominazione dell'impianto, prevista nell'iter autorizzativo, è **"COPPARO"**.

L'area destinata all'installazione dell'impianto è censita presso il NCT di Ferrara. Per le particelle interessate dall'installazione dell'impianto sono stati siglati dei contratti preliminare di diritto di superficie tra il proponente l'iniziativa ed i singoli proprietari fatta eccezione per le aree di proprietà del sig. Pocaterra Daniele con il quale è stato sottoscritto un contratto preliminare di compravendita. Nel seguito si riporta l'elenco delle particelle su cui insiste l'impianto:

Tabella 1: Area impianto

Area impianto Copparo									
Comune	Fg.	Part.Illa	Qualità	Classe	ha	are	ca	Red. Dominicale	Red. Agrario
Copparo (FE)	7	35	Seminativo	3	18	73	31	1.040,77	967,48
Copparo (FE)	7	21	Seminativo	3	18	59	20	1.032,93	960,20
Copparo (FE)	7	6	Seminativo irriguo	U	18	371	20	2.679,51	1.328,37
Copparo (FE)	7	16	Seminativo irriguo	U	0	67	20	78,92	48,59
Copparo (FE)	7	20	Seminativo	3	4	00	89	222,73	207,04
Copparo (FE)	7	28	Seminativo irriguo	U	0	01	50	2,19	1,08
Copparo (FE)	7	29	Seminativo irriguo	U	2	17	8	7,90	3,92
			Seminativo	3	0	02	28	1,27	1,18
Copparo (FE)	6	33	Seminativo irriguo	U	0	01	60	2,33	1,16
Copparo (FE)	26	8	Seminativo	2	2	53	10	205,94	137,25
Copparo (FE)	26	50	Seminativo	3	3	08	46	168,19	159,31
Copparo (FE)	26	137	Seminativo	3	0	19	75	10,77	10,20

Progettazione:
 Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:
 RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

L'elaborato fa riferimento a dati di bibliografia e a studi per interventi che hanno interessato la medesima area e/o zone limitrofe a quella di intervento ed inoltre si sono consultate indagini geognostiche ed elaborati tematici riportati nei vari studi geologici a supporto dello strumento urbanistico e del database regionale MOKA dell'Emilia Romagna.

A conclusione di tale attività è stata redatta la presente relazione, che ha permesso di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche, geotecniche e sismiche dei terreni presenti ed affioranti ed approfondire gli aspetti in particolare idrogeologici.

Tutta l'attività svolta è descritta all'interno del presente studio, dove sono stati riportati, tra l'altro, riferimenti cartografici e tematici dei risultati ottenuti.

Lo studio geologico relativo agli interventi di cui innanzi, indica che essi sono conformi alle prescrizioni normative ed edilizie vigenti nel Comune interessato dall'impianto ed è stato finalizzato, secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, a:

- ☐ caratterizzare l'area nel contesto geomorfologico e geologico generale e locale a mezzo di rilevamento, analisi morfologica e foto interpretazione in ambiente GIS (Geographic Information System);
- ☐ individuare eventuali fenomeni di instabilità geomorfologica relativa al dissesto idrogeologico in atto e/o allo stato potenziale;
- ☐ valutare la compatibilità geologica e idrogeologica del sito ai sensi del Piano per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI) del fiume PO e del PGRA della Regione Emilia Romagna;
- ☐ caratterizzare la successione dei terreni dal punto di vista litostratigrafico mediante rilevamento di campo e indagini in situ;
- ☐ individuare e definire l'eventuale circolazione idrica di superficie e sotterranea;
- ☐ conoscere le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi nell'area oggetto di intervento mediante stendimenti di sismica a rifrazione in onda P ed S reperiti e consultati, HVSR, sondaggi e down hole in foro riportati nello studio di microzonazione comunale e sul portale del database regionale;
- ☐ determinare la categoria di sottosuolo tramite il calcolo della velocità equivalente delle onde di taglio Vseq definita nelle N.T.C. 17/01/2018 ed i relativi parametri sismici preliminari;
- ☐ identificare gli eventuali impatti e le relative misure di mitigazione.

2. INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE

L'area interessata dall'intervento si trova a Nord-Est del centro abitato di Copparo dal quale dista circa 7'000m dal limite esterno. Il sito d'impianto è cartografato sulla cartografia IGM in scala 1:25'000 al Foglio 186 quadr. NE "Copparo". Sulla Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Emilia Romagna in scala 1:10'000 l'area interessata è ricadente sull'elemento 186070 "Coccanile", in scala 1:5.000 l'area impianto è ricadente sull'elemento N° 186070 – Ponte Tre Occhi.

Nel particolare, l'ubicazione dell'impianto agrivoltaico interessa un'area pianeggiante con quote variabili tra 0,20 e -0,50 m s.l.m. articolata e caratterizzata morfologicamente dalla presenza di lievi incisioni vallive di corpi idrici secondari, canali o scoli naturali.

Progettazione:

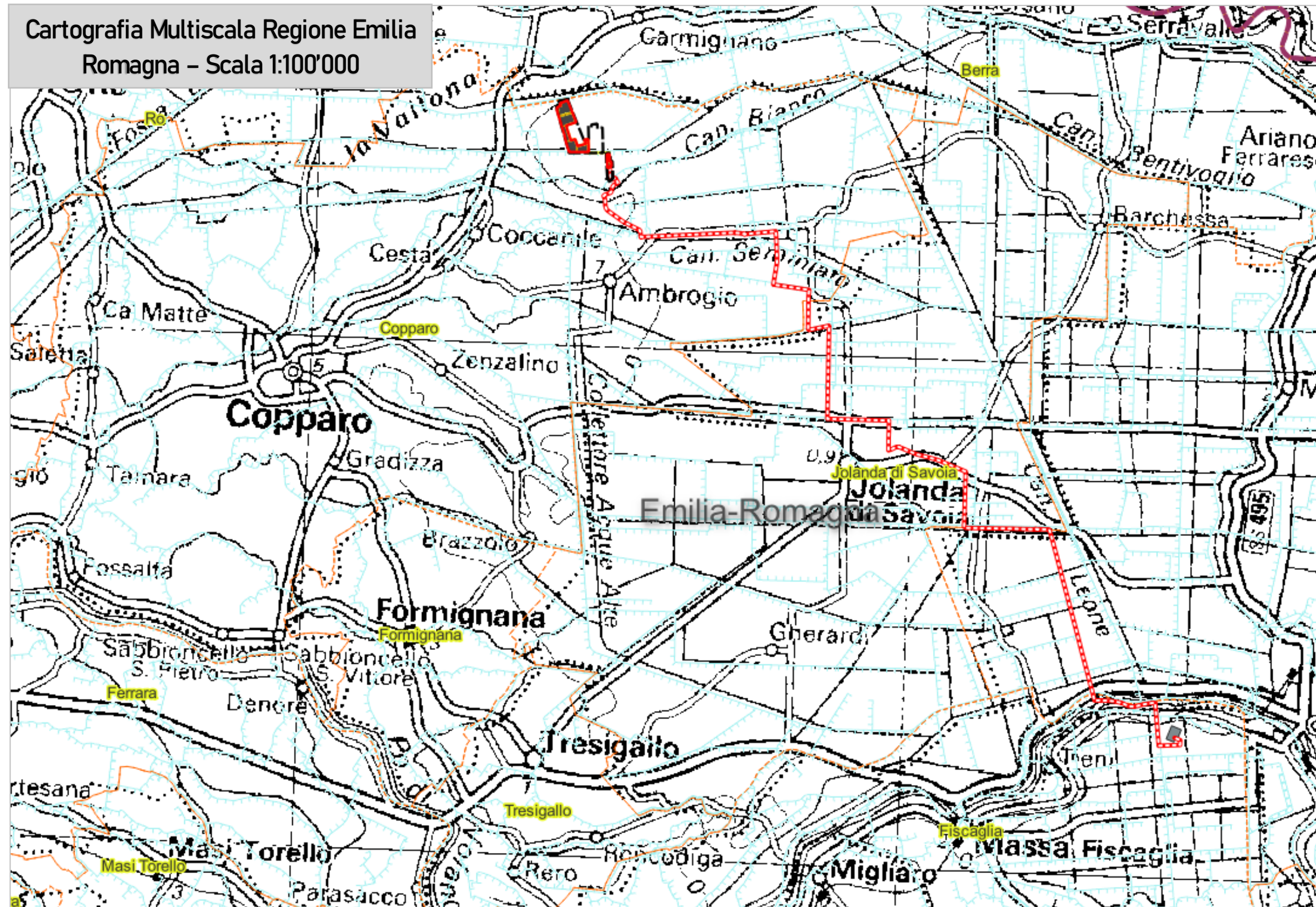
Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

**Cartografia Multiscala Regione Emilia
 Romagna – Scala 1:100'000**



Progettazione:
 Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:
 RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

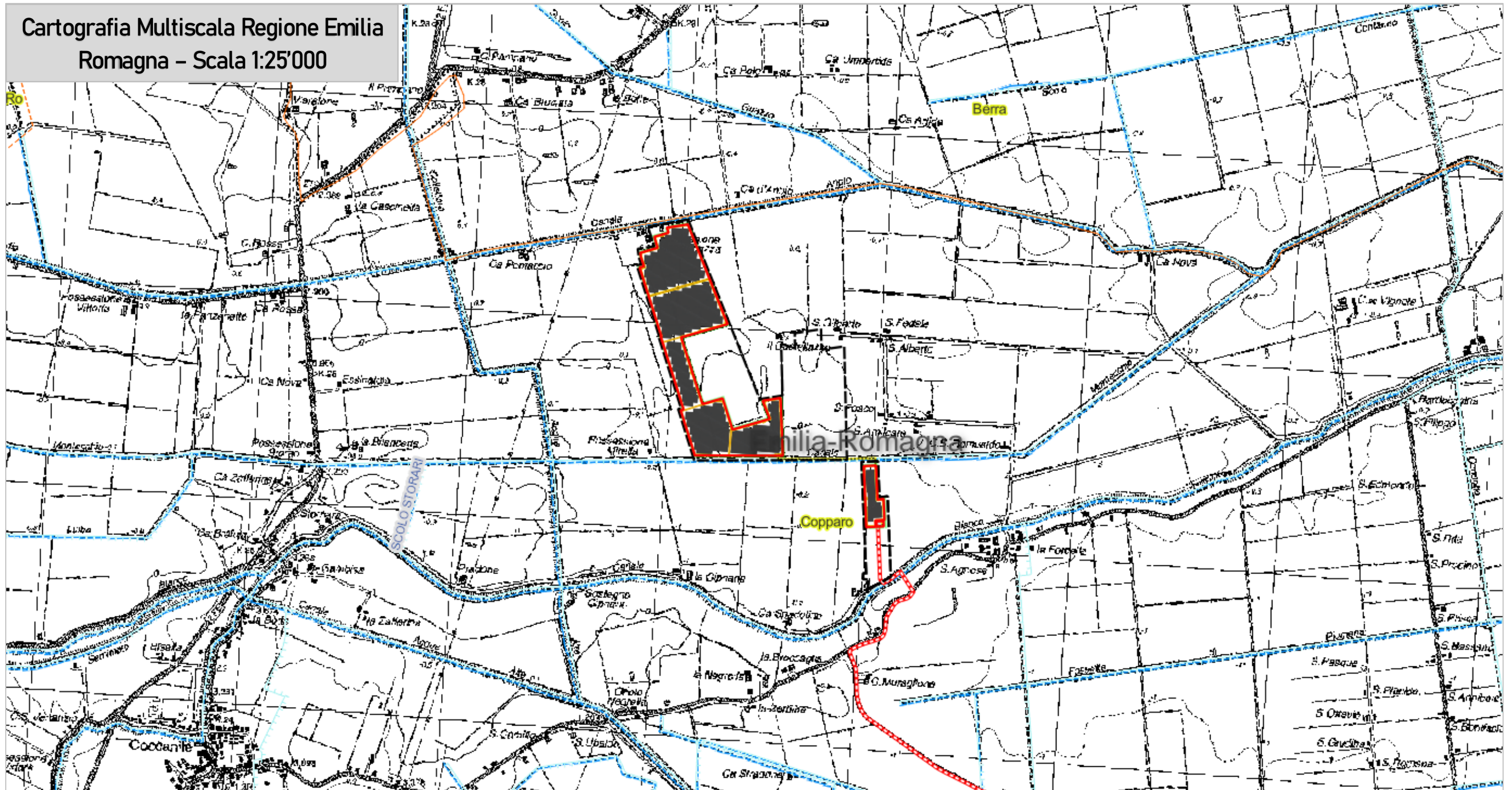
Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 4 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Cartografia Multiscala Regione Emilia Romagna – Scala 1:25'000



Progettazione:
 Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)

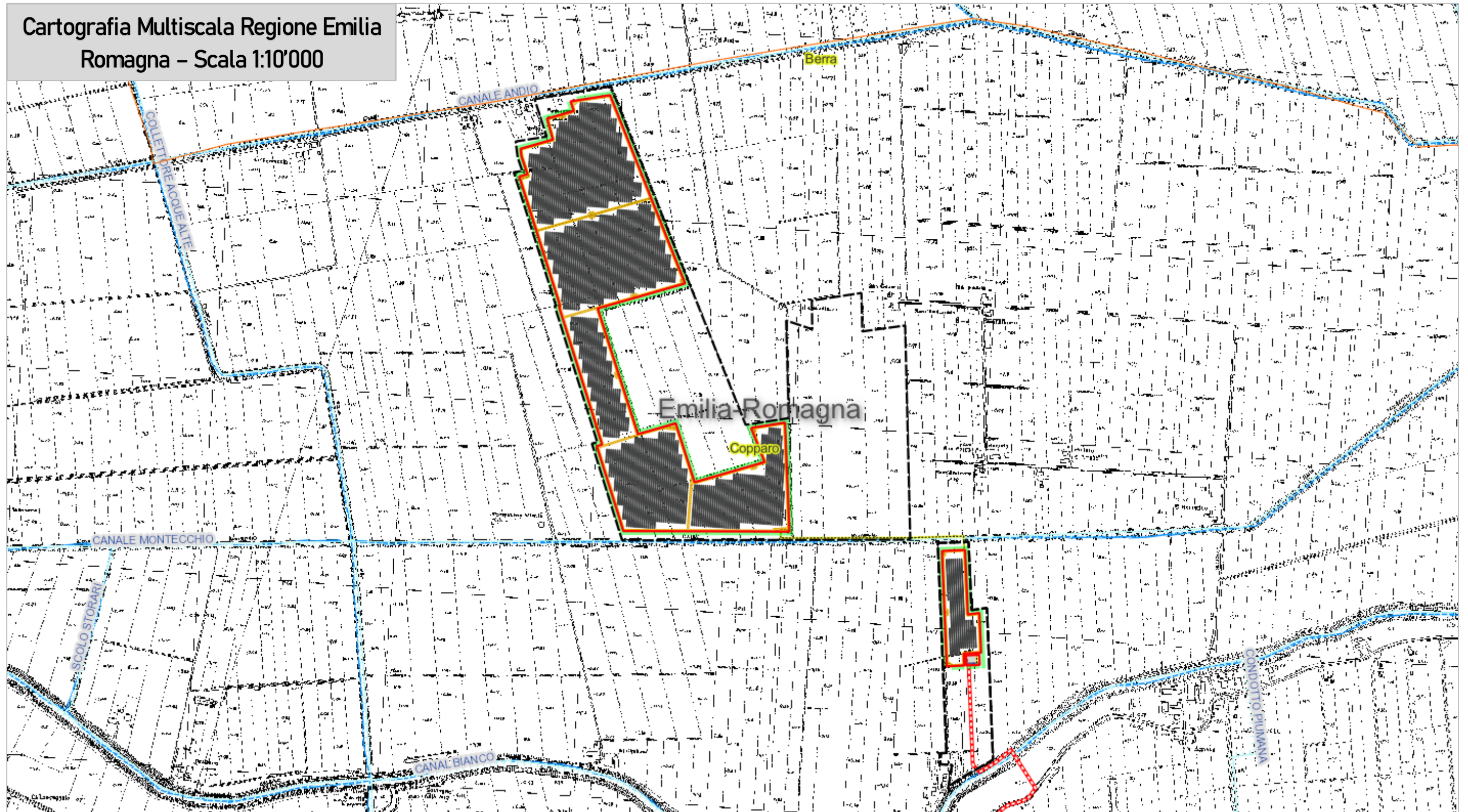


Titolo elaborato:
 RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 5 di 96

**Cartografia Multiscala Regione Emilia
 Romagna – Scala 1:10'000**



Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “COPPARO”
Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



VES030													
COMUNE	CATASTALI	COORDINATE	ID CAMPI	AREA PV [ha]	Tracker 14mod	Tracker 28mod	Tracker 56mod	STRINGHE 28mod	MODULI CANADIAN TOPBiHiKu7 BIF [0.69 kWp]	P-NOM [kWp DC]	N° INVERTER DI STRINGA SUNGROW SG350HX	P-IMMISSIONE 320 kVA @40° [kW AC]	DC/AC
Copparo (FE)	FG. 6 P.LLA 33	LAT. 44.94800° LONG. 11.90000°	1-2	14.976	80	107	193	533	14924	10297.56	26	8320	1.24
	FG. 7 P.LLE 6,16,20,21,28,29,35		3-4	8.488	58	76	94	293	8204	5660.76	15	4800	1.18
	FG. 26 P.LLE 8,50,137		5-6	7.512	56	59	90	267	7476	5158.44	14	4480	1.15
TOTALI				30.976	194	242	377	1093	30604	21116.76	55	17600	1.20

Progettazione:
Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “COPPARO”
*Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl*



3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

3.1 Inquadramento geografico

L'area d'indagine è compresa tra il Po di Volano a Sud ed il fiume Po a Nord. In particolare la macroarea di riferimento è contenuta ed analizzata tra i fogli 186, 187, 204 e 205 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50'000.

Nel dettaglio il foglio CARG 186 “Copparo” in cui ricade l'area di intervento è in corso di redazione, mentre gli altri limitrofi sono stati già pubblicati con dati messi a disposizione.

L'area in studio si estende nel settore orientale del delta padano, corrispondente alla porzione orientale della Provincia di Ferrara in continuità con la maggior parte delle Valli di Comacchio ed il settore costiero compreso.

Nell'area in esame affiorano i depositi alluvionali di piana in continuità con i depositi costieri e deltizi relativi ad un grande lobo deltizio attivo dall'epoca pre-etrusca sino al XII secolo che oggi costituisce un paleodelta incorporato nell'attuale sistema costiero.

L'area è caratterizzata da un territorio morfologicamente regolare con dislivelli di piccola entità, dell'ordine di pochi metri.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

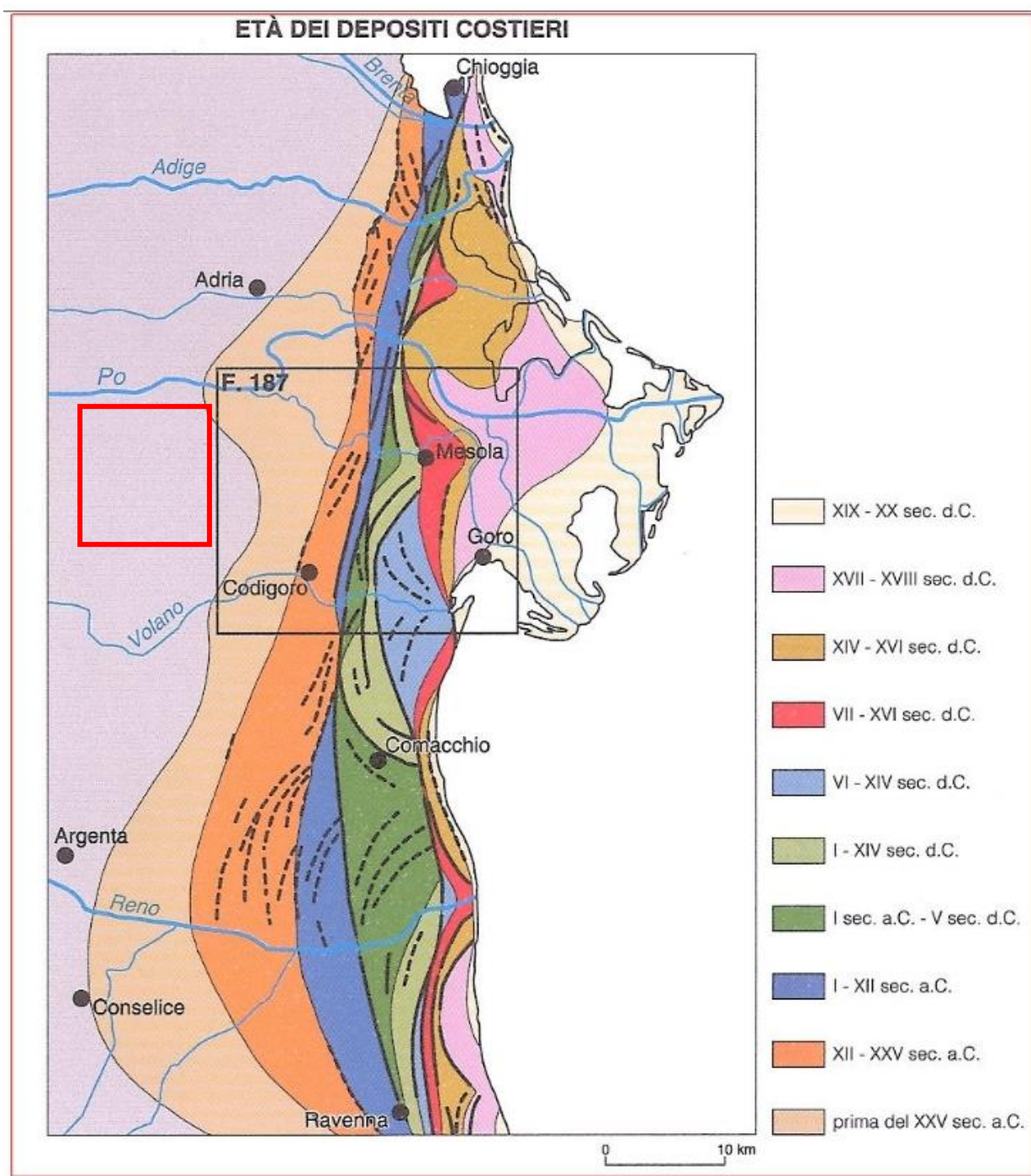


Figura 1 – Carta dell'età dei depositi costieri

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

3.2 Inquadramento geologico-geomorfologico

L'area in studio è compresa nella porzione della Pianura Padana sud-orientale che, da un punto di vista strutturale, costituisce una parte del bacino d'avampaese di età plio-quadernaria delimitato a sud dalla catena appenninica e a nord da quella alpina. Le successioni quadernarie che riempiono tale bacino sono coinvolte in una serie di pieghe e thrust ad andamento parallelo con orientazione circa NO-SE nel settore di pianura in esame e raggiungono lo spessore massimo di circa 2000 m (Ricci Lucchi et alii, 1982; Pieri & Groppi, 1981; Cassano et alii, 1986). La porzione di successione sepolta maggiormente investigata, ovvero quella datata Pleistocene medio-Olocene, è caratterizzata dall'organizzazione ciclica di depositi marini e continentali in successioni di vario ordine gerarchico per uno spessore massimo di circa 600 metri (fig. 7, Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998).

In superficie, l'area è caratterizzata dall'affioramento dei depositi olocenici della piana alluvionale ad Ovest e deltizia del fiume Po Est; questi depositi rappresentano lo stadio attuale del progressivo colmamento del bacino plioquadernario.

La morfologia del territorio è pianeggiante con quote prossime all'attuale livello del mare e con deboli variazioni. In particolare, le quote tendono ad aumentare procedendo da ovest verso la linea di costa. Lungo la zona costiera, infatti, le quote sono positive (1-2 metri s.l.m.), mentre il settore occidentale, coincidente per gran parte con l'area della bonifica del Mezzano, presenta quasi costantemente quote inferiori al livello del mare (fino a -3,5 m s.l.m.). Parte di quest'area è occupata da laghi salmastri costieri noti come "valli" che, precedentemente alle opere di bonifica, occupavano estensioni del territorio molto maggiori. Le aree non bonificate sono costituite a sud-est dalla porzione settentrionale delle Valli di Comacchio ed a nord-est dalla parte meridionale della Valle Bertuzzi.

La rete idrografica è rappresentata, escludendo un piccolo tratto del Po di Volano, da una fitta rete di canali artificiali, il più importante dei quali è il canale navigabile che unisce Migliarino a Portomaggiore.

1. – IL CICLO TRASGRESSIVO-REGRESSIVO OLOCENICO

La ciclicità dei depositi tardo-quadernari presenti nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola documenta la stretta relazione esistente tra la sedimentazione e le variazioni eustatiche. L'ultima sequenza deposizionale, depositasi tra l'ultimo acme glaciale (20.000 anni B.P.) e l'attuale periodo interglaciale, registra la fase di risalita relativa del livello del mare e il successivo ed attuale stazionamento

alto dello stesso. In corrispondenza dell'acme glaciale il livello del mare si trovava circa 120 metri più in basso rispetto all'attuale; la risalita relativa del livello del mare, avvenuta tra 16.000 e circa 5.500 anni B.P., determinò una rapida migrazione della linea di costa di oltre 250 km verso NO (fig. 10) ed un aumento

di circa 8 volte della superficie sommersa nell'area dell'Adriatico centrosettentrionale (Trincardi et alii, 1994; Correggiari et alii, 1996a, b; Cattaneo & Trincardi, 1999). Il ciclo trasgressivo-regressivo, definito come subsistema di Ravenna (Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 223 – Ravenna, 2002), presenta uno spessore massimo di circa 30 m ed è caratterizzato da una stratigrafia complessa che riflette l'evoluzione dei diversi ambienti deposizionali della Pianura Padana durante l'Olocene. Nell'area del Foglio 205 il subsistema di Ravenna è costituito da un cuneo di depositi paralici, marino-marginali e deltizi a geometria retrogradazionale.

In Adriatico i depositi trasgressivi documentano gli effetti dei cambiamenti avvenuti, in seguito alla rapida risalita di livello del mare, nel regime degli apporti sedimentari e nell'assetto fisiografico e oceanografico (Correggiari et alii, 1996b; Cattaneo & Trincardi, 1999). Lo studio di dettaglio dei depositi costieri trasgressivi presenti nell'area della piattaforma adriatica è stato avviato nell'ambito del progetto di Cartografia Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 del Servizio Geologico Nazionale (APAT) e di altre ricerche condotte dall'ISMAR CNR (Istituto di Scienze Marine, sezione di Geologia Marina di Bologna).

L'ultimo ciclo di fluttuazione di livello del mare ha prodotto risultati erosivo/deposizionali differenziati procedendo dall'area settentrionale dell'Adriatico, caratterizzata da bassa profondità e gradiente ridotto, a quella meridionale che presenta una minore estensione, un maggiore gradiente ed un'elevata complessità morfologica

Progettazione:

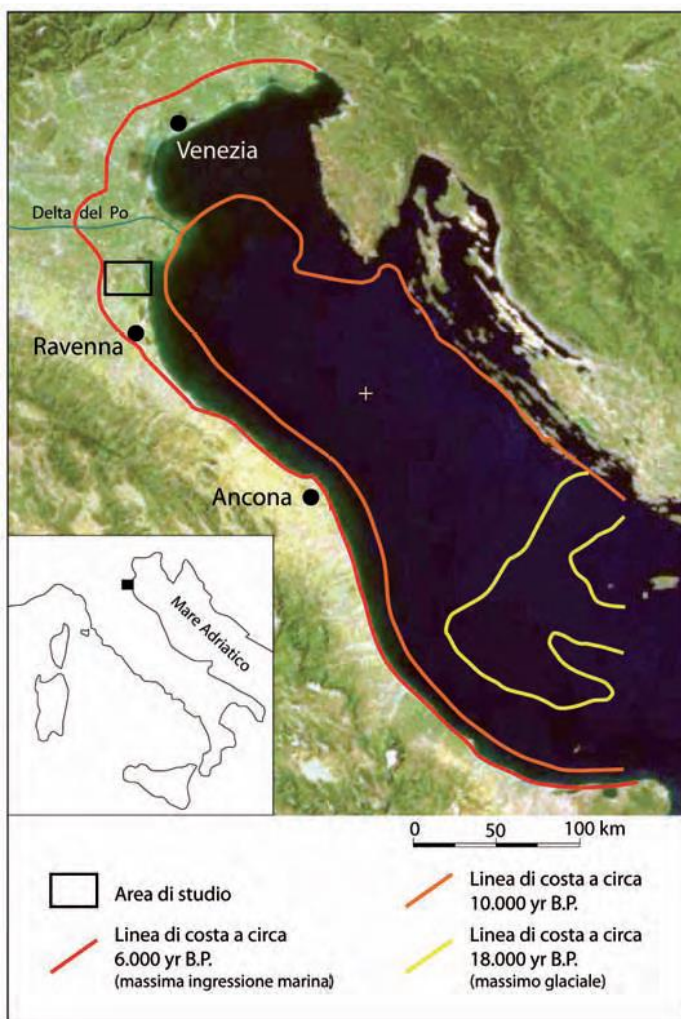
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

a causa dell'alto strutturale delle Tremiti e di altre strutture sepolte di minore entità. L'analisi del contenuto fossilifero dei campioni di sedimento prelevati e le datazioni radiometriche hanno permesso di ricostruire una curva di variazione del livello del mare relativo all'area adriatica che è stata confrontata con le curve eustatiche estratte da altri archivi geologici (Fairbanks, 1989, 1990; Fairbridge, 1961; Morner, 1969). Tutti i depositi datati in Adriatico si trovano a profondità compatibili con le curve pubblicate in letteratura, tranne che i campioni più vecchi di età riferibile all'episodio dello Younger Dryas, che appaiono meno profondi rispetto alla maggior parte delle curve conosciute (Correggiari et alii, 1996b; Trincardi et alii, 1994). Le fasi di massima velocità di annegamento della piattaforma e migliore preservazione dei depositi trasgressivi coincidono con le fasi di più rapido scioglimento delle calotte glaciali (Fairbanks, 1989; Fairbanks et alii, 1992; Correggiari et alii, 1996b). La



massima ingressione marina, datata intorno a 6.000 anni B.P., produsse uno spostamento della linea di costa di oltre 25 km ad ovest rispetto all'attuale posizione (fig. 10). Nella successiva fase di stazionamento alto del mare, l'eccedenza degli apporti sedimentari rispetto allo spazio disponibile per la sedimentazione, determinò una regressione deposizionale (progradazione) con conseguente migrazione verso mare di tutti gli ambienti deposizionali e formazione, attraverso varie fasi, dell'attuale delta del Po. I depositi tardo-olocenici affioranti nel Foglio 205 devono le loro caratteristiche a questo processo (fig. 12). La progradazione non si è realizzata in maniera continua ma è stata caratterizzata da fasi alterne di costruzione e abbandono di sistemi deltizi e litorali in risposta sia a cicli climatici ad alta frequenza, sia a fattori autociclici e antropici. Questi ultimi rivestono una particolare importanza in quest'area di bassa pianura, che ha subito nel corso degli ultimi 3-4000 anni importanti modificazioni a causa degli interventi antropici volti a controllare e indirizzare il corso dei fiumi per poter sviluppare le proprie attività produttive.

Figura 2 – Evoluzione della linea di riva padano-adriatica nel periodo compreso tra l'acme glaciale würmiano e la trasgressione olocenica (18000-5000) e confronto con l'attuale linea di riva

2. – L'EVOLUZIONE DEL DELTA PADANO IN EPOCA STORICA

L'attuale configurazione morfologica del territorio compreso nel Foglio 205 è strettamente connessa all'interazione tra i processi marino-tidali e quelli fluvio-deltaici. I caratteri morfologici di questo settore della Pianura emilianoromagnola dipendono infatti dalle complesse modalità di evoluzione spaziotemporale del sistema deltizio del fiume Po ed, in particolare dall'evoluzione dei canali distributori del Po di Primaro a sud (oggi sede del fiume Reno) e del Po di Volano a nord (fig. 13). Lo sviluppo del sistema deltizio è stato controllato prevalentemente dalla subsidenza, dall'eustatismo (Castiglioni et alii, 1990) e dalla ciclicità climatica ad alta

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

frequenza che ha caratterizzato gli ultimi 5-6.000 anni determinando un'alternanza tra periodi di ottimo climatico e di deterioramento delle condizioni climatiche (Veggiani, 1973; 1994). Dopo la fase di massima ingressione marina della trasgressione olocenica (circa 6.000 anni B.P.) le condizioni di eccedenza dell'apporto sedimentario rispetto allo spazio disponibile per la sedimentazione, determinarono la progressiva espansione dell'area di pianura e la contemporanea graduale progradazione di un sistema deltizio. Esiste una vasta letteratura scientifica (Ciabatti, 1966, 1990; Veggi & Roncuzzi, 1973; Veggiani, 1976, 1984, 1986; Bondesan, 1985; Sgavetti & Ferrari, 1988) che si è occupata delle modalità di progradazione, crescita e abbandono dei vari apparati deltizi del basso corso del fiume Po. Gli eventi di progradazione sono registrati dalla posizione degli allineamenti di cordoni litoranei fossili, di età progressivamente più giovane da ovest verso est, che corrispondono alle antiche linee di costa. L'analisi geomorfologica ha individuato nell'area in esame otto sistemi di cordoni litorali (fig. 13), in parte sepolti ed in parte affioranti. I sistemi di cordoni litorali più antichi si trovano a nord di Longastrino (sistemi I e II in fig. 13) e indicano la posizione della linea di costa in epoca pre-Etrusca. In questo periodo la rete idrografica dell'attuale basso corso del Po era controllata (fig. 14a) dal Po di Adria a nord e dal Po di Spina (denominato anche Padoa o Eridiano) a sud. I sistemi di cordoni III e IV (fig. 13) localizzano la linea di costa in epoca Etrusca. Responsabile di questa nuova importante fase di progradazione, avvenuta in un periodo di deterioramento climatico con forte aumento della piovosità, fu il Po di Spina, cui si associò, poco a nord, un nuovo ramo chiamato Olana (Po di Volano).

La linea di costa nella prima epoca romana è costituita dal sistema di cordoni litoranei V (fig. 13) anch'esso associato alla progradazione del Po di Olana e di Spina, che rappresentavano, in questa fase, i rami più meridionali del sistema deltizio del fiume Po. A nord, invece, i principali canali distributori erano costituiti ancora dal Po di Adria, che iniziò però in questa fase a disattivarsi, e immediatamente a sud di questo dal Po di Ariano (fig. 14c). Il sistema di cordoni litorali VI (fig. 13) definisce la posizione della linea di costa in epoca medioevale. Tra il 400 ed il 750 d.C. un deterioramento climatico, caratterizzato da un forte incremento della piovosità e da una diminuzione della temperatura media annua, determinò la formazione di un nuovo ramo del Po, il Po di Primaro, che catturando il paleoalveo del fiume Santerno (fig. 14c) causò la progressiva disattivazione del Po di Spina (Padotevere). Si produssero così le condizioni per l'impaludamento dell'area e per una concomitante invasione di acque salate dal mare, mentre a nord il Po di Ariano alimentava il lobo deltizio principale. Tra il 750 ed il 1150 le condizioni climatiche migliorarono nuovamente (ottimo climatico) determinando la stabilizzazione della rete idrografica con un unico cambiamento importante dato dalla disattivazione del Po di Ariano e dalla riattivazione del Po di Volano. Tra il 1150 ed il 1350 circa (Veggiani, 1974) si verificò un nuovo deterioramento climatico che causò un importante processo di avulsione (la rotta di Ficarolo) con la conseguente disattivazione del ramo del Po di Primaro, la riattivazione del ramo del Po di Ariano (o Po di Goro) e, poco più a nord, l'attivazione di un nuovo ramo denominato Po delle Fornaci (fig. 14d). Quest'evento ebbe una fondamentale importanza nella definizione del sistema idrografico della bassa Pianura Padana e nella conformazione dell'attuale delta del Po. Lo spostamento verso nord del sistema deltizio del fiume Po, incrementò il processo di impaludamento delle aree meridionali a causa della difficoltà di drenaggio delle acque di rotta fluviale verso mare, mentre contemporaneamente proseguiva l'ingressione di acque salate dal mare verso l'interno (Bondesan, 1985) con la conseguente formazione di laghi salati (le attuali valli). Il sistema di cordoni VII (fig. 13) indica la posizione della linea di costa in epoca rinascimentale. La posizione della linea di costa dopo il 1600 è registrata dal sistema di cordoni VIII (fig. 13). Dei due rami principali del Po, il Po di Ariano ed il Po delle Fornaci, si sviluppò prevalentemente l'ultimo che si suddivise ulteriormente in altri tre rami che continuano il loro processo di costruzione e progradazione del delta calcolato in circa 25 km negli ultimi 350 anni (Bondesan, 1985).

Lo sviluppo e l'abbandono del Po di Primaro sono visibili nella porzione marina del Foglio 205. I carotaggi e la sismica ad altissima risoluzione hanno messo in evidenza due unità con geometrie progradazionali distinte e separate da un riflettore sismico corrispondente ad una superficie di annegamento e rielaborazione. La superficie di separazione delimita un'unità inferiore evidenziata, nelle zone sotto costa, dalla presenza di gas nei livelli più porosi confinati al tetto dell'unità stessa. Il limite netto dei depositi impregnati da gas suggerisce un cambio di facies repentino, confermato dall'analisi di facies delle carote che mostrano al contatto tra le due

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “COPPARO”
Proponente: Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl



unità la presenza di argille di prodelta (impermeabili) sovrapposte ad alternanze argilloso-sabbiose di fronte deltizia. La distribuzione areale dell'unità inferiore, con impregnazioni di gas al tetto, delimita l'estensione delle facies di fronte deltizia (fig. 16). Datazioni al ^{14}C relative all'unità inferiore hanno fornito un'età calibrata intorno al 400 AD (Amorosi et alii, 1999b), consentendo una buona correlazione con la fase di sviluppo dell'apparato deltizio del Po di Primaro. L'unità superiore comprende i depositi di prodelta relativi alla fase di sviluppo del delta moderno (post 1500 AD) (Cattaneo et alii, 2003). La variazione nella direzione di progradazione, da ovest per l'unità inferiore e da nord-ovest prima e da nord, successivamente, per l'unità superiore, è responsabile del cambiamento delle geometrie interne dei clinoforimi che appaiono nella sezione sismica prima cuneiformi e poi di forma lenticolare.

Le unità sopra descritte sono state definite in base alle geometrie dei riflettori sismici interni, alle variazioni di suscettività magnetica e alle associazioni microfaunistiche datate tramite radiocarbonio. La loro rappresentazione in carte degli spessori costruite per ciascuna unità mostra una geometria compatibile con quella di lobi deltizi. In particolare, risultano ben riconoscibili gli apparati deltizi del vecchio Po Eridano prima e del Po di Primaro poi; per confronto risulta inoltre ben delimitata arealmente anche l'unità del moderno Delta del Po, dove un sondaggio a carotaggio continuo nella Sacca di Scardovari ne ha raggiunto la base, consentendo lo studio di dettaglio della sua evoluzione.

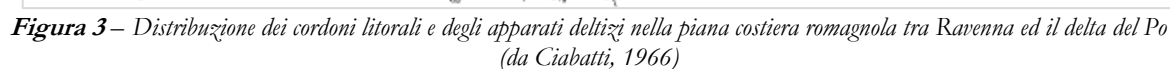
Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE



ARATO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Pag. 14 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl

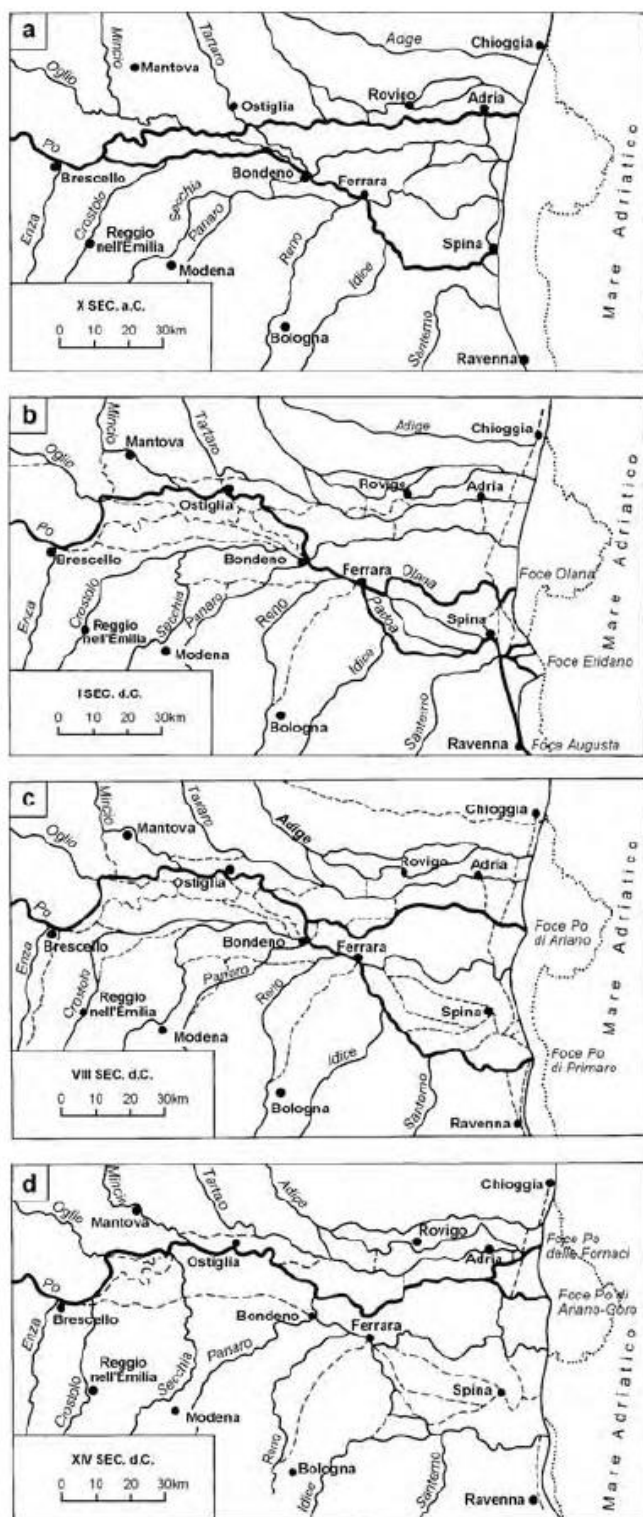


Figura 4 – Evoluzione idrografica del basso corso del fiume Po riferita agli ultimi tremila anni (modificato da Reggiani, 1974)
 (da Ciabatti, 1966)

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

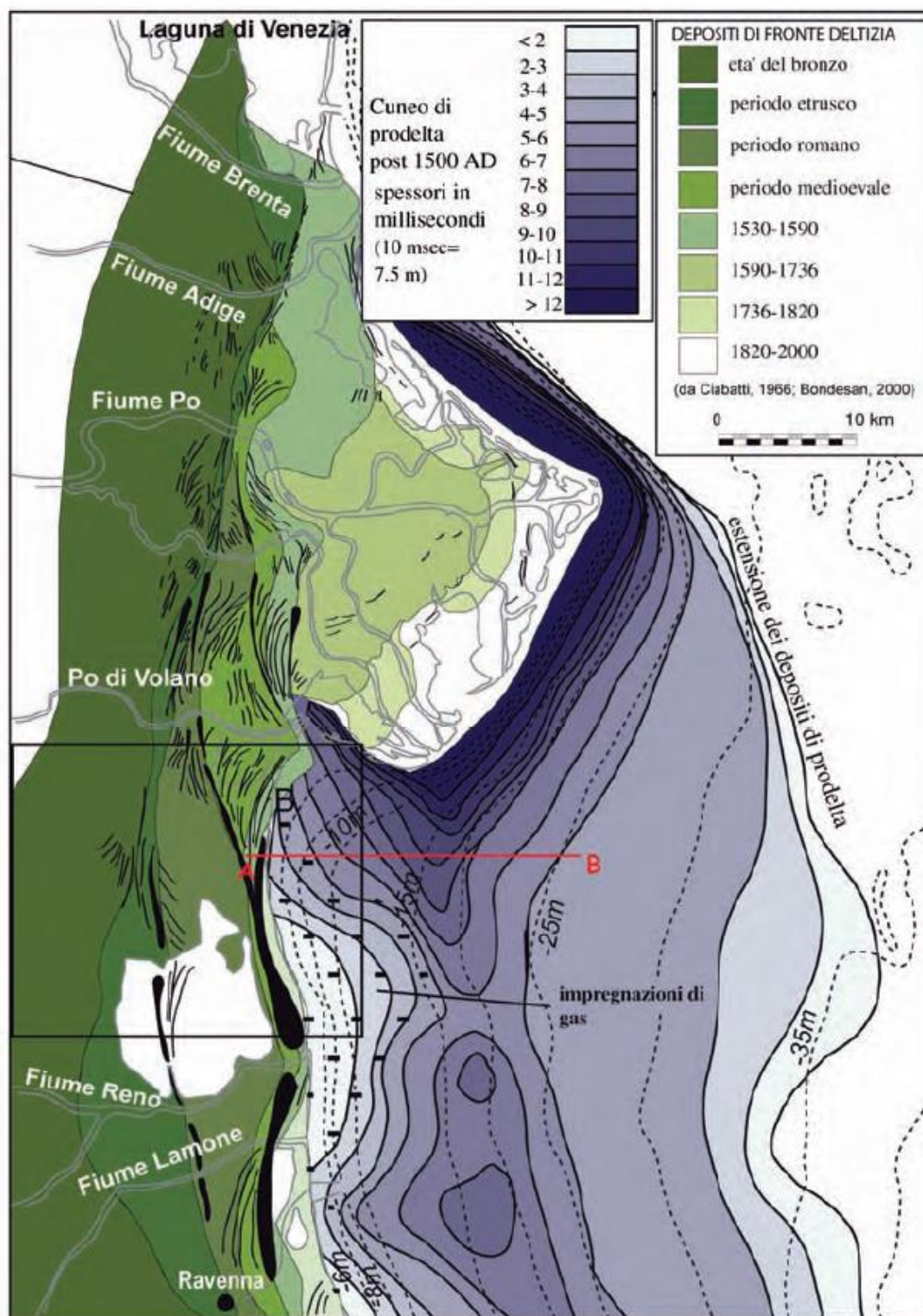


Figura 5 – Distribuzione areale dei depositi argillosi di prodelta (impermeabili) sovrapposti ad alternanze argilloso-sabbiose di fronte deltidia.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “COPPARO”
*Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl*



3.3 Stratigrafia, Assetto stratigrafico-strutturale ed il Substrato del Supersistema Emiliano-Romagnolo

L'inquadramento geologico-strutturale (Foglio 186, 187, 204 e 205) (fig. 7), esteso ai fogli limitrofi per avere un quadro regionale più ampio, mostra che il settore occidentale del sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di thrust i cui fronti si sviluppano in direzione NO-SE. Questi sovrascorrimenti rappresentano le propaggini più orientali delle “pieghe ferraresi” di Pieri & Groppi (1981) e marcano il passaggio tra il settore occidentale dominato da anticlinali, sinclinali e sovrascorrimenti e quello orientale dominato dalla monoclinale di avampaese immergente verso NE e solo blandamente deformata. Questa conformazione determina, in generale, l'individuazione di alti strutturali relativi e di un assottigliamento della successione sedimentaria verso ovest, mentre verso est si configura un settore di basso strutturale relativo e di un inspessimento della successione. Le unità più antiche del supersistema Emiliano-Romagnolo non affiorano nel Foglio 205 e sono state descritte solo nella parte meridionale, in prossimità del margine appenninico, della sezione geologica profonda Imola-Comacchio pubblicata nel Foglio Allegato della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 222 Lugo.

Progettazione:

*Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)*



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl

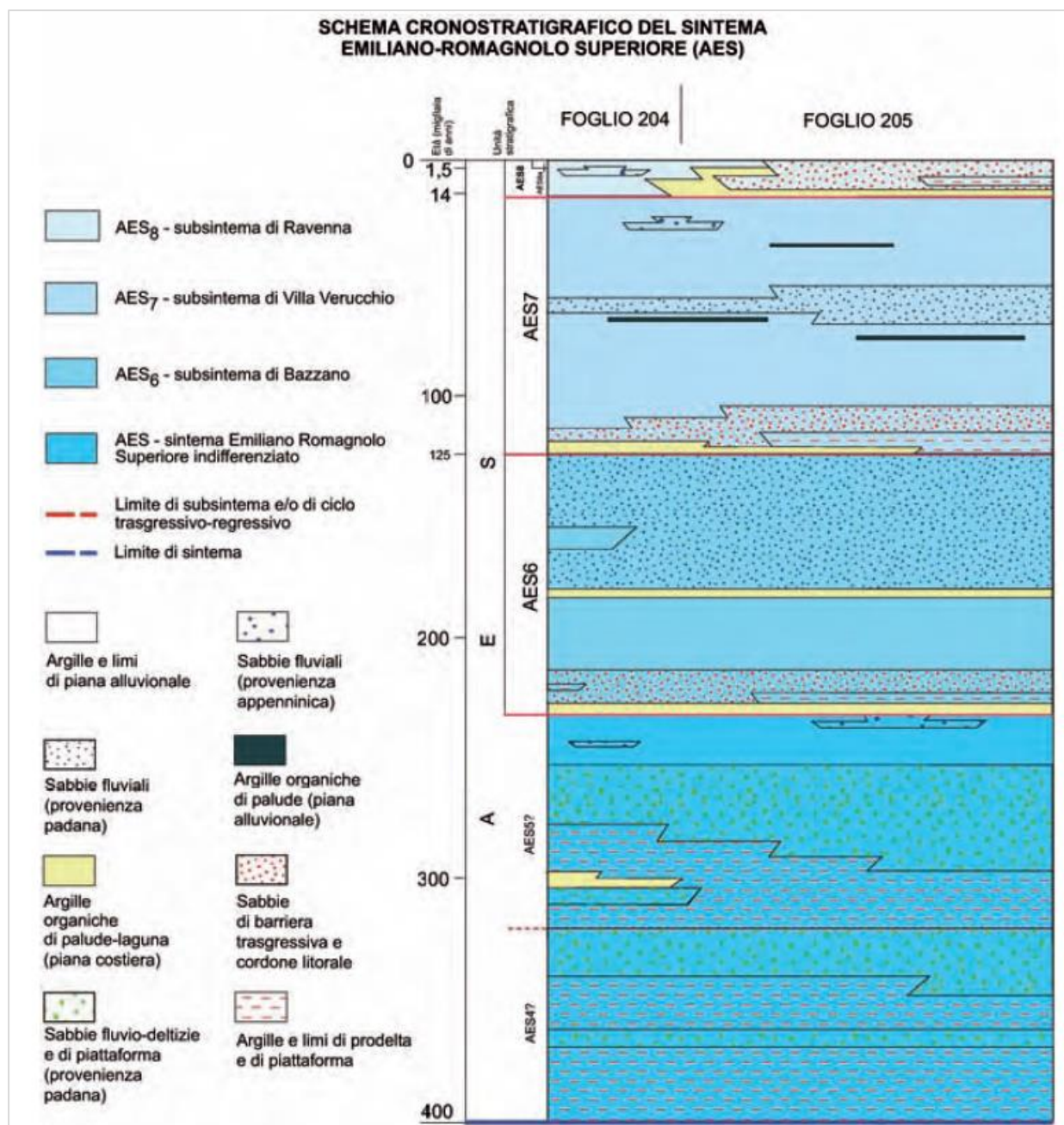


Figura 6 – Schema cronostratigrafico del sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) riferito alla ricostruzioni geologico-stratigrafiche nel sottosuolo dei fogli 204 e 205

La sezione parte dal margine appenninico dove tali unità sono raggiunte da numerosi pozzi per acqua e da un sondaggio a carotaggio continuo profondo (239-S1), realizzato nell'ambito del progetto CARG. Il substrato marino mio-plio-pleistocenico è costituito al tetto dalle Argille Azzurre di ambiente di piattaforma marina. Queste passano, con contatto erosivo e discordante, alle Sabbie di Imola (IMO) il cui contenuto faunistico indica un'età compresa tra 800.000 e 650.000 anni (Amorosi et alii, 1998; Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998).

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

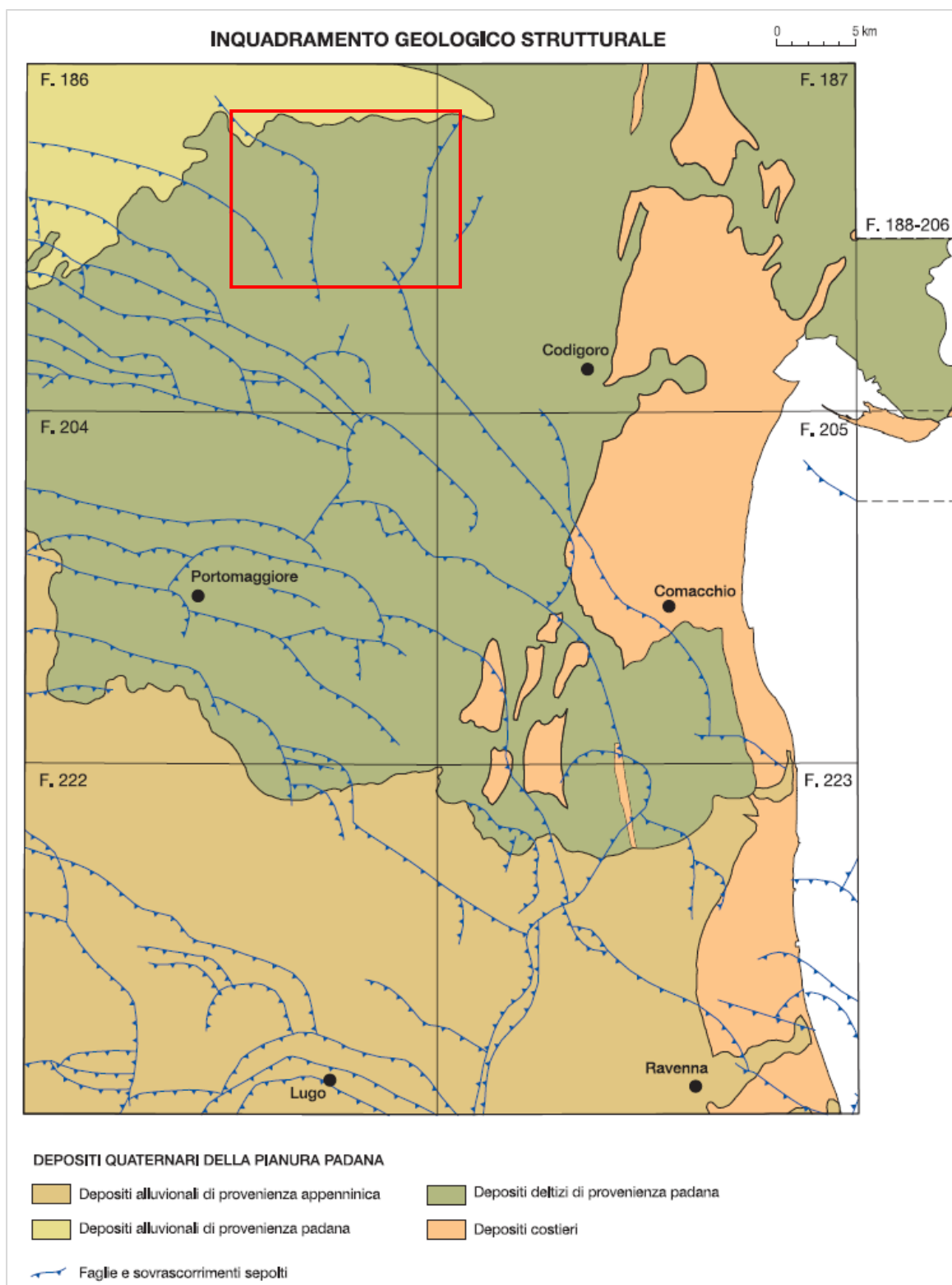


Figura 7– Fogli CARG 186,187, 204, 205 con area in studio in evidenza

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

- **SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO**

Il supersintema Emiliano-Romagnolo è l'unità stratigrafica che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti in corrispondenza del margine appenninico padano (ciclo Qc di Ricci e Lucca et alii, 1982) ed i sedimenti ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola.

Questi ultimi, nel settore orientale, includono depositi alluvionali che passano verso est a depositi deltizi e marini, organizzati in cicli deposizionali di vario ordine gerarchico. Il limite inferiore del supersintema Emiliano-Romagnolo affiora solamente a ridosso del margine appenninico e nei settori intravallivi dove è fortemente discordante sui depositi marini mio-pliocenici e del Pleistocene medio.

Verso NE, la superficie di discordanza si immerge in profondità e passa verosimilmente ad una superficie di continuità stratigrafica e/o paraconcordanza.

Il limite superiore coincide col piano topografico. L'età dell'unità è Pleistocene medio - Attuale (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998).

Il supersintema Emiliano-Romagnolo comprende due sintemi distinti (sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) e sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES). Nel Foglio 205 affiorano solo i depositi di AES mentre i depositi di AEI sono stati individuati solo nel sottosuolo della pianura.

A. sintema Emiliano-Romagnolo inferiore (Aei)

Il sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) costituisce la parte più antica del supersintema Emiliano-Romagnolo. Nel Foglio 205 non è presente in affioramento mentre nel sottosuolo è stata raggiunta nella sua porzione sommitale, da diversi log ENI-Agip (ad es. "Valli di Comacchio" e "Mezzano 1dir"). Il limite inferiore coincide con quello del supersintema ed è stato descritto nel paragrafo precedente. Le facies prevalenti sono di pianura alluvionale, di piana fluviodeltizia e costiera e di piattaforma e, al suo interno, l'unità mostra una ciclicità sedimentaria.

Lo spessore massimo dell'unità è circa 300 m. L'età dell'unità è attribuita, per posizione stratigrafica, al Pleistocene medio; in Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998), l'unità è datata tra 400-430.000 anni e 650.000 anni.

B. sintema Emiliano-Romagnolo superiore (Aes)

Il sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) costituisce la porzione superiore del supersintema Emiliano-Romagnolo. La ricostruzione dell'organizzazione dei corpi litologici attribuiti ad AES nel Foglio 205 e limitrofi è illustrata nella sezione geologica profonda e la figura 17 rappresenta la sintesi dell'architettura stratigrafica dell'unità che ne è stata desunta.

In affioramento AES è costituito da depositi di piana deltizia, fronte deltizia e piana di sabbia e di piattaforma (sommersi). Nel sottosuolo è caratterizzato da un'alternanza tra associazioni di facies deltizie, marine e continentali. Il limite inferiore del sintema non affiora nel Foglio 205: nei Fogli prossimi al margine appenninico è dato da un contatto erosivo e fortemente discordante sui depositi marini mio-pliocenici dell'Appennino e sulle Sabbie di Imola e corrisponde a quello dell'intero supersintema. Nel sottosuolo del Foglio 205 tale limite mette a contatto i depositi di prodelta e di piattaforma di AES con quelli fluvio-deltizi di AEI. Il limite superiore corrisponde all'attuale superficie topografica.

La ciclicità sedimentaria

Nel sottosuolo della pianura AES è costituito dalla sovrapposizione di cicli sedimentari di diverso ordine gerarchico. I cicli più facilmente riconoscibili e cartografabili raggiungono nelle zone depocentrali lo spessore di circa 60-80 m, e sono generalmente organizzati verticalmente in sequenze di tipo trasgressivo-regressivo (T-R).

Il limite inferiore di ognuno di questi cicli, nel Foglio 205, è marcato da un forte contrasto di facies e corrisponde con una superficie di ingressione marina che chiude la deposizione in ambiente continentale.

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



La generalizzata presenza di lacune stratigrafiche di diverse migliaia di anni alla base di tali superfici (con particolare evidenza nei settori costieri limitrofi, Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna, 2002; Foglio 256 Rimini, 2005) e la loro buona riconoscibilità e cartografabilità ne supporta l'utilizzo come limiti di UBSU.

Il ciclo più recente è l'unico affiorante nel Foglio 205, è incompleto ed è rappresentato dalle associazioni di facies trasgressive basali ed in minor parte da quelle regressive immediatamente successive (unità AES8, si veda oltre).

Questi cicli sedimentari sono considerati il prodotto della ciclicità elementare climatico-eustatica di quarto ordine che caratterizza la storia del Quaternario (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998).

La definizione dei subsintemi

Sulla base della prosecuzione fisica e/o geometrica dei corpi ghiaiosi di terrazzo e di conoide alluvionale, i 3 subsintemi più recenti (AES6, AES7, AES8) riconosciuti all'interno di AES negli affioramenti del margine appenninico del settore romagnolo (Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 256 Rimini, 2005; Foglio 240 Forlì e 241 Cervia, 2005; Foglio 239 Faenza, in stampa; Foglio 221 Bologna est, in stampa) sono stati correlati con i 3 cicli sedimentari più superficiali riconosciuti all'interno di AES nel sottosuolo della pianura. Questi tre cicli più superficiali del sottosuolo sono quelli meglio definiti a scala regionale dato il numero relativamente alto di pozzi che li attraversano, compresi diversi carotaggi appositamente eseguiti per la cartografia geologica (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998, Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna, 2002; Foglio 256 Rimini, 2005; Foglio 240 Forlì e 241 Cervia, 2005).

Nei depositi sepolti di AES al di sotto dei primi tre cicli/subsintemi sono presenti altri 2 cicli deposizionali che sono conosciuti in modo più approssimativo dato il numero esiguo di informazioni geognostiche disponibili e sono stati attribuiti ad AES indifferenziato. Questi due cicli più bassi hanno caratteri simili ai cicli sovrastanti sebbene presentino potenti corpi sabbiosi fluvio-deltizi di alimentazione padana più spostati verso SO rispetto ad AES6, AES7 ed AES8.

In futuro l'acquisizione di nuovi dati, soprattutto cronologici, su questi due cicli inferiori potrebbe avvalorare la correlazione con i subsintemi AES5 e AES4 affioranti nel margine appenninico.

Nel Foglio 205 AES è costituito, in affioramento, dal solo AES8. Lo spessore di AES varia tra 250 e 350 m circa.

L'età della base del sintema è attribuita, per posizione stratigrafica e per confronto coi cicli climatico-eustatici, al Pleistocene medio (circa 400-430 ka, Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998). I depositi del tetto dell'unità sono attualmente in evoluzione e la loro età è olocenica.

C. subsintema di Bazzano (AES6) (solo sottosuolo)

L'unità è presente nel Foglio 205 solo nel sottosuolo, è attraversata parzialmente dal sondaggio 205-S10 ed è costituita da un ciclo trasgressivo-regressivo interamente sviluppato.

Alla base il ciclo è costituito da depositi marino-marginali che poggiano con un forte contrasto di facies su depositi alluvionali del ciclo sottostante. Nella porzione intermedia il ciclo è costituito da depositi alluvionali e paralicini fini, caratterizzati al tetto dallo sviluppo di un livello continuo di argille organiche di palude-laguna che registra un'ingressione marina di entità minore rispetto a quella documentata alla base dell'unità. La porzione sommitale è dominata dalla presenza di un corpo sabbioso fluviale di provenienza padana molto spesso (fino a 40 m) e lateralmente continuo.

In prossimità del margine appenninico (Foglio 221, sez. prof. "Budrio-Ostellato" e Foglio 222), questa unità corrisponde ad un ciclo di tipo coarseningupward dei depositi delle conoidi alluvionali appenniniche, caratterizzato al tetto dallo sviluppo delle facies ghiaiose di riempimento di canale fluviale.

L'unità è sigillata al tetto, con contatto netto, dai depositi trasgressivi marinomarginali e di piattaforma.

Lo spessore del subsintema è compreso tra i 60 e gli 80 metri. La sua età, desunta dalla posizione stratigrafica, è riferibile al Pleistocene medio. Sulla base della correlazione della successione con la scala dei cicli climatico-eustatici (Petit et alii, 1999) si può presupporre un'età compresa fra c.a. 230-240 ka e 120-130 ka.

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

D. subsistema di Villa Verucchio (AES7) (solo sottosuolo)

I depositi di questa unità, che è non affiorante nel Foglio 205 ed è costituita da un ciclo trasgressivo-regressivo completo, sono stati descritti grazie alla realizzazione del sondaggio 205-S10 eseguito dalla Regione Emilia-Romagna e spinto fino alla profondità di circa 175 m dal piano campagna.

La porzione basale dell'unità è costituita da depositi marino-marginali che passano verso est a depositi di prodelta e di piattaforma; essi si sono depositi in seguito alla risalita del livello del mare relativa alla trasgressione tirreniana (125.000 anni fa circa). Il contatto basale di queste associazioni di facies sui depositi alluvionali di AES6 costituisce il limite inferiore dell'unità. I depositi trasgressivi tirreniani sono stati correlati, nella Pianura Padana sud-orientale, su distanze di decine di chilometri e pertanto rappresentano una marker stratigrafico d'importanza regionale nel Bacino del Po (Amorosi et alii, 2004).

Nella porzione intermedia il ciclo è costituito da alternanze di sabbie limose, limi sabbiosi, limi ed argille di piana alluvionale, localmente idromorfa, a cui si intercalano corpi sabbiosi fluviali lateralmente continui e spessi fino ad una decina di metri di provenienza padana.

La porzione sommitale dell'unità è caratterizzata dalla prevalenza di facies fini di piana alluvionale. In prossimità del margine appenninico (Fogli 221 e 222) l'unità è contraddistinta al tetto dall'abbondante presenza di lobi ghiaiosi di conoide alluvionale.

Il tetto di AES7, non affiorante nel Foglio 205, viene posto nel sottosuolo in corrispondenza del brusco passaggio di facies tra i depositi alluvionali di AES7 e i sovrastanti depositi parali con cui ha inizio il ciclo sopostante. Questa superficie costituisce la base del cuneo trasgressivo-regressivo depositosi in seguito alla risalita del livello del mare relativa alla trasgressione flandriana (Olocene) e rappresenta un marker stratigrafico di importanza regionale.

Nelle aree a mare (Carta Geologica dei Mari Italiani in scala 1:250.000 Foglio NL 33-10 Ravenna, 2001) depositi di piana alluvionale di AES7 affiorano direttamente sul fondo dell'Adriatico; datazioni effettuate su livelli ricchi in materia organica e/o torbe hanno fornito età sempre maggiori di 20.000 anni B.P. (Carta Geologica dei mari italiani in scala 1:250.000 Foglio NL 33-10 Ravenna, 2001; Fabbri et alii, 2001).

L'unità ha uno spessore variabile da circa 70 metri a circa 100 metri.

La natura trasgressivo-regressiva dei depositi del subsistema, la distribuzione pollinica, le età radiometriche, nonché le analogie con aree limitrofe (Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 223 Ravenna, 2002; Foglio 222 Lugo, in stampa; Foglio 256 Rimini, 2005; Fogli 240 Forlì e 241 Cervia, 2005) consentono di correlare AES7 con il ciclo climatico-eustatico compreso fra gli stadi isotopici 5e (Tirreniano Auctt.) e 2 della curva degli isotopi dell'ossigeno di Martinson et alii (1987). Sulla base di questa considerazione l'età del sub43 sintema, a scala regionale, è attribuita all'intervallo compreso fra c.a. 120-130 ka e c.a. 17.000 anni BP (età calibrata; Pleistocene superiore). In particolare, la datazione di materiale organico al tetto del subsistema nel Foglio 205 (sondaggio 205-S4) indica un'età più recente di 15.280 anni BP (non calibrati, tab. 3).

E. subsistema di Ravenna (AES8)

Il subsistema di Ravenna costituisce la porzione sommitale del sintema Emiliano-Romagnolo Superiore. È delimitato alla base da un limite inconforme non affiorante, corrispondente ad una lacuna stratigrafica, evidenziato da datazioni con il metodo del 14C (tab. 3); superiormente il limite coincide con l'attuale piano topografico. La base del subsistema di Ravenna è riferibile, nel Foglio 205 e limitrofi, al passaggio tra il Pleistocene superiore e l'Olocene (età di 10480 ± 40 B.P. e 10450 ± 100 yr B.P., sondaggi 205-S14 e 205-S7) ed è dunque più antica rispetto a quanto osservato nel Foglio 223 (8790 ± 90 yr B.P. in Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna, 2002).

Il subsistema di Ravenna presenta spessori mediamente compresi tra 12 e 30 metri, e comprende sabbie, argille e limi di ambiente deltizio, litorale e marino-marginale organizzati in corpi lenticolari, tabulari e cuneiformi.

Al tetto del subsistema di Ravenna è stata riconosciuta un'ulteriore superficie di discontinuità, ben definita al margine appenninico padano, che permette di distinguere un'unità di rango minore (Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna, 2002) denominata unità di Modena (AES8a). Nell'area tipo l'unità di Modena presenta un limite inferiore inconforme, marcato da superfici di erosione fluviale che si correlano

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

lateralmente a depositi con fronte di alterazione superiore al metro di spessore, caratterizzato dallo sviluppo di un suolo o più suoli sovrapposti; in questi suoli l'orizzonte superficiale risulta da decarbonatato a parzialmente decarbonatato mentre si osserva un orizzonte profondo ad accumulo di carbonato di calcio; il colore degli orizzonti varia da bruno giallastro a giallo olivastro (Hue 10YR, 2,5Y, Value 4-5 e Chroma 2-4 delle Munsell Soil Color Charts, 1975). Il limite superiore dell'unità coincide con il piano topografico. Al tetto dell'unità sono presenti depositi con fronti di alterazione inferiore al metro e suoli calcarei; gli orizzonti presentano un colore da bruno oliva a grigio oliva scuro (Hue 2,5YR, 5Y, Value 4-5 e Chroma 2-4 delle Munsell Soil Color Charts). Il limite inferiore dell'unità di Modena è datato al periodo post-romano e segna l'instaurarsi di un importante fase di deterioramento climatico che, tra il IV e il VI secolo d.C., determinò un consistente incremento della piovosità con conseguente modifica della rete idrografica e alluvionamento di gran parte della pianura (Veggiani, 1974).

Nel Foglio 205 quest'unità comprende essenzialmente depositi di fronte e piana deltizia, organizzati in corpi lenticolari, tabulari e cuneiformi e presenta normalmente uno spessore di pochi metri.

3.4 Sistemi deposizionali e litofacies

L'analisi di facies, condotta sui sondaggi realizzati nell'area del Foglio 205 e limitrofi ha permesso di distinguere all'interno della successione sedimentaria analizzata 30 litofacies riconducibili a 6 grandi ambienti deposizionali. Le facies sono state distinte sulla base di attributi quali: la litologia, la granulometria, la presenza di componenti accessori (frammenti conchigliari e fossili, sostanza organica, concrezioni calcaree, ossidazioni), l'identificazione di variazioni verticali e le caratteristiche geotecniche (misurate mediante Pocket Penetrometer e Vane Test).

Le associazioni di facies, così distinte, sono riconducibili a due sistemi deposizionali principali: il sistema alluvionale e quello deltizio-litorale. La relazione tra litofacies, associazioni di facies e sistemi deposizionali è riportata nella tabella 4. **L'area di intervento ricade tra le associazioni di facies del sistema alluvionale descritto di seguito alla lettera A.**

A. SISTEMA ALLUVIONALE

Nei paragrafi che seguono verranno descritte le associazioni di facies e le litofacies riconosciute nell'area dei Fogli 186-187 e 204-205 e verranno fornite, ove necessario, le informazioni utili alla caratterizzazione delle stesse nei diversi intervalli stratigrafici.

Depositi di piana alluvionale (associazione di facies A)

All'interno del sistema alluvionale sono state riconosciute cinque litofacies (figg. 19-22 e tab 4).

- La litofacies A1 comprende argille e argille limose, di colore grigio, massive e bioturbate, con subordinate intercalazioni di limo e limo argilloso. La litofacies A1 è caratterizzata da marcate variazioni di colore legate principalmente alla presenza di ossidi (soprattutto di Fe e Mn) e di sostanza organica.
- La litofacies A2 mostra un'alternanza ritmica tra sabbie limose, limo e limo argilloso. Le lamine e gli strati presentano base netta, spessore compreso tra qualche millimetro e 5 cm e una tendenza coarsening upward. Il colore varia da grigio chiaro a grigio scuro sino a marrone. Localmente sono presenti frustoli carboniosi e concrezioni di CaCO₃ anche di grandi dimensioni.
- La litofacies A3 è composta da sabbie da medie a molto fini, talvolta limose. Questa unità mostra uno spessore compreso tra 1 e 5 m, ed è caratterizzata da base erosiva e tendenza fining upward. Il colore varia da grigio chiaro a grigio scuro sino al marrone.
- La litofacies A4 consiste di sabbie grigie da medie a fini, di spessore generalmente non superiore ad un metro caratterizzate da base sia netta sia transizionale. Localmente sono state osservate tendenze granulometriche positive e negative.
- La litofacies A5 è caratterizzata dalla presenza di torbe, con spessori non superiori a 20 cm, e di argille e limi ricchi in sostanza organica. Questa litofacies presenta profili di alterazione con orizzonti Ap-C e

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Ap-Bw-C, cui sono associati abbondanti concrezioni di CaCO_3 (calcinelli) e rare slickensides, che testimoniano lo sviluppo di suoli poco evoluti durante fasi di esposizione subaerea (Inceptisols e Entisols, Soil Survey Staff, 1975). Raramente sono stati rinvenuti frammenti conchigliari di organismi di ambiente continentale. Questa litofacies è in genere associata alle litofacies A1 e A2.

Le associazioni faunistiche, che contraddistinguono questi depositi, si trovano prevalentemente nelle litofacies con componente argillosa (A1 ed A2) e sono costituite da ostracofaune dulcicole (biofacies F, si veda appendice 4) caratterizzate dall'abbondanza del genere Candona ed Ilyocypris, cui si associano gasteropodi dulcicoli e frustoli carboniosi. Nei corpi sabbiosi (litofacies A2, A3 e A4) sono stati occasionalmente osservati (sondaggi 205-S1, 205-S2) foraminiferi di ambiente marino in cattivo stato di conservazione, probabilmente in parte rimaneggiati da sequenze più antiche riferibili ad un periodo compreso tra il Miocene e il Pliocene.

L'insieme dei dati acquisiti indicano che la deposizione è avvenuta in un ambiente di pianura alluvionale.

La litofacies A1 - Argille di piana inondabile - è stata interpretata come il prodotto della sedimentazione in un ambiente di piana inondabile ben drenata, distale rispetto ai principali sistemi di alimentazione (canale-argine). Le ossidazioni e le concrezioni di CaCO_3 (se non associate a profili di alterazione pedogenetica) riflettono ripetute oscillazioni del livello di falda.

La litofacies A3 - Sabbie di canale fluviale - è stata interpretata come il prodotto della deposizione all'interno di un canale fluviale. La sequenza verticale di facies, quando completa, mostra dal basso verso l'alto stratigrafico la registrazione della fase di riempimento del canale e di successivo abbandono dello stesso.

L'alternanza di argille e sabbie che caratterizza la litofacies A2 - Limi e sabbie di argine - riflette la sedimentazione in un area d'intercanale prossima agli apporti sedimentari grossolani; si tratta di depositi di argine da distale a prossimale. L'aumento del rapporto sabbia-pelite e dello spessore complessivo del deposito di argine indica generalmente la prossimalità al sistema di alimentazione principale, viceversa una diminuzione nella frequenza e nello spessore delle intercalazioni grossolane caratterizza i depositi di argine distale.

La litofacies A4 - Sabbie e limi di rotta fluviale - riflette la sedimentazione, in un ambiente di piana inondabile o di intercanale, di eventi di rotta fluviale responsabili della deposizione di sabbie prevalenti e limi in aree dominate generalmente da sedimentazione fine. In particolare, i depositi a tendenza granulometrica negativa sono stati interpretati come depositi di ventaglio di rotta fluviale, mentre quelli a tendenza positiva rappresentano i depositi di canale di rotta come inoltre confermato dal minor spessore rispetto ai depositi di canale fluviale.

La litofacies A5 - Argille ricche di sostanza organica - registra lo sviluppo, in corrispondenza di aree depresse della piana inondabile, di specchi d'acqua effimeri (legati a tracimazioni dagli argini in seguito a eventi di piena, precipitazioni e/o risalita del livello della falda) caratterizzati da sponde vegetate. La presenza, a differenti livelli stratigrafici, di paleosuoli poco evoluti indica periodi di esposizione subaerea di breve durata.

Sono dunque riconoscibili due associazioni di facies principali: la piana inondabile (litofacies A1 e A5) e il sistema costituito dal canale, argine e rotta fluviale (litofacies A2, A3 e A4). Il basso grado di evoluzione dei paleosuoli indica, per questo sistema alluvionale, brevi tempi di disattivazione dei canali

fluviali (calcolati in un massimo di 2000 anni in Amorosi et alii, 1996) e tassi di sedimentazione eccedenti il tasso di alterazione subaerea (Kraus, 1999). Infine la frequente brusca sovrapposizione della litofacies A4 sulla litofacies A1, senza l'interposizione dei depositi di argine della litofacies A2 (sondaggi 205-S1, 205-S2, 205-S5, 205-S7, 205-S13), può essere interpretata come il risultato di rapidi e frequenti processi di avulsione ("avulsion" sensu Mack & Leeder, 1998).

Il passaggio tra l'associazione di facies A e la sovrastante associazione di facies C corrisponde ad un Inceptisol (YDU in figg. 19, 20 e 21) associato ad una lacuna deposizionale che segna il passaggio dai depositi di stazionamento basso del livello del mare ai sovrastanti depositi trasgressivi (YDU coincide alla superficie di trasgressione TS). Il limite è segnato da un abrupto cambiamento nel colore dei sedimenti: dalle tonalità grigio-azzurre (5GB delle Munsell Soil Color Charts) si passa ai sovrastanti sedimenti di colore grigio scuro (7.5YR 7/0).

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Un altro Inceptisol (LGU in figg. 19, 20 e 21) è stato individuato all'interno dell'associazione di facies A ad un livello stratigrafico più basso del precedente. In questo caso si osserva un orizzonte di argille nere e organiche (litofacies A5), di età inferiore a 18.830 anni B.P. (sondaggio 205-S9), che poggiano sopra un deposito di argille sovraconsolidate.

Le prove penetrometriche con piezocono si sono rivelate molto utili per correlare nel sottosuolo questi Inceptisols. Gli orizzonti induriti possono essere facilmente identificati da un debole aumento della resistenza alla punta, cui si associa un abrupto aumento nella resistenza laterale e una netta diminuzione della pressione interstiziale.

Le datazioni al radiocarbonio permettono di attribuire all'associazione di facies A un'età superiore a 10.480 ± 40 anni B.P. (tardo Pleistocene).

B. SISTEMA DELTIZIO-LITORALE

In tutta l'area in esame i depositi attribuiti al sistema deltizio-litorale poggiano sui sottostanti depositi alluvionali tardo-pleistocenici con contatto netto. Lo spessore dell'unità varia da un minimo di 9-10 m a un massimo di 33 m. All'interno di tale sistema deposizionale sono state riconosciute 25 litofacies riconducibili a 8 associazioni di facies che verranno descritte dal basso verso l'alto stratigrafico.

Depositi di piana costiera (associazione di facies C)

L'associazione di facies C costituisce la base del subsistema di Ravenna e si sovrappone, con una lacuna stratigrafica, ai depositi di pianura alluvionale (associazione di facies A) del Pleistocene superiore. Mostra rapporti di latero verticalità con i depositi di retrobarriera (associazione di facies B). Lo spessore massimo osservato è di 5 metri. Le datazioni con il metodo del 14C hanno permesso di attribuire ai depositi dell'associazione di facies C un'età compresa tra 7535±70 y B.P. e 10480±40 B.P. All'interno dell'associazione di facies C sono state riconosciute cinque litofacies (figg. 19-22).

- La litofacies C1 è costituita da silt argillosi screziati con orizzonti, di spessore millimetrico, di detrito vegetale che conferiscono al deposito un aspetto laminato.
- Comuni sono livelli di argille limose e limi sabbiosi grigio-neri, spesso organizzati in fitte alternanze da millimetriche a centimetriche (litofacies C2).
- La litofacies C3 (sondaggio 205-S6) è invece caratterizzata da sabbie medio-fini organizzate in una sequenza positiva (F.U., fining upward) e presenta uno spessore di circa 3 m; corpi di sabbie medio-fini con base netta e spessore inferiori al metro sono stati osservati nei sondaggi 205-S9 e 205-S7 (litofacies C4). Infine la litofacies C5, in molti casi presente alla base dell'associazione di facies C, è costituita da orizzonti torbosi lateralmente molto estesi e continui. I campioni prelevati in corrispondenza di quest'unità per le analisi micropaleontologiche sono spesso risultati sterili e ricchi solo in frustoli carboniosi.

Ostracofaune dulcicole costituite da Candona neglecta, e Ilyocypris monstifica (biofacies F, appendice 4), sono state osservate nei sondaggi 205-S6, 205-S16 e nel sondaggio 205-S8. In quest'ultimo sono presenti anche foraminiferi rimaneggiati. Frequente, in quasi tutti i sondaggi, la presenza di gasteropodi pulmonati.

- L'associazione di facies C mostra forti similitudini da un punto di vista sedimentologico con l'associazione di facies A; gli elementi che ne hanno consentito l'identificazione sono: la relativa maggiore abbondanza di argille organiche e torbe che si riflette in una più diffusa distribuzione della litofacies C5, l'assenza di paleosuoli e di alterazioni e ossidazioni di colore giallo-bruno. Questi dati suggeriscono che la deposizione dei sedimenti è avvenuta in un ambiente caratterizzato da drenaggio scarso e occasionalmente sommerso (condizioni di idromorfia), con fasi di emersione subaerea rare e brevi. La presenza diffusa di torbe (C5) e le associazioni dulcicole, suggeriscono un ambiente deposizionale a bassa energia caratterizzato dallo sviluppo di paludi, piccoli laghi o stagni.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

- La sequenza fining upward riconosciuta nel sondaggio 205-S6 (litofacies C3 – sabbie di canale o foce fluviale) registra, la migrazione e la disattivazione di un canale fluviale in area palustre. La litofacies C2 suggerisce, con la tipica alternanza tra limi e sabbie, un ambiente deposizionale di argine, mentre l'ulteriore diminuzione granulometrica registrata dalla litofacies C1 è coerente con un ambiente deposizionale distale rispetto ai canali attivi ed è dunque interpretabile come deposito di piana inondabile o di argine distale.
- La litofacies C4, infine per la minor granulometria rispetto alla litofacies C3, per gli spessori esigui e per la mancanza di una chiara sequenza fining upward, è stata interpretata come deposito di ventaglio o lobo di rotta. L'associazione di facies C, in base ai dati acquisiti ed ai rapporti stratigrafici, registra, quindi, una varietà di ambienti deposizionali, dominati dall'influsso fluviale, formati all'interno di una piana costiera a basso gradiente morfologico, caratterizzata da vaste aree palustri, da una ridotta attività fluviale e dalla prossimità con il mare.

Depositi lagunari di retrobarriera (associazione di facies B)

L'associazione di facies B si sovrappone con contatto sia transizionale sia netto ai depositi di piana costiera (associazione di facies C) ed è sormontata con contatto erosivo dai depositi litorali di barriera trasgressiva dell'associazione di facies T. Presenta spessori compresi tra 2 e 5 m. L'unità è costituita da alternanze centimetriche e decimetriche di limi, sabbie fini e argille limose di colore da grigio scuro a grigio chiaro, cui possono associarsi modesti accumuli (centimetrici) di sostanza organica e di frammenti conchigliari. Sono state identificate tre litofacies principali (fig. 19-22).

- La litofacies B1, prevalentemente presente nella porzione inferiore dell'associazione di facies B, è costituita da alternanze di limi sabbiosi e argille limose con abbondante sostanza organica e frammenti di legno.
- Nella litofacies B2, diventano prevalenti le alternanze tra limi e sabbie limose mentre diminuisce la quantità di sostanza organica presente. Normalmente la litofacies B2 giace con contatto transizionale sulla litofacies B1.
- La litofacies B3 è composta da silt sabbiosi e sabbie siltose ed è stata osservata solo nel settore settentrionale del Foglio 205 (sondaggi 205-S7, 205-S8, e 205-S9). Questa litofacies costituisce la porzione superiore di quest'associazione di facies, ed è sormontata, con contatto erosivo, dalla litofacies T1 di barriera trasgressiva. Alla base di quest'unità è stata localmente osservata una superficie erosiva marcata da un lag conchigliare costituito da organismi di ambiente sia salmastro sia marino. L'analisi micropaleontologica ha permesso di differenziare in modo univoco le suddette litofacies. Le associazioni faunistiche sono prevalentemente caratterizzate da taxa salmastri e possono essere suddivise in tre categorie:

- quelle costituite da sole forme salmastre dominate da Cyprideis torosa (biofacies Bb) osservate esclusivamente all'interno della litofacies B1;
- quelle costituite da ostracofaune salmastre e foraminiferi eurialini (biofacies Bc e Bd) dove oltre a Cyprideis torosa compaiono rotalidi (essenzialmente Ammonia tepida ed Ammonia parkinsoniana), miliolidi e textularidi;
- quelle caratterizzate da associazioni marine a salinità normale (biofacies Mc, costituita principalmente da Ammonia spp., Elphidium spp.) osservate solo nella litofacies B3.

Macrofossili, tra i quali è prevalente il genere Cardium, sono frequenti in tutte e tre le litofacies. I dati cronologici, la posizione stratigrafica e il tipo di associazioni faunistiche, confrontati con l'età (circa 8-9.000 anni B.P.) degli estesi cordoni litorali fossili documentata nell'off-shore Adriatico (Colantoni et alii, 1979; Colantoni et alii, 1990) suggeriscono per quest'unità la deposizione in un ambiente di retrobarriera. In quest'ambiente deposizionale sono comuni rapide variazioni, nel tempo e nello spazio, delle caratteristiche chimico-deposizionali dovute alle complesse relazioni tra processi fluvio-deltizi da una parte e marino-tidali dall'altra. Ne risulta che l'ambiente deposizionale di retrobarriera è normalmente caratterizzato da una notevole

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

varietà di sottoambienti, la cui ricomposizione in un quadro di evoluzione spazio-temporale dettagliato può presentare un grado di complessità elevato. In ogni caso le alternanze tra limi, sabbie limose e argille limose della litofacies B1 suggeriscono un ambiente di laguna interna (come confermato dalla presenza esclusiva di *Cyprideis* sp.) caratterizzato da bassa energia, dove a fasi di prevalente decantazione si alternavano nel tempo fasi dominate da deboli processi trattivi. L'incremento della granulometria e la presenza d'associazioni faunistiche relativamente diversificate (comparsa di foraminiferi), osservate all'interno della litofacies B2, sono coerenti con un ambiente lagunare più esterno, situato immediatamente a ridosso dei sistemi di cordoni litorali e soggetto a scambi quasi costanti con le acque marine. Infine la litologia relativamente più grossolana della litofacies B3 e le associazioni marine litorali franche in essa contenute, indicanti elevata energia, sono coerenti con depositi messi in posto da piccoli delta tidali (flood tidal delta) o da eventi di washover. La superficie erosiva osservata localmente alla base di quest'unità è stata interpretata come superficie di ravinement tidale (Allen, 1991; Zaitlin et alii, 1994; Amorosi et alii, 2003). L'associazione di facies B è coerente con un ambiente di retrobarriera prossimo ad un canale tidale.

Depositi di barriera trasgressiva (associazione di facies T)

L'associazione di facies T è separata dai sottostanti depositi di retrobarriera (associazione di facies B) da una superficie erosiva debolmente immergente verso NE. La superficie erosiva è segnata da un lag conchigliare, di spessore compreso tra 5 e 20 cm, (sondaggi 205-S2, 205-S3, 205-S7, 205-S8, 205-S9, 205-S10, 205-S11, 205-S12, 205-S13 e 205-S14) e di notevole estensione areale, che costituisce un importante livello stratigrafico di riferimento (livello T in fig. 19-22) in tutta l'area studiata. L'associazione di facies T presenta un'organizzazione verticale di tipo fining upward e una geometria cuneiforme con spessori che, da un massimo di 4,5 metri, tendono a diminuire progressivamente spostandosi dall'attuale linea di costa verso ovest, dove l'associazione di facies si chiude in corrispondenza dei sondaggi 205-S6 ed 205-S1 (fig. 19-22). L'associazione di facies T è sormontata con contatto transizionale dall'associazione di facies M, nei settori orientali del Foglio, e dall'associazione di facies S nei settori occidentali (fig. 19-22). Il livello T passa verso l'alto alla litofacies T1 costituita da sabbie grigie medio-fini, micacee, e ben classate. La litofacies T1 presenta un'organizzazione verticale di tipo fining upward e un abbondante concentrazione di frammenti conchigliari (*Cardium*, *Venus* e *Pecten*). La litofacies T2 comprende alternanze ritmiche di sabbie limose e limi argillosi e si sovrappone, con contatto transizionale alla litofacies T1, così come transizionale è il passaggio tra le litofacies T2 e T3. Quest'ultima infine, osservata solo nel settore orientale del foglio (sondaggi 205-S10, 205-S4, 205-S14, 205-S9), è prevalentemente caratterizzata da argille massive grigie fortemente bioturbate e fossilifere.

Concentrazioni conchigliari, costituite da *Cardidae*, *Veneridae* e *Pectnidae* sono state osservate, oltre che alla base (livello T), anche all'interno delle tre litofacies.

Le associazioni faunistiche sono costituite esclusivamente da foraminiferi d'ambiente marino litorale. Le litofacies T1 e T2 sono caratterizzate dall'associazione faunistica Md (dominanza di *Miliolidae* spp., *Pontocythere turbida* e *Callistocythere* spp.) e subordinatamente dall'associazione Me (che include *Miliolidae*, *Elphidiidae* e *Nonionidae*) che differisce dalla prima essenzialmente per un più elevato grado di diversificazione e per associazioni numericamente più numerose (elevata percentuale di *Textularidae* spp. e *Leptocythere* spp.). L'associazione Me diviene invece prevalente nei settori orientali del foglio all'interno della litofacies T3 (sondaggi, 205-S10, 205-S4, 205-S14, 205-S9) e registra la massima paleoprofondità all'interno dei depositi olocenici del Foglio 205.

I dati composizionali insieme all'analisi dei minerali pesanti indicano, per le sabbie dell'associazione di facies T, un'alimentazione proveniente sia dalle Alpi orientali sia da sistemi fluviali padani (petrofacies AO, appendice 3).

I dati acquisiti indicano per l'associazione di facies T un ambiente deposizionale marino-litorale in progressivo approfondimento. In particolare, le litofacies sabbiose massive e ben cernite (litofacies T1) suggeriscono un ambiente marino ad alta energia quale quello di spiaggia sommersa superiore. Le litofacies T2 e T3, caratterizzate da una diminuzione della granulometria e da una maggiore diversificazione delle associazioni faunistiche, riflettono il progressivo approfondimento dell'ambiente deposizionale ed il passaggio ad una zona di transizione

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

tra la spiaggia sommersa inferiore e la piattaforma (T3). La superficie basale d'erosione, diacrona verso ovest, interpretata come marine ravinement surface, MRS, (Swift, 1968; Nummendal & Swift, 1987) testimonia il graduale spostamento verso terra, durante la trasgressione olocenica, di un sistema barriera laguna, come documentato anche nella limitrofa area di Ravenna (Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna, 2002; Amorosi et alii, 1999b).

Depositi marini di prodelta e transizione alla piattaforma (associazione di facies M)

Quest'associazione di facies mostra una geometria cuneiforme in assottigliamento verso ovest, con spessori che aumentano progressivamente procedendo verso mare sino a raggiungere i 13 metri in corrispondenza dei sondaggi eseguiti in prossimità dell'attuale linea di costa (205-S4, 205-S14, 205-S9). L'associazione di facies M presenta un contatto graduale sia con la sottostante associazione di facies T sia al tetto, con la associazione di facies S. Sono state distinte tre litofacies principali (fig. 19-22). La litofacies M1, sviluppata prevalentemente nella parte basale dell'unità, è costituita da argille grigie massive, fossilifere e bioturbate. La litofacies M2, che si sovrappone transizionalmente alla litofacies M1, è caratterizzata da alternanze centimetrico-decimetriche di sabbie limose, limi e argille. In alcuni casi sono prevalenti, come spessore e frequenza, gli intervalli argillosi, mentre in altri, il rapporto s'inverte e divengono predominanti le intercalazioni sabbioso-limose. La litofacies M3, infine, è costituita da sabbie limose o limi sabbiosi, con base e tetto netti. Da un punto di vista faunistico le associazioni presenti all'interno delle litofacies M mostrano, rispetto alla sottostante associazione di facies di barriera trasgressiva (T), un minor grado di diversificazione ed una diminuzione numerica dei taxa presenti. Il grado di diversificazione faunistica ed il numero d'esemplari tendono a diminuire sia spostandosi verso ovest, dunque verso aree di pertinenza deposizionale più prossimale, sia salendo stratigraficamente all'interno dell'unità stessa. In particolare, la litofacies M1 che corrisponde alla massima paleoprofondità raggiunta in quest'associazione di facies, è caratterizzata dall'associazione Mb dominata da *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida*, *Criboelphidium granosum*, *Pontocythere turbida* e subordinatamente dall'associazione Mc. La litofacies M2 è invece dominata dall'associazione Mb nella parte basale e dall'associazione Ma che indica una minore profondità delle acque (presenza quasi esclusiva di *Ammonia parkinsoniana* e *A. tepida*) nella parte sommitale. Macrofossili (*Turritella* sp., *Dentalium* sp., *Murex* sp. tra le forme più frequenti) sono particolarmente diffusi soprattutto all'interno della litofacies M1. Sporadicamente a differenti livelli stratigrafici, ma con prevalenza nella parte sommitale dell'unità, sono state osservate concentrazioni di materia organica e di legni. Le caratteristiche litologiche, la posizione stratigrafica, ed i dati derivanti dall'analisi micropaleontologica indicano che l'associazione di facies M si è deposta in un ambiente marino soggetto a deboli influssi fluvio-deltizi come suggerito dalla presenza saltuaria di resti vegetali e pezzetti di legni trasportati, verosimilmente, nei momenti di piena. A tale processo può essere anche riferita la deposizione dei corpi sabbiosi (M3) che si ritrovano sporadicamente intercalati a diversi livelli stratigrafici. I depositi di quest'unità sono quindi più precisamente riferibili ad un ambiente di prodelta (M1) e di fronte deltizia distale (M2). L'appoggio diretto di questi depositi sull'unità B (sondaggio 205-S6 e 205-S5, fig. 19) senza l'interposizione dei depositi di barriera trasgressiva è stato spiegato suggerendo lo sviluppo locale di baie aperte (Amorosi et alii, 2004).

Depositi regressivi di fronte deltizia (associazione di facies S)

Questa associazione di facies, la cui potenza è compresa tra 5 e 20 m, costituisce un'importante porzione dei depositi affioranti nell'attuale piana costiera. Comprende una serie di cordoni fossili, relativamente continui, allineati circa parallelamente all'attuale linea di costa, che riflettono le diverse fasi di progradazione del sistema deltizio del fiume Po. In corrispondenza dell'attuale linea di costa questa associazione di facies è affiorante; spostandosi circa 10 km più ad ovest, il tetto dell'associazione (fig. 19-22) diventa sub-affiorante e gradualmente si approfondisce fino a raggiungere profondità variabili tra i 9 ed i 15 m al di sotto del livello del mare (sondaggi 205-S5, 205-S11, 205-S16). Nei settori occidentali del Foglio 205 l'associazione di facies S mostra rapporti di latero-verticalità con i depositi regressivi lagunari (associazione di facies L); quest'ultimi sono stati osservati anche all'interno dell'associazione di facies S (sondaggi 205-S1, 205-S2, 205-S9 e 205-S10, fig. 19 e 21).

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Il passaggio ai sottostanti depositi di prodelta è invece graduale. Nelle zone interne (sondaggi 205-S2, 205-S3 e 205-S11), dove l'associazione di facies M si chiude in pinch out, le sabbie regressive (litofacies S) si sovrappongono direttamente sulle sabbie trasgressive dell'associazione di facies T amalgamandosi. In questo caso più che individuare un limite puntuale tra le litofacies trasgressive e quelle regressive è possibile riconoscere una zona di passaggio tra le due. Le sabbie di fronte deltizia, infatti, presentano generalmente una granulometria maggiore delle sabbie di barriera trasgressiva e sono organizzate in sequenze di tipo coarsening upward (CU). All'interno dell'associazione di facies S sono state riconosciute quattro litofacies principali. La litofacies S1 è costituita da sabbie fini e molto fini fossilifere. La litofacies S2 consiste di sabbie medie-grossolane con abbondante tritume conchigliare. La litofacies S3 comprende sabbie fini prevalenti alternate a sabbie medie con frequenti orizzonti di sostanza organica e di tritume conchigliare. La litofacies S4 infine, è stata osservata solo nel settore occidentale del foglio (sondaggi 205-S1, 205-S5 e 205-S11) e consiste di sabbie molto fini contenenti abbondanti frammenti di legni e una associazione faunistica peculiare caratterizzata da un'alta concentrazione di forme marine rimaneggiate (associazione Rm) e forme autoctone indicative d'acque salmastre (associazione Bc e Bb nel sondaggio 205-S5 e associazione Bd in 205-S11). Le litofacies S3 e S2 contengono associazioni faunistiche povere sia per specie che per individui con forme frequentemente rimaneggiate (associazione Rm). La litofacies S1 costituisce invece l'ambiente deposizionale più profondo all'interno di questa associazione di facies ed è dominata dalle associazioni marine Ma e Mb, ben sviluppate prevalentemente vicino al passaggio con la sottostante litofacies M.

Da un punto di vista composizionale le sabbie mostrano una progressiva dominanza degli apporti derivanti dal sistema padano in senso stretto (petrofacies PO, appendice 3).

I dati acquisiti, uniti all'evidenza geomorfologica di superficie, permettono di interpretare i sedimenti della parte sommitale di quest'unità come depositi di cordone litorale. Nel complesso l'organizzazione verticale dell'associazione di facies S riflette una progressiva diminuzione delle paleoprofondità. Le litofacies sabbiose più fini frequenti nella parte basale dell'unità (S1), espressione della fase iniziale della regressione, sono interpretate come il prodotto della deposizione in un ambiente di spiaggia sommersa inferiore (si veda anche Amorosi et alii, 1999b e Amorosi et alii 1999c). L'aumento di granulometria (sabbie da medie a grossolane) nella parte media sommitale dell'unità (S2), può essere posto in relazione con la transizione a depositi di spiaggia sommersa superiore prima e di battigia dopo. La porzione sommitale (S3), unita all'evidenza geomorfologica, indica un ambiente di retrospiaggia. La litofacies S4 per il suo particolare contenuto paleontologico (faune salmastre autoctone e marine rimaneggiate) è stata interpretata come il prodotto della deposizione in un'area retrostante la spiaggia di ventagli di washover. La deposizione di quest'unità è stata controllata dalle varie fasi di progradazione del sistema deltizio del fiume Po che si attivò, secondo i dati archeologici, circa 2500 yr B.P. (Ciabatti, 1966). L'associazione di facies S può quindi essere interpretata come parte del sistema di fronte deltizia del fiume Po stesso che è tuttora in evoluzione. La progressiva diminuzione di profondità di affioramento di quest'associazione di facies, che si osserva procedendo da ovest verso l'attuale linea di costa (fig. 20), testimonia il progressivo avanzamento della linea di costa nella medesima direzione in relazione alle fasi di progradazione del delta del Po. Processi di migrazione delle bocche dei canali distributori e conseguente disattivazione di precedenti lobi attivi rendono conto dello sviluppo locale di depositi lagunari testimoniati, all'interno di quest'unità, dalla presenza dell'associazione di facies L (sondaggi 205-S1, 205-S2, 205-S9, 205-S10, 205-S12).

Depositi di Piana deltizia

I depositi attribuiti a questa associazione di facies dominano la geologia di superficie del settore centro-occidentale del Foglio 205 e limitrofi. Sulla base delle caratteristiche litologiche e del contenuto faunistico è stato possibile identificare all'interno dei depositi di area interdistributrice 7 litofacies che verranno descritte dal basso verso l'alto stratigrafico.

I depositi lagunari (L) sono stati osservati in corrispondenza di due distinti livelli stratigrafici: all'interno e al di sopra delle sabbie regressive dell'associazione di facies S. Nel settore orientale del Foglio 205 i depositi lagunari si presentano all'interno delle sabbie regressive (litofacies S) con uno spessore massimo di 6 m; nel settore

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

occidentale i depositi lagunari poggiano con contatto netto sulle sabbie dell'associazione di facies S e sono in transizione verticale con i sovrastanti depositi di piana deltizia dell'associazione di facies P. I depositi dell'associazione di facies L mostrano una geometria lenticolare con spessori massimi di 10 metri che diminuiscono spostandosi verso est. All'interno di questa associazione di facies sono state individuate tre litofacies (fig. 19-22). La litofacies L1 è caratterizzata da alternanze ritmiche, con strati di spessore variabile e non superiore a venti centimetri, di argille limose e limi argillosi di colore grigio scuro, con abbondante sostanza organica e legni. In alcuni casi la litofacies L1, soprattutto nelle zone più distali (quindi in direzione dell'attuale linea di costa), è sostituita gradualmente da alternanze da centimetriche a decimetriche, di sabbie fini e limi argillosi con frequenti accumuli di sostanza organica e legni (litofacies L2). Nei sondaggi 205-S9 e 205-S12 sono inoltre presenti sabbie massive, di spessore inferiore al metro (litofacies L3), a base netta, e tetto caratterizzato da passaggio transizionale alla soprastante litofacies L2. Le concentrazioni di Cardidae, sono comuni così come gli accumuli, (1 o 2 cm lo spessore), di materiale organico vegetale indecomposto.

I dati micropaleontologici (appendice 4) indicano che la litofacies L1 è dominata dalle associazioni salmastre Bb e Bc caratterizzate da un abbondante numero di esemplari di Cyprideis torosa. La litofacies L2, invece, contiene le associazioni Bd, Bc e Ma; quest'ultima è caratterizzata da associazioni marine poco diversificate. Infine le associazioni di foraminiferi di ambiente marino rimaneggiati (Rm) e di foraminiferi di ambiente salmastro (Rb) sono tipiche della litofacies L3.

I dati acquisiti permettono di interpretare quest'unità come il prodotto della deposizione in un ambiente lagunare, comunicante in modo quasi continuo con il mare e separato da quest'ultimo da sistemi di cordoni litorali. In particolare, l'aumento di granulometria e l'associazione faunistica osservate nella litofacies L2 (depositi di laguna esterna/baia) indicano una maggiore vicinanza al mare rispetto alla litofacies L1 (depositi di laguna interna). Le sabbie della litofacies L3 registrano la deposizione di sabbie in laguna ad opera di eventi di tempesta e di processi di washover, come peraltro confermato dalla presenza di foraminiferi rimaneggiati. L'associazione di facies L si è dunque deposta alle spalle dei cordoni litorali, alimentati dal sistema deltizio del paleo-Po, che nel suo processo di progradazione isolava progressivamente aree lagunari poco profonde.

I depositi di ambiente palustre (P) costituiscono una porzione dei depositi affioranti nel settore occidentale del Foglio 205 e presentano: uno spessore massimo di 7 m, una geometria lenticolare in assottigliamento verso l'attuale linea di costa (fig. 19-22) e si sovrappongono, con contatto graduale, ai depositi lagunari precedentemente descritti. Le litofacies riconosciute mostrano notevoli analogie con quelle osservate nella parte basale della successione (associazione di facies C) e sono caratterizzate da limi argillosi da grigi a neri, contenenti sporadicamente livelli centimetrici di sabbie fini e limi (litofacies P1), a cui s'intercalano frequentemente livelli di torba (litofacies P2). Sono comuni rizoconcrezioni e impronte di radici. L'associazione faunistica è costituita da ostracofaune dulcicole (biofacies F) dominate dal genere Candona, associate frequentemente a gasteropodi pulmonati. I rapporti stratigrafici, le caratteristiche sedimentologiche ed il contenuto faunistico suggeriscono un ambiente deposizionale a bassa energia all'interno di un'area molto vegetata. L'assenza di faune salmastre testimonia la chiusura delle comunicazioni con il mare e la transizione ad un ambiente palustre all'interno del sistema di piana deltizia del fiume Po.

La litofacies D1 mostra generalmente contatto sia erosivo che graduale con i sovra- e sottostanti depositi e comprende sabbie da fini a molto fini, localmente limose, e limi con intercalazioni di limo sabbioso e/o sabbia molto fine.

All'interno di tale litofacies sono state riconosciute sia sequenze di spessore inferiore a 2 m, con base netta e tendenza FU, che sequenze prevalentemente sabbiose, di spessore ridotto (raramente superiore al metro), con base sia netta che graduale e tendenza granulometrica sia positiva che negativa. Il colore varia da grigio a grigio-marrone. Sono frequenti le ossidazioni e le concrezioni di CaCO₃. La sostanza organica è rara e si rinviene dispersa nel sedimento; non è stata osservata la presenza di fossili. I depositi grossolani di questa litofacies riflettono la sedimentazione in un ambiente complesso, dominato dalle dinamiche fluviali e caratterizzato da condizioni di energia variabile. Tale litofacies registra infatti la deposizione in un sistema di canale-argine sviluppatosi in un ambiente di piana deltizia. I depositi sabbiosi di spessore maggiore rappresentano sequenze di riempimento di canali distributori attribuite alle divagazioni, in tempi storici, del Po di Volano; le sequenze

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “COPPARO”
*Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl*



minori sono state interpretate come depositi di ventaglio e canale di rotta e/o canale distributore e subordinatamente come depositi di argine prossimale.

La litofacies D2 (argille e limi di area d'intercanale) comprende limi, argille limose con subordinate intercalazioni di sabbia fine limosa. Lo spessore di questi depositi è variabile tra 1 e 4 m. Il colore varia dal grigio chiaro al grigio scuro. La sostanza organica quando presente è concentrata in orizzonti torbosi con spessore compreso tra 10 e 20 cm. Sono presenti concrezioni di CaCO₃ (“calcinelli”) e ossidazioni. I depositi fini di questa litofacies riflettono la deposizione in un ambiente complesso caratterizzato da condizioni di bassa energia, distale rispetto alle aree fonte di sedimento grossolano e soggetto all'alternanza di periodi di esposizione subaerea (calcinelli e ossidazioni) e di sommersione (accumulo di sostanza organica). Tale litofacies registra la sedimentazione in un ambiente di piana deltizia sviluppatasi in tempi storici alle spalle degli apparati deltizi alimentati dai rami del Po di Volano (a nord) e del Po Primario (a sud).

Di seguito si riporta la tabella 4 riassuntiva delle litofacies, i logs stratigrafici di correlazione (per l'area di intervento risultano rappresentativi i sondaggi S9 e S11 del foglio 204 limitrofo, S5 ed S10 del foglio 187, a seguire lo schema cronostatigrafico e la relativa legenda. Il sito di intervento è caratterizzato dalla presenza dei depositi del Sistema Alluvionale AES8 di piana inondabile e canale-argine-rotta fluviale costituiti da argille e sabbie con limi.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto **"COPPARO"**
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl

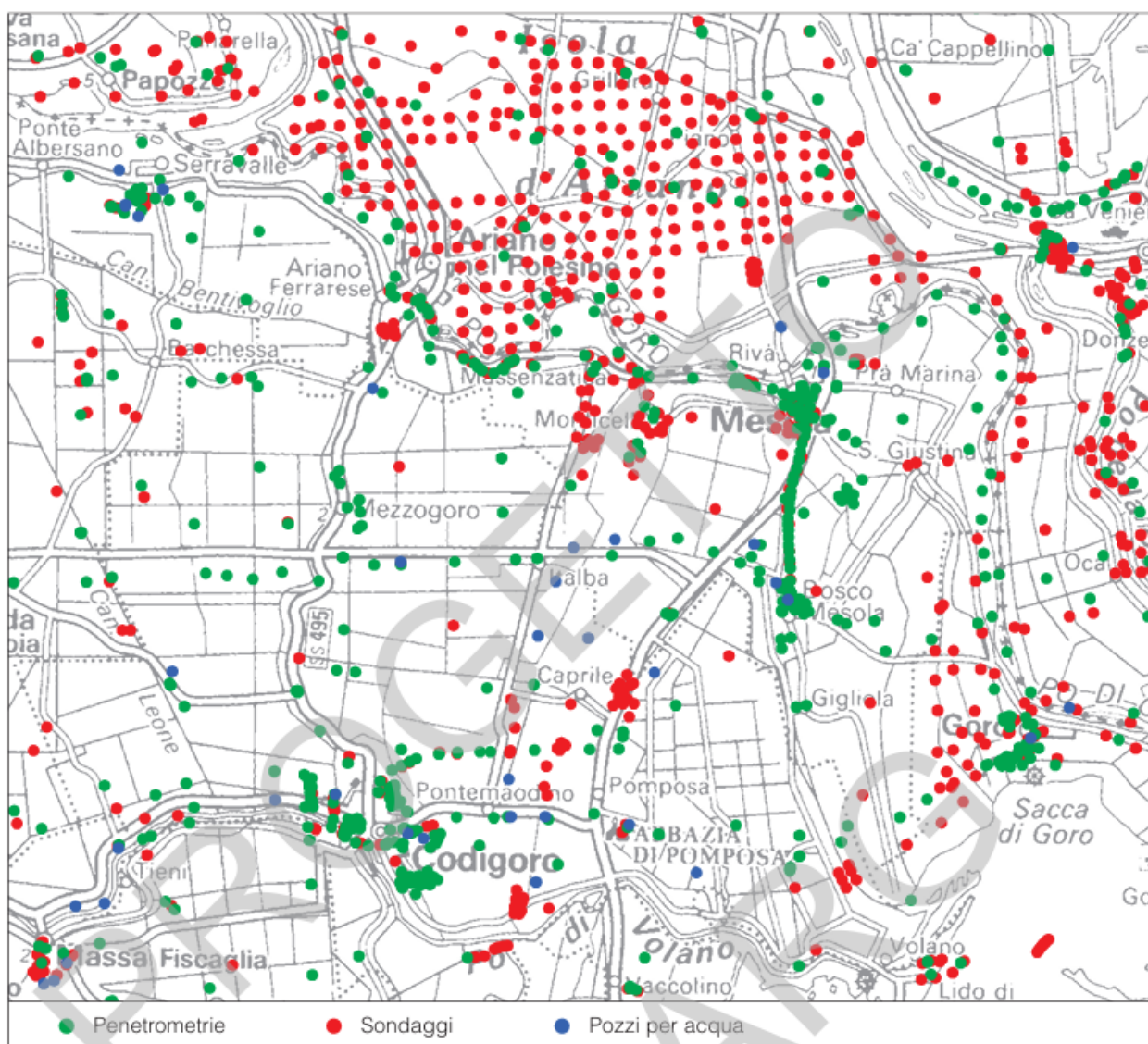


Figura 8 – Localizzazione delle 1259 prove geognostiche pregresse, acquisite in banca dati per la realizzazione del Foglio.187 "Codigoro" consultato e limitrofo

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



TAB. 4 - Schema riassuntivo delle litofacies distinte nel sottosuolo del Foglio 205 e loro relazioni con le unità stratigrafico-deposizionali di rango superiore.

SIGLA	LITOFACIES	ASSOCIAZIONE DI FACIES	ELEMENTO DEPOSIZIONALE	SISTEMA DEPOSIZIONALE
A1	Argille di piana inondabile	Piana inondabile	Piana alluvionale (A)	SISTEMA ALLUVIONALE
A5	Argille ricche di sostanza organica			
A2	Limi e sabbie di argine	Canale, argine e rotta fluviale		
A3	Sabbie di canale fluviale			
A4	Sabbie e limi di rotta fluviale			
C1	Argille organiche di piana costiera	Piana inondabile	Piana Costiera (C)	SISTEMA DELTIZIO-LITORALE
C5	Torbe palustri	Canale, argine e rotta fluviale		
C2	Sabbie e argille di argine			
C3	Sabbie di canale fluviale			
C4	Sabbie e limi di rotta fluviale			
B1	Limi e sabbie di laguna interna	Retrobarriera (B)	Complesso barriera - laguna	
B2	Limi e sabbie di laguna esterna/baia			
B3	Sabbie limose di delta di marea e/o ventaglio di washover			
livelloT	Lag conchigliare	Barriera trasgressiva (T)		
T1	Sabbie trasgressive			
T2	Sabbie di spiaggia sommersa			
T3	Argille e sabbie di transizione spiaggia-piattaforma			
M1	Argille massive di prodelta	Prodelta e transizione alla piattaforma (M)	Prodelta e transizione alla piattaforma	
M2	Depositi di fronte deltizia distale			
M3	Sabbie massive di tempesta			
S1	Sabbie di spiaggia sommersa inferiore	Cordone litorale (S)	Fronte deltizio	
S2	Sabbie di spiaggia sommersa/intertidale			
S3	Sabbie di spiaggia emersa			
S4	Sabbie di washover			
D1	Sabbie e limi di canale distributore	Canale distributore, argine e rotta	Piana deltizia	
D2	Argille e limi di intercanale	Area/baia interdistributrice		
P1	Argille palustri			
P2	Torbe palustri			
L1	Argille di laguna			
L2	Sabbie e limi di laguna/baia			
L3	Sabbie di washover			

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl

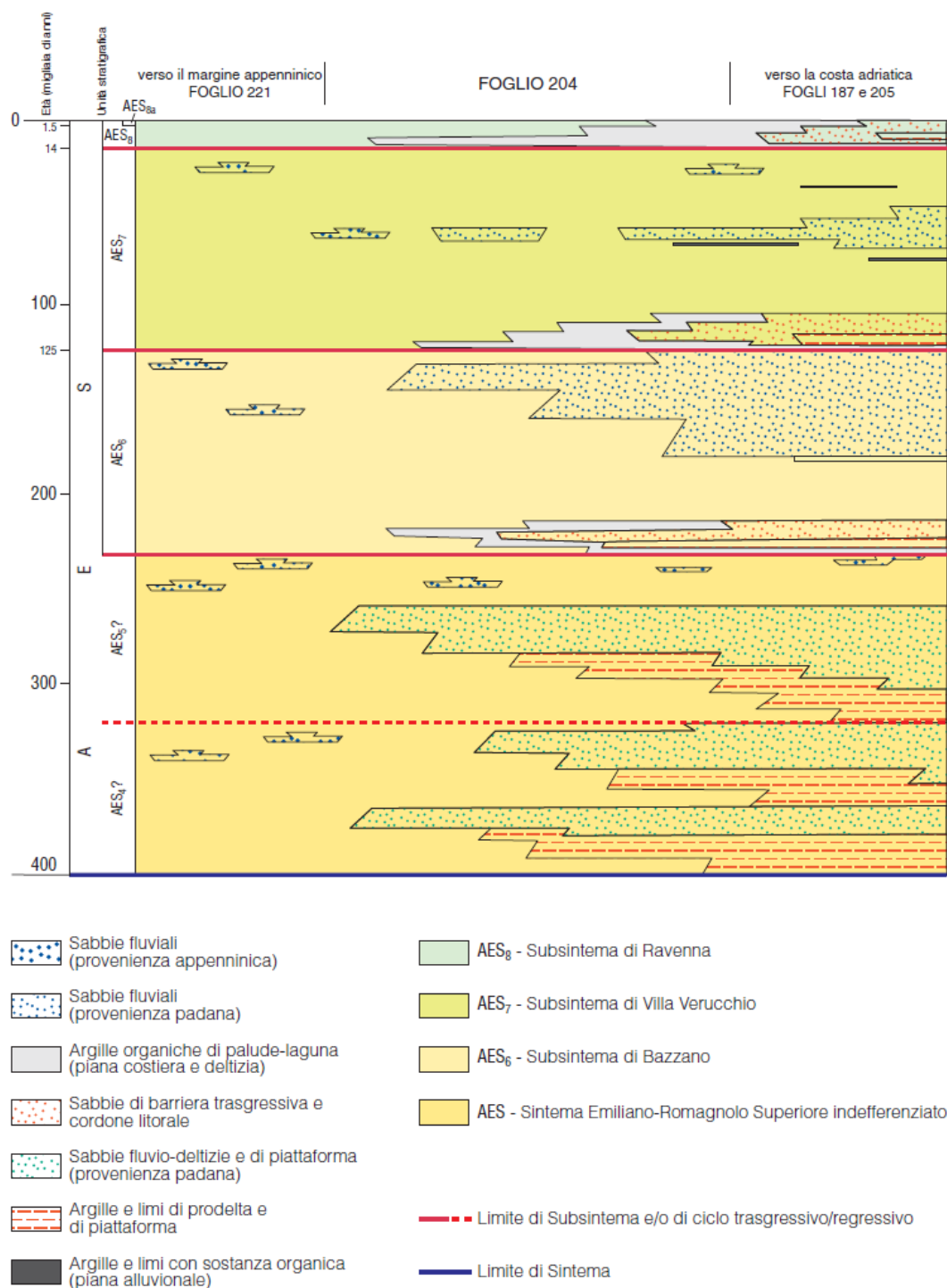


Fig. 10 - Schema cronostratigrafico del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) utilizzato per il Foglio 204 comprendente le relazioni con i Fogli limitrofi.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
Proponente: Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl



L'area di intervento sulla base dei dati raccolti è caratterizzata dalla presenza dei depositi afferenti al Subsintema di Ravenna AES8 e nel dettaglio all'unità AES8a descritta di seguito.

Subsintema di Ravenna (AES8)

Tutti i depositi quaternari affioranti nel Foglio 204 sono stati attribuiti a questo subsintema. Esso è attraversato per intero dalla gran parte delle indagini geognostiche della Banca Dati Geologici (figg. 7 e 8) trattandosi dell'unità affiorante e di spessore inferiore ad una trentina di metri, ed è pertanto l'unità meglio caratterizzata fra i depositi quaternari della pianura, per quanto riguarda sia la superficie sia il sottosuolo. La continuità fisica dei suoi depositi e delle superfici che la definiscono lungo tutta la pianura emiliano-romagnola orientale, la posizione stratigrafica e l'età hanno consentito di correlare questa unità con quella affiorante nell'area tipo (Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 223 Ravenna, 2002).

In quasi tutta l'area affiorante in esame l'unità è caratterizzata da depositi limosi-sabbiosi ed argillosi della piana deltizia del fiume Po. Nel margine SO del Foglio questi depositi passano ad argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di ambiente alluvionale (piana inondabile, argine, rotta, ecc.).

Il tetto del subsintema, che coincide con il piano topografico, presenta suoli con diverso grado di alterazione, i cui orizzonti superiori variano da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei, affiorano prevalentemente nei settori settentrionale ed orientale del Foglio. I suoli del settore orientale sono caratterizzati da un alto contenuto di materiale organico e l'assenza di carbonati è legato alle condizioni riducenti dell'ambiente deposizionale originale piuttosto che dall'invecchiamento del suolo stesso. In altre parole, in questo settore, l'assenza di carbonato non è indicativa dell'età del suolo.

I suoli non calcarei del settore settentrionale si sviluppano frequentemente sulle sabbie e limi dei dossi fluviali antichi; in questo caso l'assenza o la bassa concentrazione di carbonati è verosimilmente collegata all'età del suolo stesso.

Ad essi sono associati i principali ritrovamenti di reperti archeologici di età romana (fig. 6). Il popolamento romano, è ben documentato specialmente fra Voghiera e Ostellato e si situa in corrispondenza di antichi dossi fluviali del Po.

I suoli calcarei, che occupano la gran parte della superficie affiorante, appartengono prevalentemente all'unità AES8a. L'analisi di sottosuolo dei depositi di AES8 indicano che essi costituiscono la porzione trasgressiva e quella iniziale regressiva di un ciclo trasgressivo-regressivo, simile a quelli descritti in precedenza, ma incompleto perchè attualmente in corso di evoluzione. La base di questo ciclo è caratterizzata da un contatto piuttosto netto tra depositi deltizi e depositi alluvionali al tetto del ciclo sottostante (AES7).

In particolare, nel settore centrale, orientale e settentrionale i depositi basali di AES8 sono costituiti da argille e limi con abbondante sostanza organica e testimoniano, come supportato anche dalle analisi micropaleontologiche, lo sviluppo di estesi ambienti di palude e laguna della piana deltizia e costiera. In questo caso il limite inferiore dell'unità è facilmente riconoscibile grazie al netto contrasto di facies tra questi depositi e quelli alluvionali sottostanti (AES7). Nel settore occidentale e meridionale i depositi basali di AES8 sono costituiti da alternanze di argille limi e sabbie di ambiente alluvionale che sono scarsamente differenziabili dalle facies alluvionali dell'unità sottostante; in questi settori del Foglio 204 il limite inferiore di AES8 è pertanto di difficile individuazione.

L'età di questo intervallo basale organico, definita su basi radiometriche (tab. 2 e fig. 11), varia da 10.450 +/- 100 (sondaggio 205-S7) a 7.735 +/- 70 (sondaggio 204-S5). Deposit analoghi per facies, posizione stratigrafica ed età sono stati individuati in tutti i Fogli della pianura emiliano-romagnola (in particolare: Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 Foglio 223 Ravenna, 2002; Foglio 222 Lugo, in stampa; Foglio 256 Rimini, 2005 e Foglio 240 Forlì e 241 Cervia, 2005).

I risultati delle analisi polliniche sui campioni di questo intervallo stratigrafico e provenienti dal sondaggio 204-S4 mettono in evidenza che, in corrispondenza del limite basale dell'unità, si realizza il passaggio da condizioni climatiche glaciali (AES7), testimoniate dalla diffusione di Pinus e associazioni arbustivo-erbacee di ambiente

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

steppico, a condizioni climatiche interglaciali (AES8) testimoniate dallo sviluppo marcato delle foreste temperate a latifolia.

Questi depositi fini e ricchi in sostanza organica della piana deltizia sono All'interno di questi depositi sono presenti delle alternanze di sabbie e limi che costituiscono corpi lenticolari, spessi fino ad una decina di metri, attribuibili al riempimento di canali distributori e a complessi di delta minore. Nel margine di sud-est e in quello orientale sono anche presenti sottili livelli di limi e sabbia fine e media fossiliferi (le sabbie sono oggetto della cartografia in pianta alla scala 1:50.000 del Foglio Allegato) che testimoniano lo sviluppo di lagune e paludi salmastre associate ad aree di spiaggia o di foce fluviale, come confermato dalle analisi micropaleontologiche.

Questi ambienti più marcatamente marino-marginali e prossimi alla linea di costa documentano le fasi di massima ingressione marina in quest'area.

La transizione alla porzione regressiva del ciclo è generalmente graduale ed è espressa dalla progradazione dei depositi di palude-laguna sui depositi litorali e di retrobarriera nel settore orientale e quindi da quella dei depositi di piana alluvionale sui depositi di palude-laguna nel settore di SO.

Il subsistema ha una geometria complessiva relativamente tabulare con spessori massimi che si aggirano intorno ai 25 metri e spessori minimi di circa 15 metri, riscontrati nel settore di NO.

Analogamente a ciò che è stato fatto negli altri Fogli della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 in corso di realizzazione o stampa della pianura emiliano-romagnola, in questo subsistema è stata distinta una unità di rango gerarchico inferiore, l'unità di Modena (AES8a), la quale contiene i depositi più superficiali (sempre affioranti) e più recenti del Foglio, compresi quelli attualmente in evoluzione (si veda il lavoro di Cremaschi & Gasperi, 1989 per quanto riguarda la descrizione dei depositi rilevati nella località tipo). Essa è ampiamente presente nel Foglio ed include i depositi attualmente in evoluzione (compresi quelli fluviali appartenenti a b1).

AES8a è un'unità pellicolare, di pochi metri di spessore, che raggiunge i 10 m solo localmente, in corrispondenza dei dossi fluviali. Lo spessore è maggiore nel settore sud-occidentale e tende a diminuire verso il margine settentrionale ed orientale.

La base di AES8a è individuata dal contatto, in discontinuità stratigrafica tra i depositi alluvionali e il tetto di AES8, che contiene i reperti di epoca romana o più antica in posto.

Al tetto di AES8a è presente un suolo poco evoluto, non calcareo sviluppato sui depositi deltizi fini con sostanza organica e più o meno calcareo altrove, di pochi decimetri di spessore. Questa superficie di tetto è priva di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati ed è caratterizzata da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (ad esempio canali distributori e piane interdistributrici).

Nel settore di SO, in corrispondenza del F. Reno, l'unità è costituita da depositi sabbioso-limosi di canale fluviale, argine e rotta e da depositi argilloso-limosi di piana inondabile. Nei restanti settori, AES8a è costituita da depositi limoso-sabbiosi di canale distributore e delta minore e depositi argilloso-limosi ricchi di sostanza organica di intercanale e di area interdistributrice, appartenenti al sistema deltizio padano; in particolare, questa porzione del delta è caratterizzata dall'apparato del Po di Primaro, da più antichi canali distributori attribuiti ad AES8 (cfr. Po di Spina, Eridano, Aucutt.) e comprende nel margine di NE, e solo in parte, il Po di Volano.

L'età di AES8a è riferita all'epoca post-romana, sulla base dei seguenti caratteri:

- 1) la presenza di abbondanti e frequenti reperti romani (e più antichi) al tetto dei depositi sottostanti, fra i quali si segnalano strutture ben conservate che indicano il livello dell'antico piano di calpestio (edifici, strade, ecc.);
- 2) l'assenza di questi reperti all'interno dei depositi di AES8a o la loro presenza esclusivamente come elementi rimaneggiati;
- 3) l'alterazione pedogenetica modesta o del tutto assente della superficie affiorante di AES8a.

Più in dettaglio i dati storici ed archeologici indicano che l'unità si è deposta a partire dal IV-VI secolo d.C., in corrispondenza di un periodo di mutate condizioni climatiche e allentato controllo antropico sul territorio causato dalla crisi dell'Impero Romano e ben attestato a livello nazionale (Bondesan, 1986; Ciabatti & Veggiani, 1990; Montevecchi & Novara, 2000; Veggiani, 1982, 1987).

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

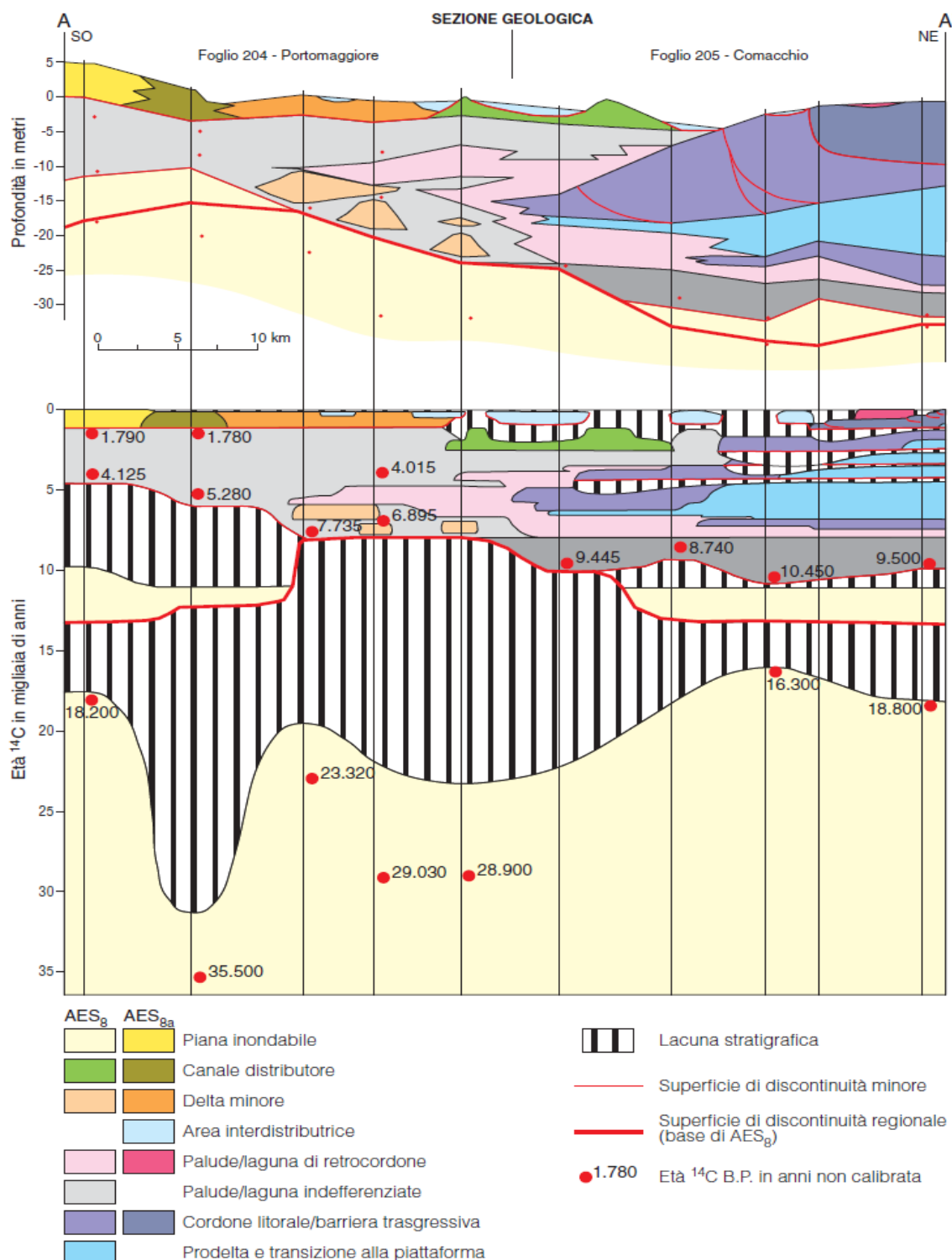


Fig. 11 - Schema litostratigrafico e cronostratigrafico di AES_s costruito sulla base delle datazioni radio-metriche e dell'analisi di facies dei depositi del Foglio 204 e del Foglio 205.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

SISTEMI DEPOSIZIONALI E LITOLOGIE

Secondo la normativa sul rilevamento e la cartografia geologica dei depositi quaternari le UBSU descritte in carta vengono caratterizzate anche sulla base delle litologie e degli ambienti deposizionali (Servizio Geologico Nazionale, 1992).

Nella Carta Geologica di Superficie questa caratterizzazione viene rappresentata con l'ausilio di sovrassegni che si accompagnano alla tradizionale colorazione delle unità stratigrafiche. Il presente capitolo è dedicato alla descrizione delle associazioni di facies e dei relativi ambienti deposizionali riconosciuti nell'area del Foglio 204-205 e limitrofi (sia in superficie sia nel sottosuolo) e completa le informazioni già riportate nel capitolo sulla stratigrafia. Per la caratterizzazione dei depositi non affioranti si è fatto largo uso sia di osservazioni dirette (carotaggi appositamente realizzati) sia di quelle indirette (informazioni contenute nella Banca Dati Geognostici della Regione Emilia-Romagna o nei dati AGIP per l'esplorazione petrolifera). Fra le osservazioni indirette si sottolinea l'importanza delle prove penetrometriche elettriche con piezocono (CPTU) appositamente realizzate per il Progetto CARG e le cui potenzialità per la caratterizzazione dei sistemi deposizionali sepolti è stata già enfatizzata in Amorosi & Marchi (1999).

1. - DEPOSITI ALLUVIONALI

1.1. - Piana Alluvionale

1.1.1. - Sabbie di riempimento di canale e di rotta fluviale (solo sottosuolo) Depositi costituiti da sabbie da medio-grossolane a molto fini, talvolta limose, e da limi con intercalazioni sabbiose e limi da argillosi a debolmente sabbiosi, localmente con concrezioni arenacee e calcaree (fig. 12). Le sabbie sono generalmente organizzate in sequenze fining upward (FU) con base spesso erosiva e presentano al tetto un passaggio, netto o graduale, a limi ed argille ricchi in sostanza organica. Lo spessore del singolo corpo sabbioso è compreso fra 2 e 5 metri. Nelle CPTU questi corpi si caratterizzano per gli alti valori di resistenza alla punta ($> 100 \text{ kg/cm}^2$), il basso rapporto fra l'attrito laterale e la resistenza alla punta, i valori negativi di sovrappressione interstiziale ed il tipico andamento della curva della resistenza alla punta con il brusco aumento dei valori alla base e la progressiva diminuzione verso l'alto (Amorosi & Marchi, 1999). Le analisi petrografiche di campioni di sabbia hanno rivelato aree di provenienza per tali sedimenti sia dal bacino padano sia da quello appenninico. I corpi sabbiosi sono presenti solo nel sottosuolo dove si aggregano in corpi nastriformi coalescenti oppure tabulari e sono estesi da varie centinaia di metri a qualche chilometro. I corpi di provenienza padana mostrano una maggiore continuità laterale e spessori superiori (fino a 35 metri circa) rispetto a quelli dei corpi appenninici (fino ad una decina di metri circa). Sono interpretati come sequenze di riempimento di canale fluviale e, localmente, di rotta fluviale.

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

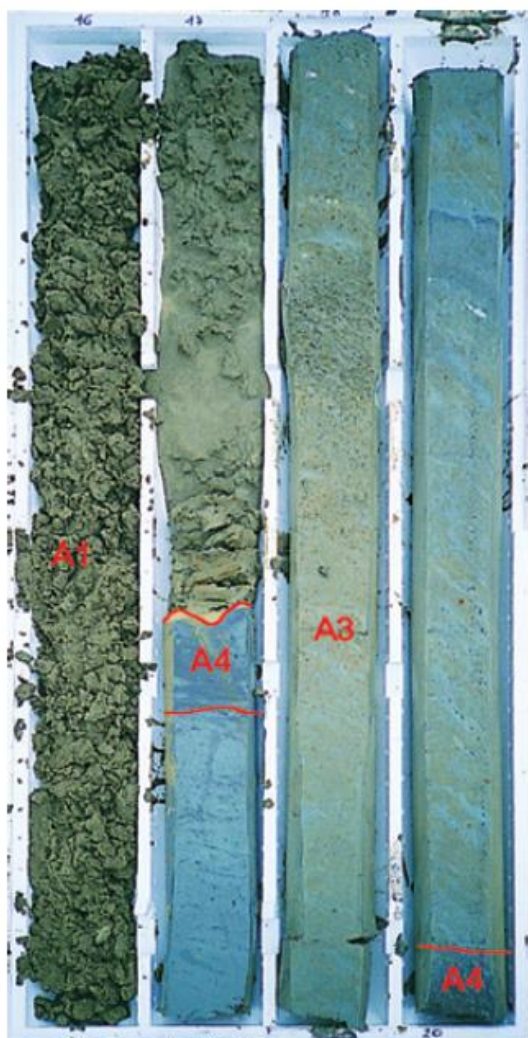


Fig. 12 - Sabbie medie e fini di riempimento di canale fluviale (A1) che si appoggiano con base netta ed erosiva su argille e limi con sostanza organica di palude (A4) che passano verso il basso ad argille e limi grigio-verdastre con aloni ("screziate") ocra di piana inondabile (A3) con alla base ancora depositi di palude (A4). Dettaglio del sondaggio 204-S14 da -16 m a -20 m (Subsistema di Ravenna - AES₃). Le sigle utilizzate fanno riferimento all'Appendice I.

1.1.2. - Alternanze di sabbie e limi di argine, canale e rotta fluviale

Depositi costituiti da alternanze di sabbie fini e finissime, spesso limose, in strati da sottili a spessi, e limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in strati da molto sottili a medi. Gli strati sono organizzati in sequenze fining upward (FU) o coarsening-fining upward (CU-FU). Localmente sono presenti sabbie mediogrossolane alla base delle sequenze positive ed intercalazioni di argilla al tetto.

Lo spessore massimo è intorno a 5-6 m. Passano lateralmente a depositi di piana inondabile con contatti gradual.

Sono interpretati come depositi di argine e di rotta fluviale; nel caso di strati più spessi e di sabbie grossolane tali depositi sono stati interpretati come sequenze di riempimento di canale fluviale. Sono stati cartografati solo in superficie dove formano dei corpi rilevati a geometria nastriforme e lobata, di larghezza massima di circa 3.5 km e sono formati dalla coalescenza di più dossi fluviali e dei ventagli di rotta ad essi associati. Sulla loro superficie sono spesso visibili le tracce degli alvei abbandonati e dei canali di rotta.

1.1.3. - Argille e limi di piana inondabile

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Depositi costituiti da argille e limi in strati medi e spessi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose in strati da molto sottili a medi (fig. 12). Spesso le argille contengono tracce di apparati radicali e sono intensamente bioturbate per cui non sono più visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie originarie. Sono stati cartografati solo in superficie dove affiorano nelle aree depresse interposte ai rilievi deposizionali degli argini, dei canali e delle rotte fluviali del settore di SO e fra questi e il dosso fluviale costituito dal Po di Primaro ("valli"). Formano corpi a geometria allungata parallelamente agli assi fluviali, che può divenire più complessa quando diverse aree interfluviali si saldano fra loro costituendo i bacini in cui si chiudono i depositi di argine, canale e rotta dei corsi d'acqua appenninici. Sono spessi generalmente pochi metri. Passano lateralmente a depositi di argine, canale e rotta fluviale con contatti graduali o a depositi di canale distributore con contatti netti. La maggior parte dei campioni prelevati si è rivelata sterile da un punto di vista micropaleontologico ed è caratterizzata da faune antiche rimaneggiate; solo in alcuni campioni sono stati individuati rari esemplari di ostracodi di ambiente ipoalino (*Ilyocypris gibba*) e dulcicolo (*Candona neglecta*) e frammenti di gasteropodi continentali.

Sono interpretati come depositi di piana inondabile. Nel sottosuolo i depositi di argine e rotta e quelli di piana inondabile sono spesso difficili da distinguere e cartografare separatamente, per cui sono generalmente accorpati in un'unica voce: argille, limi e sabbie di piana inondabile (per es. nelle sezioni geologiche superficiali del Foglio Allegato e dell'Appendice 3).

1.1.4. - Argille e limi con sostanza organica (solo sottosuolo)

Depositi costituiti da argille e, in minor misura, da limi con contenuto variabile di sostanza organica indecomposta; si presentano in strati da sottilissimi a medi (raramente spessi) alternati ad argille, limi e, raramente, limi sabbiosi, in cui la sostanza organica è subordinata o assente. La presenza di sostanza organica indecomposta conferisce a questi depositi un colore grigio-nerastro. La sostanza organica può essere presente in lamine millimetriche, come frammenti vegetali o essere diffusa nell'argilla. Talora sono presenti diffusi fenomeni di bioturbazione che hanno obliterato tutte le strutture sedimentarie interne. Spesso sono anche presenti resti di gasteropodi continentali sparsi nella matrice argillosa.

Nelle CPTU questi depositi si caratterizzano per i valori particolarmente bassi di resistenza alla punta (< 10 kg/cm²) e di attrito laterale, nonché valori molto alti di sovrappressione interstiziale (Amorosi & Marchi, 1999).

Lo spessore complessivo dell'associazione di facies varia da pochi decimetri a qualche metro. Questi corpi passano lateralmente e verticalmente a depositi di piana inondabile traccimazione fluviale in contatto da graduale a netto. Verso est nell'attuale area di piana costiera questi depositi passano, con contatto graduale, a depositi organici di palude-laguna.

Sono interpretati come depositi di palude effimera o permanente sviluppatasi in ambiente alluvionale.

2. - DEPOSITI DELTIZI, LITORALI E MARINI

2.1. - Piana Deltizia

2.1.1. - Alternanze di sabbie e limi di canale distributore, di argine e rotta

Depositi costituiti da sabbie fini e finissime in strati da sottili a spessi, alternate a limi, limi sabbiosi e subordinatamente limi argillosi, in strati molto sottili e sottili, spesso laminati. Ad essi sono associate, in prossimità dei principali alvei e paleoalvei, sabbie da medie a fini in strati amalgamati, spesso organizzati in sequenze fining upward (FU). I frammenti vegetali possono essere localmente abbondanti e si osserva la presenza di intraclasti argillosi e di laminazioni trattive e gradazione diretta mentre i bioclasti sono generalmente assenti. Gli strati sono da sottili a medi, frequentemente gradati, con base netta o erosiva. L'area di provenienza delle sabbie è dal bacino padano. Formano corpi nastriformi (canali/argini), spessi fino ad oltre 10 m e larghi alcune centinaia di metri; localmente la forma è lobata (ventagli di rotta). Passano lateralmente con contatti da netti a graduali ai depositi di delta minore, di area interdistributrice e di piana inondabile.

Sono interpretati come depositi di argine e canale distributore sulla base delle relazioni geometriche con gli altri depositi del sistema deltizio padano (Regione Emilia-Romagna, 1999) e dei dati storici. Questi depositi

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

affiorano estesamente in tutto il Foglio e sono attribuiti all'attività di rami deltizi di diversa età (i.e. Po di Spina, Po di Volano, Po di Primaro).

2.1.2. - Alternanze di sabbie e limi di delta minore

Depositi costituiti da sabbie da medie a molto fini (fig. 13) a cui si intercalano limi e argille; sono generalmente organizzati in sequenze di tipo fining upward (FU) con base sia netta ed erosiva sia graduale. Si osserva sovente la presenza di sostanza organica e localmente di frammenti conchigliari. Formano corpi a geometria lobata e sezione lenticolare con spessore di circa 4-6 metri, incassati ed isolati nei sedimenti di area interdistributrice. Sulla base dei rapporti stratigrafici laterali e della loro distribuzione areale osservata dalle foto aeree e dalle immagini da satellite, questi depositi sono interpretati come depositi di delta minore in area interdistributrice (bay-head delta).

2.1.3. - Argille e limi di intercanale

Depositi costituiti da limi e argille limose con subordinate intercalazioni di sabbia fine e sabbia limosa. Si osserva la presenza di concrezioni calcaree ed ossidazioni e di locali orizzonti torbosi di spessore compreso tra 10 e 20 cm. Formano corpi lenticolari allungati e con geometrie complesse, con spessore variabile tra 1 e 4 m, che si sviluppano nelle aree topograficamente depresse.

Questi depositi si sviluppano nell'attuale apparato deltizio padano nella piana deltizia superiore e sono interpretati come depositi di intercanale fluviodeltizio.

2.1.4. - Argille, limi e torbe di area interdistributrice

Depositi costituiti da argille limose, argille e limi argillosi variamente arricchiti in sostanza organica, intercalati localmente ad argille torbose e torba in strati da sottili a spessi e ad argille, limi e, raramente, limi sabbiosi, in cui la sostanza organica è subordinata od assente. Le strutture sedimentarie e la stratificazione sono spesso obliterate dalla bioturbazione; altrove è preservata una fitta laminazione piano-parallela o sottili strati sabbioso-limosi gradati. I resti conchigliari si rinvencono sia interi sia in frammenti ed appartengono ad organismi sia di ambiente salmastro sia di ambiente dulcicolo. Formano corpi a geometria lenticolare o tabulare lateralmente molto estesa, nelle zone depresse, spesso al di sotto del livello del mare, comprese tra i dossi formati dagli argini e dei canali distributori con cui hanno contatti graduali. Hanno spessore da pochi decimetri fino ad un massimo di 3-4 m ed occupano la porzione orientale del Foglio. Sono interpretati come depositi di aree salmastre e/o palustri sviluppati nelle aree interdistributrici della piana deltizia inferiore.

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

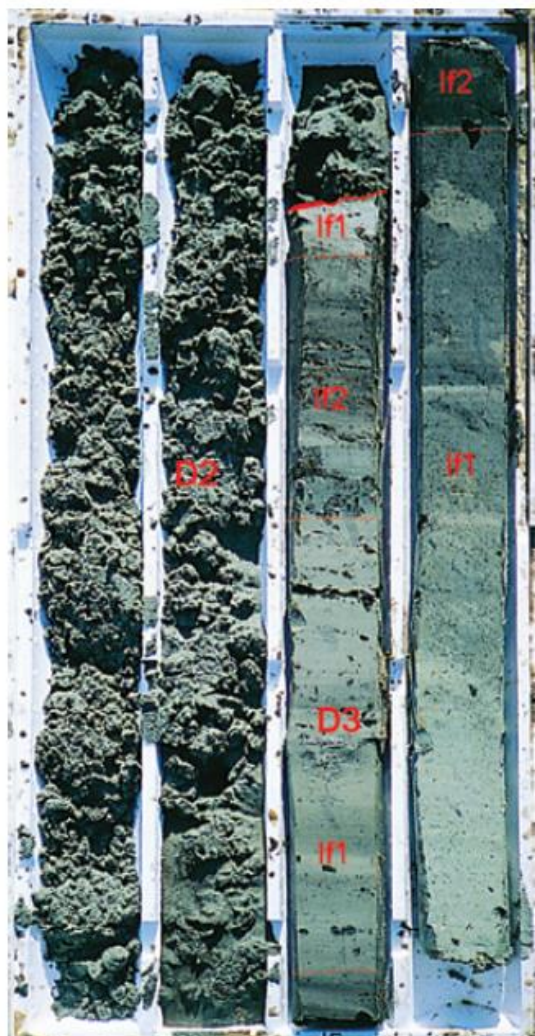


Fig. 13 - Altezze di sabbie fini e limi sabbiosi di delta minore (bay head delta) (D2), che si appoggiano con contatto netto ed erosivo su argille e limi con sostanza organica di palude-laguna (D3). Si osservano all'interno di D3: argille e limi bioturbati e localmente laminati ricchi in sostanza organica con diffusi frammenti di legno (litofacies 1, lf1); torbe e argille limose nere organiche (litofacies 2, lf2). Dettaglio del sondaggio 204-S11 da -12 m a -16 m (AES_{sa} - Unità di Modena). Le sigle utilizzate fanno riferimento all'Appendice 1.

2.1.5. - Argille e limi con sostanza organica di palude-laguna (solo sottosuolo)

Depositi costituiti da argille, argille limose e limi variamente arricchiti in sostanza organica indecomposta in strati da sottilissimi a medi (raramente spessi) di colore da grigio-azzurro a nero con intercalazioni argilloso-limose e più raramente sabbiose (fig. 13). La bioturbazione è presente e variabile; sono frequenti i resti conchigliari sia interi sia in frammenti. Comprendono al loro interno diverse litofacies:

- 1) argille e argille limose in lamine millimetriche spesso fortemente arricchite in sostanza organica (aspetto varvato), bioturbazione variabile, generalmente rara o assente, rari livelli con frammenti conchigliari; presenti frammenti di legno e locali intercalazioni di limi e limi sabbiosi in strati sottili (Argille lacustri);
- 2) argille e argille limose di colore da grigio scuro a nero-marrone con sostanza organica abbondante sia dispersa nel sedimento sia concentrata in livelli torbosi con spessori massimi di circa 1.5 metri (argille organiche e torbe palustri) (fig. 14);
- 3) argille limose e limi argillosi con subordinate alternanze di sabbia fine e molto fine, con sostanza organica sparsa ma poco abbondante. Frammenti conchigliari e gusci interi di gasteropodi e lamellibranchi molto abbondanti, sia dispersi sia concentrati in livelli, bioturbazione diffusa (limi e sabbie di laguna);

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

4) sabbie da fini a limose in strati sottili e medi (raramente spessi), bioturbate, con livelli a frammenti conchigliari frequenti (delta di marea o ventaglio di washover).

Alle litofacies precedenti si aggiungono, in stretta associazione, quelle corrispondenti alle "argille e limi con sostanza organica palustri" descritti nell'ambito dei sistemi di piana alluvionale.

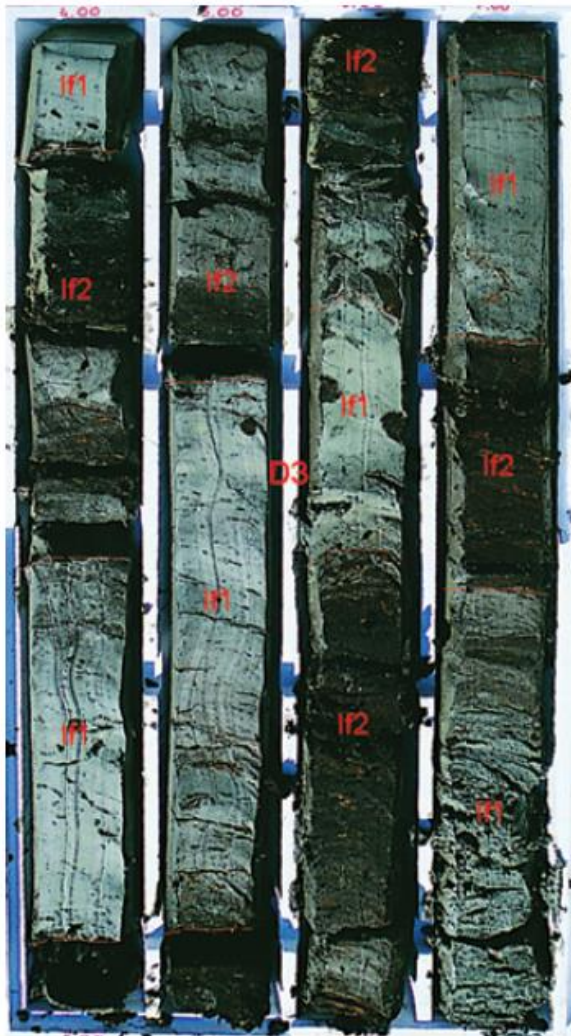


Fig. 14 - Argille e limi argillosi ricchi in sostanza organica di palude-laguna (D3); in particolare si riconoscono le litofacies 1 (lf1) e litofacies 2 (lf2). Dettaglio del sondaggio 204-S6 da -4 m a -8 m (AES_{8a} - Unità di Modena). Le sigle utilizzate fanno riferimento all'Appendice 1.

Nelle CPTU le litofacies 1, 2 e 3 si caratterizzano per i valori particolarmente bassi di resistenza alla punta (< 10 kg/cm²) e di attrito laterale (che spesso è al di sotto della risoluzione strumentale), nonché valori molto alti di sovrappressione interstiziale che si accompagnano a tempi di dissipazione particolarmente lunghi (Amorosi & Marchi, 1999). La litofacies 4 (riconoscibile dove questi depositi sono particolarmente estesi e spessi) si caratterizza come picchi isolati con base e tetto netti e spessore centimetrico e decimetrico dati da valori relativamente alti di resistenza alla punta, dalla caduta del rapporto fra l'attrito laterale e la resistenza alla punta e dal rapido decremento della sovrappressione interstiziale.

I depositi sono in transizione laterale con i depositi di cordone litorale, in prossimità dei quali raggiungono spessori di 10-15 m; la transizione laterale con questi depositi è sia netta sia graduale. I contatti variano da netti

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
Proponente: Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl



a transizionali con i depositi di piana inondabile e/o di palude. Sono presenti nel sottosuolo in quasi tutto il Foglio e sono oggetto specificamente della cartografia in scala 1:50.000 del Foglio Allegato.

Le analisi polliniche sul sondaggio 204-S1 rivelano in questi depositi l'abbondanza di *Alnus* e *Salix* e la presenza di piante acquatiche (*Potamogeton*, *Sparganium*) che indicano la prossimità di ambienti ripariali e la presenza di specchi d'acqua dulcicoli. Si annovera anche la presenza di *Chenopodiaceae*, indicanti prossimità o presenza di ambienti salmastri.

Sono interpretati complessivamente come depositi di palude-laguna da dulcicola a salmastra, e costituiscono un insieme di depositi organici della piana costiera comprendenti i sedimenti di intercanale, di area interdistributrice e di retrocordone, non del tutto differenziabili gli uni dagli altri nei rilevamenti di sottosuolo. In particolare, le litofacies 1 e 2 testimoniano ambienti di piana deltizia a bassa energia e sporadicamente in connessione con il mare aperto (laghi costieri, paludi da dulcicole a salmastre, aree interdistributrici) e sono caratterizzate da faune continentali e raramente salmastre (ad es. l'ostracode *Cyprideis torosa*). Le litofacies 3 e 4 testimoniano ambienti della piana deltizia e di retrocordone, in connessione parziale con il mare aperto (lagune, baie, "sacche"), dove gli episodi di massimo influsso marino sono rappresentati da depositi di washover (litofacies 4). Queste ultime litofacies sono caratterizzate da microfaune di ambiente da salmastro (ad es. gli ostracodi *Cyprideis torosa*, *Leptocythere lagunae*, i foraminiferi *Ammonia tepida*, *Ammonia parkinsoniana*) a francamente marino.

2.2. - Fronte Deltizia e Piana di Sabbia (solo sottosuolo)

Depositi costituiti da sabbie grigio-giallastre con granulometria da finissima a grossolana e buona cernita, da massive a laminate, con locali intercalazioni di imi sabbiosi, rari ciottoli, un contenuto variabile di bioclasti e con uno spessore massimo di circa 15 m. Al tetto si osservano localmente sabbie massive molto ben cernite, prive di matrice e di bioclasti marini e con evidenze di pedogenesi mentre alla base possono essere frequenti lag conchigliari di molluschi marini interi od in frammenti, spessi da pochi centimetri a qualche decimetro spesso associati a qualche ciottolo.

Nelle CPTU questi corpi si caratterizzano per i valori relativamente alti di resistenza alla punta (mediamente > 50 kg/cm²) anche se fortemente variabili, il basso rapporto fra l'attrito laterale e la resistenza alla punta, i valori negativi di sovrappressione interstiziale ed il tipico andamento della curva della resistenza alla punta dato da valori molto alti al tetto con una progressiva diminuzione verso il basso, dove la curva mostra una brusca caduta in corrispondenza del passaggio ai depositi fini sottostanti (cfr. Amorosi & Marchi, 1999). In base alle analisi micropaleontologiche, le associazioni microfaunistiche che si rinvenivano più frequentemente nei depositi sopra descritti sono costituite da fossili fortemente rimaneggiati e di ambiente costiero.

Costituiscono complessivamente un corpo cuneiforme che si ispessisce rapidamente verso mare fino a raggiungere spessori massimi di circa 15 m nel limitrofo Foglio 205 (si veda la sezione D-D', Appendice 3). Sono in contatto netto con le argille e limi con sostanza organica di palude, palude salmastra e laguna o direttamente con le tracimazioni fluviali di piana alluvionale sia alla base (superficie di ravinement) sia al tetto. Sono presenti nel sottosuolo limitatamente allo spigolo di SE e sono oggetto specificamente della cartografia in scala 1:50.000 del Foglio Allegato.

Sono interpretati come depositi di cordone litorale organizzati in una sequenza progradante con facies di duna eolica al tetto che passano verso il basso a facies di spiaggia (battigia e spiaggia sommersa) e localmente a depositi residuali trasgressivi.

Ai depositi di cordone litorale s.s. sono associate sabbie fini limose e limi sabbiosi in fitte alternanze centimetriche e decimetriche, localmente sabbie medie e fini mal cernite, da massive a laminate con clay chips e rari o assenti bioclasti, con spessore di qualche metro (si veda sondaggio 222-S4); anche questi depositi sono presenti nello spigolo di SE del Foglio e si chiudono rapidamente verso ovest, passando ad associazioni di facies di piana deltizia e fluviali. Essi marcano il limite tra ambienti litorali e ambienti continentali e sono interpretati come facies di fronte deltizia.

2.3. - Prodelta e Transizione alla Piattaforma (solo sottosuolo)

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Depositi costituiti da argille limose, argille e limi argillosi ricchi di materiale conchigliare, con intercalazioni di sabbie fini e finissime in strati da molto sottili a sottili.

Formano corpi a geometria cuneiforme che si espandono verso mare in direzione E e NE, con spessore massimo di una decina di metri. Passano gradualmente, verso terra, a depositi di cordone litorale. Le associazioni faunistiche che si rinvencono in questi depositi indicano ambienti marino-marginali. Sono interpretati come depositi di prodelta e transizione alla piattaforma e, in particolare, costituiscono la porzione fine della sequenza di facies progradante e retrogradante-progradante descritta sopra in cui rappresentano le fasi di massima ingressione marina.

Questi depositi sono rappresentati nelle sezioni profonde del Foglio Allegato e dell'Appendice 3.

2.4. - Depositi Fluvio-Deltizi e di Piattaforma Indifferenziati (solo sottosuolo)

Depositi costituiti prevalentemente da sabbie medie e fini in strati amalgamati di diversi metri di spessore e subordinate sabbie limose e limi, organizzati in sequenze di tipo coarsening upward (CU) di spessore complessivo massimo di 30-40 m. Sono frequenti resti conchigliari di organismi marini sia sparsi sia concentrati in sottili livelli. I log elettrici dei pozzi per idrocarburi che attraversano questi corpi hanno un tracciato con valori di resistività progressivamente crescenti procedendo dalla base al tetto della sequenza (si vedano le sezioni geologiche profonde del Foglio Allegato e dell'Appendice 3). Sulla base dei caratteri geofisici, dei dati più profondi della Banca Dati Geognostica e soprattutto dei carotaggi appositamente eseguiti nei Fogli limitrofi che hanno raggiunto questi depositi (si veda sondaggio 203-S9), essi sono interpretati come sequenze di facies regressive passanti da depositi di piattaforma/prodelta alla base a sabbie di fronte deltizio, sabbie litorali e quindi sabbie di canale fluviale al tetto. Queste ultime sono sigillate da depositi fini di pianura alluvionale. Formano corpi a geometria tabulare di grande estensione e continuità laterale, attribuibili al sistema fluvio-deltizio padano ed alla piattaforma adriatica.

CARTA GEOLOGICA

La Carta Geologica, in scala 1:50.000, dei fogli limitrofi 187,204,205 già pubblicati, si basa su rilevamenti di terreno, integrati con l'interpretazione di dati provenienti da fotointerpretazione, analisi di immagini da satellite, trivellate a mano, sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche.

Essa descrive la distribuzione e le caratteristiche litologiche e di facies dei depositi affioranti e subaffioranti nell'area. Questi appartengono interamente al subsistema più recente (Subsistema di Ravenna - AES8) del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) e sono illustrati in dettaglio nel titolo VI. L'unità cartografica di rango gerarchico più piccolo è l'unità di Modena (AES8a) che costituisce la parte sommitale di AES8. Essa affiora in gran parte dell'area del Foglio, ad eccezione di alcuni settori del quadrante settentrionale e di quello sud-orientale. Le sezioni geologiche allegate alla Carta Geologica illustrano i rapporti stratigrafici fra AES8a ed AES8.

All'interno delle unità geologiche sono state distinte le litologie dominanti; interpretate nei termini di associazioni di facies (ad es. argille e limi di piana inondabile), esse riflettono distinti elementi morfologico-deposizionali e caratterizzano i diversi sistemi deposizionali presenti. Sono stati quindi distinti due sistemi deposizionali principali affioranti: (a) la piana alluvionale, presente nel settore sud-occidentale e (b) la piana deltizia, presente nei settori centrale, settentrionale ed orientale.

a) La piana alluvionale

I depositi della piana alluvionale sono riferibili solo ad AES8a dove è stato possibile distinguere fra i depositi di canale ed argine che costituiscono i dossi fluviali di tracciati antichi e attuali dei corsi d'acqua appenninici (per es. F. Reno, T. Idice) e i depositi di piana inondabile a loro adiacenti. Nei territori ad ovest di Argenta le aree di piana inondabile si saldano tra loro fino ad isolare i dossi fluviali abbandonati.

Questa particolare conformazione suggerisce che fino a un recente passato i corsi d'acqua si estinguessero frequentemente in acquitrini continentali (le Valli di Marmorta e di Argenta, in Bondesan, 1990) piuttosto che immettersi direttamente nei rami deltizi del fiume Po o sfociare in mare.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

b) La piana deltizia

Questo sistema deposizionale si sviluppa estesamente in quasi tutto il Foglio e comprende sia i sedimenti di AES8a sia quelli di AES8. In questo settore del delta padano si riconoscono i depositi di canale distributore, i depositi di intercanale, i depositi di delta minore e quelli di area interdistributrice.

I depositi di canale distributore formano dei dossi di forma nastriforme e di sezione lenticolare, larghi da diverse centinaia di metri a qualche chilometro, quando amalgamati tra loro. Essi identificano i rami deltizi padani e spesso è possibile riconoscere il tracciato degli alvei antichi.

Nel settore occidentale e meridionale questi depositi sono distribuiti lungo una direzione circa NNO-SSE e sono attribuiti all'attività passata del Po di Primaro. Questo ramo, oggi abbandonato e parzialmente interrato (fig. 15), si attivò definitivamente nel VIII secolo d.C. (Ciabatti, 1990) e fu utilizzato come collettore dei fiumi appenninici (Veggiani, 1974; Bondesan, 1986; Castiglioni et alii, 1990) anche dopo la rotta di Ficarolo (1152 d.C.) che determinò l'abbandono del delta meridionale a favore dei rami deltizi settentrionali.

Nel settore settentrionale si riconoscono dossi orientati in direzione NO-SE e circa E-O, attribuiti ad un ramo antico del delta del Po (Po di Spina, Bondesan, 2001; Eridanus, Uggeri, 2002). In corrispondenza di questo tracciato si localizzano la maggior parte degli affioramenti dei depositi più antichi (AES8) e si riconosce un piano di calpestio di età romana, caratterizzato dalla presenza di infrastrutture e insediamenti abitativi (per maggior dettagli si rimanda all'Appendice 2). Ad ovest di Voghiera si individua un dosso di canale molto antico (pre-romano) attribuito in questa sede, sulla base di specifiche ricostruzioni paleoambientali (figg. 17, 18, 19 e 20), al sistema deltizio padano mentre ci sono altri autori che lo attribuiscono ad un antico tracciato del F. Reno (Bondesan, 2001; Uggeri, 2002).

Nel settore centrale, in corrispondenza di Portomaggiore, si identificano dei dossi orientati circa N-S che si fondono a sud con il ramo del Po di Primaro mentre a nord sembrano in parte alimentati dagli antichi canali del Po di Spina. Non è facile attribuire l'età di questi canali ad un preciso periodo storico: Bondesan (2001) riporta l'esistenza di un ramo del delta padano passante per Portomaggiore già alla fine dell'Età del Bronzo e in età Etrusca e la persistenza di canali distributori in età romana fino all'Alto Medioevo.

Nel margine nord-orientale sono localizzati i depositi di canale distributore del Po di Volano. Essi si articolano in diversi dossi formati in età diverse tra cui il Po di Volano di età moderna e uno, immediatamente a nord, attribuibile almeno all'età romana (AES8), sulla base dei rinvenimenti archeologici.

I depositi di intercanale costituiscono corpi irregolari e sottili che si sviluppano nelle aree depresse comprese tra i dossi; essi si sono formati durante gli episodi di tracimazione e rotta dei canali distributori. Sono localizzati nei settori occidentali e settentrionali del Foglio corrispondenti alla piana deltizia superiore dell'apparato deltizio padano. I depositi di intercanale compresi tra i dossi del Po di Spina sono stati attribuiti a AES8 mentre quelli in prossimità del Po di Primaro e del Po di Volano sono stati attribuiti a AES8a.

I depositi di delta minore si sviluppano nel settore centrale e nel margine SE del Foglio. Sono adiacenti e in rapporto di eteropia con i depositi di canale distributore ad ovest e con i depositi di area interdistributrice ad est (si vedano le sezioni geologiche allegate alla Carta Geologica). In essi sono riconoscibili localmente i tracciati di antichi piccoli alvei di rotta. Questi delta minori si sono formati per rotte significative dei canali distributori che hanno convogliato acqua e sedimenti all'interno degli specchi d'acqua della piana deltizia inferiore per un tempo sufficientemente lungo da consentire la costruzione di corpi spessi fino a 4-6 metri ed estesi per oltre una decina di chilometri quadrati.

Lo sviluppo di questi delta minori sembra riconducibile al Medioevo, in concomitanza con l'attivazione del Po di Primaro e con la configurazione di un'ampia area interdistributrice tra questo nuovo ramo deltizio e il già esistente Po di Volano (Bondesan, 2001).

I depositi di area interdistributrice si estendono nel settore orientale del Foglio, in corrispondenza di aree attualmente bonificate ma che tra la fine del XIX secolo e la prima metà del XX secolo si presentavano ancora inondate d'acqua (Valle di Argenta, Valle del Mantello, Valle del Mezzano fig. 16). All'interno di questi depositi fini, nel margine orientale del Foglio, sono rilevabili tracce di canali meandriiformi, interpretabili come canali

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

distributori minori, canali di rotta, canali di drenaggio e/o canali tidali che costituiscono il reticolo idraulico delle aree interdistributrici. Tra questi sono presenti dossi maggiori attribuibili a canali distributori di importanti apparati deltizi antichi sui quali, dopo il loro abbandono, i depositi di area interdistributtrice si sono appoggiati in onlap.

A sud-est di Ostellato, lungo l'affioramento di uno di questi dossi, sono state rinvenute strutture romane che suggeriscono che esso fosse un ramo secondario del Po di Spina. Nel settore sud-orientale questi dossi sono isolati e parzialmente ricoperti dai depositi di area interdistributtrice e di delta minore, sono orientati circa NO-SE e sono stati attribuiti ad antichi corsi del Po di età variabile da quella del bronzo a quella romana (Bondesan, 2001).

La Carta Geologica mostra complessivamente elementi morfodeposizionali diacroni, che coprono un periodo di tempo che va dall'età preromana e romana (AES8), rappresentata principalmente dai dossi fluviali fossili, all'epoca attuale, rappresentata dai piccoli e locali ventagli di rotta e dalle ampie zone di intercanale e di area interdistributtrice ora bonificate, passando attraverso l'impostazione e l'attività del Po di Primaro in epoca medioevale e moderna (AES8a). La distribuzione in pianta ed in sezione dei depositi di AES8 e AES8a e l'andamento del limite che le separa riflette la complessa storia deposizionale dell'area e la diversità dei tassi di sedimentazione nei diversi settori del Foglio.

Nel settore sud-occidentale si sono concentrati i principali eventi deposizionali recenti e di natura alluvionale, in corrispondenza del Po di Primaro e del F. Reno. Qui affiorano solo depositi appartenenti a AES8a per i quali il Po di Primaro ha costituito un elemento di sbarramento consentendo l'accumulo di una decina di metri di sedimento e isolando questo settore da quelli settentrionale e orientale, mai raggiunti da sedimentazione alluvionale in epoca post-romana. Al contrario a N e a E si è assistito ad una generale sottoalimentazione degli apporti sedimentari per tutti gli ultimi 2.000 anni; questo ha comportato l'attuale depressione della superficie topografica e l'affioramento del limite AES8 e AES8a, localmente sepolto da pochi metri di sedimenti deltizi di area interdistributtrice o da sottili ventagli di rotta. Ne consegue che l'apparato deltizio che affiora nel Foglio costituisce in gran parte l'ossatura del delta romano e pre-romano.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl

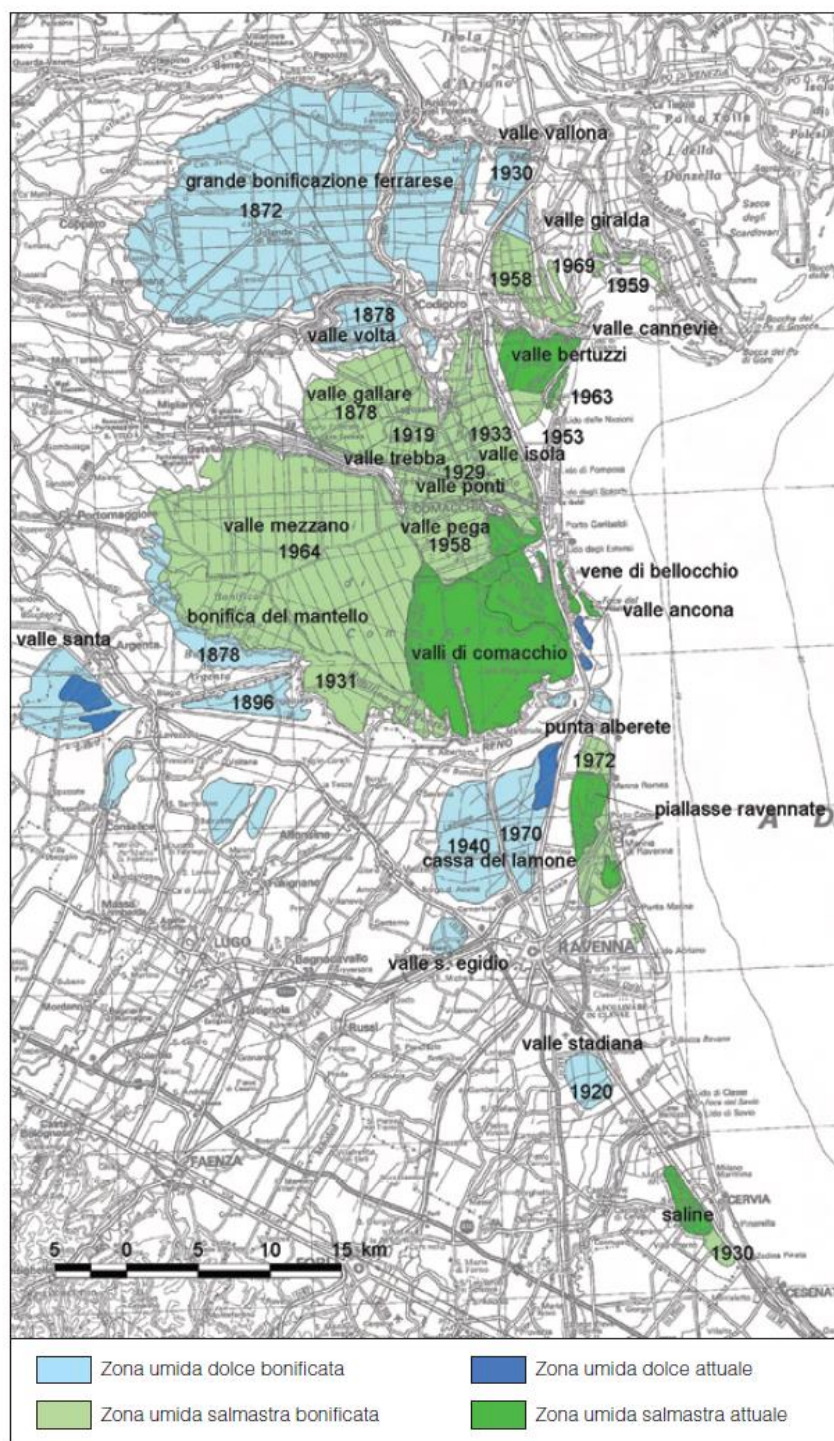


Fig. 16 - Mappa delle grandi zone umide e delle bonifiche del settore orientale della Pianura Padana effettuate a partire dalla seconda metà del XIX secolo. Sono distinte le zone umide dolci da quelle salmastre, sono rappresentate le zone umide attuali ed è riportata la data di conclusione del prosciugamento per le aree bonificate. Modificato da BONDESAN (1990).

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)


















Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

LEGENDA DELLE STRATIGRAFIE DEI CAROTAGGI

simboli

4m s.l.m.	quota del piano di campagna riferita al livello del mare
	intervallo non recuperato o fortemente disturbato
	tracce di sostanza organica
	abbondante sostanza organica diffusa e torbe
	frustoli vegetali
	frammenti di legno
	fossili
	fossili continentali
	fossili marini
	radici
	bioturbazione diffusa
	clasti di argilla
	fessure di essiccazione
	fitta laminazione pianoparallela
 20°	laminazione obliqua e angolo massimo osservato
	suolo evoluto (parzialmente o totalmente decarbonatato)
7420 ±60	età ¹⁴ C in ka B.P. non calibrata
A	argille
L	limi
S	sabbie
G	ghiaie
<i>associazioni di facies</i>	
<i>depositi</i>	
A1	ghiaie di riempimento di canale fluviale
A2	sabbie di riempimento di canale fluviale
A3	alternanze di sabbie, limi ed argille di argine e di rotta fluviale
A4	argille e limi di piana inondabile
A5	argille e limi con sostanza organica palustri
<i>depositi deltizi, litorali e marini</i>	
D1	sabbie di cordone litorale e di fronte deltizia
D2	alternanza di sabbie e limi di argine e di canale distributore
D3	argille e limi con sostanza organica di palude-laguna
D3 ₁	argille e limi laminati di area interdistributrice, laghi costieri e paludi
D3 ₂	argille e limi con sabbia bioturbati di laguna e baia
M	alternanze di argille, limi e sabbie di prodelta e spiaggia sommersa

Progettazione:

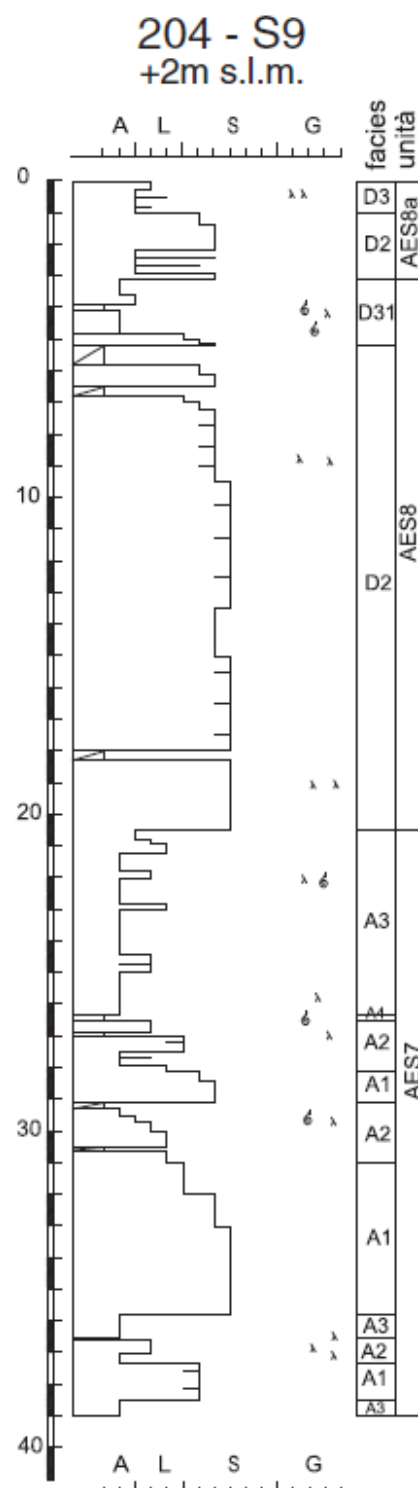
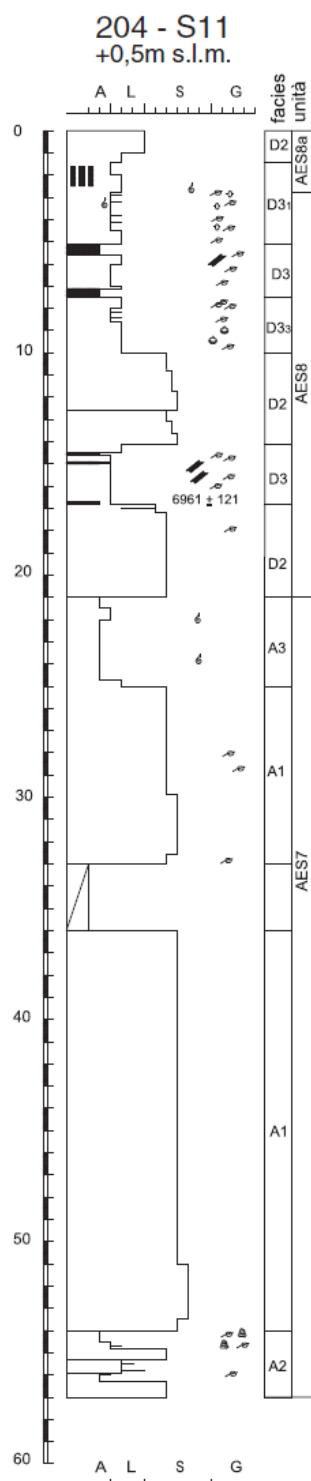
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Progettazione:

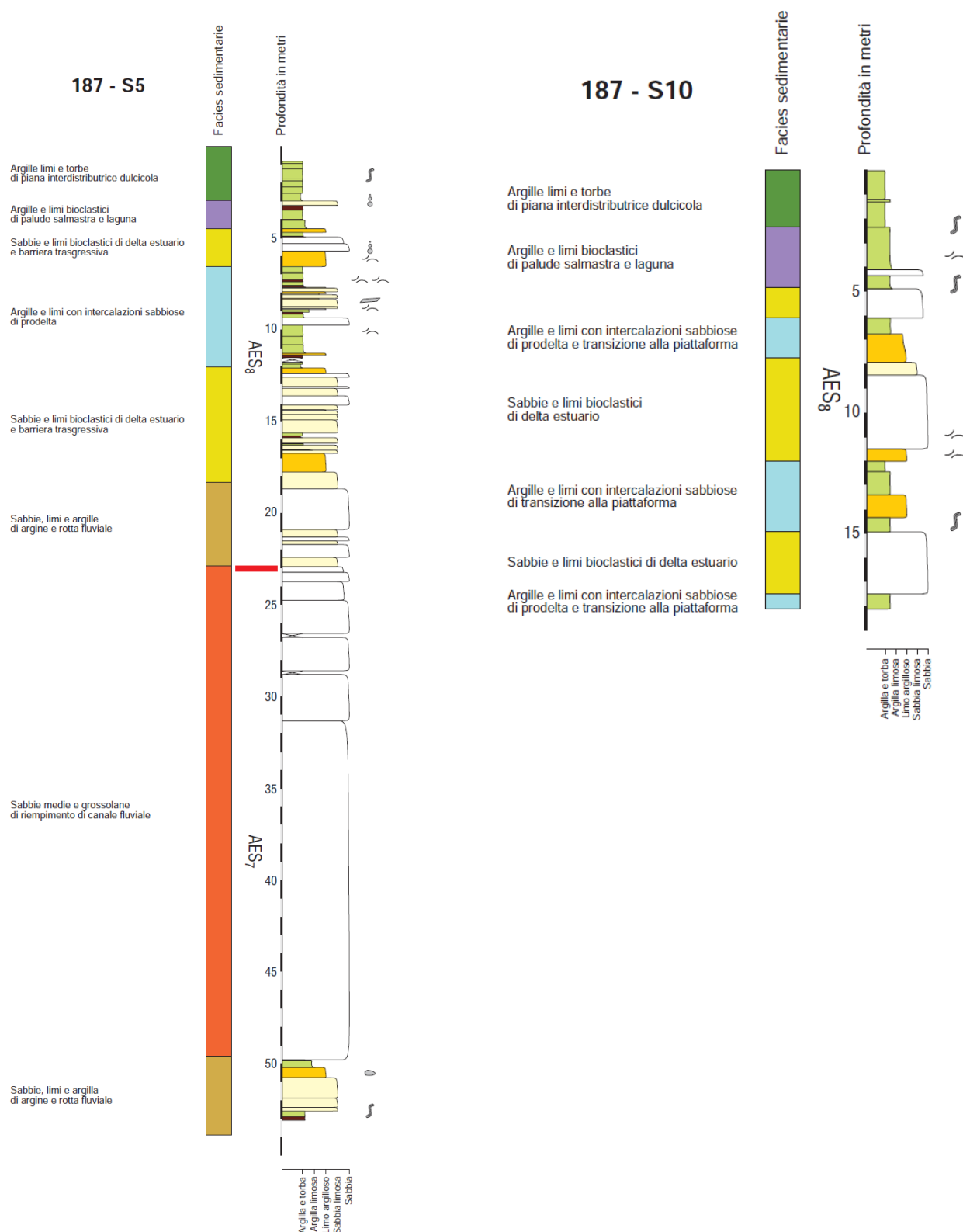
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)







Titolo elaborato:







RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Facies sedimentarie






Ambiente alluvionale

	Sabbie medie e grossolane di riempimento di canale fluviale
	Sabbie, limi e subordinate argille di argine e rotta fluviale
	Argille e limi di piana inondabile
	Argille e limi ricchi in C organico di palude dolce ed area interfluviale



















Ambiente deltizio, litorale e marino

	Sabbie di duna eolica, cordone litorale e fronte deltizio
	Sabbie e limi di argine e riempimento di canale distributore
	Argille e limi bioclastici di palude salmastra e laguna
	Argille, limi e torbe di piana interdistributrice dulcicola
	Argille e limi con intercalazioni sabbiose di prodelta e transizione alla piattaforma
	Sabbie e limi bioclastici di delta estuario e barriera trasgressiva

Litologia

	Sabbia
	Sabbia limosa e limo sabbioso
	Limo e limo argilloso
	Argilla e argilla limosa
	Argilla organica e torba

Simboli

	Base di strato netta ed erosiva
	Stratificazione mal definita
	Gradazione <i>fining up</i>
	Laminazione
	Resti di sostanza organica vegetale
	Bioturbazione
	Bioturbazione da apparati radicali
	Noduli diagenetici
	Intraclasti
	Extraclasti
	Lumachella
	Bioclasti
	Resti lignei
	Ostreidi
	Gasteropodi
	Lamellibranchi generici
	Età 14C in anni B.P. non calibrata
	Unità stratigrafica

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

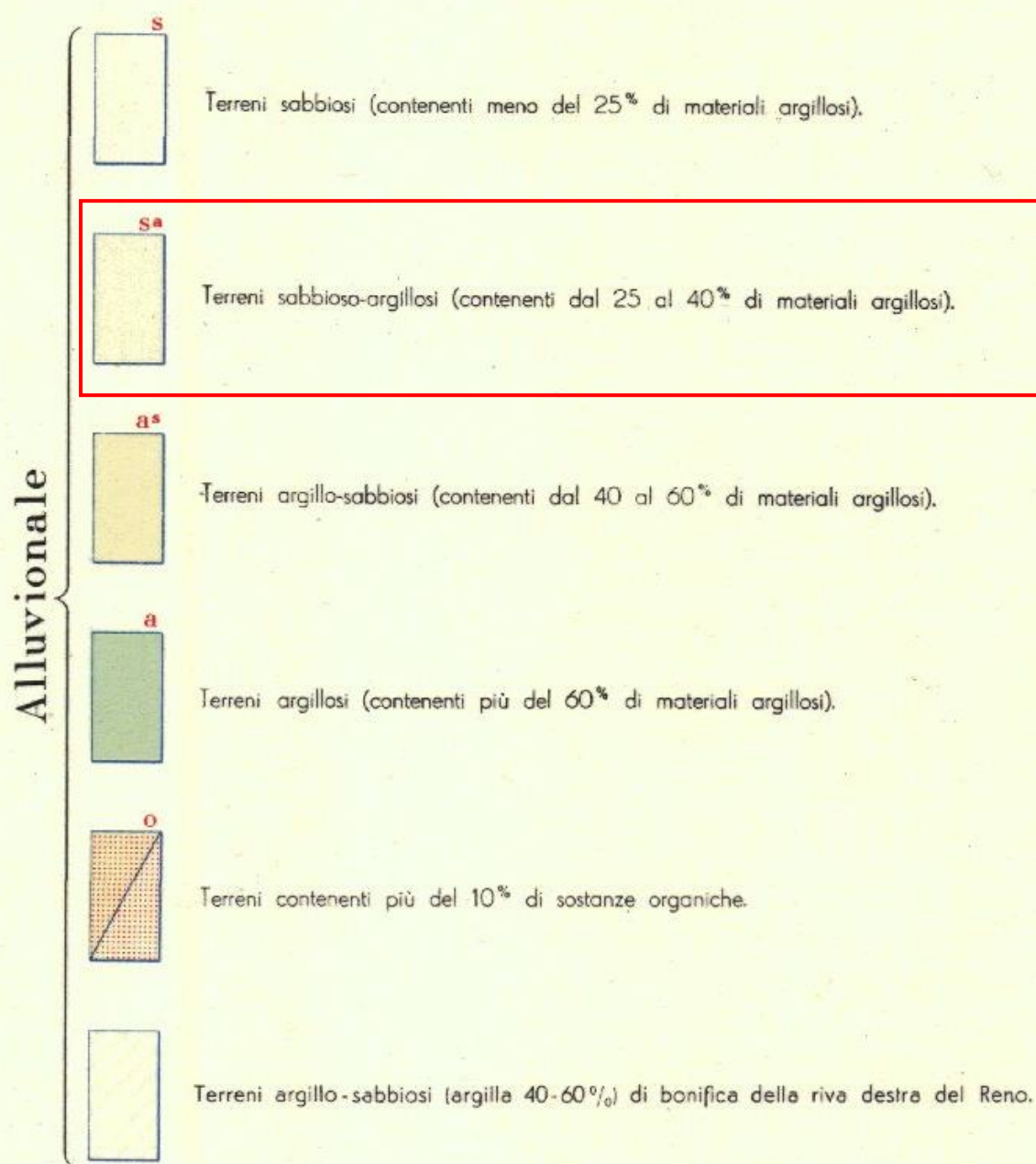
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE



ARATO
ENGINEERING

Pag. 53 di 96

Litologia di superficie



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

3.5 Analisi e valutazione del Rischio Idraulico PRGA-PAI Regione Emilia Romagna

- Piano Gestione Rischio Alluvioni

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. ‘Direttiva Alluvioni’) con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell’ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

In base a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il PGRA, alla stregua dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stralcio del Piano di Bacino ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il PGRA agisce in sinergia con i PAI vigenti.

- Contenuti del PGRA

Il PRGA è composto di due parti A e B con la mappatura delle aree allagabili, classificate in base alla pericolosità e al rischio;

- le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione (PARTE A)
- e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (PARTE B).

- Analisi delle mappe di pericolosità e diagnosi di criticità

Le Aree a rischio potenziale significativo individuate per il territorio della Regione Emilia-Romagna ricadente nel distretto padano sono riconducibili alle seguenti aree omogenee:

- 1) “area omogenea collina – montagna”;
- 2) “area omogenea pianura - corsi d’acqua naturali di pianura”, non già ricompresi nelle ARS di distretto;
- 3) “area omogenea pianura – reticolo secondario di bonifica”.

La prima area differisce in modo sostanziale dalle altre due per le caratteristiche morfologiche, idrauliche e di uso del suolo, e conseguentemente per la distribuzione e densità della presenza antropica e di aree urbanizzate, le ultime due hanno caratteristiche morfologiche, idrauliche e di uso del suolo simili.

- Analisi delle mappe di rischio

Le mappe del rischio che interessano l’ARS Area omogenea collina – montagna” interessano circa 245 kmq in totale per circa 38’000 abitanti potenzialmente coinvolti e ricomprendono circa 23 impianti tecnologici potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale.

MAPPE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO DI ALLUVIONE

Nella seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019 è stato esaminato il primo aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio del PGRA (Art. 6 della Direttiva 2007/60).

Al fine di garantire il necessario coordinamento con le mappe del primo ciclo e rispondere a quanto richiesto dalla Direttiva 2007/60 per il reporting delle mappe nelle APSFR, l’aggiornamento delle mappe riguarda:

- le mappe di pericolosità (aree allagabili) complessive che costituiscono quadro conoscitivo dei PAI;
- le mappe di rischio (R1, R2, R3, R4) complessive, ai sensi del D. Lgs n. 49/2010;
- le mappe di pericolosità e rischio (aree allagabili, tiranti, velocità, elementi esposti) nelle APSFR, che saranno oggetto di reporting alla Commissione.

Progettazione:

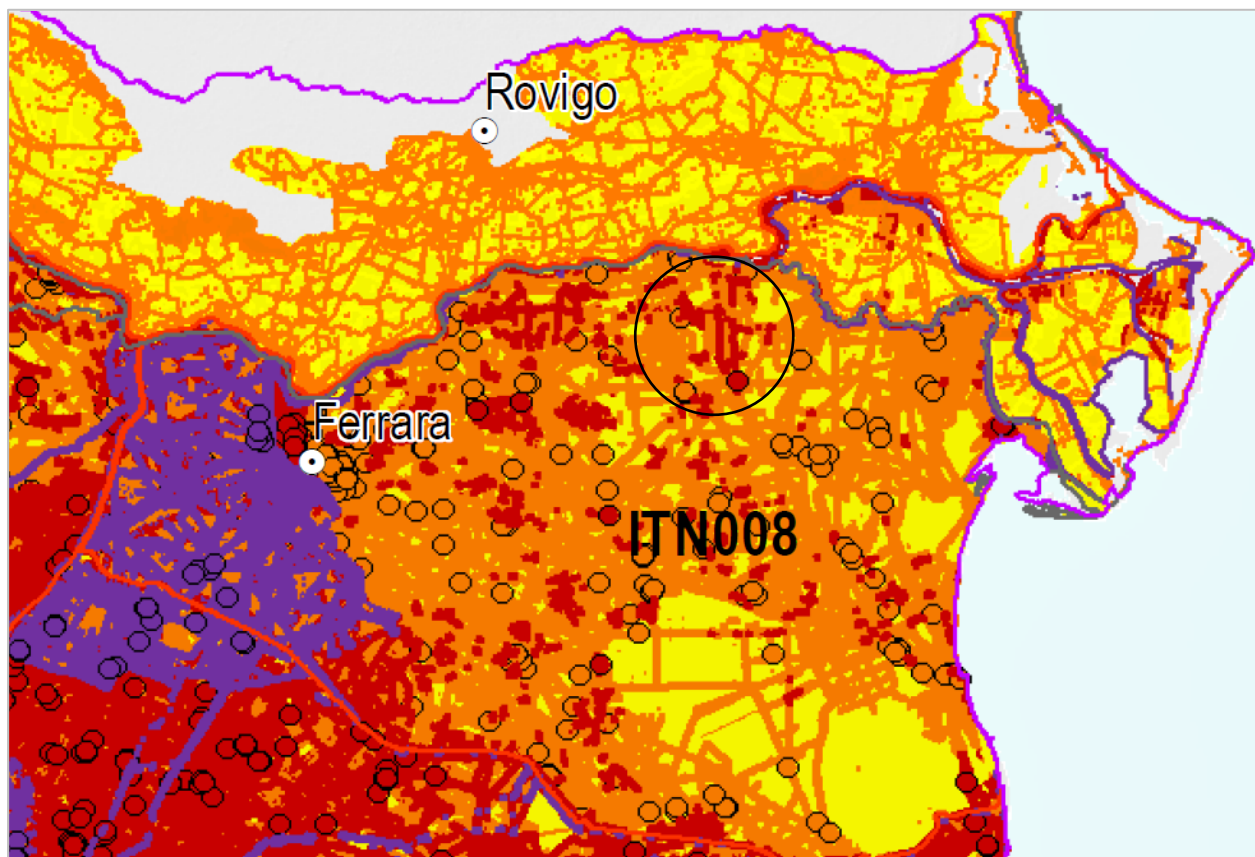
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “COPPARO”
*Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl*



Stralcio Mappa Pericolosità e Rischio – Area di intervento (ITN008)

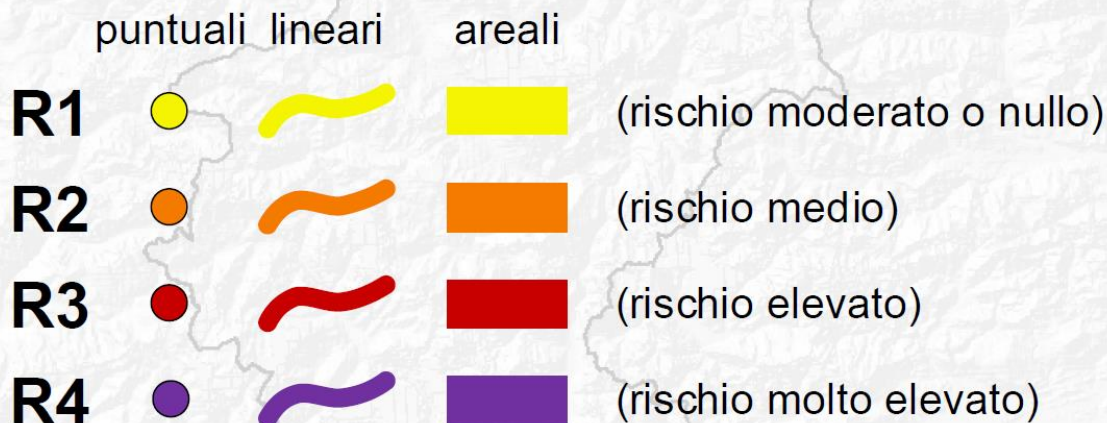
Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE



matrici usate

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'		
CLASSI DI DANNO	P3	P2	P1
D4	R4	R4	R2
D3	R4	R3	R1
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Matrice del rischio (Indirizzi Operativi MATTM)

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'		
CLASSI DI DANNO	P3	P2	P1
D4	R4	R4	R2
D3	R4	R3	R2
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

RP e RSCM Alpino – Matrice A

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'		
CLASSI DI DANNO	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R3	R3	R1
D2	R2	R2	R1
D1	R1	R1	R1

RSCM Appennino, ACM e ACL – Matrice B

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'		
CLASSI DI DANNO	P3	P2	P1
D4	R3	R2	R1
D3	R3	R1	R1
D2	R2	R1	R1
D1	R1	R1	R1

RSP – Matrice C

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “**COPPARO**”
Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



In relazione al Reticolo Principale, l'intera area di progetto è caratterizzata da pericolosità bassa (alluvioni rare L-P1).

In relazione al Reticolo secondario, l'area di impianto è interessata da un'area in pericolosità elevata (alluvioni frequenti H-P3), mentre la restante porzione è caratterizzata da pericolosità media (alluvioni poco frequenti M-P2). La linea di connessione interrata si sviluppa su aree a pericolosità media (alluvioni poco frequenti M-P2), tranne per un breve tratto in pericolosità elevata (alluvioni frequenti H-P3) su strada asfaltata.

Per quanto riguarda le classi di rischio, l'area di progetto è localizzata su aree a rischio medio (R2) e moderato (R1).

Il PGRA classifica l'area come LPH (Low Probability Hazard - Estensione Alluvioni) e sulla base delle caratteristiche idrauliche indica il valore h5 ($h \geq 2$). Il livello di Rischio risulta da PGRA R1 moderato ed R2 medio.

objectid: 822828

id: 76489

rbddname: distretto del fiume Po

uomcode: ITN008

apsfrcode: ITN008_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0001

category: LowProbabilityHazard

b_m: h5

hdescript: $h \geq 2$

namespace:

La cartografia tematica è consultabile al link :

<https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>.

Pertanto l'intervento in relazione alla configurazione geomorfologica ed idrogeologica, alle caratteristiche geologico-stratigrafiche, alle modeste pendenze dell'area, alla ridotta modifica morfologica dei terreni prevista dall'intervento, alla stabilità complessiva della stessa, alle opere previste relativamente alla regimazione delle acque meteoriche e superficiali che saranno valutate dettagliatamente nelle fasi successive, si valuta come compatibile sotto l'aspetto idrogeologico ed idraulico, senza generare denudazioni, instabilità o modifica del naturale regime delle acque.

Di seguito si riportano gli stralci cartografici per l'area di intervento relativi al PGRA.

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



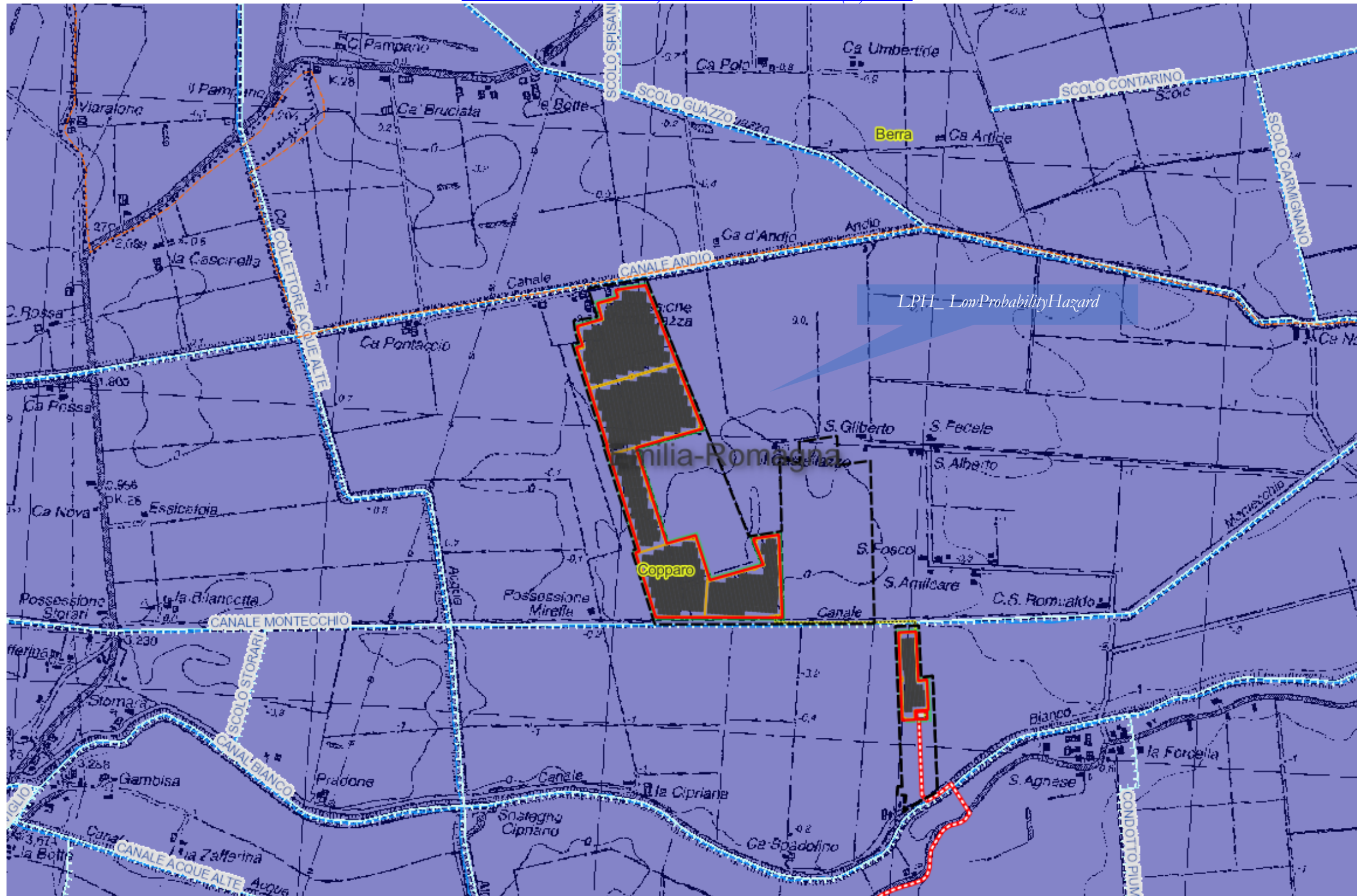
Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto **"COPPARO"**
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Distretto Fiume Po (ITB2018) - Caratteristiche Idrauliche (H)- LPH



Progettazione:
 Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



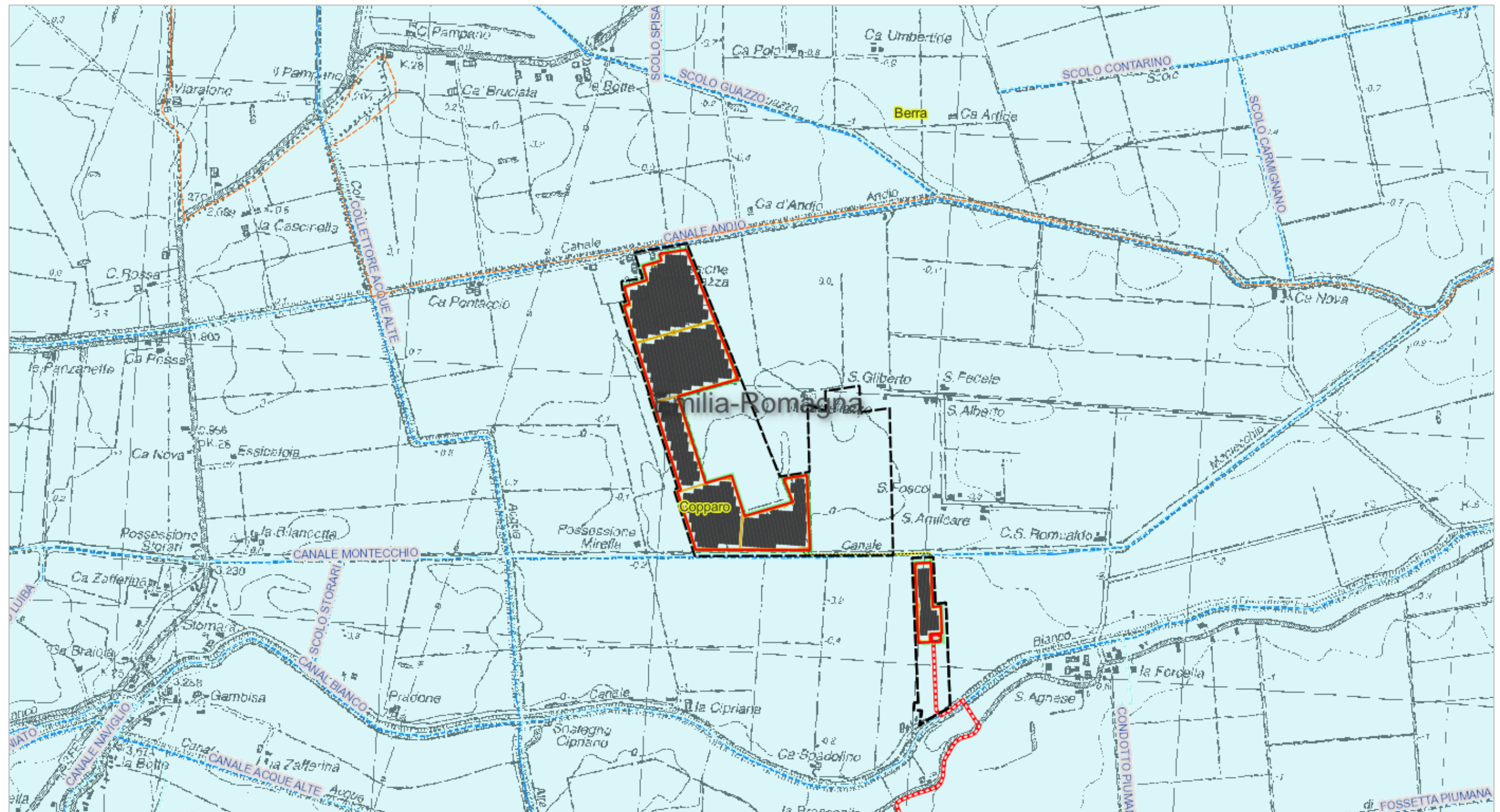
Titolo elaborato:
 RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto **"COPPARO"**
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Distretto Fiume Po (ITB2018) – Alluvioni Estensioni (Low Probability Hazard)



Progettazione:
 Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:
 RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 60 di 96



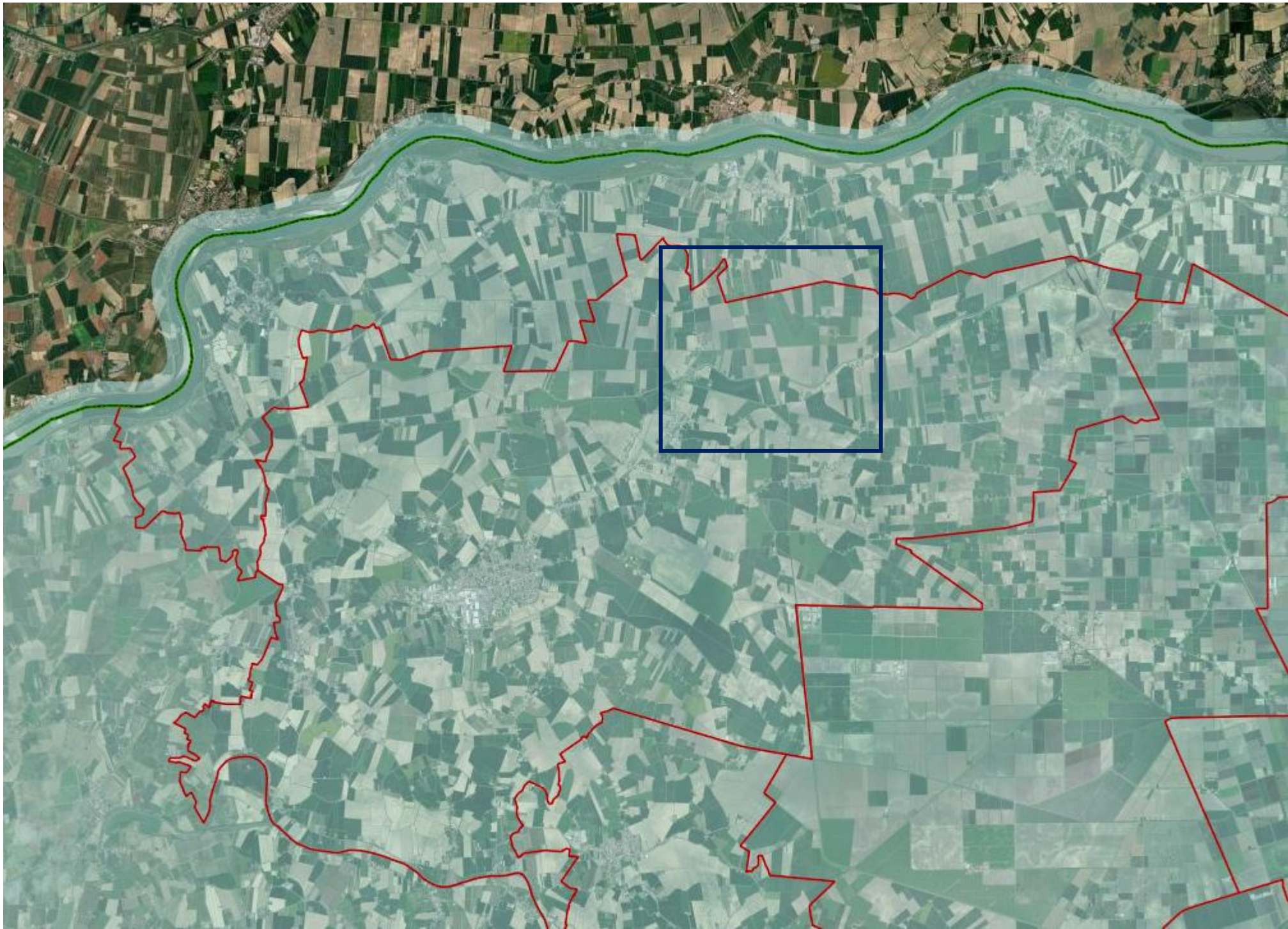
ARATO
ENGINEERING

Pag. 61 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto “**COPPARO**”
Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Direttiva Alluvioni 2022 – Alluvioni Rare LP-P1



Progettazione:
Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

4. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA del SOTTOSUOLO

La ricostruzione del modello stratigrafico preliminare del sito di intervento si basa sui dati provenienti dal catalogo dei dati geografici della Regione Emilia Romagna relativi al territorio comunale di Copparo e prossimi all'area di intervento. I terreni affioranti sono chiaramente riferibili a depositi di natura limoso-argillosa, a luoghi sabbioso-argillosa ed argillosa di natura alluvionale in superficie per poi presentare alternanze argillose e sabbiose in profondità (fino a circa -170m dal p.c.) come osservabile dalla stratigrafia dell'indagine 01_Pozzo_186150P632 (Area a sud nel comune di Tresigallo).

Il livello freatico stabilizzato individuato da tutte le indagini consultate è variabile da una quota minima dal p.c. di -1,50m ad una massima di circa -2,05m dal p.c..

In particolare le analisi che seguono si basano sull'indagine penetrometrica statica **06_CPT_186070C051** reperita dal database **MOKA** regionale.

La configurazione stratigrafica del sito di intervento ha permesso di eseguire analisi correlative con le indagini reperite sia sotto l'aspetto geologico-stratigrafico-geotecnico che sotto l'aspetto sismico ben adattandosi al caso e permettendo di ricostruire una colonna stratigrafica media sulla base delle indagini di seguito riportate:

Per correlazione con aree oggetto di studi di MZS di 3° livello, l'area di intervento risulterebbe afferente alla Zona 2003 – Stabile e suscettibile di amplificazione sismica a livello stratigrafico.

Indagini meccaniche e sismiche

Dalle indagini consultate, di cui si riportano i dettagli, sia per le prospezioni geofisiche MASW, sia per la colonne stratigrafiche di sondaggi a carotaggio che prove penetrometriche statiche CPT, è stato possibile ricavare le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni affioranti anche con l'ausilio di analisi di laboratorio sui campioni prelevati.

Di seguito si riporta l'ubicazione delle indagini consultate e le schede di dettaglio relative con le prove rappresentative elencate di seguito:

- **01_Sondaggio a carotaggio continuo_186030P414**
- **02_CPT con punta meccanica_186030C016**
- **03_Sondaggio a distruzione_186070P014**
- **04_CPT con punta meccanica_186070C018**
- **05_Sondaggio a carotaggio continuo_186070P409**
- **06_CPT con punta meccanica_186070C051**
- **07_MASW_3186150J002 (Area a Sud in territorio comunale di Tresigallo).**

Progettazione:

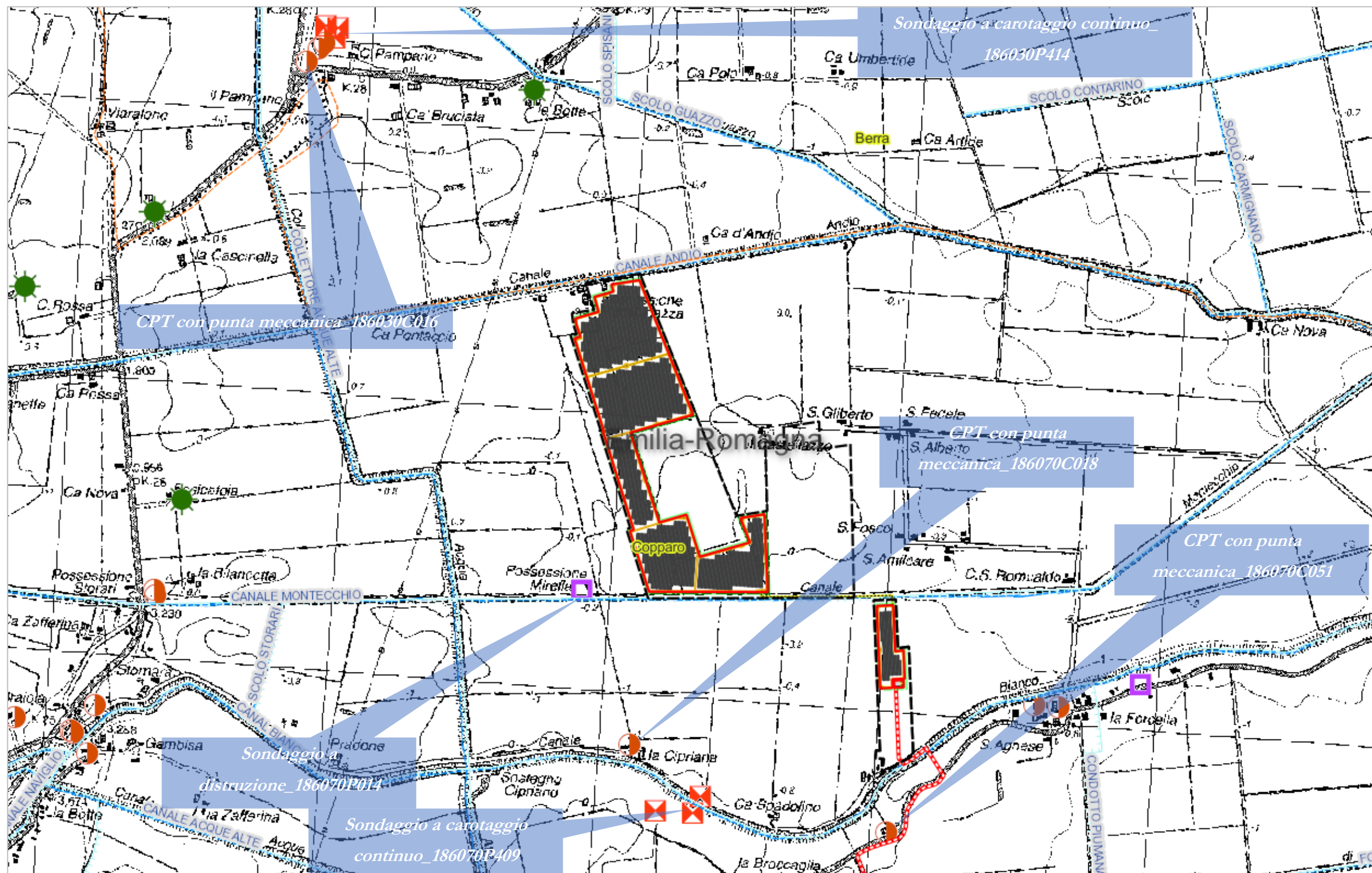
Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Progettazione:
 Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:
 RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 64 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



- 01_Sondaggio a carotaggio continuo_186030P414

STRATIGRAFIA - S3

SCALA 1 : 33

Pagina 1/1

Riferimento: Rif. 008-10S										Sondaggio: S3				
Località: Cologna, via Provinciale, civ 267										Quota: piano campagna				
Impresa esecutrice: Pergeo s.r.l.										Data: 17/03/2010				
Coordinate:										Redattore: Dr. Geol. E. Stevanin				
Perforazione: Sondaggio a coclea diametro 36 mm														
Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 — 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 — 100	prof. m	DESCRIZIONE
														Argilla debolmente limosa di colore marrone
													0,8	
				1									1,0	Argilla di colore nocciola
													1,3	Argilla di colore grigio con puntuali livelli organici
													1,8	Sabbia fine limosa di colore nocciol, verso la base si individuano striature rossastre
				2									2,4	Sabbia media debolmente limosa di colore nocciola con abbondanti minerali quarzosi e micacei
													2,8	Sabbia media di colore grigio

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	17/03/10	17/03/10	17/03/10							
Ora	mattina	mattina	mattina							
Livello dell'acqua (m)	assente	0,70	0,70							
Prof. perforazione(m)	0,80	1,80	2,80							
Prof. rivestimento(m)	0,80	1,80	2,80							

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 65 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** - a company of Vespera Energy Srl



- 02_CPT con punta meccanica_186030C016

0 C016 DATO: P
 -0,2 m PROFONDITA': 10 m
 UNE: BERRA

18603 C016 gpc -0,2

Dr. Geol. VITTORIO ROSSI - Via Viazzola 46/A - Boccaleone FE - Tel. 0532/805046

Rifer.: COLOGNA

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 3
TABELLE VALORI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10t (con anello allargatore) - avanz. 2 cm/s - COSTANTE TRASFORMAZIONE Ct = 15,00
 punta meccanica tipo Begemann Ø 35,7mm (area punta 10cm² - apertura 60°) - manicotto laterale (superficie 150 cm²)
 Committente: AMM. NE COM. LE BERRA quota inizio: PIANO CAMPAGNA
 Località: COLOGNA (FE) prof. falda = 1,60 m da quota inizio
 data: 10.03.93

Lecture di campagna				Rp	RL	Rp/RL	Rt	Lecture di campagna				Rp	RL	Rp/RL	Rt
prof. (m)	punta	later.	totale	kg/cm²	kg/cm²	-	kg	prof. (m)	punta	later.	totale	kg/cm²	kg/cm²	-	kg
0.20	-	-	-	-	-	-	-	5.20	6.5	10.5	-	10	0.40	24	-
0.40	-	-	-	-	0.05	-	-	5.40	6.0	10.0	-	9	0.40	23	-
0.60	3.0	3.5	-	5	0.45	10	-	5.60	5.0	9.0	-	8	0.35	21	-
0.80	10.5	15.0	-	16	0.55	29	-	5.80	5.0	8.5	-	8	0.20	38	-
1.00	13.0	18.5	-	20	0.55	35	-	6.00	4.5	6.5	-	7	0.35	19	-
1.20	9.5	15.0	-	14	0.40	36	-	6.20	4.5	8.0	-	7	0.30	23	-
1.40	6.0	10.0	-	9	0.20	45	-	6.40	4.5	7.5	-	7	0.20	34	-
1.60	21.0	23.0	-	32	0.25	126	-	6.60	3.5	5.5	-	5	0.10	53	-
1.80	25.0	27.5	-	38	0.30	125	-	6.80	3.5	4.5	-	5	0.20	26	-
2.00	37.0	40.0	-	56	0.50	111	-	7.00	4.0	6.0	-	6	0.40	15	-
2.20	26.0	31.0	-	39	0.60	65	-	7.20	3.5	7.5	-	5	0.35	15	-
2.40	33.0	39.0	-	50	1.20	41	-	7.40	4.5	8.0	-	7	0.50	14	-
2.60	48.0	60.0	-	72	1.60	45	-	7.60	8.0	13.0	-	12	0.25	48	-
2.80	62.0	78.0	-	93	1.20	78	-	7.80	8.0	10.5	-	12	0.25	48	-
3.00	50.0	62.0	-	75	1.30	58	-	8.00	4.0	6.5	-	6	0.35	17	-
3.20	37.0	50.0	-	56	0.85	65	-	8.20	4.5	8.0	-	7	0.25	27	-
3.40	6.5	15.0	-	10	0.35	28	-	8.40	4.5	7.0	-	7	0.45	15	-
3.60	4.5	8.0	-	7	0.20	34	-	8.60	4.0	8.5	-	6	0.15	40	-
3.80	3.0	5.0	-	5	0.15	30	-	8.80	5.0	6.5	-	8	0.60	12	-
4.00	3.0	4.5	-	5	0.15	30	-	9.00	22.0	28.0	-	33	0.10	330	-
4.20	3.5	5.0	-	5	0.55	10	-	9.20	16.0	17.0	-	24	0.55	44	-
4.40	5.0	10.5	-	8	0.15	50	-	9.40	5.5	11.0	-	8	0.45	18	-
4.60	3.5	5.0	-	5	0.15	35	-	9.60	5.0	9.5	-	8	0.65	12	-
4.80	3.5	5.0	-	5	0.25	21	-	9.80	3.0	9.5	-	5	0.25	18	-
5.00	3.5	6.0	-	5	0.40	13	-	10.00	3.0	5.5	-	5	-	-	-

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 66 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



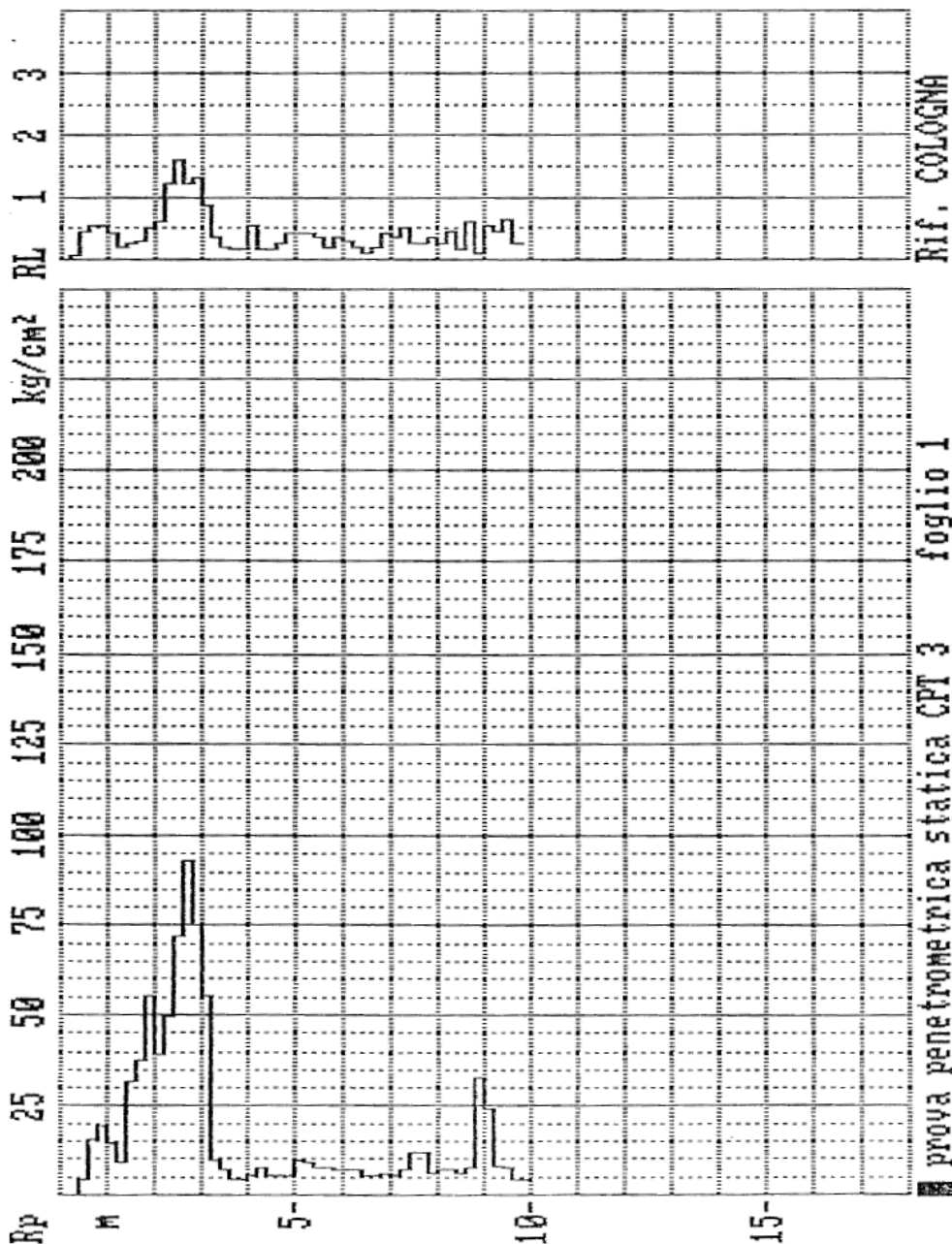
Dr.Geol. VITTORIO ROSSI - Via Viazzola 46/A - Boccaleone FE - Tel.0532/805046

Rifer. : COLOGNA

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 3
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

FENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : AMM.NE COM.LE BERRA
 Località : COLOGNA (FE)

data : 10.03.93
 quota inizio : PIANO CAMPAGNA
 prof. felda = 1.60 m da quota inizio



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** - a company of Vespera Energy Srl



Dr.Geol. VITTORIO ROSSI - Via Viazzola 46/A - Boccaleone FE - Tel.0532/805046

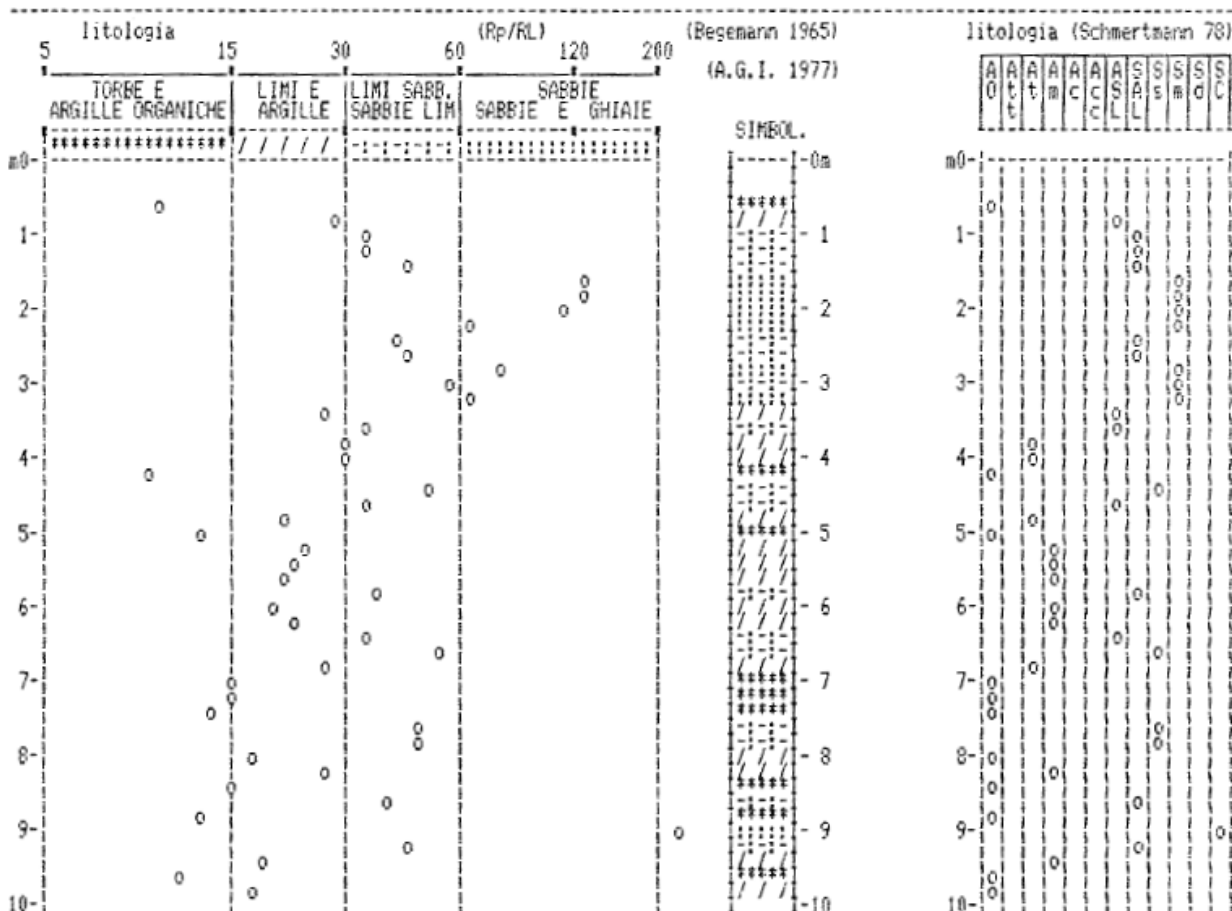
Rifer. : COLOGNA

PROVA PENETROMETR. STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3
RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : AMM.NE COM.LE BERRA
 Località : COLOGNA (FE)

data : 10.03.93
 quota inizio : PIANO CAMPAGNA
 prof. falda = 1.60 m da quota inizio
 scala profondità \approx 1 : 100



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** - a company of Vespera Energy Srl



Dr.Geol. VITTORIO ROSSI - Via Viazzola 46/A - Boccaleone FE - Tel.0532/805046

Rifer. : COLOGNA

PROVA PENETROMETR. STATICA
PARAM. GEOTECNICI *tabelle*

CPT 3
 RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : AMM.NE COM.LE BERRA
 Località : COLOGNA (FE)

data : 10.03.93
 quota inizio : PIANO CAMPAGNA
 prof. falda = 1.60 m da quota inizio

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
prof.	Rp	Rp/RL	NATURA	Y'	σ'vo	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø1s	Ø2s	Ø3s	Ø4s	Ødm	Øny	Amax/g	E'50	E'25	Mo
(m)	kg/cm²	(-)	LITOL.	t/m³	kg/cm²	kg/cm²	(-)	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(-)	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²
0.20	-	-	1 7	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	-	-	1 7	1.85	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	5	11	11***	1.85	0.11	0.25	17.3	10	15	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	16	29	21****	1.85	0.15	0.70	43.5	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00	20	36	41**	1.85	0.19	0.80	39.2	156	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0.125	33	50	60
1.20	14	35	41**	1.85	0.22	0.64	23.4	108	162	48	41	34	36	39	41	34	26	0.082	23	35	42
1.40	9	45	41**	1.85	0.26	0.45	12.5	77	115	38	22	31	34	37	40	31	26	0.042	15	23	27
1.60	32	128	31****	0.88	0.28	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	38	29	0.142	53	80	96
1.80	38	127	31****	0.89	0.29	-	-	-	-	-	69	38	39	41	43	38	30	0.155	63	95	114
2.00	56	112	31****	0.93	0.31	-	-	-	-	-	80	39	41	43	44	40	31	0.191	93	140	168
2.20	39	65	31****	0.90	0.33	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	38	30	0.149	65	98	117
2.40	50	42	31****	0.92	0.35	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	39	31	0.171	83	125	150
2.60	72	45	31****	0.95	0.37	-	-	-	-	-	85	40	41	43	45	40	32	0.206	120	180	216
2.80	93	78	31****	0.99	0.39	-	-	-	-	-	93	41	42	44	45	41	33	0.232	155	233	279
3.00	75	58	31****	0.96	0.41	-	-	-	-	-	84	40	41	43	45	40	32	0.203	125	188	225
3.20	56	66	31****	0.93	0.43	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	31	0.168	93	140	168
3.40	10	29	21****	0.90	0.44	0.50	7.3	110	165	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.60	7	35	41**	0.83	0.46	0.35	4.5	128	193	32	0	28	31	35	38	26	26	0.000	12	18	21
3.80	5	33	41**	0.81	0.48	0.25	2.8	127	191	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.00	5	33	41**	0.81	0.49	0.25	2.7	129	194	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.20	5	9	11***	0.46	0.50	0.25	2.6	27	41	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.40	8	53	41**	0.84	0.52	0.40	4.5	145	217	35	1	28	31	35	38	27	26	0.003	13	20	24
4.60	5	33	41**	0.81	0.53	0.25	2.4	134	201	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.80	5	20	21****	0.80	0.55	0.25	2.3	135	203	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.00	5	13	11***	0.46	0.56	0.25	2.3	29	43	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.20	10	25	21****	0.50	0.59	0.50	5.2	158	237	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.40	9	23	21****	0.88	0.60	0.45	4.4	166	249	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.60	8	23	21****	0.86	0.61	0.40	3.7	173	259	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.80	8	40	41**	0.84	0.63	0.40	3.6	178	267	35	0	28	31	35	38	25	26	0.000	13	20	24
6.00	7	20	21****	0.84	0.65	0.35	2.9	175	262	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.20	7	23	21****	0.84	0.66	0.35	2.8	177	266	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.40	7	35	41**	0.83	0.68	0.35	2.7	180	270	32	0	28	31	35	38	25	26	0.000	12	18	21
6.60	5	50	41**	0.81	0.70	0.25	1.7	143	215	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
6.80	5	25	21****	0.80	0.71	0.25	1.7	144	216	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.00	6	15	11***	0.46	0.72	0.30	2.1	36	53	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.20	5	14	11***	0.46	0.73	0.25	1.6	31	47	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.40	7	14	11***	0.46	0.74	0.35	2.5	39	59	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.60	12	48	41**	0.88	0.76	0.57	4.4	211	317	45	6	29	32	35	38	27	26	0.014	20	30	36
7.80	12	48	41**	0.88	0.77	0.57	4.3	216	324	45	5	29	32	35	38	27	26	0.013	20	30	36
8.00	6	17	21****	0.82	0.79	0.30	1.9	170	255	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.20	7	28	21****	0.84	0.81	0.35	2.2	192	288	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.40	7	16	21****	0.84	0.82	0.35	2.2	193	290	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.60	6	40	41**	0.82	0.84	0.30	1.7	172	258	29	0	28	31	35	38	25	26	0.000	10	15	18
8.80	8	13	21****	0.86	0.86	0.40	2.4	214	321	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.00	33	330	31****	0.88	0.88	-	-	-	-	-	37	33	36	38	41	32	29	0.073	55	83	99
9.20	24	44	31****	0.86	0.89	-	-	-	-	-	26	32	34	37	40	30	28	0.049	40	60	72
9.40	8	18	21****	0.86	0.91	0.40	2.2	218	328	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.60	8	12	21****	0.86	0.93	0.40	2.2	220	329	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.80	5	20	21****	0.80	0.94	0.25	1.2	149	223	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.00	5	-	11***	0.46	0.95	0.25	1.2	32	48	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

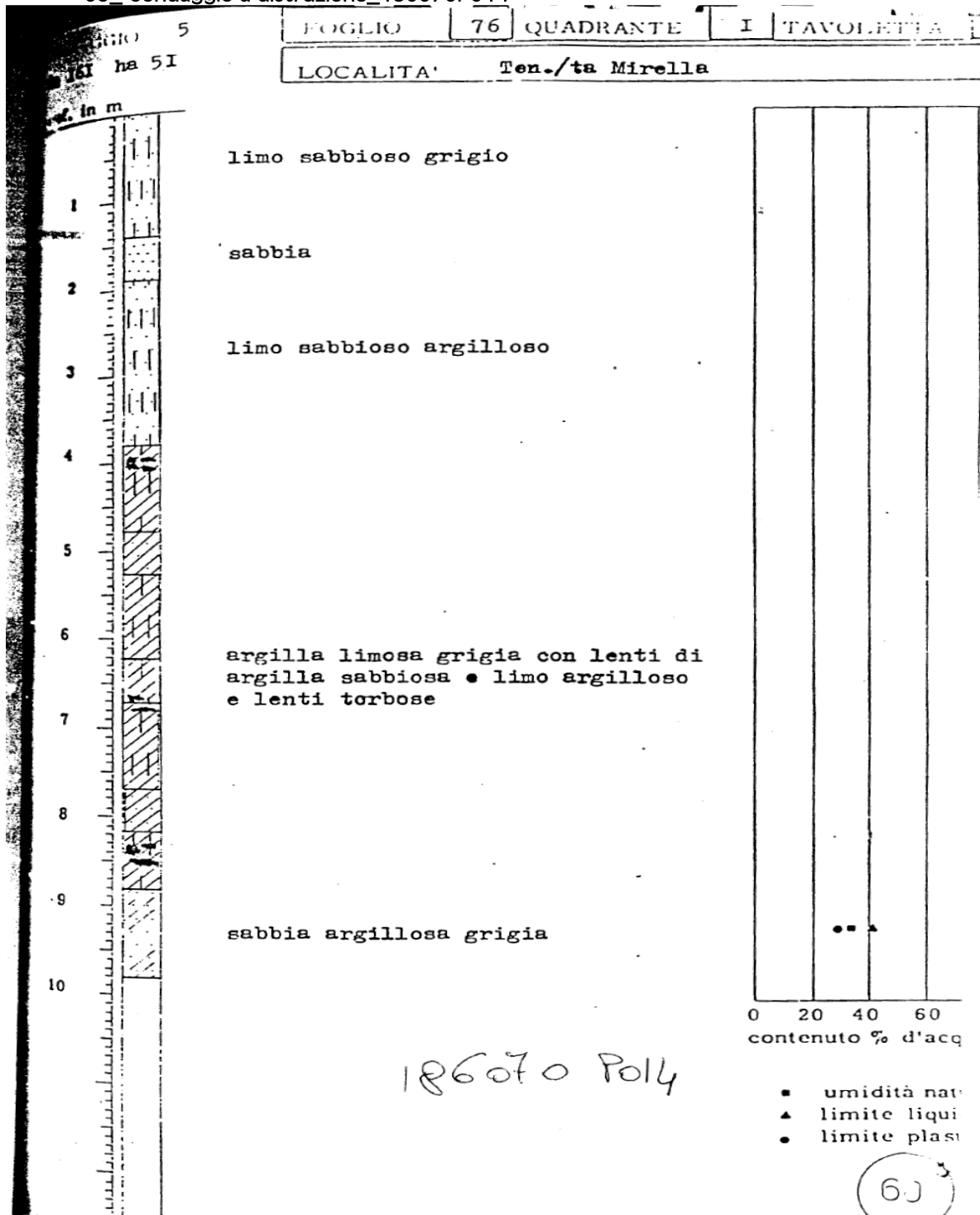
Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 69 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



03 - Sondaggio a distruzione_186070P014



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 70 di 96

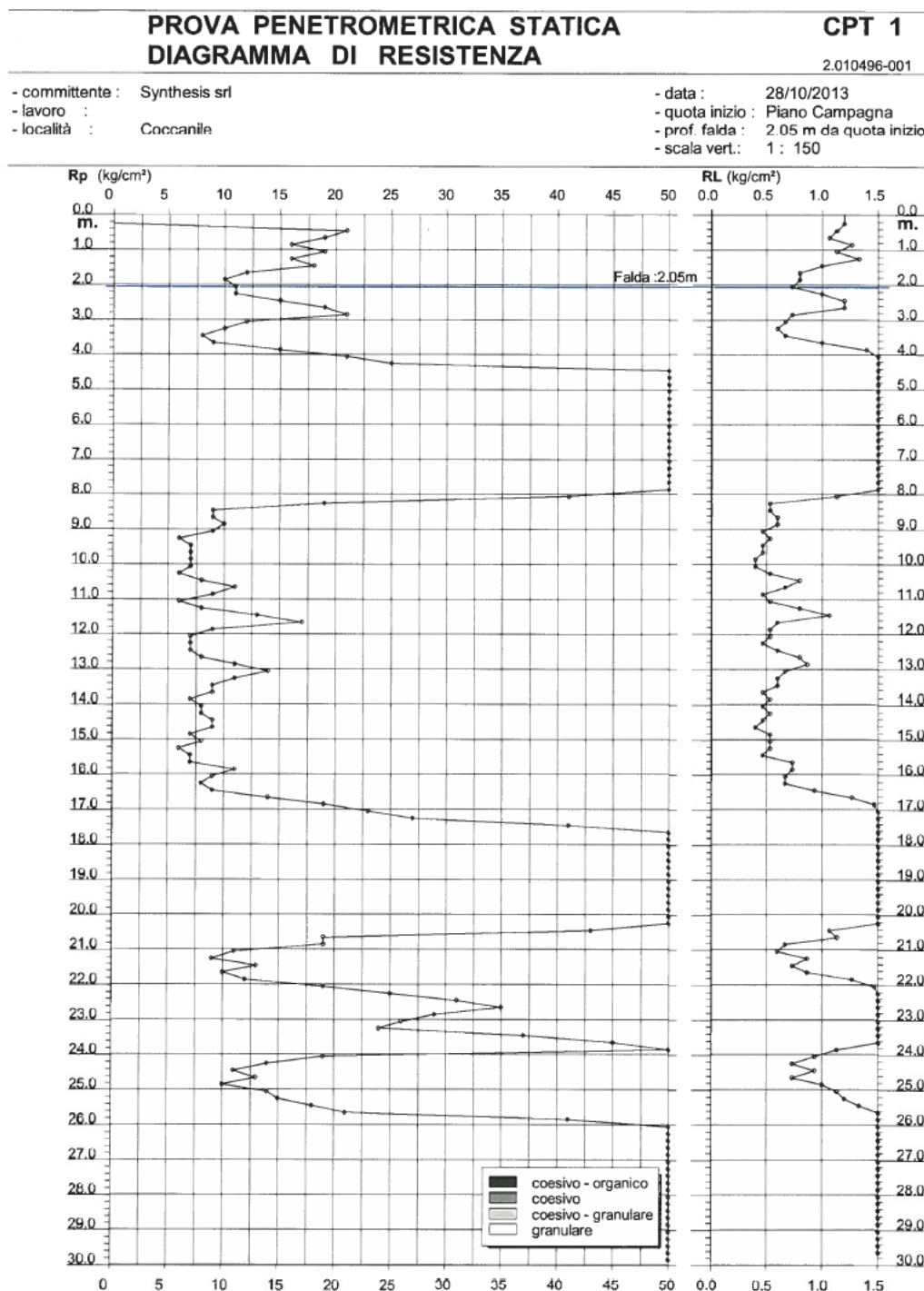
Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



- **04_CPT con punta meccanica_186070C018**

pergeo s.r.l. di Condotta, Stevanin & C.
 44030 Ro Ferrarese via dell'Artigianato n. 2
 Telefono 0532-426021 Fax 0532-426521

Rifer. 157-13S



- **05_Sondaggio a carotaggio continuo_186070P409**

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



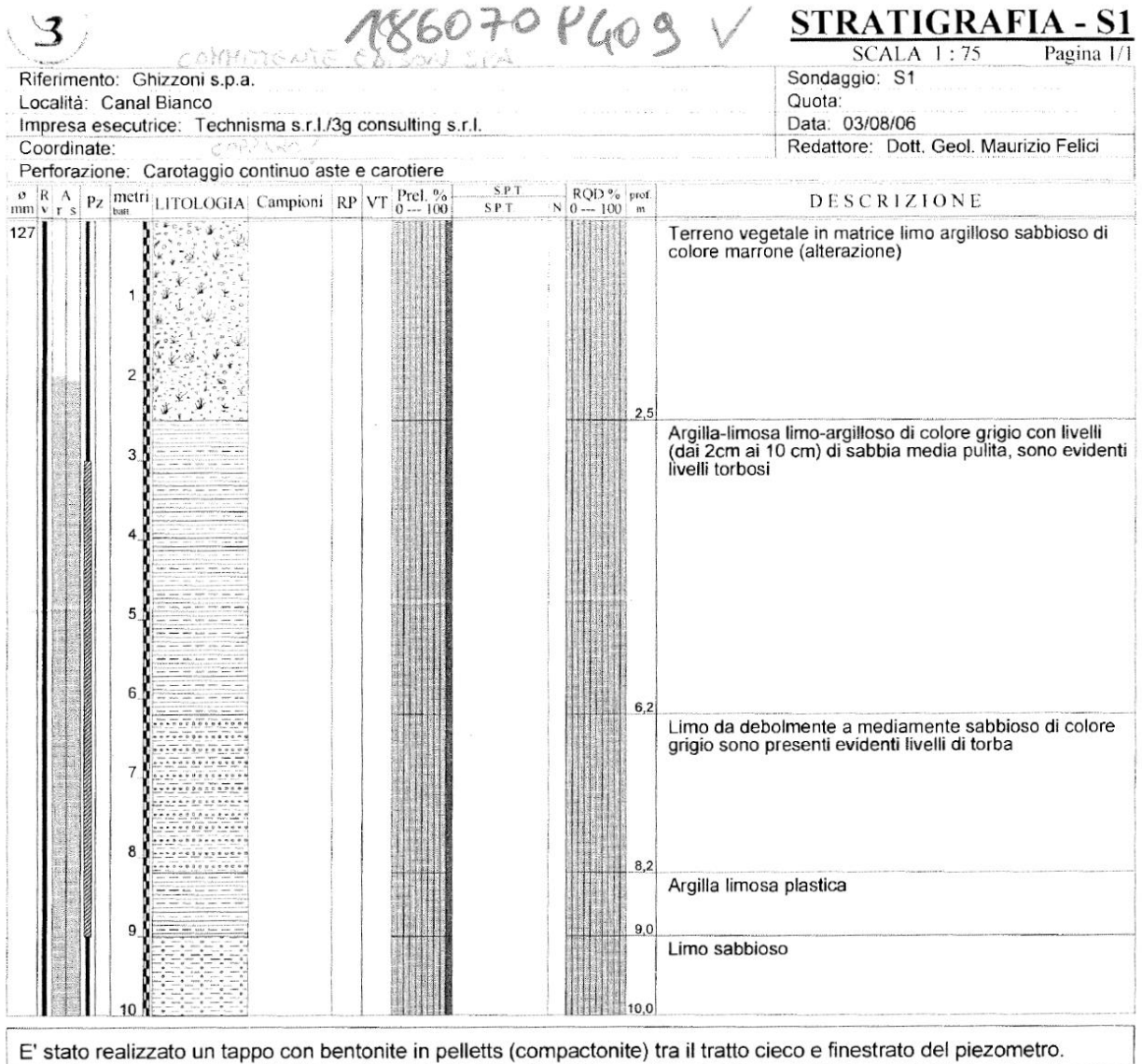
Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 71 di 96

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



- 06_CPT con punta meccanica_186070C051

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



pergeo s.r.l. di Condotta, Stevanin & C.
 sede legale: 44034 Copparo - FE - Viale P.Togliatti n. 6
 unità locale: 44030 Corlo - FE - Via Canalazzi n. 13/b - telefono 0532-426021 fax 0532-426521

Rifer. 322-06

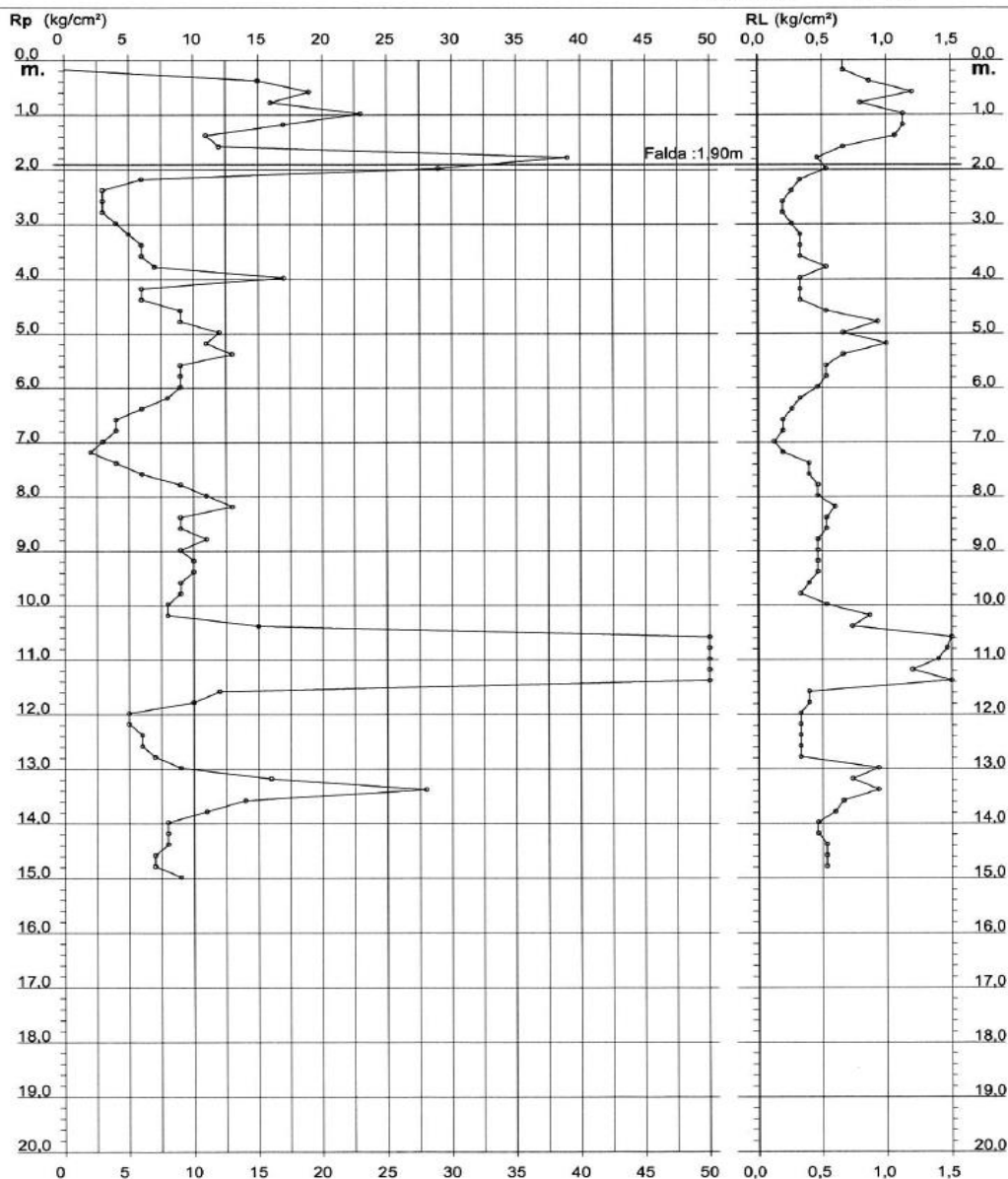
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-001

- committente : Dott. Geol. Emanuele STEVANIN
 - lavoro :
 - località : via Piumana - Coccanelle (Fe)

- data : 02/11/2006
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,90 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



allegato 1

- 07_MASW_3186150J002

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



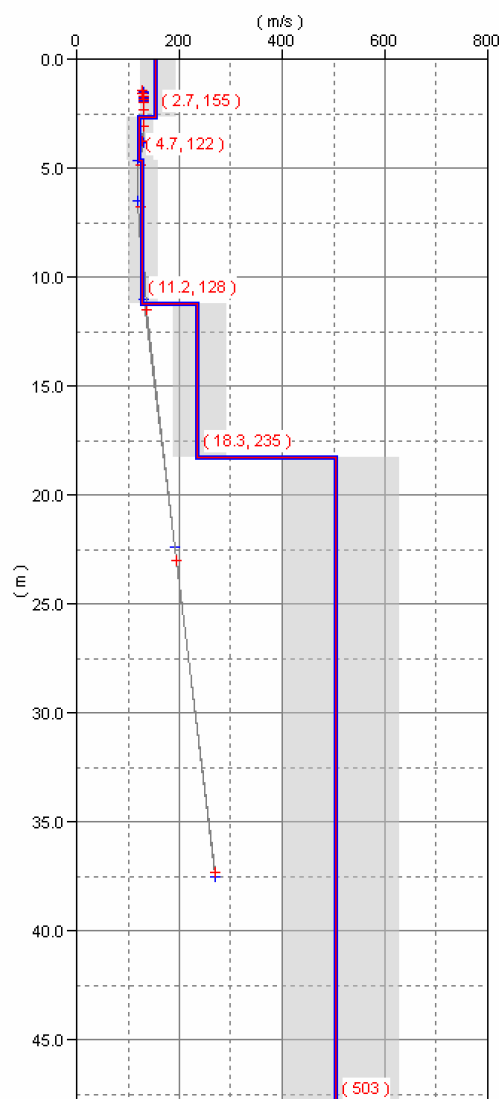
Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Codice elaborato: 2.5-PDRT

Pag. 73 di 96

Models



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA e SISMICA DEL SOTTOSUOLO

Sintesi Parametri geotecnici

Il modello litologico del sottosuolo è stato ricostruito a partire dalla cartografia geologica al foglio 76 "Ferrara" e dai dati disponibili nel database regionale in particolare dalle indagini CPT reperite. È stato così possibile ricostruire gli assetti litologici, stratigrafici e strutturali dei terreni costituenti il substrato. Le unità litologico-geotecniche sono state caratterizzate per strati con spessore di 0.20m sulla base delle prove statiche.

Per maggior dettaglio e per correlazione sono stati consultati anche dati derivanti da ulteriori prove penetrometriche statiche, sondaggi a carotaggio continuo ed indagini geofisiche ai fini della definizione del valore del Vseq oltre che per correlazioni stratigrafiche e litotecniche.

Di seguito si riporta la scheda di dettaglio della prova 02 CPT con punta meccanica 186030C016 con la caratterizzazione litotecnica di dettaglio per strato medio fino alla profondità di 10,00m dal p.c. che risulta in linea con la sequenza stratigrafica delle ulteriori CPT consultate e dei sondaggi a carotaggio e distruzione limitrofi. Il livello freatico medio è stato rilevato tra -1.60 e -2.05m dal p.c..

Tali valori rappresentano i parametri medi degli orizzonti investigati sia per l'area di impianto (differenti subcampi) sia per le opere di connessione e rete previste.

5.1 Analisi statistica – valori caratteristici

I valori caratteristici dell'angolo di attrito e della coesione ottenuti dalla prova CPT considerata, qualora si abbia a disposizione esclusivamente un elemento di caratterizzazione per ogni unità geotecnica, risultano stimati per mezzo della formula semplificata di Schneider (Schneider, H. R., Definition and determination of characteristic soil properties, Proceedings of the 14th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Hamburg 1997, Balkema, Rotterdam):

$$X_k = X_m \times [1 - (COV/2)]$$

X_k = valore caratteristico

X_m = valore medio

COV coefficiente di variazione

=> per angolo di attrito Ø' = 10% (0.10)

=> per coesione efficace C' = 40% (0.40)

Pertanto i valori per singolo strato dedotti dalla prova possono essere corretti sulla base delle relazioni sopra riportate ed ottenere i valori caratteristici corretti statisticamente.

Si ricorda che l'EC7, al punto 2.4.5.2 2, definisce che "Il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite". Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza. In geotecnica è circostanza frequente il dovere eseguire delle verifiche in presenza di scarsità di dati. Una obiezione frequente al trattamento statistico è che questo non può essere eseguito con pochi dati. Al contrario, utilizzando la discriminazione e il giudizio tecnico e la conoscenza a priori regionale e locale, un trattamento statistico è possibile anche nel caso estremo di un solo dato a disposizione (o, al limite, di nessun dato disponibile, in questo caso facendo affidamento esclusivamente sulla conoscenza pregressa). Quando ci troviamo in condizioni di compensazione (generalmente strutturale) e il dataset ha una numerosità piccola (da 1 a 5 dati usualmente), possiamo ricorrere alla statistica classica, con ipotesi di varianza nota.

In base a quanto sopra esposto, i parametri geotecnici possono essere determinati con formula semplificata di Schneider sui valori medi riscontrati e dalle indagini reperite.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** - a company of Vespera Energy Srl



Dr.Geol. VITTORIO ROSSI - Via Viazzola 46/A - Boccaleone FE - Tel.0532/805046

Rifer. : COLOGNA

PROVA PENETROMETR. STATICA
PARAM. GEOTECNICI *tabelle*

CPT 3
 RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : AMM.NE COM.LE BERRA
 Località : COLOGNA (FE)

data : 10.03.93
 quota inizio : PIANO CAMPAGNA
 prof. falda = 1.60 m da quota inizio

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
prof.	Rp	Rp/RL	NATURA	Y'	σ'vo	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø1s	Ø2s	Ø3s	Ø4s	Ødm	Øny	Amax/g	E'50	E'25	Mo
(m)	kg/cm²	(-)	LITOL.	t/m³	kg/cm²	kg/cm²	(-)	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(-)	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²
0.20	-	-	1 7	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	-	-	1 7	1.85	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	5	11	11***	1.85	0.11	0.25	17.3	10	15	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	16	29	21****	1.85	0.15	0.70	43.5	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00	20	36	41**	1.85	0.19	0.80	39.2	156	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0.125	33	50	60
1.20	14	35	41**	1.85	0.22	0.64	23.4	108	162	48	41	34	36	39	41	34	26	0.082	23	35	42
1.40	9	45	41**	1.85	0.26	0.45	12.5	77	115	38	22	31	34	37	40	31	26	0.042	15	23	27
1.60	32	128	31****	0.88	0.28	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	38	29	0.142	53	80	96
1.80	38	127	31****	0.89	0.29	-	-	-	-	-	69	38	39	41	43	38	30	0.155	63	95	114
2.00	56	112	31****	0.93	0.31	-	-	-	-	-	80	39	41	43	44	40	31	0.191	93	140	168
2.20	39	65	31****	0.90	0.33	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	38	30	0.149	65	98	117
2.40	50	42	31****	0.92	0.35	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	39	31	0.171	83	125	150
2.60	72	45	31****	0.95	0.37	-	-	-	-	-	85	40	41	43	45	40	32	0.206	120	180	216
2.80	93	78	31****	0.99	0.39	-	-	-	-	-	93	41	42	44	45	41	33	0.232	155	233	279
3.00	75	58	31****	0.96	0.41	-	-	-	-	-	84	40	41	43	45	40	32	0.203	125	188	225
3.20	56	66	31****	0.93	0.43	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	31	0.168	93	140	168
3.40	10	29	21****	0.90	0.44	0.50	7.3	110	165	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.60	7	35	41**	0.83	0.46	0.35	4.5	128	193	32	0	28	31	35	38	26	26	0.000	12	18	21
3.80	5	33	41**	0.81	0.48	0.25	2.8	127	191	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.00	5	33	41**	0.81	0.49	0.25	2.7	129	194	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.20	5	9	11***	0.46	0.50	0.25	2.6	27	41	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.40	8	53	41**	0.84	0.52	0.40	4.5	145	217	35	1	28	31	35	38	27	26	0.003	13	20	24
4.60	5	33	41**	0.81	0.53	0.25	2.4	134	201	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.80	5	20	21****	0.80	0.55	0.25	2.3	135	203	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.00	5	13	11***	0.46	0.56	0.25	2.3	29	43	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.20	10	25	21****	0.50	0.59	0.50	5.2	158	237	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.40	9	23	21****	0.88	0.60	0.45	4.4	166	249	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.60	8	23	21****	0.86	0.61	0.40	3.7	173	259	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.80	8	40	41**	0.84	0.63	0.40	3.6	178	267	35	0	28	31	35	38	25	26	0.000	13	20	24
6.00	7	20	21****	0.84	0.65	0.35	2.9	175	262	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.20	7	23	21****	0.84	0.66	0.35	2.8	177	266	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.40	7	35	41**	0.83	0.68	0.35	2.7	180	270	32	0	28	31	35	38	25	26	0.000	12	18	21
6.60	5	50	41**	0.81	0.70	0.25	1.7	143	215	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
6.80	5	25	21****	0.80	0.71	0.25	1.7	144	216	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.00	6	15	11***	0.46	0.72	0.30	2.1	36	53	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.20	5	14	11***	0.46	0.73	0.25	1.6	31	47	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.40	7	14	11***	0.46	0.74	0.35	2.5	39	59	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.60	12	48	41**	0.88	0.76	0.57	4.4	211	317	45	6	29	32	35	38	27	26	0.014	20	30	36
7.80	12	48	41**	0.88	0.77	0.57	4.3	216	324	45	5	29	32	35	38	27	26	0.013	20	30	36
8.00	6	17	21****	0.82	0.79	0.30	1.9	170	255	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.20	7	28	21****	0.84	0.81	0.35	2.2	192	288	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.40	7	16	21****	0.84	0.82	0.35	2.2	193	290	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.60	6	40	41**	0.82	0.84	0.30	1.7	172	258	29	0	28	31	35	38	25	26	0.000	10	15	18
8.80	8	13	21****	0.86	0.86	0.40	2.4	214	321	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.00	33	330	31****	0.88	0.88	-	-	-	-	-	37	33	36	38	41	32	29	0.073	55	83	99
9.20	24	44	31****	0.86	0.89	-	-	-	-	-	26	32	34	37	40	30	28	0.049	40	60	72
9.40	8	18	21****	0.86	0.91	0.40	2.2	218	328	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.60	8	12	21****	0.86	0.93	0.40	2.2	220	329	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.80	5	20	21****	0.80	0.94	0.25	1.2	149	223	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.00	5	-	11***	0.46	0.95	0.25	1.2	32	48	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto **"COPPARO"**
Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Per l'area in studio sono state reperite indagini geofisiche sempre dal database regionale ed in particolare si farà riferimento ad una indagine MASW (07_MASW_3186150J002) in correlazione con le prove CPT e sondaggio S in precedenza consultate e reperite caratterizzanti l'area di intervento.

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a quasi 40 m di profondità.

Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati. L'errore RMS calcolato è attorno allo 0,3%.

Il valore di Vseq risultante dalla lettura dei tempi di arrivo delle onde S dalla prova consultata MASW è di 217 m/s e quindi la Categoria di suolo di fondazione è C.

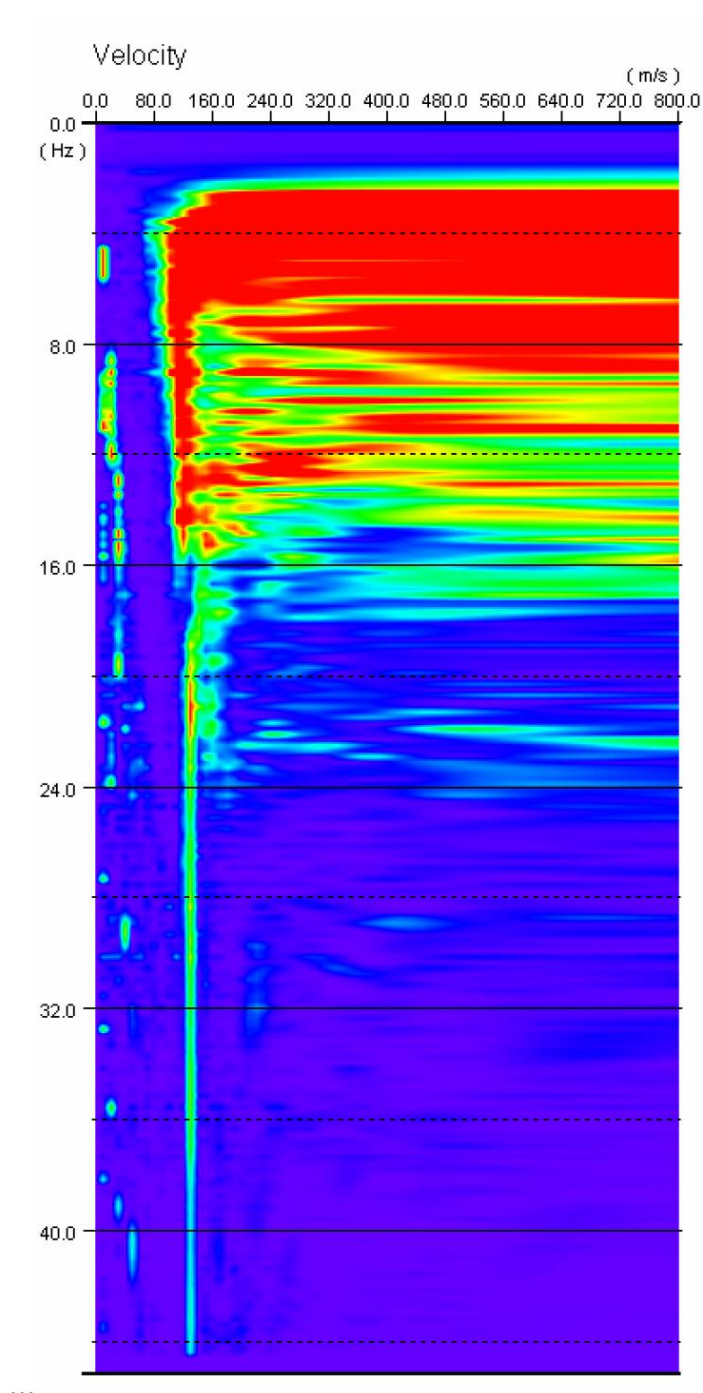
Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE



CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA; METODO ATTIVO E PASSIVO.

Progettazione:

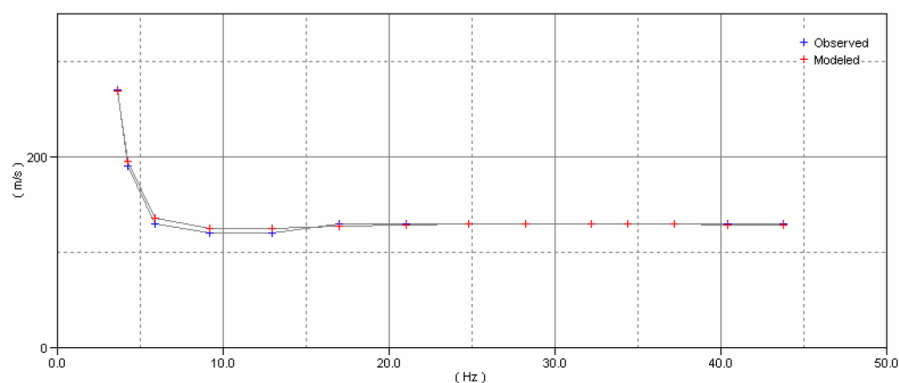
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

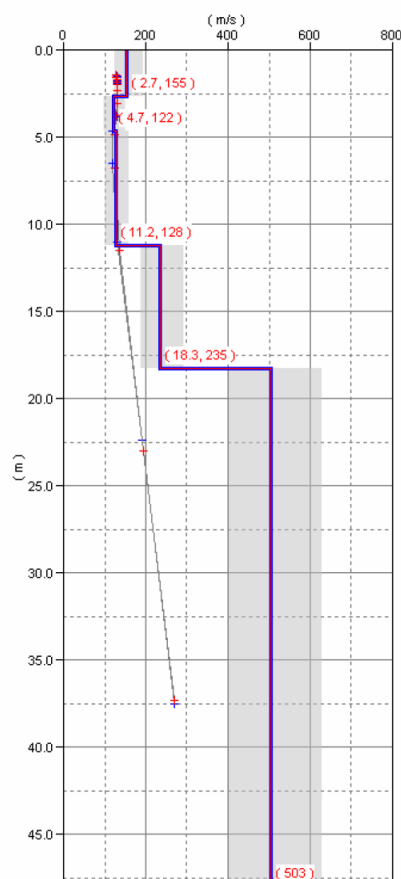
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Dispersion Curves



CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)

Models



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
Proponente: Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl



7. ANALISI SISMOGENETICA

7.1 Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2015 - DBMI15)

Fonte : <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

Premessa

La prima versione disponibile al pubblico del Database Macrosismico Italiano risale al maggio 2007 (DBMI04; Stucchi et al., 2007). Esso conteneva i dati di intensità utilizzati per la compilazione dei parametri del catalogo parametrico rilasciato nel maggio 2004 (CPTI04; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004), a sua volta utilizzato per la compilazione della Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (MPS04, Gruppo di Lavoro MPS, 2004).

Nel dicembre 2008 sono state pubblicate online le porzioni 1901-2006 del catalogo CPTI08 e del relativo Database Macrosismico DBMI08. Nel gennaio 2009 è stato avviato il completamento del catalogo e del database macrosismico, con riferimento alla porzione pre-1900. Questa operazione ha comportato anche un aggiornamento dei contenuti relativi alla finestra temporale già pubblicata. Alla data del 6 aprile 2009 il catalogo parametrico e il database macrosismico erano appena stati sottoposti all'ultima tornata di verifiche. Gli autori hanno allora ritenuto opportuno accelerare la pubblicazione di una porzione del catalogo e del Database Macrosismico, definite CPTI08aq (Rovida e Gruppo di Lavoro CPTI, 2009) e DBMI08aq (Locati e Gruppo di Lavoro DBMI, 2009), relative ad un'area comprendente la zona colpita dai terremoti dell'Aquilano, per consentire agli operatori impegnati nell'area di utilizzare dati aggiornati.

Nel 2010 è stata pubblicata una versione aggiornata del database, denominata DBMI10beta, che copre la finestra temporale 1000-2006. Questa versione è stata resa disponibile ai ricercatori che operano nell'ambito di progetti dell'Istituto per un periodo di sperimentazione.

Oggi viene rilasciata la terza versione pubblica denominata DBMI11, che raccoglie le osservazioni emerse nel corso del predetto periodo. Questa versione non contiene i risultati di alcuni sviluppi metodologici realizzati nell'ambito del progetto EC "SHARE" (Seismic Hazard Harmonization in Europe); inoltre, non utilizza ancora un considerevole quantitativo di nuove informazioni reso disponibile da: Molin et al. (2008); Camassi et al. (2011); la versione 2009 di ECOS (Faeh et al., 2011) e la versione 2010 di SisFrance (SisFrance, 2010). Questi elementi, unitamente ad altri sviluppi, verranno considerati per la prossima versione del database.

Introduzione

L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata DBMI15 è stata rilasciata a luglio 2016 e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI11 (Locati et al., 2011).

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI tendono a essere pubblicati allo stesso tempo e usando una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web, uno dedicato a DBMI, e uno a CPTI. Con la versione 2015 si è deciso di rendere disponibile le due banche dati DBMI15 e CPTI15 (Rovida et al., 2016) da un unico punto di accesso online al fine di rendere più comoda e funzionale la consultazione.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti. L'incremento numerico di terremoti con dati di intensità e di osservazioni macrosismiche rispetto alle due precedenti versioni DBMI04 (Stucchi et al., 2007) e DBMI11 è molto consistente.

7.2 Storia sismica di area di Copparo

Seismic history of
 PlaceID
 Coordinates (lat, lon)
 Municipality (ISTAT 2015)
 Province
 Region
 No. of reported earthquakes

Copparo
 IT_40513
 44.894, 11.830
 Copparo
 Ferrara
 Emilia-Romagna
 23

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
6	429	1624	3	19				Argenta	44.642	11.848		7-8	5.43
4	1636	1895	3	23				Comacchio	44.721	12.017		6	4.65
NF	1655	1895	5	25	12	42		Villanova Marchesana	45.008	11.96		4-5	3.98
F	1661	1895	7	30	10	47		Comacchio	44.669	11.942		5	4.47
F	1662	1895	8	7	19	49	32	Appennino tosco-emiliano	43.967	10.818		5	4.67
4	1723	1898	1	16	13	10		Romagna settentrionale	44.657	11.821		6	4.59
NF	1867	1904	11	17	5	2		Pistoiese	43.965	10.821		7	5.1
5	1976	1909	1	13	0	45		Emilia Romagna orientale	44.579	11.688		6-7	5.36
NF	2033	1911	2	19	7	18	30	Forlivese	44.117	12.074		7	5.26
NF	2089	1913	11	25	20	55		Appennino parmense	44.551	10.196		4-5	4.65
6	2106	1914	10	27	9	22		Lucchesia	43.912	10.598		7	5.63
NF	2110	1915	1	13	6	52	43	Marsica	42.014	13.53		11	7.08
5	2164	1916	8	16	7	6	14	Riminese	44.019	12.737		8	5.82
3	2205	1917	12	2	17	39		Appennino forlivese	44.059	11.829		6-7	5.09
3	2261	1920	9	7	5	55	40	Garfagnana	44.185	10.278		10	6.53
4	2873	1963	8	9	6	5		Romagna	44.416	11.977		5	5.23
4-5	3038	1971	7	15	1	33	23	Parmense	44.814	10.345		8	5.51
3-4	3380	1983	11	9	16	29	52	Parmense	44.755	10.265		6-7	5.04
NF	3508	1986	12	6	17	7	19.77	Ferrarese	44.947	11.444	23.5	6	4.43
4	3520	1987	5	2	20	43	53.32	Reggiano	44.81	10.694	0.1	6	4.71
3-4	3594	1989	9	13	21	54	1.5	Prealpi Vicentine	45.882	11.264	9	6-7	4.85
4-5	4223	2003	9	14	21	42	53.18	Appennino bolognese	44.255	11.38	8.3	6	5.24
2-3	4246	2004	11	24	22	59	38.55	Garda occidentale	45.685	10.521	5.4	7-8	4.99

Progettazione:

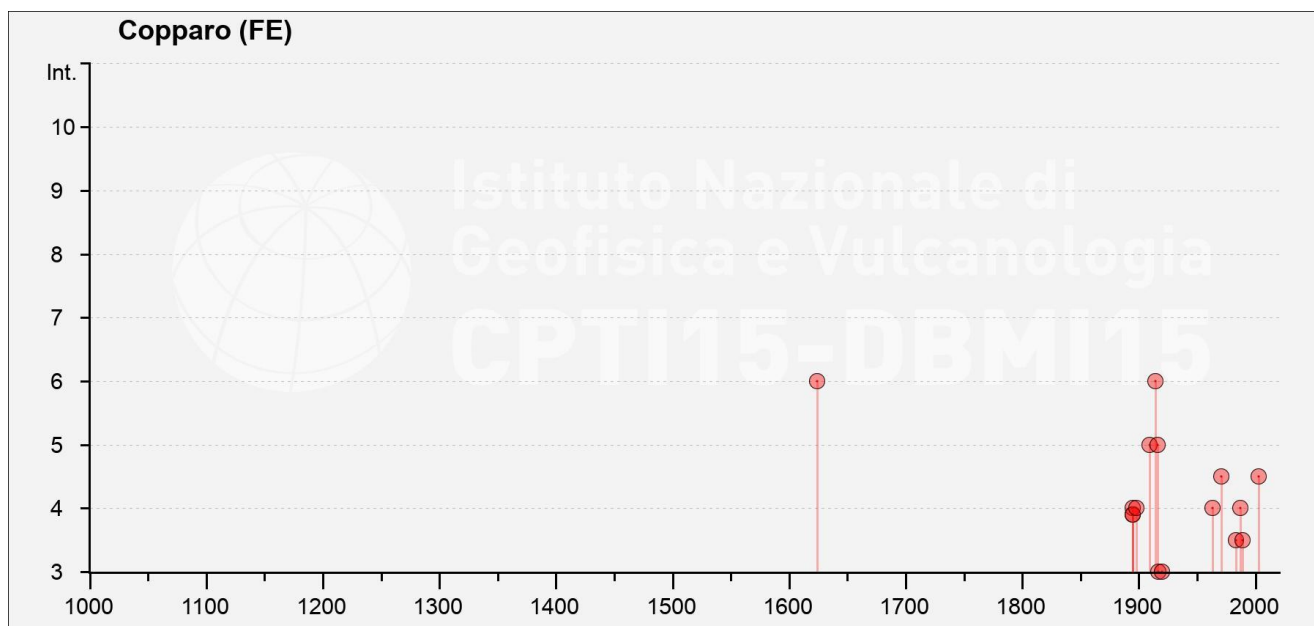
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto **"COPPARO"**
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

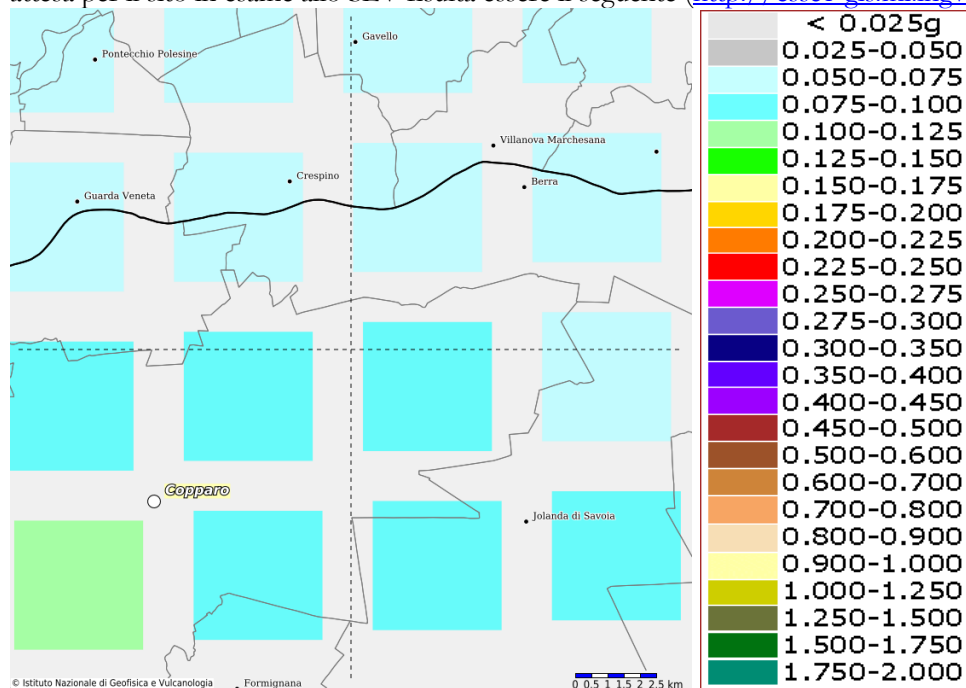
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl

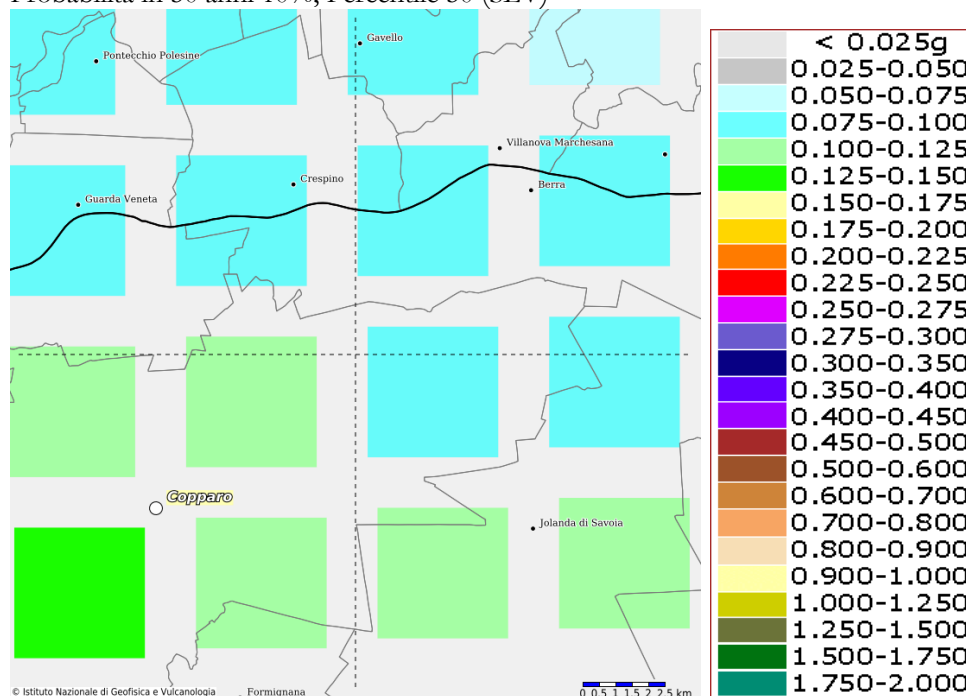


MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITA' SISMICA da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (ag)

Considerando l'area in cui ricade l'opera in oggetto ed i dati sopra elencati, l'ag attesa, la Magnitudo massima attesa per il sito in esame allo SLV risulta essere il seguente (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>):



Probabilità in 50 anni 10%, Percentile 50 (SLV)



Probabilità in 50 anni 5%, Percentile 50 (SLC)

Progettazione:

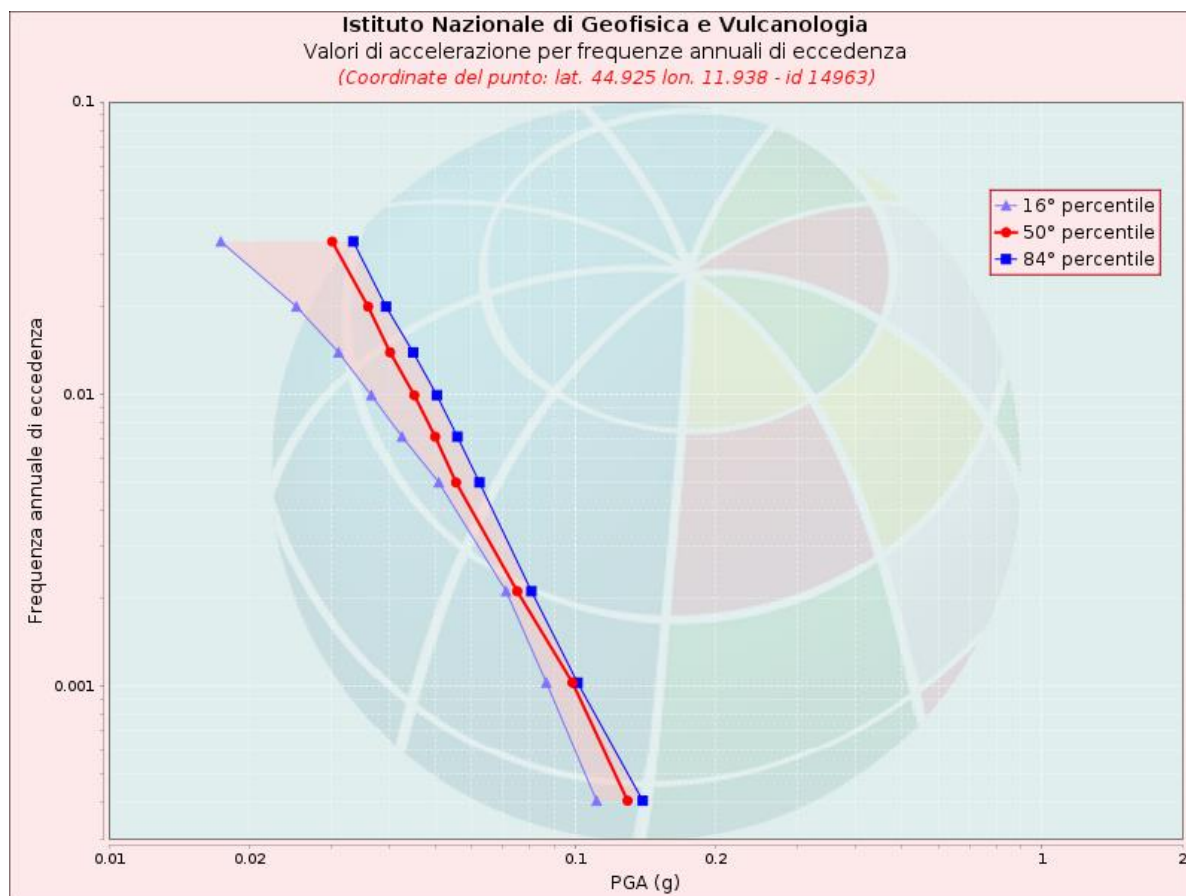
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 44.925 lon. 11.938 - id 14963)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.1111	0.1295	0.1396
0.0010	0.0867	0.0986	0.1011
0.0021	0.0711	0.0751	0.0806
0.0050	0.0510	0.0555	0.0624
0.0071	0.0425	0.0501	0.0559
0.0099	0.0365	0.0452	0.0505
0.0139	0.0311	0.0401	0.0449
0.0199	0.0253	0.0360	0.0393
0.0332	0.0174	0.0301	0.0334

Grafico di Disaggregazione

Progettazione:

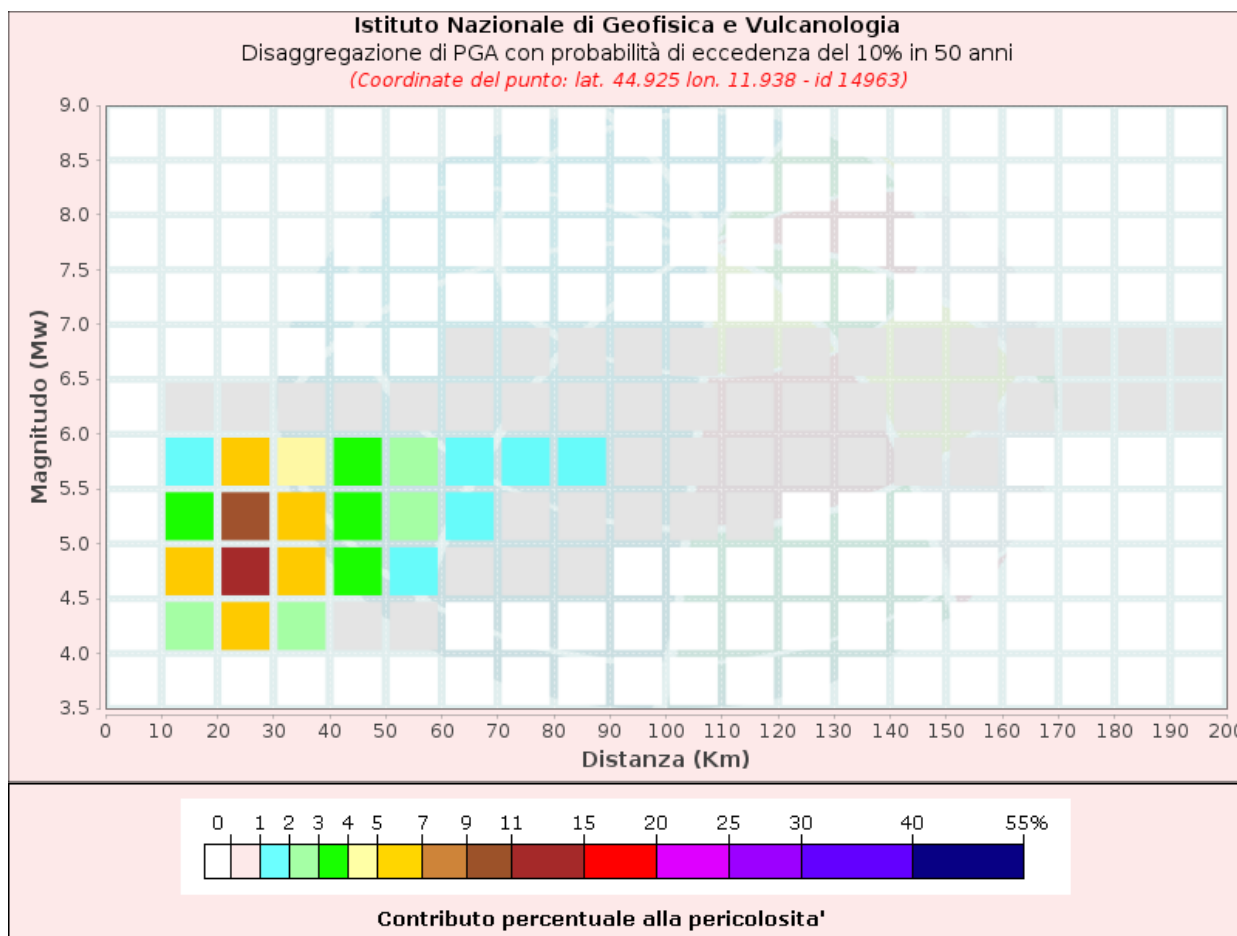
Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 44.925 lon. 11.938 - id 14963)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	2.7700	5.4500	3.2600	1.6000	0.1880	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	5.3800	12.4000	9.0600	5.3500	0.7010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	2.3800	6.8000	6.4000	4.7000	0.6990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.8190	3.2300	3.8800	3.4300	0.5680	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.1190	1.3400	2.3300	2.3800	0.3920	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.3540	1.4500	1.6500	0.2450	0.0080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0648	0.9360	1.4300	0.4750	0.0591	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0016	0.4560	1.1300	0.6230	0.1030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.1620	0.8070	0.6510	0.1230	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
Proponente: Vespera Development 05 Srl – a company of Vespera Energy Srl



100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0379	0.4940	0.6470	0.1330	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.2580	0.5380	0.1210	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1220	0.3900	0.0940	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0478	0.2420	0.0628	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0148	0.1400	0.0405	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.0732	0.0250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0572	0.0242	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0424	0.0221	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0215	0.0146	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0089	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.19	39.3	1.37

Per il sito in esame pertanto la Magnitudo media risulta essere 5.19 ad una distanza di 39.3 km, mentre l'ag allo stato SLV risulta compresa tra 0.075-0.100g.

Determinata l'ag attesa, i coefficienti sismici caratteristici relativi al baricentro dell'area di impianto sono i seguenti (<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>):

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

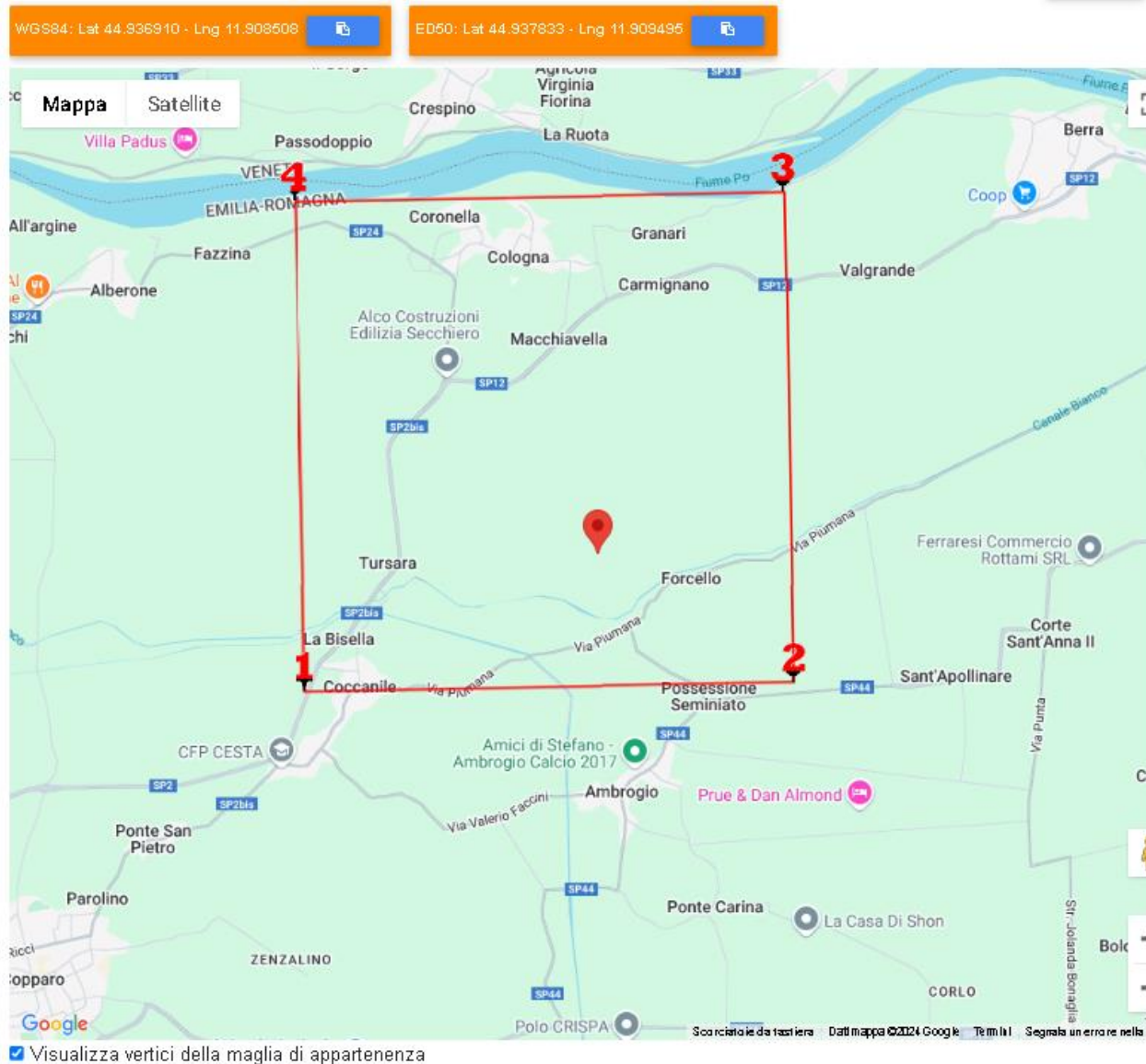
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (FE), Jolanda di Savoia (FE), Codigoro (FE) e Fiscaglia (FE) - Impianto **"COPPARO"**
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Dati generali

Descrizione: Impianto Agrivoltaico Avanzato "Copparo" – Comune di Tresigallo (FE)



Sito in esame.

latitudine: 44,937833
 longitudine: 11,909495
 Classe: 1
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito	ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1	ID: 14962	Lat: 44,9239	Lon: 11,8672	Distanza: 3678,247
Sito 2	ID: 14963	Lat: 44,9248	Lon: 11,9377	Distanza: 2650,050
Sito 3	ID: 14741	Lat: 44,9748	Lon: 11,9363	Distanza: 4620,542
Sito 4	ID: 14740	Lat: 44,9739	Lon: 11,8658	Distanza: 5278,844

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto **"COPPARO"**
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 35 anni
 Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,030 g
 Fo: 2,526
 Tc*: 0,221 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 35 [anni]
 ag: 0,032 g
 Fo: 2,536
 Tc*: 0,234 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 332 [anni]
 ag: 0,066 g
 Fo: 2,650
 Tc*: 0,334 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 682 [anni]
 ag: 0,085 g
 Fo: 2,639
 Tc*: 0,344 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
 Cc: 1,730
 St: 1,000
 Kh: 0,009
 Kv: 0,004
 Amax: 0,440
 Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
 Cc: 1,690
 St: 1,000
 Kh: 0,009
 Kv: 0,005
 Amax: 0,465
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
 Cc: 1,510

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



SLC:

St:	1,000
Kh:	0,020
Kv:	0,010
Amax:	0,970
Beta:	0,200
Ss:	1,500
Cc:	1,490
St:	1,000
Kh:	0,025
Kv:	0,013
Amax:	1,245
Beta:	0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
 Geostru

Coordinate WGS84
 latitudine: 44.936910
 longitudine: 11.908508

Stati limite

Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 0.7

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0.030	2.526	0.221
Danno (SLD)	35	0.032	2.536	0.234
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.066	2.650	0.334
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.085	2.639	0.344
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

1 0.1

Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz. categoria	1,73	1,69	1,51	1,49
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.009	0.009	0.020	0.025
kv	0.004	0.005	0.010	0.013
Amax [m/s ²]	0.440	0.465	0.970	1.245
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

8. ANALISI DI LIQUEFAZIONE

8.1 Generale

Allo scopo di accertare la stabilità nei confronti della liquefazione, per il sito in esame sono state effettuate delle verifiche che hanno consentito di determinare il potenziale di liquefazione, parametro indicativo dell'estensione che il fenomeno può avere nei terreni.

La liquefazione è infatti un fenomeno per cui durante un sisma la rigidità e la resistenza del terreno possono ridursi significativamente. Ad essa sono associati la perdita di resistenza al taglio o l'accumulo di deformazioni plastiche che avvengono in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, a causa delle azioni cicliche e dinamiche che si verificano in condizioni drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una diminuzione della tensione media efficace nel terreno e una riduzione della resistenza al taglio. Questa riduzione può essere una condizione temporanea o può indurre una condizione di collasso definitiva.

Il fenomeno della liquefazione è profondamente influenzato dal numero di cicli N del terremoto, dalla densità relativa D_r e dalla granulometria del terreno. Un terreno incoerente, a parità di altri fattori, è maggiormente esposto al pericolo della liquefazione quanto minore è la sua densità relativa. Il potenziale di liquefazione aumenta poi, ovviamente, al crescere di N (cicli di terremoto).

Il raggiungimento della condizione di liquefazione può dare origine ad effetti di varia natura, quali, nei casi più eclatanti:

- affondamento di edifici nel terreno;
- scorrimento di pendii;
- collasso di terrapieni, rilevati stradali e opere di terra in genere
- collasso di palificate per perdita di connessione laterale;
- zampillo di copiosi getti d'acqua e sabbia con formazione dei caratteristici coni eruttivi;
- collasso di opere di sostegno per sovraspinta del terreno a monte.

In questo contesto, il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte in falda, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa. In altre parole, è necessario valutare il potenziale di liquefazione del terreno ove devono essere realizzate le opere in progetto.

8.2 Valutazione del potenziale o probabilità di liquefazione

Per una stima accurata della probabilità di liquefazione di un deposito sabbioso saturo durante un terremoto attualmente non esiste un unico modello in grado di tenere in conto tutti i fattori che concorrono a creare le condizioni perché essa possa verificarsi. Questo è dovuto al fatto che sono troppo numerosi i parametri che governano il fenomeno. I criteri di previsione e i metodi di calcolo che sono stati avanzati in questi ultimi anni si concentrano però su un numero di fattori molto più ridotto rispetto a quelli che intervengono a guidare il fenomeno. Di seguito si fornisce una valutazione semplificata del potenziale di liquefazione dei terreni indagati e caratterizzati nel presente studio.

8.3 NTC 2018

Di seguito si riportano i riferimenti normativi delle NTC 2018 (la numerazione del paragrafo è riferita alle NTC).

§ 7.11.3.4 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

§ 7.11.3.4.1 Generalità

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

§ 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

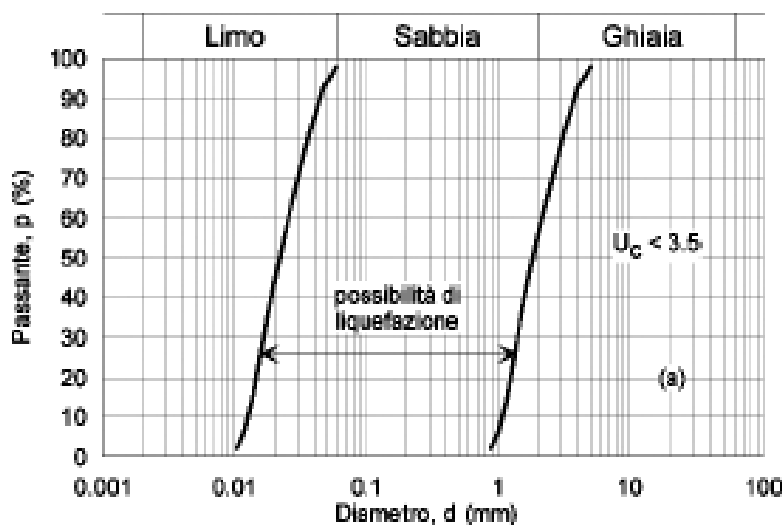
Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)

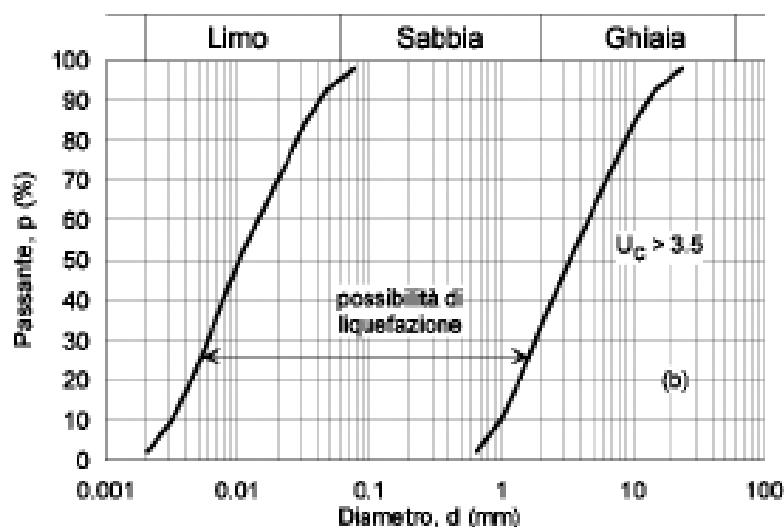


Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE



a)



b)

Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Per il sito in esame, sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti relativi alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni per mezzo di sondaggi e prove CPT reperite e consultate, risulta che:

- l'evento sismico atteso è di magnitudo M pari a 5,19 ad una distanza epicentrale pari a 39,3 km;
 - le accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di free-field sono 0,085g allo SLC ($CU=0,7$);
 - la profondità della falda è posta a circa -1,50/-2,50 m dal piano campagna.
- In particolare si sottolinea come tutto i tratti in cavidotto previsti si svilupperanno su viabilità esistente e/o con una sezione di scavo inferiore a circa 1,00m e quindi in tutti i casi inferiore alla quota di interazione con il livello di falda stabilizzato individuato.

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

- Inoltre si evidenzia come sulla base delle indagini consultate e reperite, sia sondaggi che prove CPT, la natura granulometrica dei terreni sotto falda dalla profondità media di -2,00\ -9,00m dal p.c. risulta correlabile prevalentemente ad una natura limoso-argillosa ed argillosa con locali intercalazioni sabbiose..
- Nel dettaglio inoltre l'orizzonte a tenore sabbioso (incoerente) individuabile lungo le verticali CPT - nel range -0,80/-9,00m dal p.c. mostra, come visibile dalla scheda di dettaglio della prova statica, valori del Rp in kg/cm² sempre superiori a 8-10 kg/cm² ed RL sempre superiore a 0,7 kg/cm² con discrete ed ottime proprietà geotecniche sia relativamente alla Dr% (>30-35%) che l'angolo di attrito calcolato (>30°) con le diverse correlazioni in letteratura, verificando così il caso 3) del p.tp § 7.11.3.4.2 - **Esclusione della verifica a liquefazione oltre che ad un valore di accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g (0,066 caso 1).**

Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

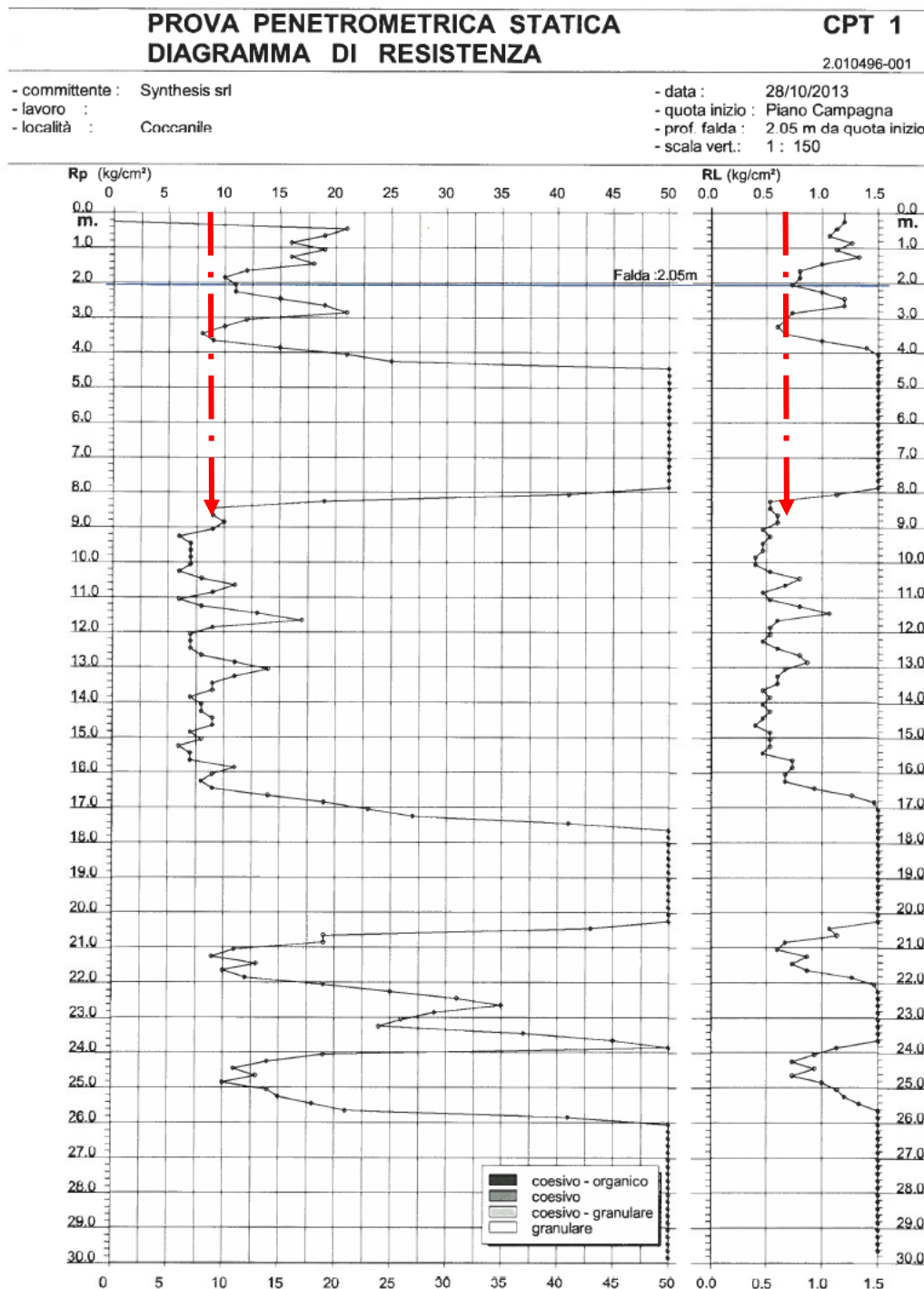
Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
 Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



04_CPT con punta meccanica_186070C018

pergeo s.r.l. di Condotta, Stevanin & C.
 44030 Ro Ferrarese via dell'Artigianato n. 2
 Telefono 0532-426021 Fax 0532-426521

Rifer. 157-13S



Progettazione:

Arato Srl
 Via Diaz, 74
 74023 - Grottaglie
 (TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
 PRELIMINARE

9. CONCLUSIONI

Dopo aver analizzato tutte le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche nonché litotecniche e sismiche dei terreni sui quali si intende realizzare la *Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"*, è possibile concludere definendo quanto segue:

- La aree si presentano stabili e non vi sono associati particolari aspetti morfologici di dissesto in atto o quiescenti.
- Dal punto di vista geologico il comprensorio sul quale verrà realizzato l'impianto e le opere di connessione è costituito da depositi alluvionali prevalentemente limosi ed argillosi a luoghi sabbiosi (intercalazioni) passanti a depositi prevalentemente argillosi in profondità;
- Sotto l'aspetto geomorfologico, l'area di intervento è caratterizzata dalle forme riconducibili all'azione marina e fluviale con visibili elementi alluvionali dall'attuale al recente quindi all'antico con linee di paleoalvei all'interno della fascia alluvionale recente. Non si rilevano forme di dissesto gravitativo o di erosione concentrata in atto.
- Topograficamente le pendenze risultano globalmente blande con andamento chiaramente pianeggiante e quote comprese tra 0,20 e -0,50m slm;
- L'area in esame, sulla base del PGRA, ricade in zona a Pericolosità P1 con Alluvioni Rare e Poco Frequenti secondo la Direttiva Alluvioni 2022 con Rischio in tutti i casi R1 moderato e R2 medio. La cartografia tematica è consultabile al link : <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>.

Il PGRA classifica l'area come LPH (Low Probability Hazard - Estensione Alluvioni) e sulla base delle caratteristiche idrauliche indica il valore h_5 ($h \geq 2$). Il livello di Rischio risulta da PGRA R1 moderato.

Pertanto l'intervento in relazione alla configurazione geomorfologica ed idrogeologica, alle caratteristiche geologico-stratigrafiche, alle modeste pendenze dell'area, alla ridotta modifica morfologica dei terreni prevista dall'intervento, alla stabilità complessiva della stessa, ad opere previste relativamente alla regimazione delle acque meteoriche e superficiali, è valutato come compatibile sotto l'aspetto idrogeologico ed idraulico, senza generare denudazioni, instabilità o modifica del naturale regime delle acque;

- La caratterizzazione stratigrafica del sito di progetto è stata ottenuta tramite i dati derivanti da campagne geognostiche geotecniche e sismiche eseguite su aree immediatamente limitrofe a quella di intervento con medesime configurazioni lito-stratigrafiche e consultabili e reperibili dal database regionale Moka della Regione Emilia Romagna.

- Le caratteristiche litotecniche dei litotipi affioranti ed ivi riscontrati risultano idonee e compatibili ad ospitare le strutture in progetto nonché le relative opere di connessione alla rete necessarie in relazione ai carichi agenti ed al volume di influenza previsto per il caso in esame;

- In merito ad una variazione significativa delle tensioni e dei carichi agenti sugli strati più superficiali indotti dall'intervento, tali da modificare il grado di addensamento, porosità, permeabilità e trasmissività del deposito, si evidenzia che le macchine operatrici di cantiere, i mezzi per il trasporto degli operai addetti al montaggio o attrezzature, dell'ordine di circa 1/4 del peso dei mezzi agricoli oggi utilizzati del tutto compatibili con una pratica ordinaria agricola e non generano modifiche significative nelle caratteristiche intrinseche dei terreni sotto l'aspetto idrogeologico;

- In riferimento alle N.T.C. di cui al D.M. del 17/01/18, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, a livello preliminare, utilizzando le indagini sismiche reperite, si è verificato che il sottosuolo sul quale verrà realizzato l'impianto fotovoltaico e le opere di connessione ricadono nella categoria sismica C come dettagliato nei paragrafi precedenti.

- La Magnitudo attesa media per il sito in esame risulta pari a 5,19 per eventi generati a distanza epicentrale di 39,300 km;

- L'ag attesa allo SLV risulta pari a 0,066g mentre allo SLC risulta pari a 0,085g.

Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico avanzato avente potenza installata pari a 21,86MWp e potenza in immissione pari a 17,60MW sito nel Comune di Copparo con opere di connessione insistenti nel Comune di Copparo (Fe), Jolanda di Savoia (Fe), Codigoro (Fe) e Fiscaglia (Fe) - Impianto "COPPARO"
Proponente: **Vespera Development 05 Srl** – a company of Vespera Energy Srl



Tale valore non rappresenta vincolo ostativo per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle relative opere secondarie di collegamento alla rete elettrica relativamente all'aspetto strutturale-fondazionale, al contrario risulta funzionale al fine di adottare le idonee soluzioni tecniche a sopportare le sollecitazioni sismiche attese per il sito.

Inoltre relativamente al potenziale di liquefazione del sito sia di impianto sia delle opere di rete, si hanno valori di magnitudo basso/moderati ed inferiori alla soglia di attivazione di eventuali fenomeni di liquefazione come da normativa ($>5,00$) e con a_g allo SLV pari a 0,066g ed allo SLC 0,085g (p.to 1). In considerazione delle opere previste per i sostegni dei pannelli (opere indirette in acciaio) e per il tratto di scavo e posa del cavidotto (scavo a 1.30 m e posa a 1.20 m dal p.c), i terreni caratterizzati nel dettaglio per mezzo di prove CPT reperite dal database Moka mostrano parametri geotecnici nel range 0,80-9,00m di natura incoerente sabbiosa prevalente, tali da escludere la possibilità di verificarsi di fenomeni di liquefazione essendo inoltre verificato il caso 3) del p.to § 7.11.3.4.2 - Esclusione della verifica a liquefazione delle NTC 2018, valori del R_p in kg/cmq sempre superiori a 8-10 kg/cmq ed RL sempre superiore a 0,6-0,7 kg/cmq con buone proprietà geotecniche sia relativamente alla $D_r\%$ che l'angolo di attrito calcolato, motivo per cui non sarebbe necessario procedere alla verifica del rischio a liquefazione che risulta pertanto nel caso in esame remota.

In Allegato si riportano i certificati delle indagini reperite e consultate estratte dal database Moka della Regione Emilia Romagna.

San Benedetto Tr. 04.09.2024

dott. Geol. Alessandro Mascitti



Progettazione:

Arato Srl
Via Diaz, 74
74023 - Grottaglie
(TA)



Titolo elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDRAULICA
PRELIMINARE

Riferimento: Rif. 008-10S	Sondaggio: S3
Località: Cologna, via Provinciale, civ 267	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: Pergeo s.r.l.	Data: 17/03/2010
Coordinate:	Redattore: Dr. Geol. E. Stevanin
Perforazione: Sondaggio a coclea diametro 36 mm	

σ mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	PreI. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
														Argilla debolmente limosa di colore marrone
													0,8	
				1									1,0	Argilla di colore nocciola
													1,3	Argilla di colore grigio con puntuali livelli organici
													1,8	Sabbia fine limosa di colore nocciol, verso la base si individuano striature rossastre
				2									2,4	Sabbia media debolmente limosa di colore nocciola con abbondanti minerali quarzosi e micacei
													2,8	Sabbia media di colore grigio

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	17/03/10	17/03/10	17/03/10							
Ora	mattina	mattina	mattina							
Livello dell'acqua (m)	assente	0,70	0,70							
Prof. perforazione(m)	0,80	1,80	2,80							
Prof. rivestimento(m)	0,80	1,80	2,80							

030 C016 DATO: P
C: -0.2 m PROFONDITA': 10 m
MUNE: BERRA

18603 C016 gpc -0,2

Dr.Geol. VITTORIO ROSSI - Via Viazzola 46/A - Boccaleone FE - Tel.0532/805046

Rifer. : COLOGNA

PROVA PENETROMETR. STATICA
TABELLE VALORI RESISTENZA

CPT 3
RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10t (con anello allargatore) - avanz. 2 cm/s - COSTANTE TRASFORMAZIONE $C_t = 15.00$
punta meccanica tipo Begemann Ø 35.7mm (area punta 10cm² - apertura 60°) - manicotto laterale (superficie 150 cm²)
Committente : AMM.NE COM.LE BERRA quota inizio : PIANO CAMPAGNA
Località : COLOGNA (FE) prof. falda = 1.60 m da quota inizio
data : 10.03.93

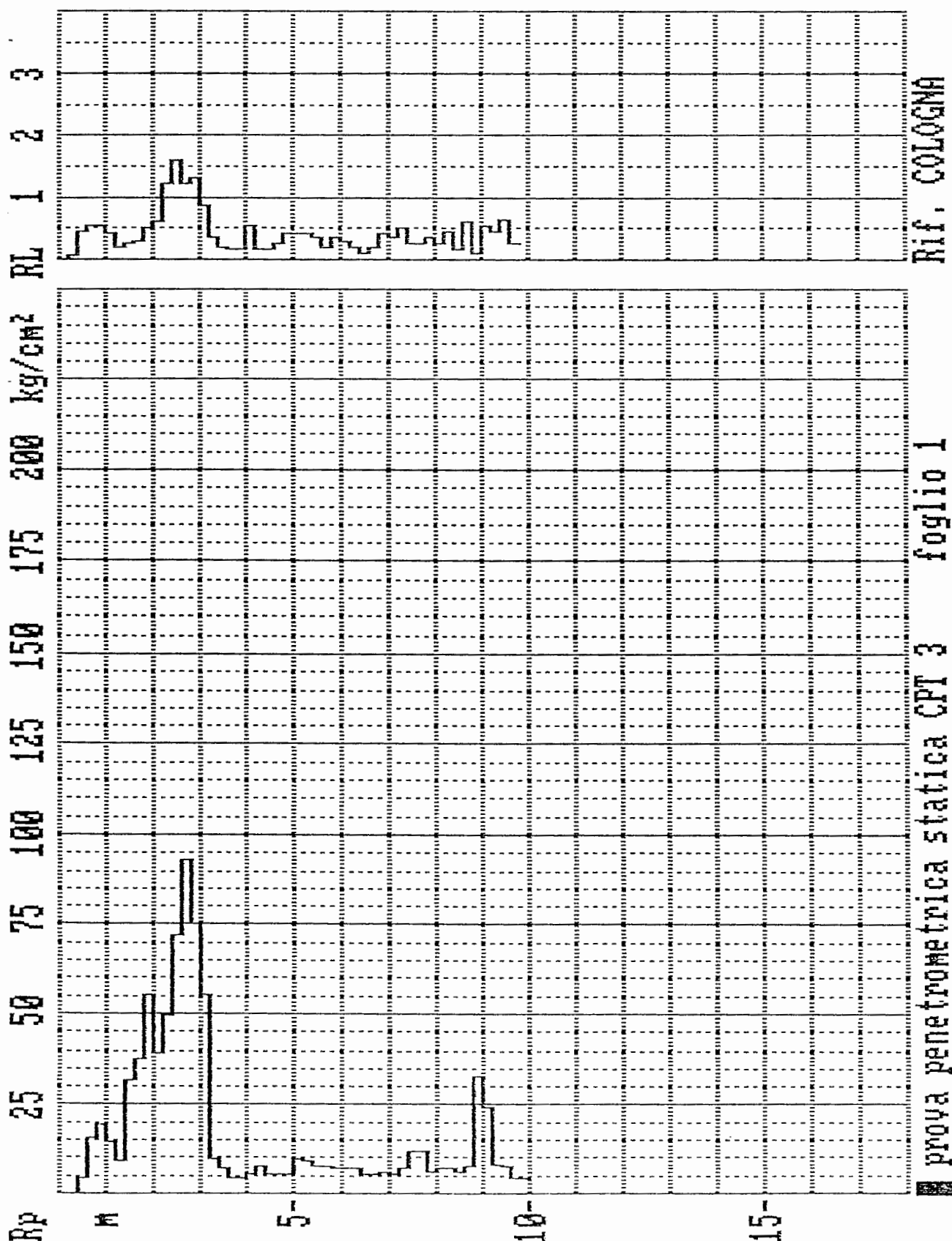
Letture di campagna				Rp	RL	Rp/RL	Rt	Letture di campagna				Rp	RL	Rp/RL	Rt
prof.(m)	punta	later.	totale	kg/cm ²	kg/cm ²	-	kg	prof.(m)	punta	later.	totale	kg/cm ²	kg/cm ²	-	kg
0.20	-	-	-	-	-	-	-	5.20	6.5	10.5	-	10	0.40	24	-
0.40	-	-	-	-	0.05	-	-	5.40	6.0	10.0	-	9	0.40	23	-
0.60	3.0	3.5	-	5	0.45	10	-	5.60	5.0	9.0	-	8	0.35	21	-
0.80	10.5	15.0	-	16	0.55	29	-	5.80	5.0	8.5	-	8	0.20	38	-
1.00	13.0	18.5	-	20	0.55	35	-	6.00	4.5	6.5	-	7	0.35	19	-
1.20	9.5	15.0	-	14	0.40	36	-	6.20	4.5	8.0	-	7	0.30	23	-
1.40	6.0	10.0	-	9	0.20	45	-	6.40	4.5	7.5	-	7	0.20	34	-
1.60	21.0	23.0	-	32	0.25	126	-	6.60	3.5	5.5	-	5	0.10	53	-
1.80	25.0	27.5	-	38	0.30	125	-	6.80	3.5	4.5	-	5	0.20	26	-
2.00	37.0	40.0	-	56	0.50	111	-	7.00	4.0	6.0	-	6	0.40	15	-
2.20	26.0	31.0	-	39	0.60	65	-	7.20	3.5	7.5	-	5	0.35	15	-
2.40	33.0	39.0	-	50	1.20	41	-	7.40	4.5	8.0	-	7	0.50	14	-
2.60	48.0	60.0	-	72	1.60	45	-	7.60	8.0	13.0	-	12	0.25	48	-
2.80	62.0	78.0	-	93	1.20	78	-	7.80	8.0	10.5	-	12	0.25	48	-
3.00	50.0	62.0	-	75	1.30	58	-	8.00	4.0	6.5	-	6	0.35	17	-
3.20	37.0	50.0	-	56	0.85	65	-	8.20	4.5	8.0	-	7	0.25	27	-
3.40	6.5	15.0	-	10	0.35	28	-	8.40	4.5	7.0	-	7	0.45	15	-
3.60	4.5	8.0	-	7	0.20	34	-	8.60	4.0	8.5	-	6	0.15	40	-
3.80	3.0	5.0	-	5	0.15	30	-	8.80	5.0	6.5	-	8	0.60	12	-
4.00	3.0	4.5	-	5	0.15	30	-	9.00	22.0	28.0	-	33	0.10	330	-
4.20	3.5	5.0	-	5	0.55	10	-	9.20	16.0	17.0	-	24	0.55	44	-
4.40	5.0	10.5	-	8	0.15	50	-	9.40	5.5	11.0	-	8	0.45	18	-
4.60	3.5	5.0	-	5	0.15	35	-	9.60	5.0	9.5	-	8	0.65	12	-
4.80	3.5	5.0	-	5	0.25	21	-	9.80	3.0	9.5	-	5	0.25	18	-
5.00	3.5	6.0	-	5	0.40	13	-	10.00	3.0	5.5	-	5	-	-	-

RZ-GP-89

data : 10.03.93

quota inizio : PIANO CAMPAGNA

prof. falda = 1.60 m da quota inizio



PROVA PENETROMETR. STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3
 RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

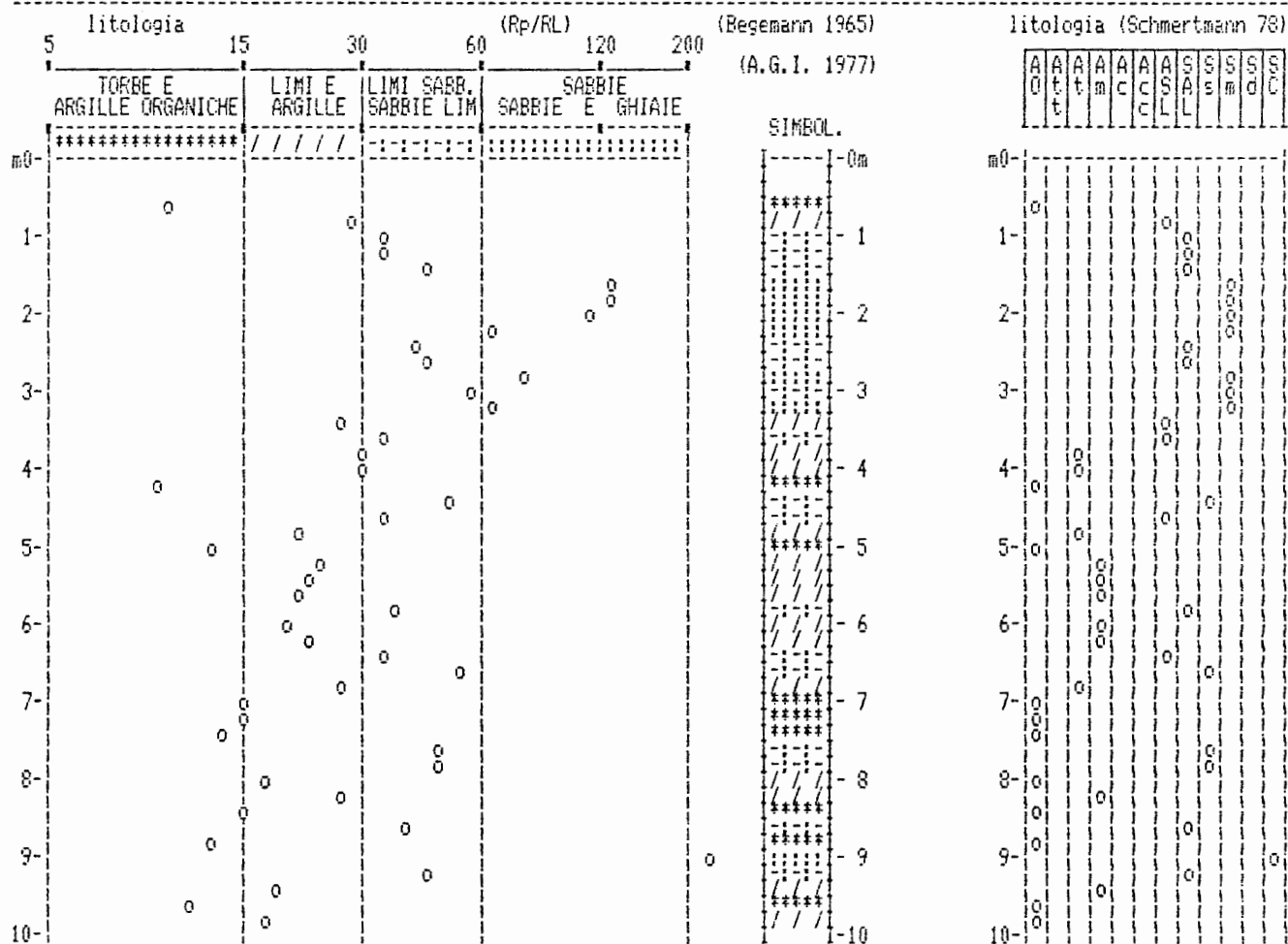
Committente : AMM.NE COM.LE BERRA

Località : COLOGNA (FE)

data : 10.03.93

quota inizio : PIANO CAMPAGNA

prof. falda = 1.60 m da quota inizio

scala profondità \approx 1 : 100

RZ-GP-89

data : 10.03.93

quota inizio : PIANO CAMPAGNA

prof. falda = 1.60 m da quota inizio

NATURA GRANULARE

prof.	Rp	Rp/RL	NATURA	Y'	j'vo	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Ø1s	Ø2s	Ø3s	Ø4s	Ødm	Ømy	Amax/g	E'50	E'25	Mo
(m)	kg/cm ²	(-)	LITOL.	t/m3	kg/cm ²	kg/cm ²	(-)	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(-)	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
0.20	-	-	1 ?	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	-	-	1 ?	1.85	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	5	11	1 ****	1.85	0.11	0.25	17.3	10	15	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	16	29	21 ///	1.85	0.15	0.70	43.5	118	177	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00	20	36	41 ///	1.85	0.19	0.80	39.2	156	204	60	58	36	38	40	43	37	27	0.125	33	50	60
1.20	14	35	41 ///	1.85	0.22	0.64	23.4	108	162	48	41	34	36	39	41	34	26	0.082	23	35	42
1.40	9	45	41 ///	1.85	0.26	0.45	12.5	77	115	38	22	31	34	37	40	31	26	0.042	15	23	27
1.60	32	128	31	0.88	0.28	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	38	29	0.142	53	80	96
1.80	38	127	31	0.89	0.29	-	-	-	-	-	69	38	39	41	43	38	30	0.155	63	95	114
2.00	56	112	31	0.93	0.31	-	-	-	-	-	80	39	41	43	44	40	31	0.191	93	140	168
2.20	39	65	31	0.90	0.33	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	38	30	0.149	65	98	117
2.40	50	42	31	0.92	0.35	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	39	31	0.171	83	125	150
2.60	72	45	31	0.95	0.37	-	-	-	-	-	85	40	41	43	45	40	32	0.206	120	180	216
2.80	93	78	31	0.99	0.39	-	-	-	-	-	93	41	42	44	45	41	33	0.232	155	233	279
3.00	75	58	31	0.96	0.41	-	-	-	-	-	84	40	41	43	45	40	32	0.203	125	188	225
3.20	56	66	31	0.93	0.43	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	31	0.168	93	140	168
3.40	10	29	21 ///	0.90	0.44	0.50	7.3	110	165	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.60	7	35	41 ///	0.83	0.46	0.35	4.5	128	193	32	0	28	31	35	38	26	26	0.000	12	18	21
3.80	5	33	41 ///	0.81	0.48	0.25	2.8	127	191	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.00	5	33	41 ///	0.81	0.49	0.25	2.7	129	194	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.20	5	9	1 ****	0.46	0.50	0.25	2.6	27	41	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.40	8	53	41 ///	0.84	0.52	0.40	4.5	145	217	35	1	28	31	35	38	27	26	0.003	13	20	24
4.60	5	33	41 ///	0.81	0.53	0.25	2.4	124	201	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
4.80	5	20	21 ///	0.80	0.55	0.25	2.3	155	203	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.00	5	13	1 ****	0.46	0.56	0.25	2.3	29	43	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.20	10	25	21 ///	0.90	0.59	0.50	5.2	158	237	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.40	9	23	21 ///	0.88	0.60	0.45	4.4	166	249	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.60	8	23	21 ///	0.86	0.61	0.40	3.7	173	259	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.80	8	40	21 ///	0.84	0.63	0.40	3.6	178	267	35	0	28	31	35	38	25	26	0.000	13	20	24
6.00	7	20	21 ///	0.84	0.65	0.35	2.9	175	262	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.20	7	23	21 ///	0.84	0.66	0.35	2.8	177	266	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.40	7	35	41 ///	0.83	0.68	0.35	2.7	180	270	32	0	28	31	35	38	25	26	0.000	12	18	21
6.60	5	50	41 ///	0.81	0.70	0.25	1.7	143	215	25	0	28	31	35	38	25	25	0.000	8	13	15
6.80	5	25	21 ///	0.80	0.71	0.25	1.7	144	216	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.00	6	15	1 ****	0.46	0.72	0.30	2.1	36	53	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.20	5	14	1 ****	0.46	0.73	0.25	1.6	31	47	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.40	7	14	1 ****	0.46	0.74	0.35	2.5	39	59	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.60	12	48	41 ///	0.88	0.76	0.57	4.4	211	317	45	6	29	32	35	38	27	26	0.014	20	30	36
7.80	12	48	41 ///	0.88	0.77	0.57	4.3	216	324	45	5	29	32	35	38	27	26	0.013	20	30	36
8.00	6	17	21 ///	0.82	0.79	0.30	1.9	170	255	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.20	7	28	21 ///	0.84	0.81	0.35	2.2	192	288	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.40	7	16	21 ///	0.84	0.82	0.35	2.2	193	290	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.60	6	40	41 ///	0.82	0.84	0.30	1.7	172	258	29	0	28	31	35	38	25	26	0.000	10	15	18
8.80	8	13	21 ///	0.86	0.86	0.40	2.4	214	321	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.00	33	330	31	0.88	0.88	-	-	-	-	-	37	33	36	38	41	32	29	0.073	55	83	99
9.20	24	44	31	0.86	0.89	-	-	-	-	-	26	32	34	37	40	30	28	0.049	40	60	72
9.40	8	18	21 ///	0.86	0.91	0.40	2.2	218	328	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.60	8	12	21 ///	0.86	0.93	0.40	2.2	220	329	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.80	5	20	21 ///	0.80	0.94	0.25	1.2	149	223	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.00	5	-	1 ****	0.46	0.95	0.25	1.2	32	48	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 3
PARAM. GEOTECNICI diagrammi RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

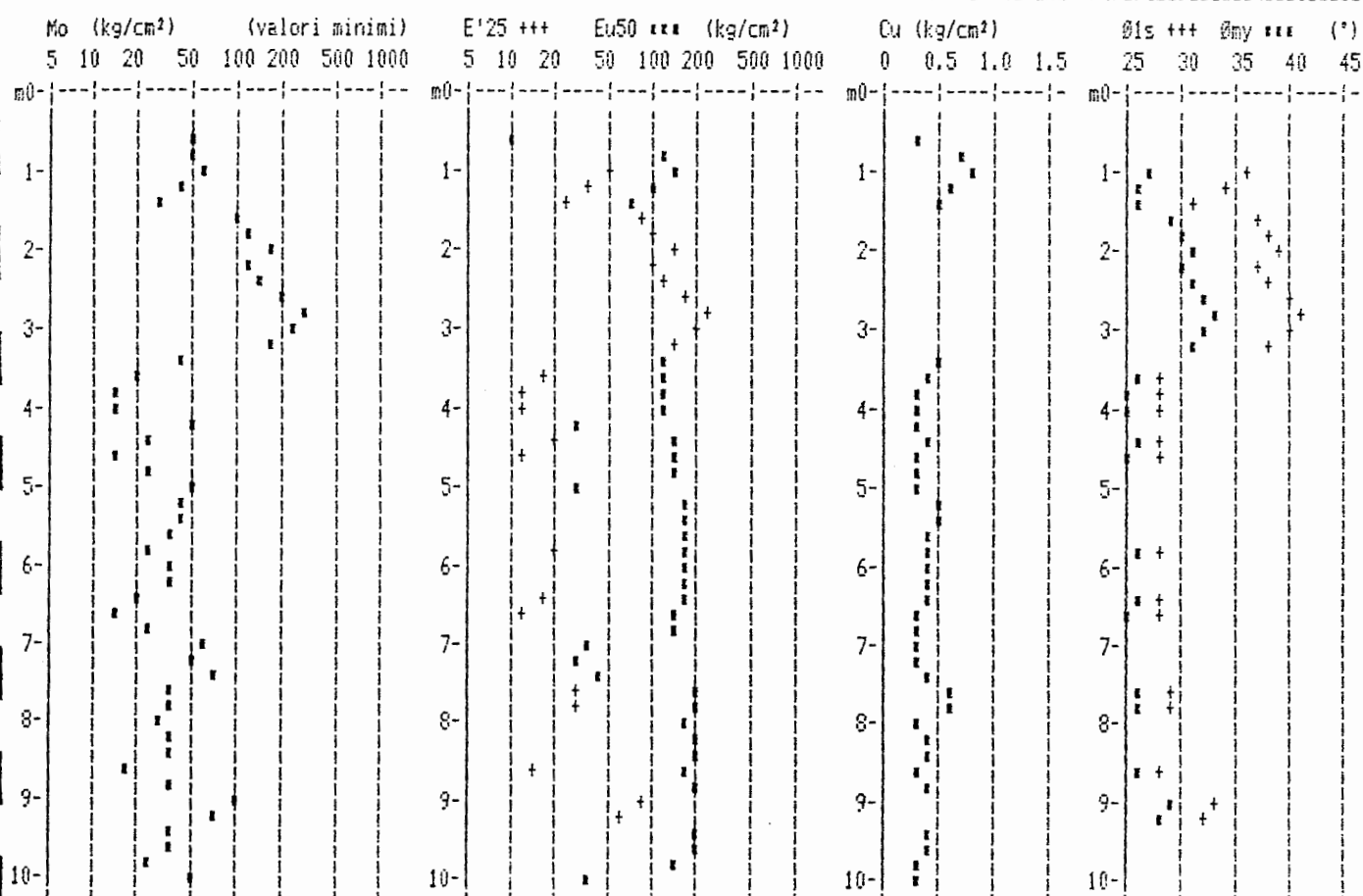
Committente : AMM.NE COM.LE BERRA

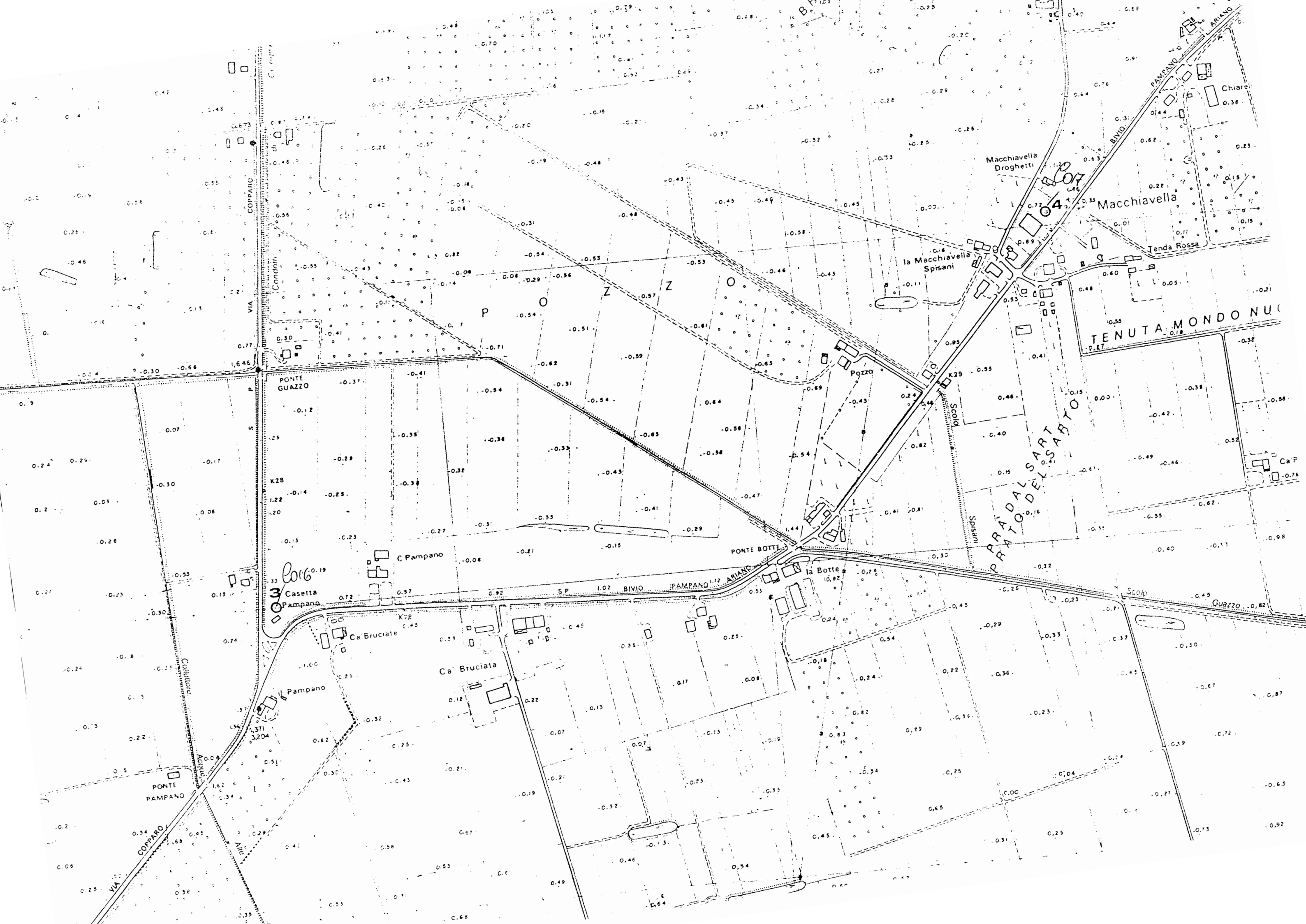
Località : COLOGNA (FE)

data : 10.03.93

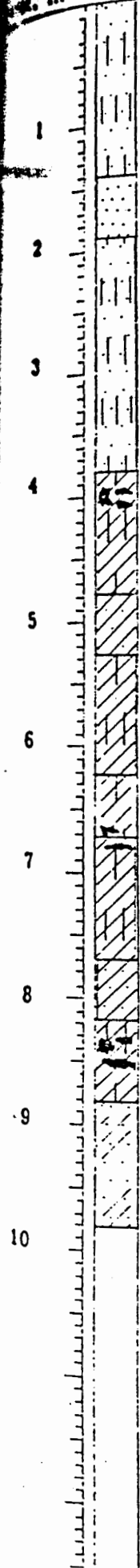
quota inizio : PIANO CAMPAGNA

prof. falda = 1.60 m da quota inizio





5
161 ha 51
4. in m



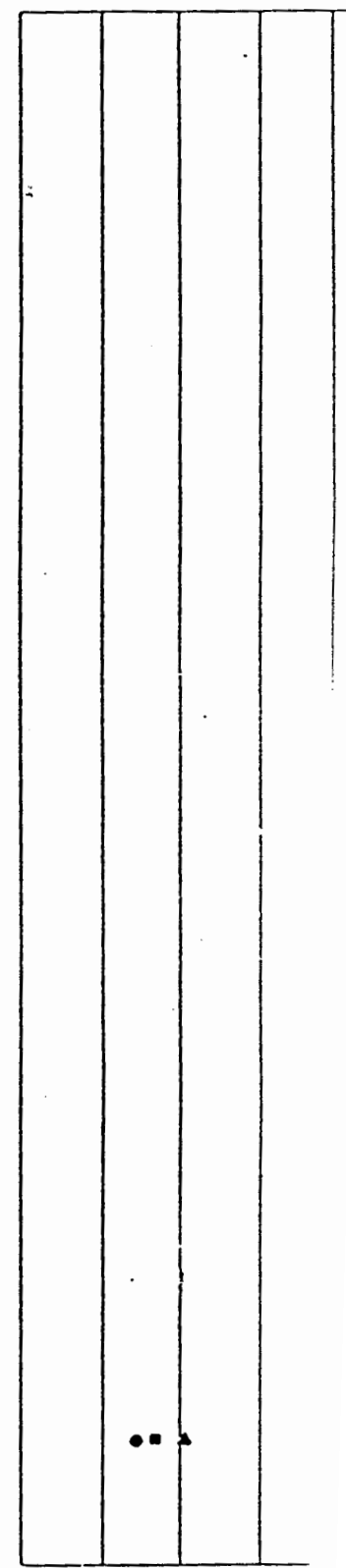
limo sabbioso grigio

sabbia

limo sabbioso argilloso

argilla limosa grigia con lenti di
argilla sabbiosa • limo argilloso
e lenti torbose

sabbia argillosa grigia



0 20 40 60
contenuto % d'acq

186070 Pol4

- umidità nat
- ▲ limite liqui
- limite plasti

6J

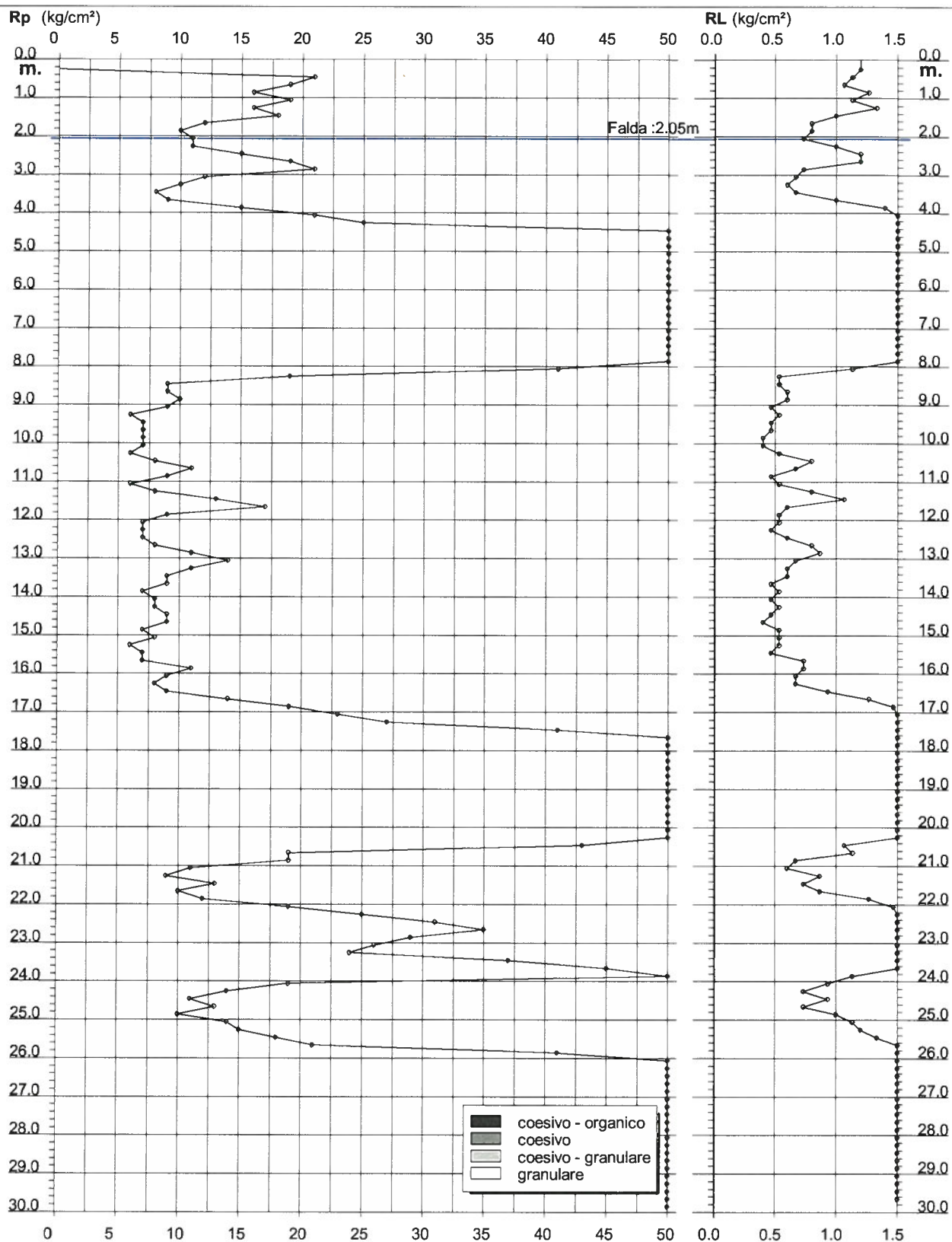
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-001

- committente : Synthesis srl
- lavoro :
- località : Coccanelle

- data : 28/10/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2.05 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 150



3

186070 P409 ✓

STRATIGRAFIA - S1

SCALA 1 : 75

Pagina 1/1

Riferimento: Ghizzoni s.p.a.

Località: Canal Bianco

Impresa esecutrice: Technisma s.r.l./3g consulting s.r.l.

Coordinate:

Perforazione: Carotaggio continuo aste e carotiere

Sondaggio: S1

Quota:

Data: 03/08/06

Redattore: Dott. Geol. Maurizio Felici

Ø mm	R v	A r	Pz	metri bat	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT SPT	N	RQD % 0 --- 100	prof m	DESCRIZIONE
127														Terreno vegetale in matrice limo argilloso sabbioso di colore marrone (alterazione)
				1										
				2									2,5	
				3										Argilla-limosa limo-argilloso di colore grigio con livelli (dai 2cm ai 10 cm) di sabbia media pulita, sono evidenti livelli torbosi
				4										
				5										
				6									6,2	
				7										Limo da debolmente a mediamente sabbioso di colore grigio sono presenti evidenti livelli di torba
				8									8,2	
				9									9,0	Argilla limosa plastica
				10									10,0	Limo sabbioso

E' stato realizzato un tappo con bentonite in pellets (compactonite) tra il tratto cieco e finestrato del piezometro.