

INTERPRETAZIONE DI PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Committente: *GE.S.I.A. S.p.A.*
Cantiere: *Demolizione e Ricostruzione di opifici industriali e servizi annessi*
Località: *Zona ASI – Loc. Santa Croce – Comune di Teano (CE)*

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
(CONE PENETRATION TEST)
CPT

PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm / sec} \pm 0,5 \text{ cm / sec}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica	\varnothing	= 35,7 mm
- area di punta	A_p	= 10 cm ²
- angolo di apertura del cono	α	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	A_m	= 150 cm ²

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm²) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta

Letture laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto

Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "**STATIC PROBING**" della GeoStru. Le resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** (Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$A_p = \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2$$

$$A_m = \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2$$

$$C_t = \text{costante di trasformazione} = 10$$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %-).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c \text{ (RP)} = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza alla punta}$$

$$Q_l \text{ (RL) (fs)} = [(LT - LP) \times C_t] / 150 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza laterale}$$

$$Q_c \text{ (RP)} = \text{Lettura alla punta LP} \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / \text{Superficie Punta } A_p$$

$$Q_l \text{ (RL) (fs)} = \text{Lettura laterale LT} - \text{Lettura alla punta LP} \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$$

N.B.

$$- A_p = 10 \text{ cm}^2 \quad \text{e} \quad A_m = 150 \text{ cm}^2$$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

VALUTAZIONI STATISTICHE

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Medio	Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Media minima	Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Massimo	Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Minimo	Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Media + s	Media + scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Media - s	Media - scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 (consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 (consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 (consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 (consigliato per CPT)

Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere $U1 - U2 - U3$ cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cm²) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

Area punta del cono (area esterna punta)

Area interna punta del cono (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto).
Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

Il Passo del penetrometro (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale f_s con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del I_c (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data 20/03/2014
 Profondità prova 6,80 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	2,06	2,75	2,06	0,03	63,06	1,59
0,40	2,06	2,55	2,06	0,05	44,97	2,22
0,60	2,06	2,75	2,06	0,03	63,06	1,59
0,80	2,06	2,55	2,06	0,07	28,65	3,49
1,00	1,96	3,04	1,96	0,03	74,91	1,34
1,20	1,96	2,35	1,96	0,09	23,07	4,34
1,40	3,43	4,71	3,43	0,09	37,51	2,67
1,60	3,33	4,71	3,33	0,05	63,79	1,57
1,80	3,73	4,51	3,73	0,06	63,33	1,58
2,00	3,73	4,61	3,73	0,1	38,0	2,63
2,20	3,33	4,81	3,33	0,07	46,38	2,16
2,40	3,92	5,0	3,92	-0,03	-120,12	-0,83
2,60	3,04	2,55	3,04	-0,05	-58,16	-1,72
2,80	3,53	2,75	3,53	0,03	134,83	0,74
3,00	1,57	1,96	1,57	0,14	11,43	8,75
3,20	2,26	4,31	2,26	0,08	28,75	3,48
3,40	2,55	3,73	2,55	0,04	65,0	1,54
3,60	3,33	3,92	3,33	0,12	28,33	3,53
3,80	4,71	6,47	4,71	0,18	26,67	3,75
4,00	5,59	8,24	5,59	0,17	32,89	3,04
4,20	7,65	10,2	7,65	0,29	26,0	3,85
4,40	7,55	11,96	7,55	0,46	16,5	6,06
4,60	5,88	12,75	5,88	0,39	15,0	6,67
4,80	8,83	14,71	8,83	0,27	32,14	3,11
5,00	4,81	8,92	4,81	0,2	24,5	4,08
5,20	2,94	5,88	2,94	0,32	9,18	10,89
5,40	6,47	11,28	6,47	-0,45	-14,35	-6,97
5,60	7,85	1,08	7,85	0,74	10,62	9,42
5,80	6,57	17,65	6,57	0,61	10,81	9,25
6,00	19,12	28,24	19,12	0,58	32,87	3,04
6,20	20,59	29,32	20,59	1,05	19,69	5,08
6,40	23,93	39,62	23,93	0,87	27,52	3,63
6,60	37,95	50,99	37,95	1,18	32,25	3,1
6,80	47,07	64,72	47,07	0,0		0,0

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**Peso unità di volume**

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato 1	0,60	2,06	0,04	Meyerhof	17,65
Strato 2	2,60	3,05	0,05	Meyerhof	18,63
Strato 3	5,20	4,71	0,21	Meyerhof	17,65
Strato 4	6,80	21,2	0,57	Meyerhof	17,65

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato 1	0,60	2,06	0,04	Meyerhof	20,59
Strato 2	2,60	3,05	0,05	Meyerhof	21,57
Strato 3	5,20	4,71	0,21	Meyerhof	20,59
Strato 4	6,80	21,2	0,57	Meyerhof	20,59

Coesione non drenata (KPa)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T. - Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	Begeman	De Beer	Baligh ed altri (1980) Nk=(20)
Strato 1	0,60	2,06	0,04	99,21	135,55	136,90	120,80	108,08	102,97	146,68	102,97	102,68
Strato 2	2,60	3,05	0,05	145,81	181,11	201,21	177,54	158,85	152,98	215,59	152,49	150,91
Strato 3	5,20	4,71	0,21	223,61	241,08	308,58	272,28	243,62	235,36	330,63	235,36	231,44
Strato 4	6,80	21,2	0,57	1017,95	474,38	1404,78	1239,51	1109,03	1060,10	1505,12	1059,76	1053,58

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0,60	2,06	0,04	61,66	89,58	86,29	62,45	100
Strato 2	2,60	3,05	0,05	48,76	58,42	59,07	49,45	66,21
Strato 3	5,20	4,71	0,21	48,2	49,9	52,16	48,88	52,64
Strato 4	6,80	21,2	0,57	84,52	92,76	92,94	85,51	82,76

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0,60	2,06	0,04	41,72	38,91	36,37	33,83	40,54	45	39,01	26,43
Strato 2	2,60	3,05	0,05	35,99	32,46	29,6	27,64	36,18	40,51	27,54	30,96
Strato 3	5,20	4,71	0,21	33,99	30,11	27,13	25,39	34,99	37,9	25,28	38,55
Strato 4	6,80	21,2	0,57	39,17	35,32	32,61	30,39	40,99	43,44	32,05	45

Modulo di Young (Mpa)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0,60	2,06	0,04	5,15	4,12	10,81
Strato 2	2,60	3,05	0,05	7,62	6,10	27,42
Strato 3	5,20	4,71	0,21	11,77	9,41	47,13
Strato 4	6,80	21,2	0,57	52,99	42,39	103,19

Modulo Edometrico (Mpa)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0,60	2,06	0,04	7,07	8,08	16,13	4,12	10,30
Strato 2	2,60	3,05	0,05	4,99	11,96	24,09	6,10	9,15
Strato 3	5,20	4,71	0,21	4,92	18,46	37,38	9,41	7,06
Strato 4	6,80	21,2	0,57	9,27	43,53	173,03	31,79	31,79

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	0,60	2,06	0,04	Imai & Tomauchi	17,64
Strato 2	2,60	3,05	0,05	Imai & Tomauchi	22,43
Strato 3	5,20	4,71	0,21	Imai & Tomauchi	29,24
Strato 4	6,80	21,2	0,57	Imai & Tomauchi	73,31

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0,60	2,06	0,04	8,22	>9	>9	
Strato 2	2,60	3,05	0,05	2,24	>9	>9	
Strato 3	5,20	4,71	0,21	1,4	>9	>9	
Strato 4	6,80	21,2	0,57	3,99	>9	>9	

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Ko
Strato 1	0,60	2,06	0,04	Kulhawy-Mayne (1990)	1,38
Strato 2	2,60	3,05	0,05	Kulhawy-Mayne (1990)	0,59
Strato 3	5,20	4,71	0,21	Kulhawy-Mayne (1990)	0,44
Strato 4	6,80	21,2	0,57	Kulhawy-Mayne (1990)	0,86

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	C	Crm
Strato 1	0,60	2,06	0,04	0,13033	0,01694
Strato 2	2,60	3,05	0,05	0,12037	0,01565
Strato 3	5,20	4,71	0,21	0,10672	0,01387
Strato 4	6,80	21,2	0,57	0,13642	0,01773

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0,60	2,06	0,04	Piacentini-Righi 1988	9,716401E-04
Strato 2	2,60	3,05	0,05	Piacentini-Righi 1988	2,695556E-08
Strato 3	5,20	4,71	0,21	Piacentini-Righi 1988	2,729341E-04
Strato 4	6,80	21,2	0,57	Piacentini-Righi 1988	2,719384E-06

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0,60	2,06	0,04	Piacentini-Righi 1988	-
Strato 2	2,60	3,05	0,05	Piacentini-Righi 1988	-
Strato 3	5,20	4,71	0,21	Piacentini-Righi 1988	3,930251E-04
Strato 4	6,80	21,2	0,57	Piacentini-Righi 1988	1,763221

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data 20/03/2014
 Profondità prova 6,20 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	20,0	25,0	20,0	0,33	60,61	1,65
0,40	21,0	26,0	21,0	0,4	52,5	1,9
0,60	22,0	28,0	22,0	0,8	27,5	3,64
0,80	22,0	34,0	22,0	0,73	30,01	3,33
1,00	39,0	50,0	39,0	0,6	65,0	1,54
1,20	24,0	33,0	24,0	0,8	30,0	3,33
1,40	38,0	50,0	38,0	0,73	51,84	1,93
1,60	39,0	50,0	39,0	0,53	73,17	1,37
1,80	39,0	47,0	39,0	0,4	97,5	1,03
2,00	29,0	35,0	29,0	0,53	54,41	1,84
2,20	72,0	80,0	72,0	6,6	10,91	9,17
2,40	41,0	140,0	41,0	2,13	19,22	5,2
2,60	49,0	81,0	49,0	2,73	17,93	5,58
2,80	139,0	180,0	139,0	6,67	20,85	4,8
3,00	141,0	241,0	141,0	4,4	32,05	3,12
3,20	330,0	396,0	330,0	4,8	68,75	1,45
3,40	325,0	397,0	325,0	5,07	64,14	1,56
3,60	380,0	456,0	380,0	7,47	50,89	1,97
3,80	268,0	380,0	268,0	7,67	34,96	2,86
4,00	186,0	301,0	186,0	7,2	25,83	3,87
4,20	195,0	303,0	195,0	5,73	34,01	2,94
4,40	180,0	266,0	180,0	14,27	12,62	7,93
4,60	230,0	444,0	230,0	10,73	21,43	4,67
4,80	283,0	444,0	283,0	7,67	36,91	2,71
5,00	351,0	466,0	351,0	8,07	43,51	2,3
5,20	256,0	377,0	256,0	8,2	31,22	3,2
5,40	388,0	511,0	388,0	11,33	34,24	2,92
5,60	380,0	550,0	380,0	10,67	35,62	2,81
5,80	377,0	537,0	377,0	14,0	26,93	3,71
6,00	410,0	620,0	410,0	13,07	31,38	3,19
6,20	480,0	676,0	480,0	0,0		0,0

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**Peso unità di volume**

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0,40	20,5	0,37	Meyerhof	17,69
Strato 2	2,00	31,5	0,64	Meyerhof	18,52
Strato 3	3,20	128,67	4,56	Meyerhof	18,34
Strato 4	6,00	300,64	9,37	Meyerhof	18,65

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	0,40	20,5	0,37	Meyerhof	20,59
Strato 2	2,00	31,5	0,64	Meyerhof	21,57
Strato 3	3,20	128,67	4,56	Meyerhof	20,34
Strato 4	6,00	300,64	9,37	Meyerhof	21,12

Coesione non drenata (KPa)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T. - Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	Begeman	De Beer	Baligh ed altri (1980) Nk=(20)
Strato 1	0,40	20,5	0,37	99,21	132,65	126,81	118,80	101,08	100,12	142,68	100,97	101,68
Strato 2	2,00	31,5	0,64	145,81	181,21	201,11	147,34	155,81	134,98	211,25	145,49	146,91
Strato 3	3,20	128,67	4,56	223,61	272,81	319,58	265,28	223,51	185,48	228,61	199,36	221,44
Strato 4	6,00	300,64	9,37	987,95	504,38	1234,78	1139,51	1019,22	960,21	1436,11	1021,76	1051,58

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	0,40	20,5	0,37	61,66	91,12	86,29	61,32	99,40
Strato 2	2,00	31,5	0,64	48,76	56,34	59,07	58,43	63,45
Strato 3	3,20	128,67	4,56	48,2	59,19	52,16	59,77	56,35
Strato 4	6,00	300,64	9,37	84,52	98,66	92,94	73,95	82,76

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	0,40	20,5	0,37	41,72	39,01	38,42	33,83	40,54	45	39,01	26,43
Strato 2	2,00	31,5	0,64	35,99	40,51	29,88	27,64	40,51	40,51	27,54	30,96
Strato 3	3,20	128,67	4,56	33,99	37,9	30,12	25,39	34,99	37,9	25,28	38,55
Strato 4	6,00	300,64	9,37	39,17	43,44	33,18	30,39	40,99	43,44	32,05	45

Modulo di Young (Mpa)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	0,40	20,5	0,37	6,12	5,19	9,81
Strato 2	2,00	31,5	0,64	8,62	7,21	27,36
Strato 3	3,20	128,67	4,56	10,77	8,29	43,12
Strato 4	6,00	300,64	9,37	48,82	38,18	109,17

Modulo Edometrico (Mpa)

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	0,40	20,5	0,37	8,07	7,08	14,13	4,85	9,30
Strato 2	2,00	31,5	0,64	5,75	10,96	22,06	7,19	11,15
Strato 3	3,20	128,67	4,56	5,82	19,46	30,18	9,52	8,06
Strato 4	6,00	300,64	9,37	10,12	50,53	181,03	55,79	55,79

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	0,40	20,5	0,37	Imai & Tomauchi	16,55
Strato 2	2,00	31,5	0,64	Imai & Tomauchi	22,63
Strato 3	3,20	128,67	4,56	Imai & Tomauchi	31,40
Strato 4	6,00	300,64	9,37	Imai & Tomauchi	63,18

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	0,60	0,40	20,5	0,46	>9	>9	
Strato 2	2,60	2,00	31,5	0,89	>9	>9	
Strato 3	5,20	3,20	128,67	4,12	>9	>9	
Strato 4	6,80	6,00	300,64	13,41	>9	>9	

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Ko
Strato 1	0,40	20,5	0,37	Kulhawy-Mayne (1990)	1,56
Strato 2	2,00	31,5	0,64	Kulhawy-Mayne (1990)	0,78
Strato 3	3,20	128,67	4,56	Kulhawy-Mayne (1990)	0,46
Strato 4	6,00	300,64	9,37	Kulhawy-Mayne (1990)	0,93

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	C	Crn
Strato 1	0,40	20,5	0,37	0,14061	0,01574
Strato 2	2,00	31,5	0,64	0,12164	0,01489
Strato 3	3,20	128,67	4,56	0,11098	0,01298
Strato 4	6,00	300,64	9,37	0,11162	0,01776

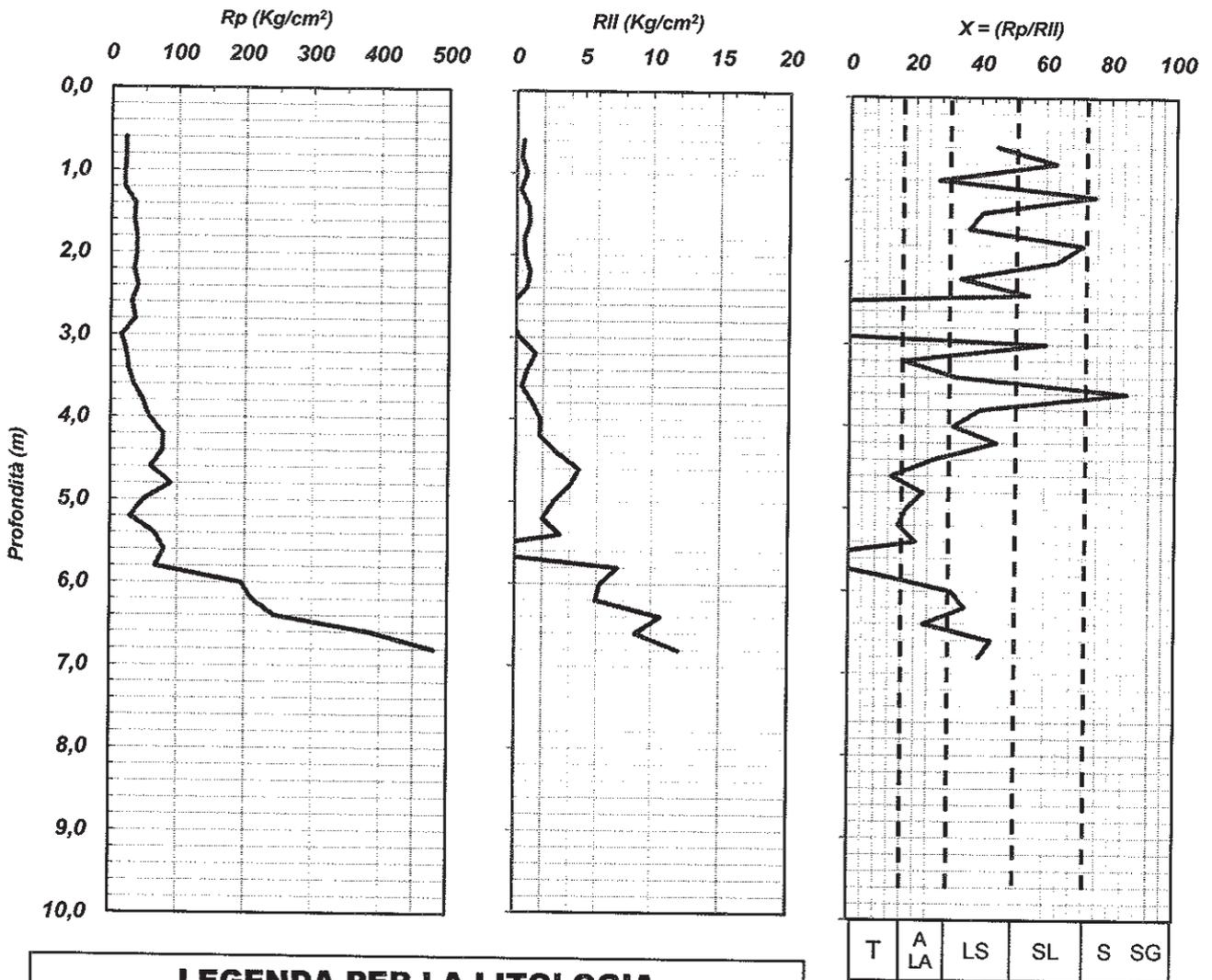
Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0,40	20,5	0,37	Piacentini-Righi 1988	8,685011E-04
Strato 2	2,00	31,5	0,64	Piacentini-Righi 1988	2,768596E-08
Strato 3	3,20	128,67	4,56	Piacentini-Righi 1988	2,756985E-04
Strato 4	6,00	300,64	9,37	Piacentini-Righi 1988	2,746385E-06

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0,40	20,5	0,37	Piacentini-Righi 1988	-
Strato 2	2,00	31,5	0,64	Piacentini-Righi 1988	-
Strato 3	3,20	128,67	4,56	Piacentini-Righi 1988	3,930251E-04
Strato 4	6,00	300,64	9,37	Piacentini-Righi 1988	1,763221

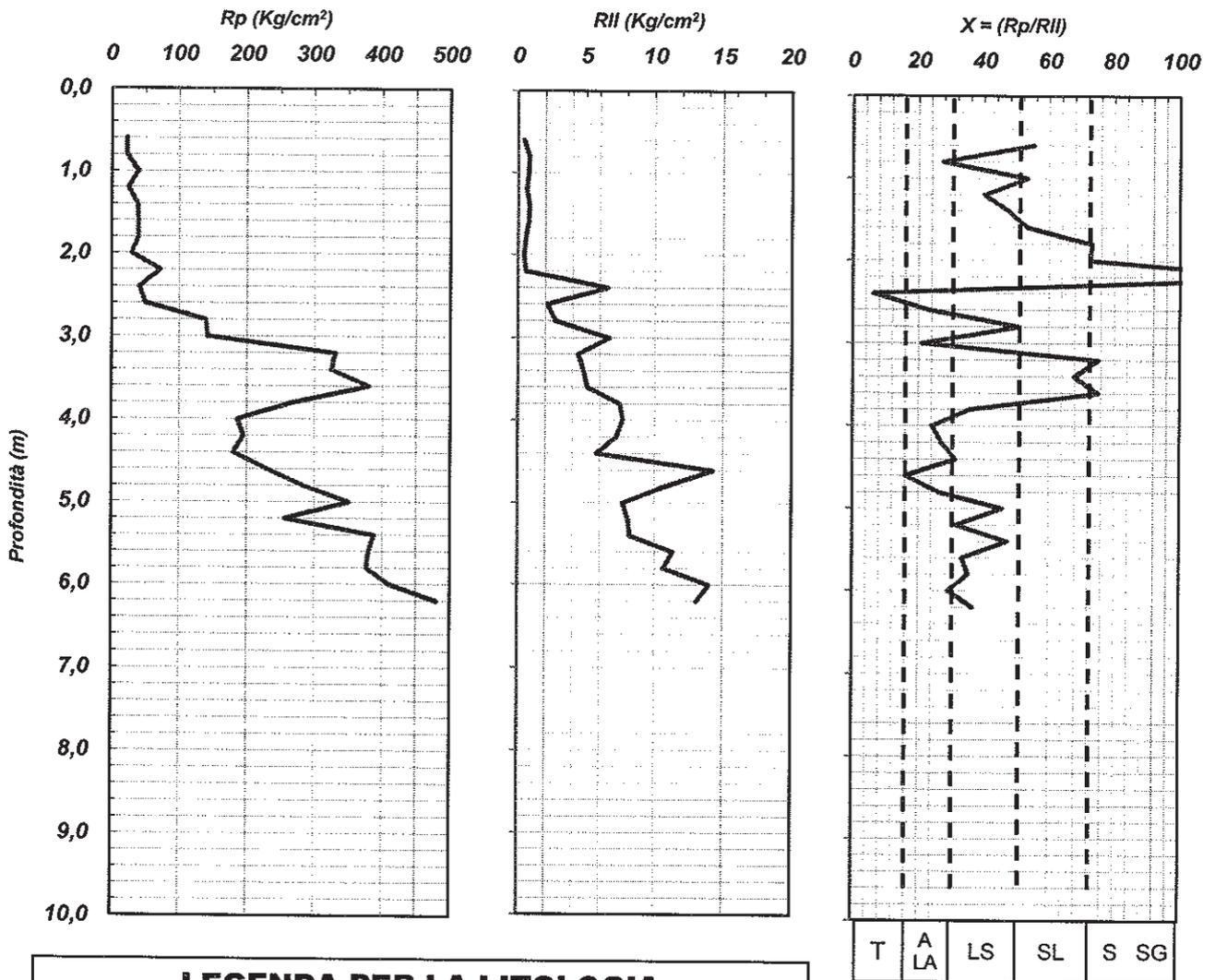
PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)			
COMMITTENTE:	GE.S.I.A. S.p.a.	N° di accettazione	0192a/14
OGGETTO:	Demolizione e ricostruzione di opifici industriali e servizi annessi	N° Certificato	0429i
LOCALITA':	Zona ASI - loc. Santa Croce - comune di Teano (CE)	Sigla Prova	CPT 1
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 5,1 Kg	TIPOLOGIA PUNTA: Begeman	Data emissione
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 4564798,50 m N	Long: 424346,88 m E	Falda
DATA ESECUZIONE PROVA:	20/03/2014	campione indisturbato (m): 2,00 - 2,60	Pagina
			1/2



LEGENDA PER LA LITOLOGIA			
T = Torbe	A = Argille	LA = Limi Argillosi	LS = Limi Sabbiosi
SI = Sabbie Limose	S = Sabbie	G = Ghiaia	



PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)					
COMMITTENTE:	GE.S.I.A. S.p.a.		N° di accettazione	0192a/14	
OGGETTO:	Demolizione e ricostruzione di opifici industriali e servizi annessi		N° Certificato	0429I	
LOCALITA':	Zona ASI - loc. Santa Croce - comune di Teano (CE)		Sigla Prova	CPT 2	
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 5,1 Kg	TIPOLOGIA PUNTA: Begeman	Data emissione	21/03/2014	
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 4565089,10 m N Long: 424288,48 m E		Falda	5,20 m dal p.c.	
DATA ESECUZIONE PROVA:	20/03/2014	campione indisturbato (m):		Pagina	1/2



LEGENDA PER LA LITOLOGIA			
T = Torbe	A = Argille	LA = Limi Argillosi	LS = Limi Sabbiosi
SI = Sabbie Limose	S = Sabbie	G = Ghiaia	



COMUNE DI TEANO

Provincia di Caserta

"Relazione Geologica ed Idrogeologica"

ai sensi del D.G.R. Campania 1411/07 per progetto attività gestione rifiuti
ai sensi dell'art.208 D.Lgs 152/06 e s.m.i.

GE.S.I.A. S.p.A.

*Località Santa Croce - Ex Stabilimento Industriale "Isolmer S.p.A."
Zona A.S.I. - Teano (CE)*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Codice Elaborato

GEO. 0 **1.2**

Data

aprile 2014

Scala

Il Tecnico Redattore
geol. Paolo NATALE



Documentazione fotografica



Foto nr. 1-2 postazione della prova penetrometrica nr. 1 – particolare fasi esecutive





Foto nr. 3 postazione della prova penetrometrica nr. 3



Foto nr. 4 postazione della prova penetrometrica nr. 4



Foto nr. 5 postazione della prova penetrometrica nr. 5



Foto nr. 6 postazione della prova penetrometrica nr. 8 – particolare del posizionamento



Foto nr. 7 postazione della prova penetrometrica cpt nr.1 – particolare fasi esecutive



Foto nr. 8 postazione della prova penetrometrica cpt nr. 2 – particolare del posizionamento



Foto nr. 9 postazione del sondaggio geognostico nr.1 – particolare fasi esecutive



Foto nr. 10 postazione del sondaggio geognostico nr. 2 – particolare fasi esecutive



Foto nr. 11-12 particolare delle cassette catalogatrici S1 C1 – S1 C2





Foto nr. 13-14 particolare delle cassette catalogatrici S1 C3 – S1 C4





Foto nr. 15-16 particolare delle cassette catalogatrici S1 C5 – S1 C6





Foto nr. 17-18 particolare delle cassette catalogatrici S2 C1 – S2 C2





Foto nr. 19-20 particolare delle cassette catalogatrici S3 C1 – S3 C2





Foto nr. 21 particolare delle cassette catalogatrici S3 C3

COMUNE DI TEANO

Provincia di Caserta

"Relazione Geologica ed Idrogeologica"
ai sensi del D.G.R. Campania 141/107 per progetto attività gestione rifiuti
ai sensi dell'art.208 D.Lgs 152/06 e s.m.i.

GE.S.I.A. S.p.A.
Località Santa Croce - Ex Stabilimento Industriale "Isolher-S.p.A."
Zona A.S.I. - Teano (CE)

CARTA IDROGEOLOGICA

Codice Elaborato	aprilie 2014
Data	1:2000
Scala	

Il Tecnico Redattore
geol. Paolo NATALE

Le notizie ed i dati riportati nel presente documento sono presi dal Istituto di Cartografia ed è vietata l'utilizzo e la riproduzione anche parziale senza l'autorizzazione scritta dell'autore.

LEGENDA

dati tratti da P.TI (CONTO) P.TI IN POSIZIONE P.TI Regione Campania

COMPLESSI DELLE COPERTURE QUATERNARIE

1 Complesso alluvionale - costine
Depositi di recente provenienza incoerenti costituiti da sabbie, limi e argille prevalentemente sabbiose. Differenziati geomorfologicamente in rivasamenti in disposizione laterale e verticale. In relazione alla variabile energia del processo alluvionale che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi, incoerenti con i corpi alluviali superficiali (sovrastano alluvionali da versante idrogeologico alluviale) (dati tratti da P.TI) (dati tratti da P.TI)

COMPLESSI DEI DEPOSITI PLEISTOCENI PILO-QUATERNARI

5 Complesso delle prevalenti da colline
Depositi di recente provenienza costituiti da sabbie, limi e argille prevalentemente sabbiose. Differenziati geomorfologicamente in rivasamenti in disposizione laterale e verticale. In relazione alla variabile energia del processo alluvionale che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi, incoerenti con i corpi alluviali superficiali (sovrastano alluvionali da versante idrogeologico alluviale) (dati tratti da P.TI) (dati tratti da P.TI)

6 Complesso delle prevalenti da piano
Depositi di recente provenienza costituiti da sabbie, limi e argille prevalentemente sabbiose. Differenziati geomorfologicamente in rivasamenti in disposizione laterale e verticale. In relazione alla variabile energia del processo alluvionale che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi, incoerenti con i corpi alluviali superficiali (sovrastano alluvionali da versante idrogeologico alluviale) (dati tratti da P.TI) (dati tratti da P.TI)

Sorgente a carattere temporaneo - portata esigua < 1 l/s

FALDA IDRICA PERMANENTE (quota in metri s.l.m.)
Inquinamento in metri sul livello del mare - andamento descritto da Piano di Tutela delle Acque Regione Campania
La stessa risorsa delle attuali oscillazioni periodiche - stagionali

FALDA IDRICA A CARATTERE STAGIONALE (quota in metri s.l.m.)
Inquinamento in metri sul livello del mare - andamento stagionale descritto dal 23.04.2014 al 15.04.2014
si riporta il massimo livello idrico riferito durante il monitoraggio eseguito, in metri sul livello del mare, alla fine della stagione invernale (15.04.2014) e il minimo livello idrico riferito durante il monitoraggio eseguito, in metri sul livello del mare, alla fine della stagione estiva (15.04.2014). I dati sono riferiti ai punti di monitoraggio indicati negli allegati alla relazione di progetto. I dati sono riferiti ai punti di monitoraggio indicati negli allegati alla relazione di progetto. I dati sono riferiti ai punti di monitoraggio indicati negli allegati alla relazione di progetto.

RETI IDROGRAFICHE PERMANENTI
Reticolo idrografico permanente

RETI IDROGRAFICHE TEMPORANEE
Reticolo idrografico temporaneo

Principale direttrice di alveo idrico sotterraneo

SONDAGGIO GEONOSTRUCO ATTREZZATO CON TURBIDIMETRIA PNEUMATICA

SONDAGGIO GEONOSTRUCO

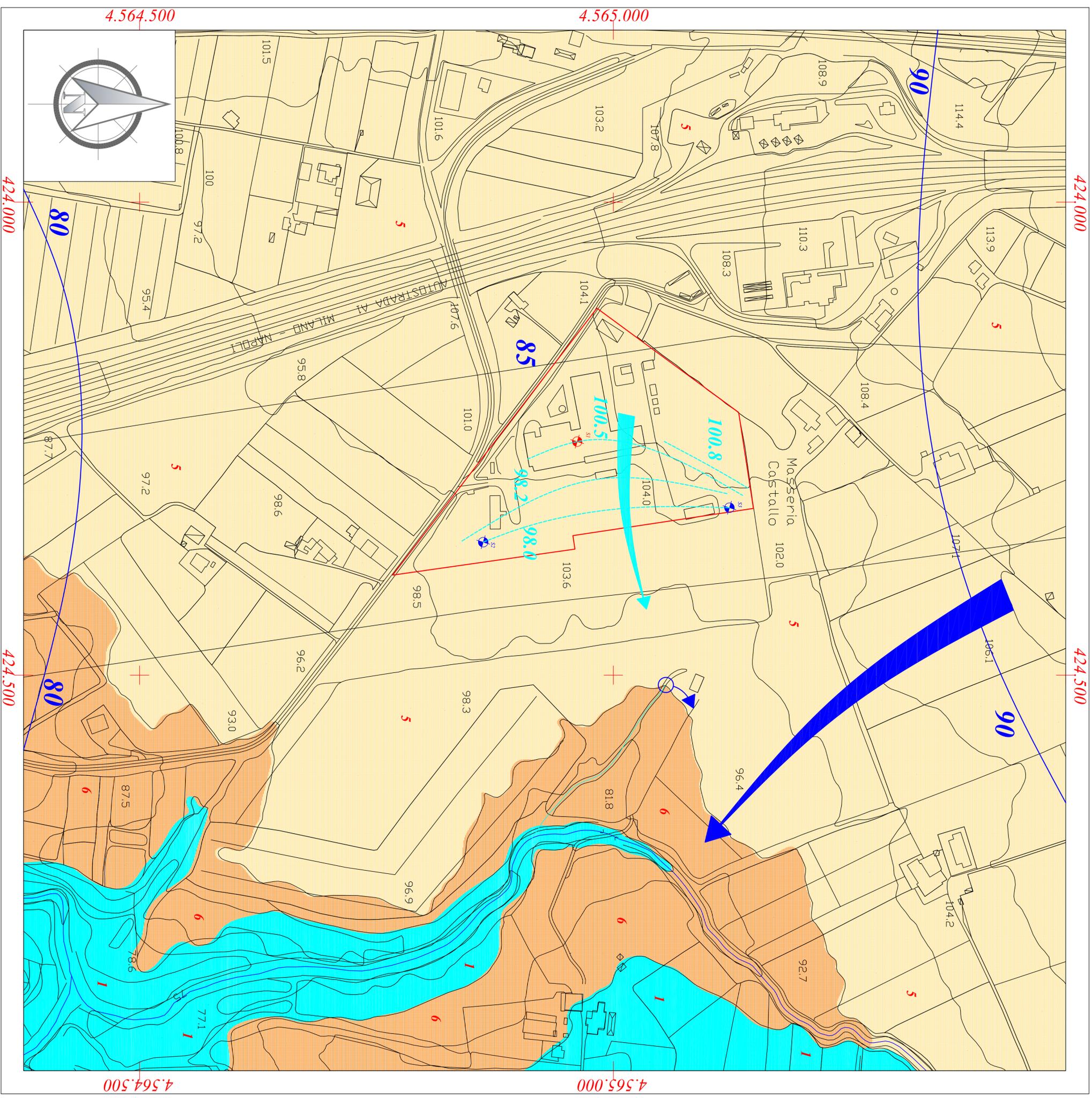
La presente relazione cartografica è stata redatta in base alle indicazioni del gestore idrogeologico applicative alla scala sopra indicata ed è stata redatta in base alle indicazioni del gestore idrogeologico applicative alla scala sopra indicata ed è vietata l'utilizzo e la riproduzione anche parziale senza l'autorizzazione scritta dell'autore.



AREA IN STUDIO
i contorni non seguono esattamente
il confine di proprietà

COORDINATE UTM FUSO 33 T
BASE CARTOGRAFICA ORIGINARIA
CTR ELEMENTO 417144 Sorgente Sant'Agata

430.500
455.575
457.4



COMUNE DI TEANO

Provincia di Caserta

"Relazione Geologica ed Idrogeologica"
ai sensi del D.G.R. Campania 141/107 per progetto attività gestione rifiuti
ai sensi dell'art.208 D.Lgs 152/06 e s.m.i.

GE.S.I.A. S.p.A.
Località Santa Croce - Ex Stabilimento Industriale "Isolher-S.p.A."
Zona A.S.I. - Teano (CE)

CARTA GEOMORFOLOGICA

Codice Elaborato: GEO.04
Data: aprile 2014
Scala: 1:2000

Il Tecnico Redattore
geol. Paolo NATALE

Le notizie ed i dati riportati nel presente documento sono presi dal Istituto di Cartografia ed è vietata l'utilizzo e la riproduzione anche parziale senza l'autorizzazione scritta dell'autore

LEGENDA

FORME FLUVIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO

- FD8** Alveo in approfondimento
- FD9** Sclivo di riacchiamento concorrente
- FD10** Talfovea a conca
- FD11** OROLE DI SCARPATA DI EROSIONE FLUVIALE O DI TERAPIZZO (a altezza fra 5 e 10 metri)
- FD24** O di altezza superiore a 10 metri
- FD27** Superficie con forme di alluvionamento prevalentemente affilato
- FD22** Superficie con forme di alluvionamento prevalentemente concorrente

IDROGRAFIA

- IM4** Sorgente temporanea
- Rete idrografica permanente

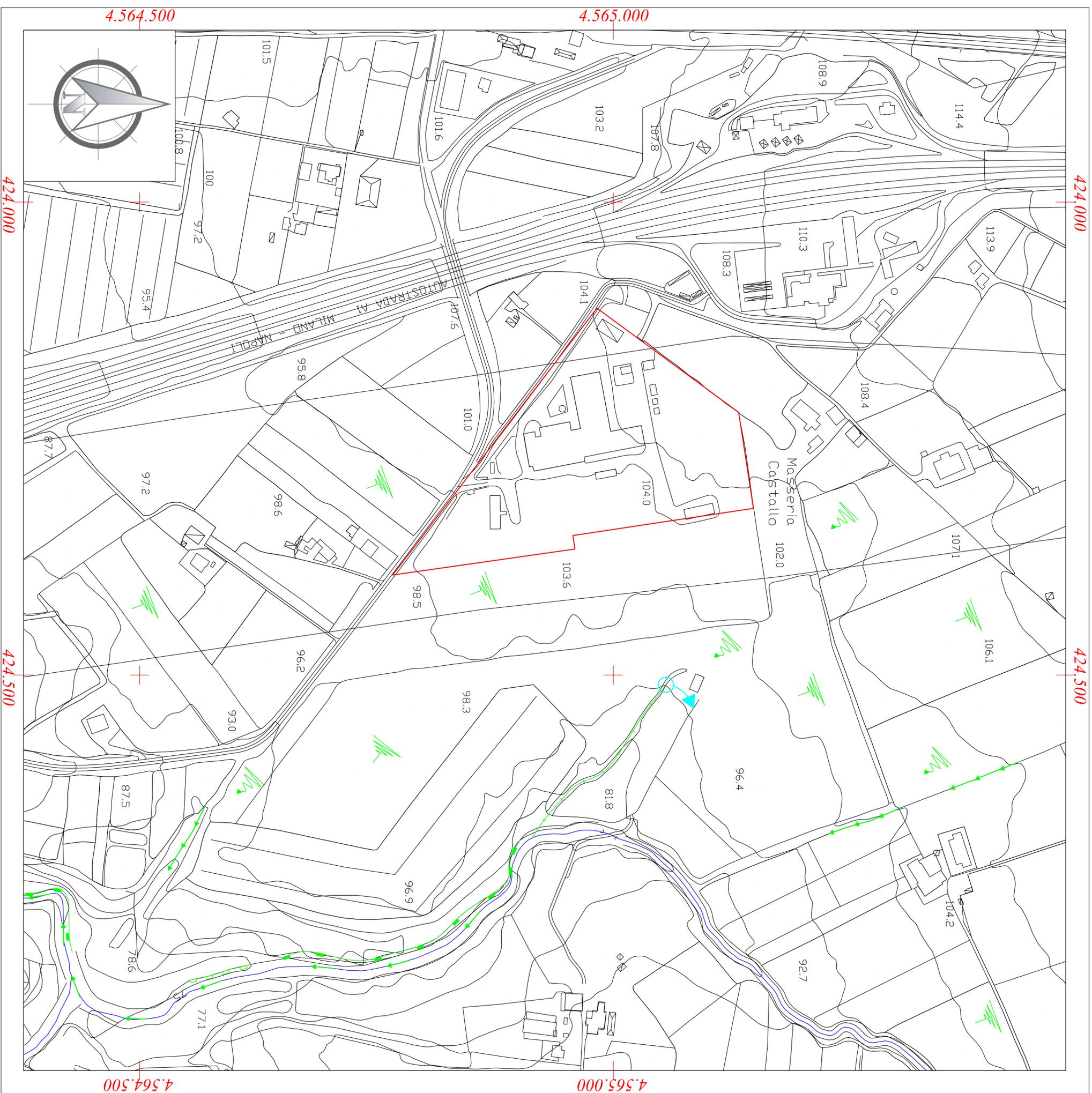
La presente relazione cartografica è stata elaborata sulla base dei dati geomorfologici macroscopici elaborati durante il rilevamento di superficie effettuato in occasione di sopralluoghi e sopralluoghi di dettaglio effettuati in loco dal tecnico redattore. Gli stessi sopralluoghi sono stati effettuati in occasione di sopralluoghi di dettaglio effettuati in loco dal tecnico redattore. Per maggiori dettagli circa i lavori di studio idrogeologico si rimanda al Piano di Intervento nella parte di validità geomorfologica generale del Piano. Per maggiori dettagli circa i lavori di studio idrogeologico si rimanda al Piano di Intervento nella parte di validità geomorfologica generale del Piano. Per maggiori dettagli circa i lavori di studio idrogeologico si rimanda al Piano di Intervento nella parte di validità geomorfologica generale del Piano. Per maggiori dettagli circa i lavori di studio idrogeologico si rimanda al Piano di Intervento nella parte di validità geomorfologica generale del Piano.



AREA IN STUDIO
i contorni non seguono esattamente
il confine di proprietà

430.500
4.545.250

COORDINATE UTM FUSO 33 T
BASE CARTOGRAFICA ORIGINARIA
CTR ELEMENTO 417144 Sorgente Sant'Agata



COMUNE DI TEANO

Provincia di Caserta

"Relazione Geologica ed Idrogeologica"
ai sensi del D.G.R. Campania 141/07 per progetto attività gestione rifiuti
ai sensi dell'art.208 D.Lgs 152/06 e s.m.i.

GE.S.I.A. S.p.A.
Località Santa Croce - Ex Stabilimento Industriale "Isolher-S.p.A."
Zona A.S.I. - Teano (CE)

CARTA UBICAZIONI INDAGINI

Codice Elaborato	aprilie 2014
Data	1:2000
Scala	

Il Tecnico Redattore
geol. Paolo NATALE

Le notizie ed i dati riportati nel presente documento sono presi dall'elenco di Copright ed è vietato l'utilizzo e la riproduzione anche parziale senza l'autorizzazione scritta dell'autore

LEGENDA

 SONDAGIO GEONOSTICO ATTREZZATO CON TURBIDAZIONE PER PROSPERAZIONE SISMICA TIPO DOWN-HOLE
S1 coordinate: 42426.56 m E. - 4584915.00 m N

 SONDAGIO GEONOSTICO ATTREZZATO CON TURBIDAZIONE PIZZOMETRICA
S2 coordinate: 424308.16 m E. - 4585087.36 m N
S3 coordinate: 424308.16 m E. - 4585087.36 m N

 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
P1 coordinate: 424212.35 m E. - 4584967.54 m N
P2 coordinate: 424212.35 m E. - 4584967.54 m N
P3 coordinate: 424217.38 m E. - 4584967.54 m N
P4 coordinate: 424282.32 m E. - 4584836.00 m N
P5 coordinate: 424282.32 m E. - 4584836.00 m N
P6 coordinate: 424282.32 m E. - 4584836.00 m N
P7 coordinate: 424294.62 m E. - 4585085.00 m N
P8 coordinate: 424294.62 m E. - 4585085.00 m N

 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
P1 coordinate: 424468.88 m E. - 4584708.50 m N
P2 coordinate: 424586.89 m E. - 4585057.50 m N



AREA IN STUDIO
i contorni non seguono esattamente
il confine di proprietà

430.500
4.545.250

COORDINATE UTM FUSO 33 T
BASE CARTOGRAFICA ORIGINARIA
CTR ELEMENTO 417144 Sorgente Sant'Agata

