Repubblica e Cantone Ticino

Dipartimento del territorio

Comune di Stabio

Divisione dell'ambiente

Via Franco Zorzi 13
6501 BELLINZONA

Rapporto di impatto ambientale RIA 1a fase

Sezione protezione aria, acqua e suolo

Via Franco Zorzi 13
6500 Bellinzona
Tel. 091 814 29 71
Fax. 091 814 29 79

Piano di utilizzazione cantonale (PUC) discarica di tipo B di Stabio (tappa 3)

Piano no.:

Scala:

Data: 11.01.2017

Modifiche:
02.05.2017

Operatore:

DIONEA S.A.
CONSULENZA AMBIENTALE, PIANIFICAZIONE E INGEGNERIA FORESTALE
www.dionea.ch

Piano no.:

Progettato	Disegnato	Controllato
SC	LB	

Dimensione: A4

Allegati al rapporto tecnico

Messaggio Consiglio di Stato n. 7561 dell'11 luglio 2018

PER IL CONSIGLIO DI STATO

Il Presidente: C. Zali

Il Cancelliere: A. Coduri

11.1 PIANO DI CARICO – MODELLO DEL TRAFFICO TICINO (2007)

11.2 EMISSIONI DIURNE PM10 – SCENARIO S0

EMISSIONI DIURNE PM10 - SCENARIO S0

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM medio sulla tratta (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	21'692	18'438	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	13.698
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	19'390	16'482	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	33.765
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	16'219	13'786	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	40.346
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	15'913	13'526	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	19.792
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	15'913	13'526	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	11.266
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	472	401	VL	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	31.0005	0.0085884	0.226
2a	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	360	306	VL	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0079	0.0080759	0.320
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VL	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0079	0.0080759	0.000

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM medio sulla tratta (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	2'278	1'937	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	0.095338	22.239
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	2'023	1'719	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	0.095338	54.441
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	1'670	1'420	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	0.095338	64.224
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	1'768	1'503	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	0.095338	33.993
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	1'768	1'503	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	0.095338	19.350
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	51	43	VP	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	22.0617	0.118421	0.334
2b	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	7	6	VP	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	0.1149358	0.089
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VP	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	0.1149358	0.000

dati base del traffico	2007
fattore di correzione:	+1.1% annuo
percentuale VP diurna	10%
percentuale VP nottura	5%
TGM	85% del TFM

TOTALE **314.084**

Riassunto

Strada principale	313.114	99.7%
Strada servizio fabbriche	0.970	0.3%
Strada servizio discarica	0.000	0.0%
Totale	314.084	100.0%

11.3 EMISSIONI PM10 – SCENARIO R1

EMISSIONI DIURNE PM10 - SCENARIO R1

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TGM indotto discarica	TFM medio sulla tratta (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	10	21'702	18'447	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	13.704
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	10	19'400	16'490	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	33.782
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	10	16'229	13'795	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	40.371
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	0	15'913	13'526	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	19.792
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	0	15'913	13'526	VL	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	11.266
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	10	482	410	VL	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	31.0042	0.0085884	0.231
2a	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	10	370	315	VL	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.0080759	0.329
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	10	10	9	VL	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.0080759	0.022

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TGM indotto discarica	TFM medio sulla tratta (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	133	2'411	2'050	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	23.537
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	133	2'156	1'832	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	58.021
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	133	1'803	1'533	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	69.338
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	0	1'768	1'503	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	33.993
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	0	1'768	1'503	VP	2010	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	19.350
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	133	184	156	VP	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	22.063	0.118421	1.214
2b	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	133	140	119	VP	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	0.1149358	1.772
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	133	133	113	VP	2010	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	0.1149358	3.699

TOTALE **330.423**

dati base del traffico	2007
fattore di correzione:	+1.1% annuo
percentuale VP diurna	10%
percentuale VP nottura	5%
TGM	85% del TFM

Riassunto

Strada principale	323.155	97.8%
Strada servizio fabbrice	3.547	1.1%
Strada servizio discarica	3.721	1.1%
Totale	330.423	100.0%

11.4 EMISSIONI PM10 – SCENARIO R2

EMISSIONI DIURNE PM10 - SCENARIO R2

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	21'692	18'438	VL	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	13.698
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	19'390	16'482	VL	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	33.765
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	16'219	13'786	VL	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	40.346
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	15'913	13'526	VL	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	19.792
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	15'913	13'526	VL	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.0061677	11.266
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	472	401	VL	2025	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	31.0042	0.0085884	0.226
2a	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	360	306	VL	2025	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.0080759	0.320
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VL	2025	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.0080759	0.000

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	2'278	1'937	VP	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	22.239
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	2'023	1'719	VP	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	54.441
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	1'670	1'420	VP	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	64.224
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	1'768	1'503	VP	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	33.993
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	1'768	1'503	VP	2025	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	0.095338	19.350
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	51	43	VP	2025	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	22.063	0.118421	0.334
2b	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	7	6	VP	2025	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	0.1149358	0.089
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VP	2025	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	0.1149358	0.000

dati base del traffico	2007
fattore di correzione:	+1.1% annuo
percentuale VP diurna	10%
percentuale VP nottura	5%
TGM	85% del TFM

TOTALE **314.084**

Riassunto

Strada principale	313.114	99.7%

11.5 EMISSIONI NOX – SCENARIO S0

EMISSIONI DIURNE NOx - SCENARIO S0

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	21'692	18'438	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.534
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	19'390	16'482	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	1.316
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	16'219	13'786	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	1.572
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	15'913	13'526	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.771
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	15'913	13'526	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.439
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	472	401	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	31.0005	0.3466763	0.009
2a	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	360	306	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0079	0.327921	0.013
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0079	0.327921	0.000

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM medio sulla tratta (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	2'278	1'937	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	6.1821918	1.442
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	2'023	1'719	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	6.1821918	3.530
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	1'670	1'420	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	6.1821918	4.165
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	1'768	1'503	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	6.1821918	2.204
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	1'768	1'503	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2086	6.1821918	1.255
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	51	43	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	22.0617	6.2228537	0.018
2b	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	7	6	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	8.003233	0.006
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	8.003233	0.000

dati base del traffico	2007
fattore di correzione:	+1.1% annuo
percentuale VP diurna	10%
percentuale VP nottura	5%
TGM	85% del TFM

TOTALE **17.273**

Riassunto

Strada principale	17.227	99.7%

11.6 EMISSIONI NOX – SCENARIO R1

EMISSIONI DIURNE NOx - SCENARIO R1

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TGM indotto discarica	TFM (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	10	21'702	18'447	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.534
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	10	19'400	16'490	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	1.316
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	10	16'229	13'795	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	1.573
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	0	15'913	13'526	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.771
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	0	15'913	13'526	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.439
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	10	482	410	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	31.0042	0.3466763	0.009
2a	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	10	370	315	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.327921	0.013
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	10	10	9	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.327921	0.001

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TGM indotto discarica	TFM medio sulla tratta (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	133	2'411	2'050	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	1.526
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	133	2'156	1'832	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	3.762
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	133	1'803	1'533	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	4.496
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	0	1'768	1'503	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	2.204
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	0	1'768	1'503	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	1.255
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	133	184	156	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	22.063	6.2228537	0.064
2b	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	133	140	119	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	8.003233	0.123
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	133	133	113	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	8.003233	0.258

TOTALE **18.346**

dati base del traffico	2007
fattore di correzione:	+1.1% annuo
percentuale VP diurna	10%
percentuale VP nottura	5%
TGM	85% del TFM

Riassunto

Strada principale	17.877	97.4%
Strada servizio fabbrice	0.210	1.1%
Strada servizio discarica	0.258	1.4%
Totale	18.346	100.0%

11.7 EMISSIONI NOX – SCENARIO R2

EMISSIONI DIURNE NOx - SCENARIO R2

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	21'692	18'438	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.534
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	19'390	16'482	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	1.316
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	16'219	13'786	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	1.572
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	15'913	13'526	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.771
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	15'913	13'526	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	35.6763	0.240309	0.439
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	472	401	VL	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	+/-4	31.0042	0.3466763	0.009
2a	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	360	306	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.327921	0.013
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VL	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	31.0097	0.327921	0.000

Tratta	Punto di partenza	Punto di arrivo	Lunghezza tratta (km)	TFM (Lu-Ve)	TGM	Cat.	Anno	Tipo di strada	Pend. (%)	Velocità media (km/h)	Fattore di emissione (g/km)	Emissioni PM10 (Kg/a)
1a	Uscita semi-autostrada	Via Boff	0.330	2'278	1'937	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	1.442
1b	Via Boff	Via Mulino	0.910	2'023	1'719	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	3.530
1c	Via Mulino	Via Vita	1.300	1'670	1'420	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	4.165
1d	Via Vita	Dogana Gaggiolo	0.650	1'768	1'503	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	2.204
1e	Dogana Gaggiolo	Rotatoria	0.370	1'768	1'503	VP	2015	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	0	29.2087	6.1821918	1.255
2a	Entrata via Vita	Incrocio via Vita	0.180	51	43	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	+/-4	22.063	6.2228537	0.018
2b	Incrocio via Vita	Ultima fabbrica	0.355	7	6	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	8.003233	0.006
3a	Ultima fabbrica	Discarica	0.780	0	0	VP	2015	Agglo/Erschliessung/30/fluessig	0	22.0702	8.003233	0.000

dati base del traffico	2007
fattore di correzione:	+1.1% annuo
percentuale VP diurna	10%
percentuale VP nottura	5%
TGM	85% del TFM

TOTALE **17.273**

Riassunto

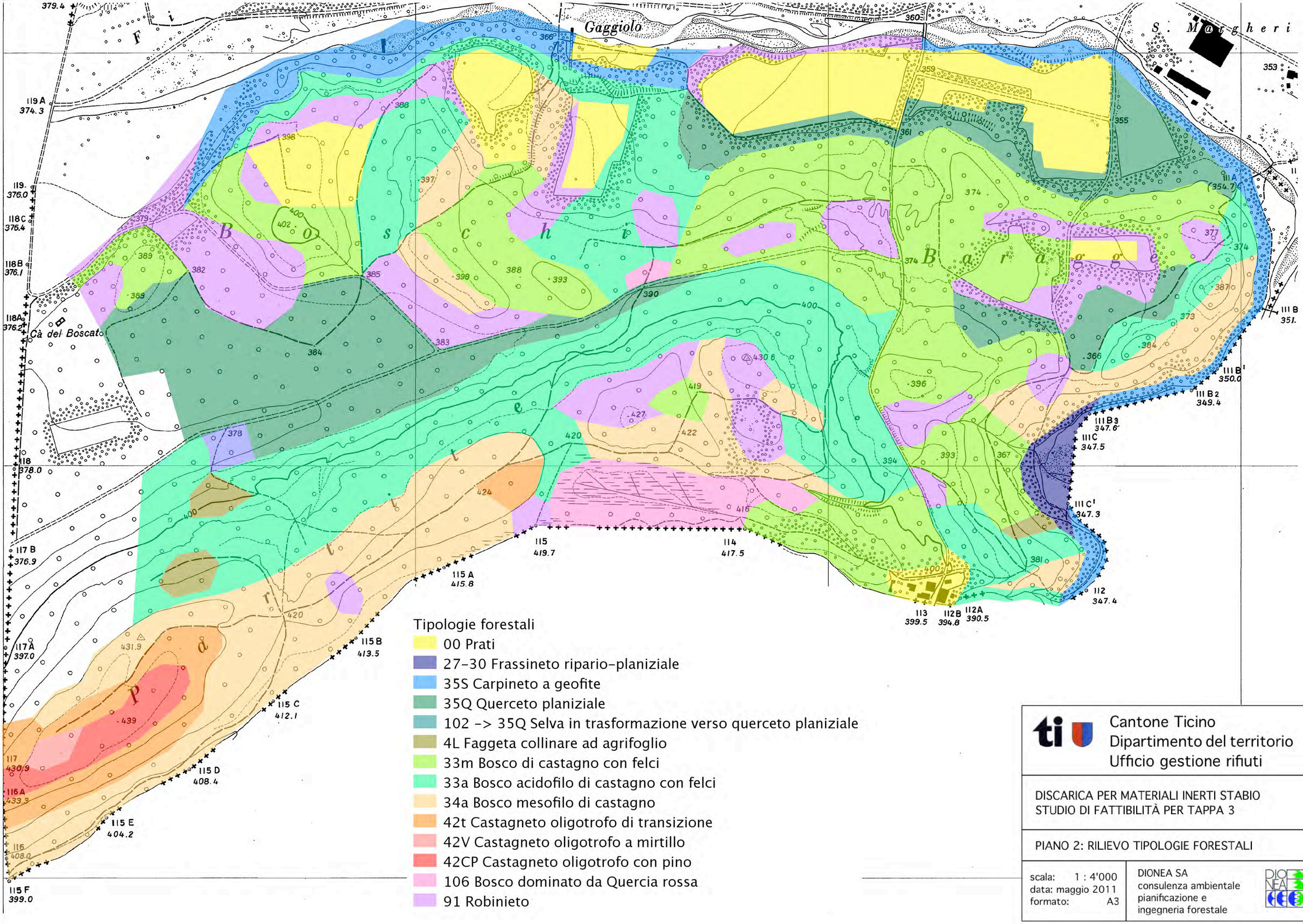
Strada principale	17.227	99.7%
Strada servizio fabbrice	0.046	0.3%
Strada servizio discarica	0.000	0.0%
Totale	17.273	100.0%

11.8 EMISSIONI FONICHE

PROGETTO: Tappa 3 discarica Stabio
Calcolo emissioni foniche stradali

TRATTE	PEND STRADA (%)	VEL. MEDIA (km/h)	TRAFFICO GIORNAL. MEDIO (vm/g)	TRAFFICO ORARIO GIORNO (vm/h)	TRAFFICO ORARIO NOTTE (vm/h)	% VEICOLI RUMOROSI G	% VEICOLI RUMOROSI N	EMISSIONI (dB) GIORNO Leq	EMISSIONI (dB) NOTTE Leq	CORR PEND (dB)	EMISSIONI (dB(A)) GIORNO	EMISSIONI (dB(A)) NOTTE	Aumento dovuto al progetto (dB(A)) GIORNO	Aumento dovuto al progetto (dB(A)) NOTTE
	Input	Input	Input	da OIF	da OIF	Input	Input							
1a														
scenario S0	0.0	50	20375	1182	183	10%	5%	80.4	70.9	0	**80.4**	**70.9**		
scenario S1	0.0	50	20497	1189	184	10%	5%	80.4	70.9	0	**80.4**	**70.9**	**0.0**	**0.0**
scenario R1	0.0	50	20375	1182	183	10%	5%	80.4	70.9	0	**80.4**	**70.9**	**0.0**	**0.0**
1b														
scenario S0	0.0	50	18201	1056	164	10%	5%	79.9	70.4	0	**79.9**	**70.4**		
scenario S1	0.0	50	18323	1063	165	10%	5%	80.0	70.4	0	**80.0**	**70.4**	**0.1**	**0.00**
scenario R1	0.0	50	18201	1056	164	10%	5%	79.9	70.4	0	**79.9**	**70.4**		
1c														
scenario S0	0.0	50	15206	882	137	10%	5%	79.1	69.6	0	**79.1**	**69.6**		
scenario S1	0.0	50	15327	889	138	10%	5%	79.2	69.6	0	**79.2**	**69.6**	**0.1**	**0.0**
scenario R1	0.0	50	15206	882	137	10%	5%	79.1	69.6	0	**79.1**	**69.6**		
1d														
scenario S0	0.0	50	15029	872	135	10%	5%	79.1	69.5	0	**79.1**	**69.5**		
scenario S1	0.0	50	15029	872	135	10%	5%	79.1	69.5	0	**79.1**	**69.5**	**0.0**	**0.0**
scenario R1	0.0	50	15029	872	135	10%	5%	79.1	69.5	0	**79.1**	**69.5**		
1e														
scenario S0	0.0	50	15029	872	135	10%	5%	79.1	69.5	0	**79.1**	**69.5**		
scenario S1	0.0	50	15029	872	135	10%	5%	79.1	69.5	0	**79.1**	**69.5**	**0.0**	**0.0**
scenario R1	0.0	50	15029	872	135	10%	5%	79.1	69.5	0	**79.1**	**69.5**		
2a														
scenario S0	4	30	444	26	4	10%	5%	62.1	52.4	0.5	**57.6**	**47.9**		
scenario S1	4	30	566	33	5	28%	5%	66.4	53.5	0.5	**62.1**	**49.0**	**4.5**	**1.1**
scenario R1	4	30	444	26	4	29%	5%	65.5	52.4	0.5	**61.0**	**47.9**		
2b														
scenario S0	0.0	30	312	18	3	3%	5%	58.1	50.9	0	**53.1**	**45.9**		
scenario S1	0.0	30	434	25	4	28%	5%	65.2	52.3	0	**60.2**	**47.3**	**7.1**	**1.4**
scenario R1	0.0	30	312	18	3	30%	5%	64.1	50.9	0	**59.1**	**45.9**		
3a														
scenario S0	0.0	30	0	0	0	0%	0%	0.0	0.0	0	**0.0**	**0.0**		
scenario S1	0.0	30	122	7	0	92%	0%	64.3	0.0	0	**59.3**	**0.0**	**59.3**	**0.0**
scenario R1	0.0	30	0	0	0	92%	0%	0.0	0.0	0	**0.0**	**0.0**		

11.9 PIANO DELLE TIPOLOGIE FORESTALI



Cantone Ticino
Dipartimento del territorio
Ufficio gestione rifiuti

DISCARICA PER MATERIALI INERTI STABIO
STUDIO DI FATTIBILITÀ PER TAPPA 3

PIANO 2: RILIEVO TIPOLOGIE FORESTALI

scala: 1 : 4'000
data: maggio 2011
formato: A3

DIONEA SA
consulenza ambientale
pianificazione e
ingegneria forestale

11.10 RELAZIONE IDROGEOLOGICA-GEOTECNICA

geolog.ch

Geologi consulenti USIC EUR ING

Discarica per materiali inerti di Stabio. Tappa 3
Progetto definitivo per ampliamento (Fase 3)
Indagine idrogeologica-geotecnica. Versione 1.0

Viale Stazione 16A
Box 1152
CH-6900 Bellinzona

Box 1843
CH-6850 Mendrisio

+41 91 825 94 50
info@geolog.ch

Committente:

Dipartimento del territorio
Ufficio gestione rifiuti
6500 Bellinzona

data: 11 gennaio 2017

Contenuti

1. Incarico 4
2. Documentazione di riferimento 5
3. Situazione geografica 8
4. Andamento climatico 9
   4.1. Temperatura 9
   4.2. Regime pluviometrico 9
5. Indagini effettuate (2014) 11
6. Contesto idrogeologico 12
   6.1. Nuovi sondaggi 12
      6.1.1. Scopo e ubicazione 12
      6.1.1. Descrizione 12
   6.2. Descrizione della situazione geologica 16
      6.2.1. Piana di Stabio 16
      6.2.2. Zona collinare 16
      6.2.3. Transizione verso la Piana del Gaggiolo 17
   6.3. Acque superficiali 18
   6.4. Acque sotterranee 18
      6.4.1. Rete piezometrica e pozzi ((Svizzera e Italia) 18
      6.4.2. Piana di Stabio 19
      6.4.3. Acquifero sotto le discariche ex-Miranco e di Stabio 19
      6.4.4. Dinamica dell'acquifero 21
      6.4.5. Relazioni fra gli acquiferi 22
      6.4.1. Acquifero confinato "profondo" 23
   6.5. Pozzi (Svizzera e Italia) 24
      6.5.1. Pozzo Aziende Municipalizzate di Stabio (AMS) 24
      6.5.2. Pozzi di Cantello (Italia) 24
      6.5.3. Vulnerabilità dei pozzi 25
   6.6. Geochimica e qualità delle acque 26
      6.6.1. Analisi disponibili 26
      6.6.2. Caratteri geochimici delle acque 26
      6.6.3. Caratterizzazione delle acque 27
7. Discarica ex-Miranco 28
   7.1. Storia della discarica 28
   7.2. Contaminazione 29
   7.3. Risanamento 29
   7.4. Potenziale di pericolo 30
   7.5. Analisi chimiche di terreno e acqua 30
   7.6. Attuali oneri di sorveglianza 31
8. Caratteristiche geomeccaniche dei terreni 32
   8.1. Prove SPT (Standard Penetration Test) 32
   8.1. Dilatometro Marchetti 32

8.2. Campioni e prove di laboratorio 33
8.3. Modalità esecutive 34
8.4. Interpretazione dei dati 34
8.5. Stima del modulo di assestamento 34
8.6. Parametri geomeccanici disponibili 37
9. Influenze del progetto di discarica – Tappa 3 38
9.1. Implicazioni del progetto 38
9.2. Effetti del carico 38
9.3. Calcolo previsionale degli assestamenti 38
9.4. Sovraccarico glaciale 39
9.5. Assestamento prevedibile all'interno del rilevato di ripiena 40
9.6. Espulsione dell'inquinante dovuto al carico supplementare 41
9.6.1. Valutazione del cambiamento delle porosità 41
10. Analisi del rischio 43
10.1. Premessa 43
10.1. Scenario di rischio 43
10.2. Valutazione del rischio 43
10.2.1. Condizioni al contorno 43
10.2.2. Effetto del carico 44
10.2.3. Dilavamento e trasporto nel flusso sotterraneo 45
10.2.4. Cambiamento nella dinamica delle acque sotterranee 45
11. Misure di controllo e protezione 46
11.1. Punti di controllo delle acque 46
11.1.1. Punti di controllo esistenti 46
11.1.2. Nuovi punti di controllo (Tappa 3) 46
11.1. Verifica degli assestamenti 47
12. Riassunto delle misure di controllo e protezione da adottare 49
13. Conclusioni 53
14. Allegati 55
14.1. Carte piezometria con falda alta e bassa 55
14.2. Analisi chimiche dei campioni prelevati nel sondaggio STA T3/2. 55
14.3. Analisi di laboratorio 55
14.4. Tabella con analisi acqua e riferimenti a D.Lsg. 152/06. 55
14.5. Sezioni idrogeologiche (separate) 55

1. Incarico

Nel 2011 l'Ufficio gestione rifiuti ci ha incaricato della valutazione degli aspetti idrogeologici e geotecnici nell'ambito del progetto di massima per l'ampliamento (Fase 3) della discarica di inerti di Stabio. In quell'occasione abbiamo esaminato quanto segue:

- aspetti di RIA (fase 1) relativo alle componenti idrogeologiche (acque superficiali e acque sotterranee);
- esame preliminare della compatibilità della copertura totale della discarica ex-Miranco risanata.
- esame degli aspetti idrogeologici concernente la pianificazione dell'area.

I risultati di questa indagine sono stati riassunti nella relazione idrogeologica e geotecnica del 1 novembre 2011.

Nel mese di maggio del 2014 abbiamo ricevuto l'incarico di procedere all'approfondimento degli aspetti idrogeologici, nell'ambito della progettazione di dettaglio del citato ampliamento. Sono stati in particolare valutati nel dettaglio i seguenti punti:

- approfondimento di indagine a mezzo sondaggi della situazione idrogeologica locale (zona di contatto fra le idrostrutture);
- analisi di laboratorio su campioni di terreno prelevati nei sondaggi, allo scopo di determinare le caratteristiche geomeccaniche dei materiali che saranno sottoposti al carico della discarica;
- affinamento delle conoscenze relative al comportamento della porosità del sedimento inquinato, sottoposto al carico della discarica;
- analisi del rischio;
- definizione della necessità e posizione di nuovi punti di controllo delle acque;
- definizione di un sistema di sorveglianza del comportamento del corso della discarica.

Lo scorso mese di settembre 2016, a seguito di un ricorso presentato dal Comune di Cantello (Italia) e dalla Regione Lombardia, il committente ci ha incaricato di aggiornare la relazione tecnica.

2. Documentazione di riferimento

Le informazioni sulla situazione idrogeologica generale e locale e quelli climatici sono state ricavate da:

- banca dati GESPOS;
- indagini eseguite nella zona a partire dal 1988.
- MeteoSvizzera (2012). Rapporto sul clima – Cantone Ticino 2012. Rapporto di lavoro MeteoSvizzera
- MeteoSvizzera (2012). Resoconti mensili. Gennaio-settembre

Documenti ufficiali

- Messaggio no. 6909 del 22 gennaio 2014 del Gran Consiglio del Cantone Ticino. Approvazione del Piano di utilizzazione cantonale della discarica per materiali inerti (tappa 3) e dell'area per il riciclaggio ed il deposito provvisorio di Stabio, autorizzazione al dissodamento e stanziamento di un credito di CHF 4'110'000.-- per la sua attuazione.
- Repubblica del Cantone Ticino, dicembre 2013. Piano di utilizzazione cantonale (PUC). Discarica per materiali inerti Stabio (Tappa 3) e area riciclaggio ed il deposito provvisori. Rapporto di pianificazione, Programma di realizzazione e norme di attuazione.

Progetti e indagini precedenti

- Oppizzi P. (1988-1990) – Varie indagini preliminari eseguite nell'area della ex-discarica MIranco.
- Oppizzi P. (gennaio 2004) – Discarica per inerti Bellotti-Contrabi. Posizione dei piezometri di controllo.
- geolog.ch SA (dicembre 2005) – Verifica delle zone di protezione del pozzo di Stabio (in approvazione).
- geolog.ch SA (maggio 2008) - Discarica per inerti Stabio. Tappa 2. Relazione geologica sul progetto di ampliamento.
- geolog.ch SA (aprile 2009) - Discarica per inerti Stabio. Progetto di ampliamento. Stabilità del fronte W della discarica.
- geolog.ch SA (giugno 2009) - Risanamento della discarica Miranco (2008-2009). Relazione idrogeologica
- Ecorisana SA, geolog.ch SA (giugno 2009) - Rapporto di risanamento ai sensi dell'Ositi della Discarica Miranco. Conclusione della tappa 1 e proposta d'intervento tappa 2.
- geolog.ch SA (marzo 2010) – Progetto di ampliamento della Discarica per inerti Stabio 2 nel Comune di Stabio. Indagini geologiche supplementari.
- Ecorisana SA, geolog.ch SA (novembre 2010) - Rapporto di risanamento finale della ex-Discarica Miranco. Conclusione della tappa 2.

- geolog.ch SA (1 novembre 2011) - Discarica di Stabio nel Comune di Stabio. Progetto di massima per ampliamento (Fase 3). Relazione idrogeologica-geotecnica.
- geolog.ch SA (2014) - Discarica ex-Miranco. Misure della quota dell'acqua nei piezometri (2012-2014). Relazione idrogeologica.
- geolog.ch SA (2014) - Misure 2012-2016 della quota della falda nei piezometri MIR15 e GED4. Relazione idrogeologica.

Documenti relativi al territorio italiano

- Zuccato P.E. (1995) – Atti tecnici allegati alla domanda di concessione in sanatoria di derivazione di acqua ad uso potabile da due pozzi counali siti in località Gaggiolo, ai sensi della D.G.R. 22502 del 13 maggio 1992.
- Uggeri A. (1998) – Zone di rispetto delle captazion ASPEM del Comune di Cantello. Pozzi 1 e 2 Gaggolo.
- Livelli dell'acqua nei pozzi di Cantello (2014-2016)
- Analisi chimiche dell'acqua dei pozzi di Cantello (aprile e settembre 2016)

Documentazione tecnica

- BAFU (2003) - *Sites contaminés. Estimation de la mise en danger Prélèvements d'eau souterraine en relation avec les sites pollués*
- Di Matteo Lucio, Bigotti Federica, Ricco Remo (2011) - Compressibility of kaolinitic clay contaminated by ethanol-gasoline blends. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, v 137, n 9, p 846-849.
- Lancellotta R. (1998) - Geotecnica. Zanichelli
- Lang H.-J., Huder J. (2003) - Bodenmechanik und Grundbau. 7.Auflage. Springer.
- Saad A. Aiban (1997) - The effect of temperature on the engineering properties of oil contaminated sands. Environment International, Vol. 24, No. 1/2, pp. 153-161. Pegamon, Elsevier.
- Jeeravipoolvarn S., Scott J.D., Chalaturnyk R.J. (2009) - *10M standpipe tests on oil sands tailings: long-term experimental results and prediction*. Canadian Geotechnical Journal, Vol. 46.
- Hemin Yuan, De-hua Han (2013) - *Pressure and Temperature Effect on Heavy Oil Sands Properties*. University of Houston. SEG Houston 2013 Annual Meeting.
- Fragaszy, R. J., Su, W., Siddiqi, F. H. and Ho, C. L. (1992) - *Modeling strength of sandy gravel*. Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, 118(6), 920-935.
- Kokusho, T. Hara, T. and Hiraoka, R. (2004) - *Undrained shear strength of granular soils with different particle gradations*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 130(6), 621-629.
- Simoni, A. and Houlsby, G. T. (2006) - *The direct shear strength and dilatancy of sand-gravel mixtures*. Geotechnical and Geological Engineering, 24(3), 523-549.

- Vallejo, Luis E. (2001) - *Interpretation of the limits in shear strength in binary granular mixtures*. Canadian Geotechnical Journal, 38(5), 1097-1104.
- Yagiz, S. (2001) - *Brief note on the influence of shape and percentage of gravel on the shear strength of sand and gravel mixture*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 60(4), 321-323.
- Yazdanjou, V. et al. (2008) - *Effect of Gravel Content on the Shear Behaviour of Sandy Soils*. The 4th National Conference on Civil Engineering - May 2008, University of Tehran.

Analisi acque

Territorio svizzero: analisi SPAAS 2005-2015 dei campioni prelevati da piezometri GED1-5, 626'150 (MIR8), 626'146, 626'087 e Torrente Gaggiolo (lato Monte)

Territorio italiano: analisi in GED4 (Cantello), analisi acqua dei pozzi di Cantello

Riferimento normativo svizzero

- Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc) del 28 ottobre 1998 (Stato 2 febbraio 2016)
- Legge federale sulla protezione dell'ambiente (Legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb) del 7 ottobre 1983 (Stato 1° luglio 2014).
- Ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR) del 10 dicembre 1990 (Stato 1 luglio 2011)
- Ordinanza sul risanamento dei siti inquinati (Ordinanza sui siti contaminati – Ositi) del 26 agosto 1998 (Stato 1 luglio 2008).
- Ordinanza contro il deterioramento del suolo (O suolo) del 1 luglio 1998 (Stato 1° giugno 2012)
- Ordinanza del DFI sulle sostanze estranee e sui componenti presenti negli alimenti (Ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti, OSoE) del 26 giugno 1995 (Stato 1° gennaio 2014)
- Legge federale sulla protezione delle acque (LPAc) del 24 gennaio 1991 (Stato 1° gennaio 2016)
- Legge d'applicazione della legge federale contro l'inquinamento delle acque (LIA) dell'8 ottobre 1971 (del 2 aprile 1975).

Riferimento normativo italiano

- D.Lgs. 152/2006 tab. 2 all. 5 Parte IV

3. Situazione geografica

La discarica esistente (chiusa nel 2013) e il previsto ampliamento si trovano su territorio del Comune di Stabio, in località “Ca dal Boscat”.
Questa zona è situata nella parte sud-ovest del territorio comunale, a ridosso del confine con l’Italia (cfr. Figura 1).

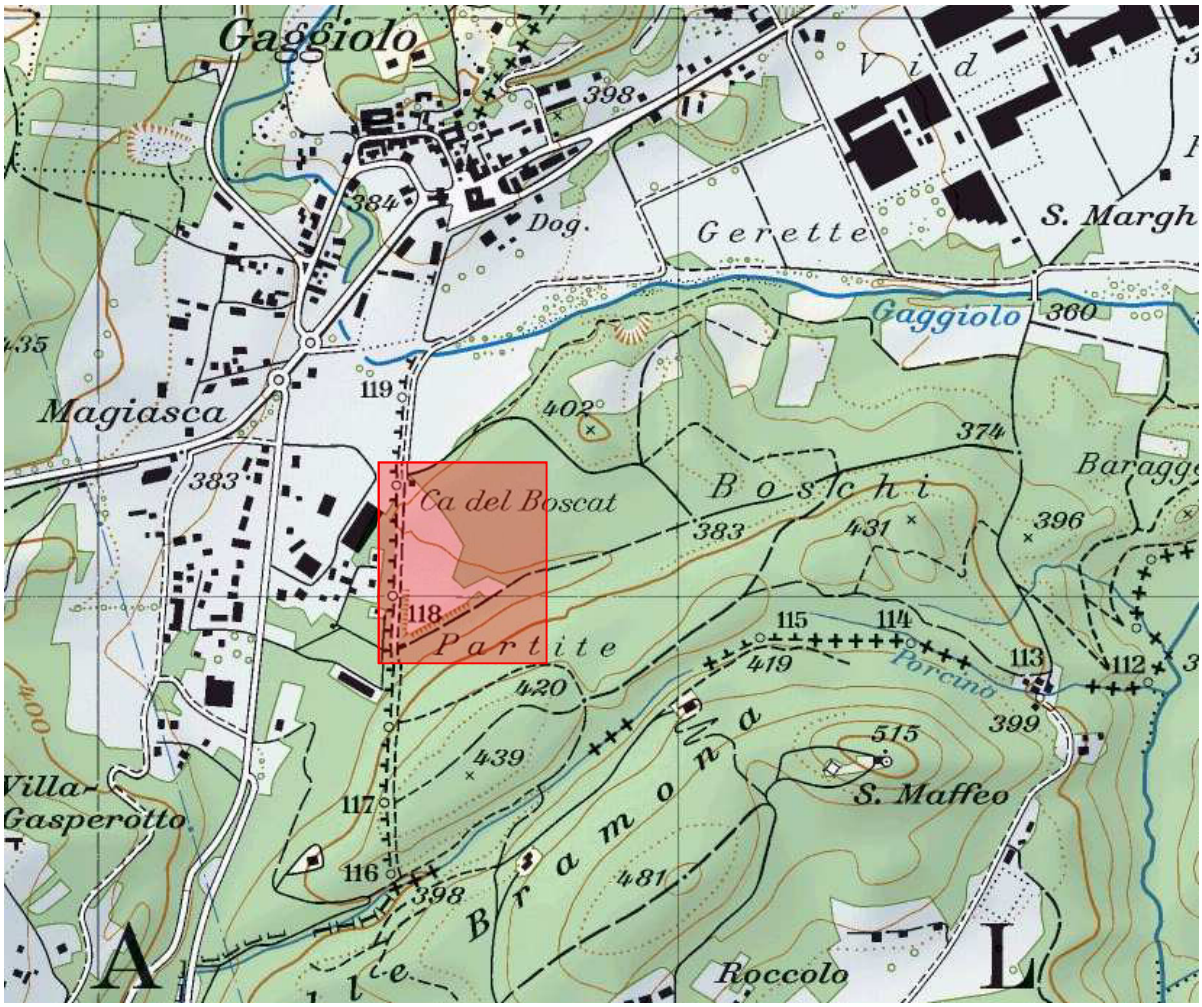


Figura 1. Posizione della discarica di Stabio e della discarica ex-Miranco, in località “Ca dal Boscat”: situazione generale Base cartografica: Foglio 1373 – Mendrisio della Carta nazionale svizzera in scala 1:25’000.

4. Andamento climatico

Presso il pozzo idropotabile del Comune di Stabio è attiva una stazione meteorologica automatica di MeteoSvizzera. I dati (misurati dal 1982) sono stati utilizzati nel presente rapporto.
I valori climatici di riferimento della stazione (valori normali 1961-1990) sono in parte stati calcolati in base ai dati delle stazioni in precedenza ubicate nelle vicinanze.

4.1. Temperatura

A causa della particolare configurazione morfologica, nella zona di Santa Margherita si registra spesso la formazione di un persistente lago di aria fredda molto pronunciato nel semestre invernale. Le temperature minime più basse scendono facilmente sotto i –10 °C con punte fino a –18 °C. Le massime estive per contro, a causa della scarsa ventilazione nei giorni di bel tempo, superano spesso i 30 °C, con punte oltre i 35 °C. L'escursione termica massima (differenza tra la massima più elevata e la minima più bassa), comporta oltre 50 °C.

4.2. Regime pluviometrico

La regione della discarica di Stabio presenta una marcata variazione intra- e inter-annuale. I quantitativi annuali possono variare da circa 2/3 (953 mm, 2005) a circa 5/3 (2008 mm, 2002) del valore medio annuo di 1515 mm (1961-2013). Le piogge mensili possono variare da pochi mm (in particolare nel semestre invernale) fino a un massimo di 400-700 mm in primavera o autunno. Periodi anche prolungati di precipitazioni scarse si verificano regolarmente perlopiù nel semestre invernale ma in forma meno pronunciata anche d'estate.
Sono perciò possibili due mesi consecutivi con precipitazioni molto scarse, contrapposti a due o anche a tre mesi consecutivi con precipitazioni doppie rispetto alla norma.

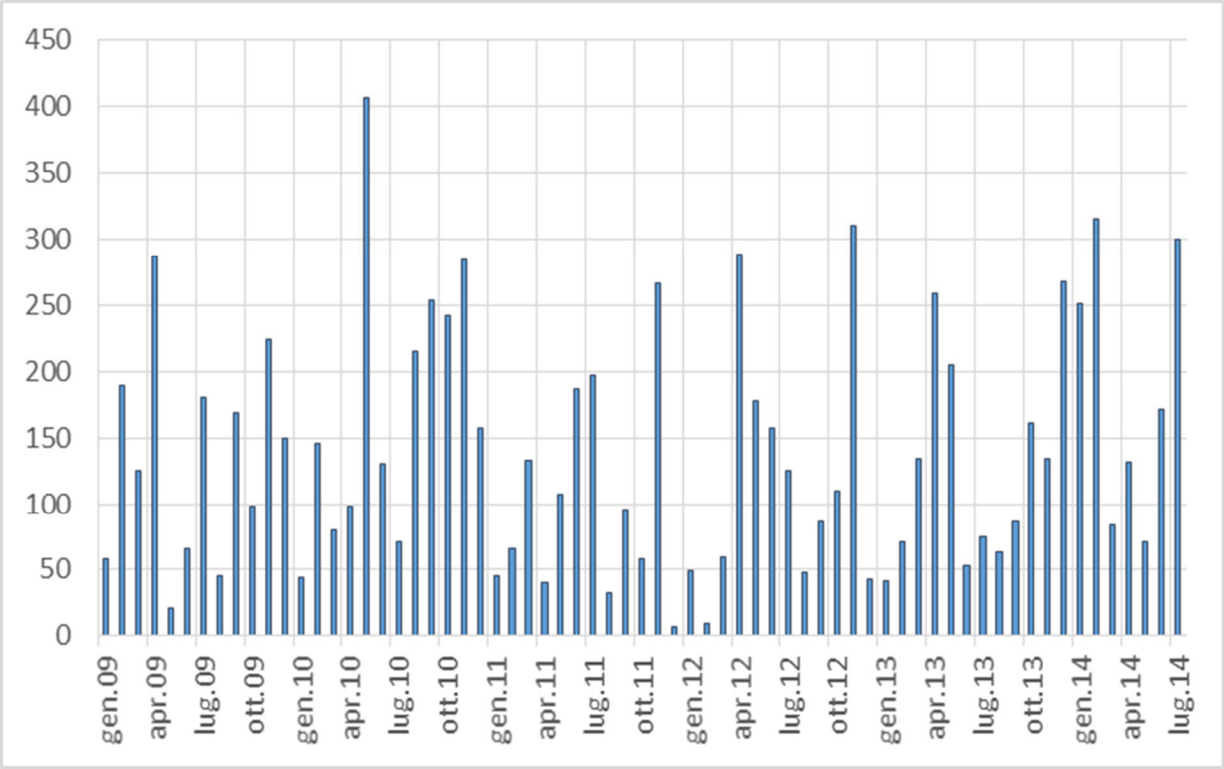


Figura 2. Precipitazioni mensili 2009-2014 a Stabio. Fonte: MeteoSvizzera.

5. Indagini effettuate (2014)

Nei mesi di giugno e luglio 2014 sono state eseguite 2 perforazioni geognostiche e le indagini elencate nella tabella che segue.

Data	Foro	Profondità	Prove in foro	Attrezzatura
11-17 giugno	STA T3/1	46 m	12 prove SPT (Standard Penetration Test). 2 prove DMT (Prove con dilatometro piatto tipo Marchetti);	2 piezometri a livelli differenti
18-22 giugno	STA T3/2	28 metri	9 prove SPT. Prelievo di 3 campioni utilizzati per prove di laboratorio (misura parametri geomeccanici) e per analisi chimiche (SPAAS).	----

La posizione è indicata nella Figura 3. Il sondaggio STA T3/1 è ubicato fra la Piana del Gaggiolo e la discarica, mentre il STA T3/2 nel perimetro della ex-discarica Miranco.

<u>Esecuzione lavori:</u>

- Sondaggi e prove in sito: ditta StumpForatec SA di Giubiasco.
- Prove geotecniche di laboratorio: Consultest SA di Giubiasco
- Analisi chimiche: laboratorio BMG di Schlieren (ZH).

6. Contesto idrogeologico

6.1. Nuovi sondaggi

6.1.1. Scopo e ubicazione

Sondaggio STA T3/1
Tramite questo sondaggio si intendeva studiare la conformazione idrogeologica nella zona di transizione fra l'idrostruttura del Gaggiolo e quella sotto la discarica ex-Miranco. Infatti, il comportamento della superficie della falda nei due corpi acquiferi è differente fra loro:

- Acquifero del Gaggiolo: ΔH falda 3.1-3.5 m (misure in GED1, 03/2003-11/2008.
- Acquifero sotto la discarica:ΔH falda 10.2-10.4 m (misure in MIR15a e GED4, novembre 2012-primavera 2016.

Questa dinamica può essere spiegata con la presenza di una "barriera" naturale che separa fra loro le due idrostrutture. In base alle valutazioni preliminari effettuate nell'ambito del progetto di massima, si è deciso di ubicare il sondaggio nella zona del biotopo all'entrata della discarica GEDIS.
In questo sondaggio sono stati inseriti due piezometri a livelli differenti, isolati fra loro.

Sondaggio STA T3/2.
Questa perforazione è stata eseguita nei perimetri della discarica ex-Miranco risanata, allo scopo di prelevare dei campioni di terreno da utilizzare nelle prove di laboratorio.

In entrambe i fori sono state effettuate delle prove geotecniche in sito, durante l'avanzamento.

6.1.1. Descrizione

No. 1 (sondaggio STA T3/1)
Il sondaggio ha attraversato una successione, spessa circa 20 metri, di sabbia limosa con ghiaia e ghiaie in genere molto compatte. Alla base di questa sequenza sono state incontrate sabbie fini laminate e sabbie massive grossolane con ghiaia fine, che si spingono fino a circa 24 metri dal piano campagna e che sono in appoggio su uno strato molto compatto (sovraconsolidato) di ghiaia grossolana limosa.
Seguono nuovamente sabbie sciolte e, da 29 metri circa, ancora un orizzonte ghiaioso grossolano compatto. Dalla profondità di 30 metri fino a 46 dal piano campagna sono infine state incontrate sabbia medie-grossolane e ghiaia sciolte.

Questa sequenza stratigrafica evidenzia una complessa successione di sedimenti glaciali (parti delle morene che fasciano verso Sud la Piana del Gaggiolo), lacustri e fluviali, che separano la formazione della piana del Gaggiolo da quella collinare dove si trova la discarica ex-Miranco e la discarica di inerti.

No. 2 (sondaggio STA T3/2)

Questa perforazione è stata eseguita nei confini della discarica ex-Miranco risanata, fra MIR1 e MIR3. La prima parte del sondaggio, fino a -4 m dal piano campagna, ha attraversato terreni di riporto puliti, che costituiscono il riempimento delle fosse della discarica. Seguono, fino a -12 metri, ghiaie grossolane molto compatte e, fino a -17 m, ghiaie medie-grossolane sciolte, alla cui base si trovano nuovamente sedimenti grossolani compatti. Da 21.4 a 23 m sono state incontrate ghiaie molto grossolane, sabbiose sciolte, seguite da ghiaia fine sciolta. La parte inferiore della sequenza stratigrafica, da 24.6 a 25.6 m di profondità consiste in ghiaia grossolana limosa, compatta, in appoggio sul substrato roccioso. Quest'ultimo è costituito da siltite massiva con fratturazione subverticale.

La copertura sciolta consiste in depositi glaciali e fluvio-glaciali che ben si accordano con le stratigrafie incontrate negli altri numerosi sondaggi eseguiti in zona.

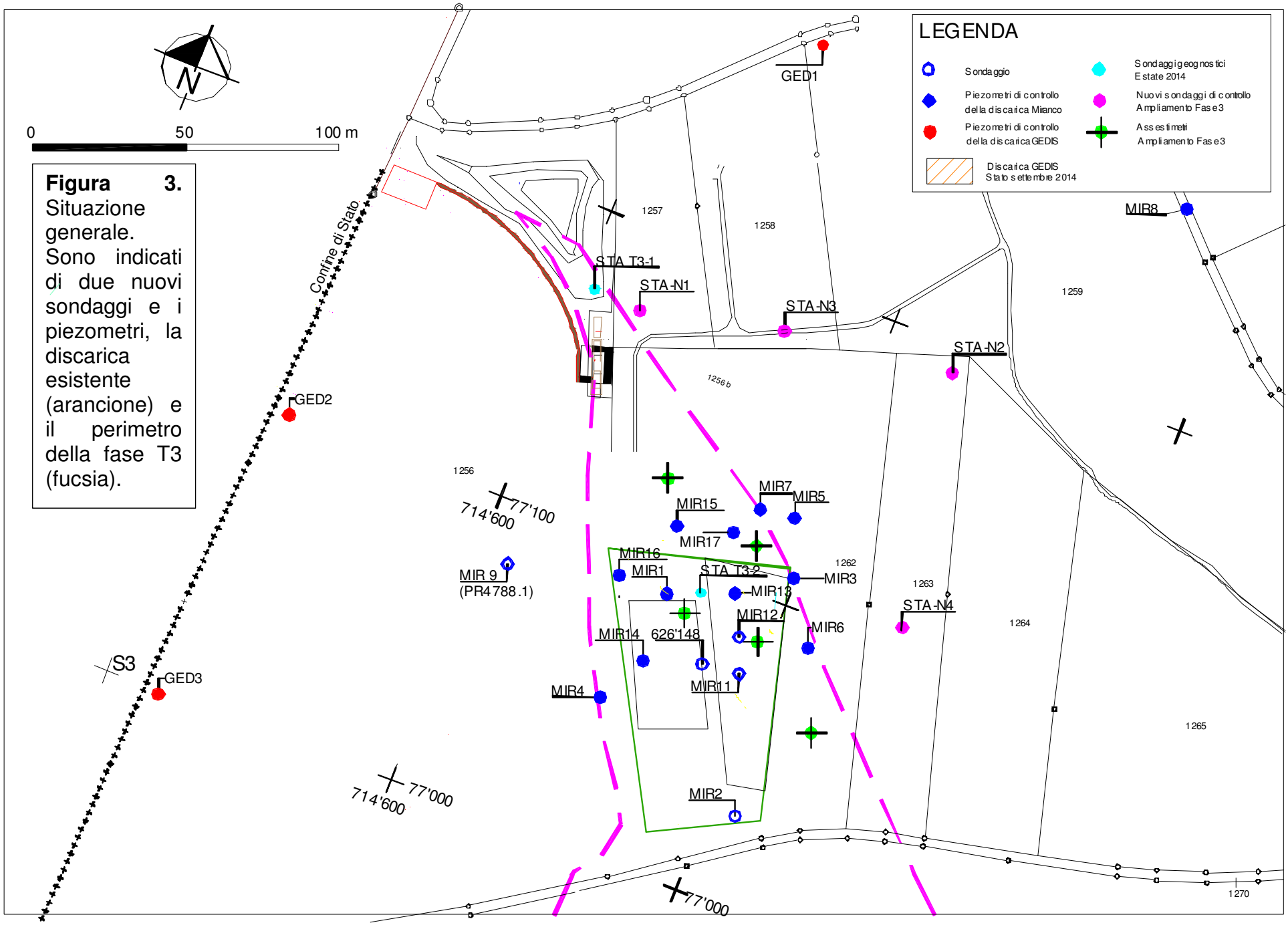


Figura 3. Situazione generale. Sono indicati di due nuovi sondaggi e i piezometri, la discarica esistente (arancione) e il perimetro della fase T3 (fucsia).

Figura 4 (sopra). Cantiere del sondaggio STA T3/1. **Figura 5** (sotto). Posizione del sondaggio STA T3/2.

6.2. Descrizione della situazione geologica

La ricostruzione della situazione idrogeologica è basata sui dati pregressi integrati con la stratigrafia dei due nuovi sondaggi.

6.2.1. Piana di Stabio

La piana fluvio-glaciale che si estende fra Stabio e Santa Margherita costituisce il riempimento post-glaciale dell'antica valle del Gaggiolo. Questa formazione è delimitata a Nord dai sedimenti mesozoici e dai sedimenti glaciali quaternari.
A Sud la piana si appoggia alle unità glaciali (morene) dell'area di Santa Margherita e del "Boscat", a loro volta in contatto, ulteriormente verso Sud, ai depositi terziari della Gonfolite.
Verso Ovest la piana di Stabio è contigua con la piana fluvio-glaciale di Gaggiolo, incisa dal Torrente Clivio (Torrente Gaggiolo).

6.2.2. Zona collinare

L'area collinare del Boscat, dove si trova la discarica di Stabio e la discarica Miranco, è formata in prevalenza da depositi di tipo glaciale e fluvio-glaciale grossolani.
Nella parte superficiale il terreno è costituita da ghiaie medio–grossolane localmente con abbondanti clasti (15-20%), con matrice sabbiosa fino a sabbio-limosa (GP, GM) o più raramente limo-argillosa (GM-ML, GM-GC). I depositi glaciali sono compatti, mentre quelli fluviali e fluvio-glaciali sono mediamente sciolti. Lo spessore della copertura, in appoggio sul substrato o sulle formazioni glaciali di contatto (glaciale di fondo) varia fra 10 e >20 metri.
Gli strati superficiali presentano una irregolare e discontinua cementazione carbonatica.
A contatto con il substrato roccioso, soprattutto verso la dorsale collinare a Sud della discarica ex-Miranco e nella parte meridionale della Discarica di Stabio, sono stati incontrati sedimenti tipicamente glaciali (ghiaia a supporto di matrice limoso a limo-argilloso, sovente compatti.
Nella perforazione eseguita a Cantello (Italia), la situazione è simile a quella riscontrata nella zona collinare. In particolare, sotto il riempimento recente sciolto del Rio Lanza, che si spinge fino a circa 10 m di profondità, si trovano sedimenti compatti e successivamente ghiaia e sabbia parzialmente cementati. Su territorio elvetico la cementazione del materiale è stata osservata più in superficie, suggerendone la continuità sotto il riempimento più recente. Un confronto più approfondito è difficile in quanto mancano quasi completamente altre informazioni su territorio italiano.
La roccia del substrato (Gonfolite) affiora estesamente sul fianco settentrionale e alla sommità del dosso che separa la Ca del Boscat (Svizzera) e la Valle Bramona (Italia). Si tratta esclusivamente della facies conglomeratica media-grossolana, mentre la facies fine (siltite, marna e argille) è stata incontrata unicamente nei sondaggi a quota 350-355 ms.m.. Il contatto con la copertura sciolta si immerge verso il centro della valle del Gaggiolo.

6.2.3. Transizione verso la Piana del Gaggiolo

I sedimenti alluvionali e lacustri della Piana alluvionale del Gaggiolo sono in appoggio, verso Sud, ai sedimenti glaciali che fasciano la Pianura medesima. Queste formazioni moreniche, poggiano a loro volta inferiormente su formazioni lacustri e fluviali o sul substrato roccioso. Questa particolare conformazione geologica è all'origine della separazione fra le idrostrutture del Gaggiolo e quella collinare.

6.3. **Acque superficiali**

Il torrente Gaggiolo scorre in direzione E-W lungo il lato meridionale dell'omonima pianura fin presso Santa Margherita dove curva verso Sud e rientra in Italia, dove prende il nome di Rio Lanza. La portata del corso d'acqua varia fra alcuni l/s e alcune decine di l/s in funzione delle precipitazioni e degli apporti artificiali. Nei periodi poco piovosi alcuni tratti rimangono asciutti.

6.4. **Acque sotterranee**

Nell'area di indagine sono presenti differenti corpi acquiferi o (idrostrutture); i principali sono due:

- Acquifero freatico-confinato della Piana del Gaggiolo
- Acquifero nella zona collinare sotto la discarica ex-Miranco e la discarica di Stabio.

6.4.1. Rete piezometrica e pozzi ((Svizzera e Italia)

Fra la il 1995 e il 2011 sono stati posati numerosi piezometri per il controllo delle acque sotterranee nella zona adiacente la discarica ex-Miranco e nelle aree potenzialmente interessate dai rilasci provenienti dalla medesima (cfr. Figura 6).

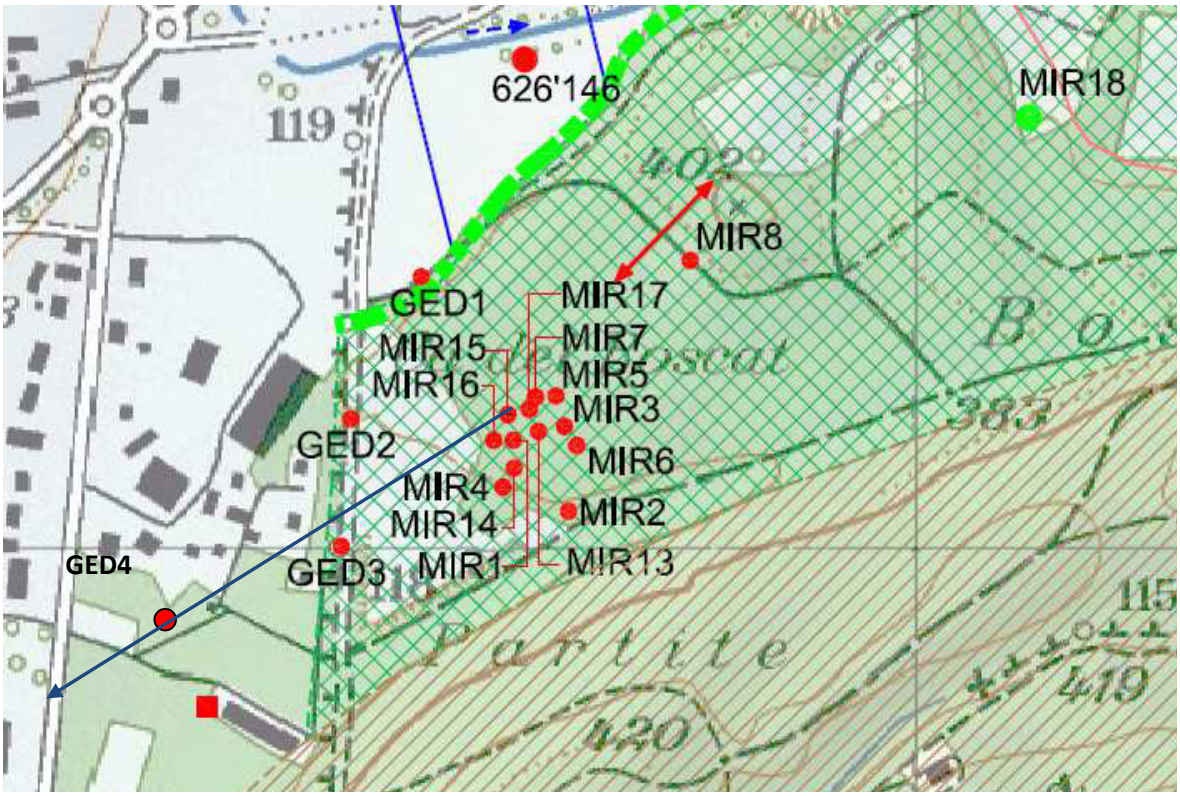


Figura 6. Posizione e numero dei piezometri di controllo esistenti, relativi alla discarica ex-Miranco (MIR) e alla discarica GEDIS (GED).

6.4.2. Piana di Stabio

Nella Piana di Sabio, fra il confine e Santa Margherita è presente un acquifero freatico contenuto nelle formazioni alluvionali (ghiaie e sabbia) con base compresa fra 10 e 20 m dal piano campagna. Questa idrostruttura è ricaricata dalle acque provenienti dalla zona del Monte Orsa - Monte San Giorgio, da infiltrazioni del torrente Gaggiolo e dalle precipitazioni. Su territorio italiano la direzione di flusso è orientata NE-SW mentre in corrispondenza del confine l'acqua scorre da SW verso NE, parallelamente all'asse della pianura medesima. Il gradiente è pari a 0.014-0.019.
Più a Est la direzione generale di flusso si orienta localmente lungo un asse Ovest-Est. Il flusso sotterraneo segue grossolanamente la direzione di scorrimento del Torrente Gaggiolo fino alla curva di Santa Margherita, dove esso ritorna su territorio italiano.
Verso Stabio e Genestrerio l'acquifero diventa confinato per la presenza di una copertura più o meno continua di sedimenti lacustri. Parte di quest'acqua alimenta i pozzi AMS di Stabio, di Ligornetto e di Genestrerio.
Poco a Nord della discarica Miranco la quota della falda viene misurata nel piezometro GED1 (626'160), dove si è registrata un'oscillazione di 3.15 m, simile a quella misurata nel piezometro 626'82.

6.4.3. Acquifero sotto le discariche ex-Miranco e di Stabio

L'acquifero freatico sotto le discariche è contenuto nelle formazioni fluvio-glaciali, delimitate inferiormente dal substrato roccioso o dai sedimenti glaciali. La profondità della falda oscilla fra 19-25 m. L'ordine di grandezza della permeabilità della zona satura varia fra 10^{-5} e 10^{-3} m/s.
Questa idrostruttura è relativamente continua lungo l'asse del sistema collinare, ma è delimitata a Sud dal substrato roccioso e a Nord dal sistema delle morene citato in precedenza. Lo scambio di acqua avviene quindi lungo un asse NE-SW.
Verso la piana del Gaggiolo sono localmente presenti più acquiferi sovrapposti, separati fra loro da sedimenti lacustri poco permeabili. Si tratta di idrostrutture relativamente profonde e poco estese e di importanza locale.
All'alimentazione dell'idrostruttura della zona collinare concorrono soprattutto le precipitazioni, vista la loro importanza nel controllo della quota della falda, che risponde in maniera sensibile a periodi piovosi. In assenza di ricarica il sistema si svuota però rapidamente, raggiungendo in poco tempo la quota minima della falda.
Fa novembre 2012 e aprile 2015 è stato implementato un sistema di misura continuo della quota della falda sotto la discarica ex-Miranco. A questo scopo sono stati utilizzati due piezometri: il MIR15a (piezometro corto che interessa l'acquifero superiore) e il GED4, situato su territorio italiano (cfr. Tabella 2 per le informazioni sui piezometri).
I due piezometri, distanti 340 m, si trovano su una linea di flusso NE-SW dell'acquifero, a cavallo del Confine (cfr. Figura 7*)* e con pendenza teoricamente massima.

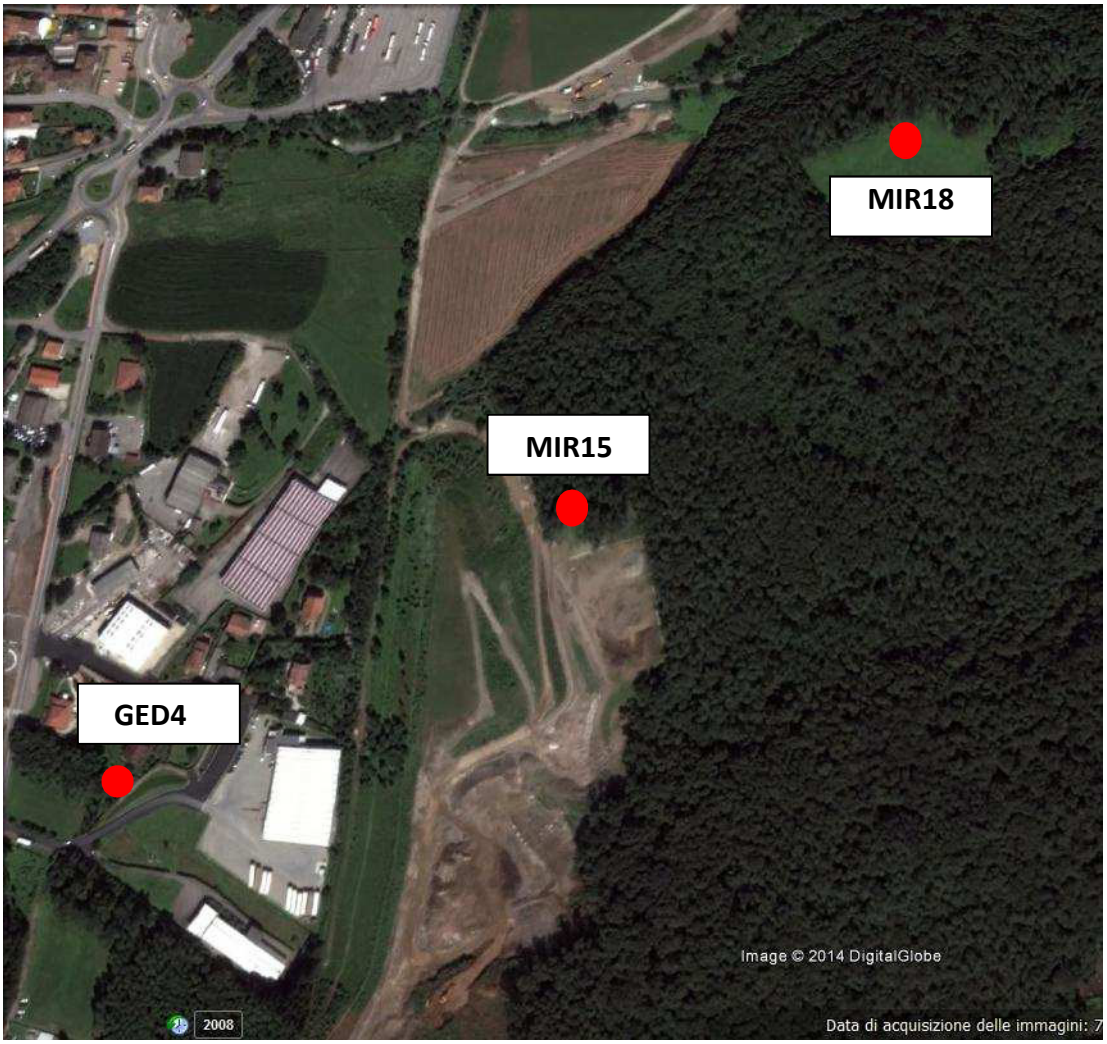


Figura 7. Posizione dei piezometri utilizzati per le misure della quota della falda.

Piezometro no.	Coordinate	QT [ms.m.]	TT [ms.m.]	Diam. [“]	Prof. [m]	Finestr. [m]	Finestr. [m]
MIR15a (626.186)	714’660/77’109	380.30	381.00	**4”1/2**	46	**22**	**10-32**
MIR15b (626.186)				1“1/2		3	34-37
GED4	Italia	----	373.25	4”1/2	30	20	10-30

Tabella 1. Posizione, quota, lunghezza, finestratura e diametro dei punti di misura piezometrici. Le quote di riferimento (TT) si riferiscono all’orlo del tubo metallico di protezione.

Nei piezometri sono stati installati dei “water level logger” che misurano e registrano automaticamente le quote della falda. Alcune misure puntuali sono state utilizzate a scopo di taratura (cfr. Tabella 2).

Data	Piezometro				
	MIR15a	GED4	GED2	GED3	MIR17a
15.06.2010		363.67			
13-14.02.13	358.46				358.46
4-9-15.07.13	361.44				361.43
6-7.11.13	358.36				358.25
17.02.2014	366.25		365.19	366.23	366.11
11.06.2014	361.03	360.52			
12.06.2014	361.07	360.54			

Tabella 2. Misure manuali della quota della falda (in parte eseguite da EcoRisana SA).

6.4.4. Dinamica dell'acquifero

Nel periodo di misura (novembre 2012-primavera 2014) l'escursione di quota della falda è stata di oltre 10 m in entrambe i punti (cfr. Tabella 3).

	MIR15 (Svizzera)		GED4 (Italia)		MIR15-GED4	i MIR15-GED4
	Profondità falda [m]	Quota falda [ms.m.]	Profondità falda [m]	Quota falda [ms.m.]	ΔH (differenza di quota) [m]	Inclinazione falda
Massima	-14.72	366.72	-6.95	366.23	0.76	0.0022
Minima	-24.94	356.45	-17.17	355.80	-0.19	-0.0006
Media (*)	-20.14	361.30	-12.37	360.95	0.42	0.0012
ΔH (**) [m]	10.20		10.44			

(**) Escursione di quota della falda fra massimo e minimo relativi.

Tabella 3. Estremi e medie misurate nei due punti, comprese le differenze di quota e il gradiente della falda.

I valori misurati consentono di evidenziare quanto segue, relativamente all'ultimo periodo di misura (2012-2014):

Quota falda

- Dicembre 2012-marzo 2013, abbassamento costante del livello dell'acqua in seguito allo svuotamento del sistema, non rialimentato per la scarsità/assenza delle precipitazioni. Minimi relativi: metà di marzo 2013.

- Marzo – giugno 2013, rapido aumento delle quote dell'acqua (ΔH ca. +6.4 m) a seguito delle abbondanti precipitazioni che hanno caratterizzato la primavera e l'inizio dell'estate del 2013. Massimo il 27 maggio 2013.
- Giugno – ottobre 2013, nuovo abbassamento costante del livello dell'acqua (ΔH ca. -7.8 m) per la scarsità delle precipitazioni nei mesi estivi-autunnali del 2013. Minimo all'inizio di ottobre 2013.
- Ottobre 2013-marzo 2014, recupero dei livelli e raggiungimento di un massimo relativo molto alto (366.23-366.72) all'inizio di febbraio 2014. Le quote dell'acqua sono salite a livelli inusuali (circa -15 m da TT in MIR15 e circa -7.5 m da TT in GED4) in risposta alle abbondanti e prolungate precipitazioni che hanno caratterizzato la fine autunno e parte dell'inverno 2013-2014.
- Da metà marzo 2014 le quote stanno calando abbastanza rapidamente per il ristabilimento di una meteo meno piovosa.

Gradiente e direzione del flusso sotterraneo

La differenza di quota dell'acqua è di 30-60 cm, per cui l'inclinazione della falda varia fra -0.0006 e 0.0022 (media relativa 0.0012). Si tratta di valori piuttosto bassi ma in accordo con quelli misurati fra il 2003 e il 2008, che rispecchiano una ridotta velocità di scorrimento dell'acqua sotto le discariche.

La direzione di movimento dell'acqua si sviluppa verso NE (Svizzera) e verso SW (Italia) con cambiamenti irregolari.

Fra il 2003 e il 2008 il flusso è stato diretto verso la Svizzera durante il 60-65% del tempo, con periodi di gradiente quasi nullo della falda. Nel periodo 2012 – marzo 2014 la direzione del flusso è stata relativamente costante verso l'Italia, ad eccezione dei periodi con aumento rapido della quota della falda, durante i quali la direzione si inverte. Questa tendenza, in genere di breve durata, può dipendere da apporto meteorico proveniente dalla zona collinare o da infiltrazioni del Rio Lanza (Gaggiolo) in corrispondenza della zona dove il torrente curva per entrare in Svizzera.

Velocità dell'acqua

La velocità media apparente dell'acqua sotto le discariche varia fra $1.5*10^{-6}$ e $3.0*10^{-8}$ m/s (0.13-0.003 m/d), calcolata in base ad un gradiente piezometrico medio di 0.0012 e a una permeabilità compresa fra 0.00125 e 0.000025 m/s. Velocità così basse spiegano la dinamica "oscillante" della macchia di surnatante, che si sposta fra i piezometri MIR1, MIR13, MIR3 a dipendenza della direzione del gradiente.

6.4.5. Relazioni fra gli acquiferi

La presenza accertata con il sondaggio T3/1 di una serie morene che fasciano verso le colline del Gaggiolo, spiega la separazione fra l'acquifero contenuto nella Piana del Gaggiolo e quello presente sotto le discariche. In conseguenza a ciò, almeno nella zona

delle discariche, lo scambio Nord-Sud di acqua è praticamente assente in quanto il flusso si sviluppa lungo l'asse del sistema collinare (SW-NE).
Tuttavia l'acquifero collinare medesimo è drenato lungo questo asse sia a Sud-Ovest che a Nord-Est. In Svizzera il travaso nell'acquifero del Gaggiolo coincide probabilmente con la fascia compresa fra le Gerette e Santa Margherita, 1'200-1'300 metri a Nord-Ovest delle discariche. In Italia il rapporto fra le due idrostrutture è difficile da stabilire in quanto non esistono informazioni idrogeologiche a riguardo, ma si presume che l'acquifero collinare sia drenato dall'intaglio della paleo-valle del Rio Ranza (o Rio Lanza).
In considerazione delle diverse quantità di acqua che si muovono sotto il Gaggiolo e sotto le discariche, i rapporti di diluizione fra i due flussi sono stati stimati fra 1:100 e 1:1'000.

6.4.1. Acquifero confinato "profondo"

Le acque dell'idrostruttura confinata incontrata nei sondaggi MIR15 e MIR17, presenta caratteristiche idrochimiche leggermente diverse rispetto alle acque superficiali. In base a ciò si ritiene che lo scambio di acqua fra i due acquiferi sia limitato o assente.

6.5. Pozzi (Svizzera e Italia)

6.5.1. Pozzo Aziende Municipalizzate di Stabio (AMS)

Il pozzo di captazione AMS (626.036), si trova in zona “Zerbone”, a ca. 1600 m a ENE dalla discarica Miranco. La captazione, operativa dal 1971, è del tipo a drenaggi orizzontali e sfrutta l’acquifero confinato compreso fra circa 8 e 9 m di profondità. Il manufatto è costituito da 5 tubi drenanti orizzontali del diametro di 260 mm disposti a raggiera, alla profondità di -9.60 m. I tubi, lunghi fra 30 e 36 metri, confluiscono in un pozzo del diametro di 3 metri, profondo 14 metri. Nel pozzo sono istallate 3 pompe con portata nominale di 1740 l/min.

6.5.2. Pozzi di Cantello (Italia)

I pozzi ad uso potabile della ASPEM che forniscono l’acqua potabile a Cantello, si trovano in località Gaggiolo (cfr.Figura 10) in sponda sinistra del corso d’acqua. Nella zona sono presenti 2 acquiferi: uno superficiale con quota statica che può raggiungere la superficie e uno profondo con livello statico attorno a 370 ms.m. in corrispondenza del pozzo Clivio 2. Entrambe sono contenuti nei sedimenti glaciali e fluvio-glaciali presenti in quest’area. I 2 pozzi, profondi 13.5 m (Pozzo 1) e 39 m (Pozzo 2), sfruttano prevalentemente l’acquifero di sub-alveo che in questa zona si fonde con quello più profondo, meglio alimentato. Annualmente vengono pompati 250'000 m^3 di acqua.

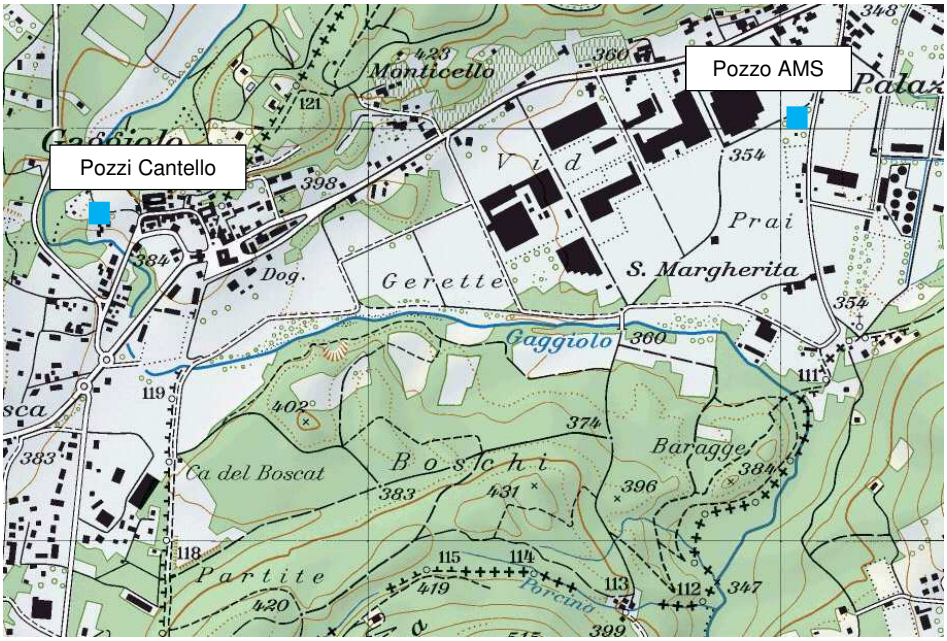


Figura 8. Posizione del pozzo AMS e dei pozzi di Cantello.

L'alimentazione dell'acqua segue grossolanamente l'asse del corso d'acqua (Gaggiolo); gran parte del flusso sotterraneo defluisce verso Sud/Sud-Ovest, con una parte dell'acqua che confluisce verso l'idrostruttura della Piana di Stabio.
Nella zona dei pozzi di Cantello la profondità della falda si aggira su 1.5 m (livello statico Pozzo 1) e fra 2.5-2.9 m (livello dinamico Pozzi 1 e 2). La quota di riferimento assoluta delle teste dei pozzi non è nota.

6.5.3. Vulnerabilità dei pozzi

Le caratteristiche e il contesto geologico del pozzo AMS sono ben note. Il pozzo è situato a valle-flusso rispetto alla ex-discarica Miranco, ma i risultati dell'analisi del rischio effettuata nell'ambito del risanamento del sito contaminato non hanno evidenziato pericoli particolari legati al sito contaminato.
Nell'ambito della presente indagine è stata inoltre implementata l'analisi del rischio nel caso di modifiche alla situazione idrogeologica attuale, a seguito dell'aumento di carico. I risultati sono presentati nella presente relazione.
I due pozzi di Cantello, distanti circa 600 m dalla zona della discarica, sono situati in un contesto idrogeologico molto permeabile e, di conseguenza, presentano un'elevata vulnerabilità.
Le captazioni sono alimentate dall'acquifero della piana di Gaggiolo-Stabio e sono situate a monte-flusso rispetto al confine Italo-svizzero e alla zona delle discariche. In aggiunta a ciò, l'idrostruttura sotto le discariche, in questa zona non ha connessione con quello della Piana di Stabio. Di conseguenza, il pericolo di inquinamento indotto dagli eventuali rilasci è praticamente nullo.

6.6. Geochimica e qualità delle acque

6.6.1. Analisi disponibili

Sono disponibili le seguenti serie di analisi:

Territorio svizzero: analisi SPAAS 2005-2015 dei campioni prelevati da piezometri GED1-5, 626'150 (MIR8), 626'146, 626'087 e Torrente Gaggiolo (lato Monte)

Territorio italiano; piezometro GED4 e pozzi di Cantello

6.6.2. Caratteri geochimici delle acque

Da un punto di vista generale l'acqua sotterranea dell'area compresa fra Stabio e Cantello è classificabile come medio-minerale con facies idrochimica carbonato-calcica e solfato calcica.

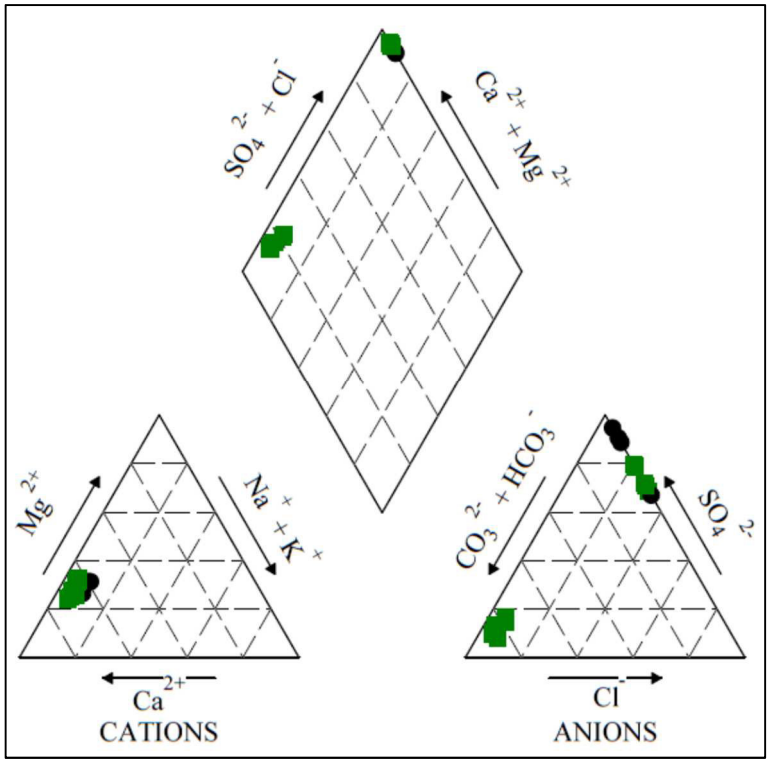


Figura 9. Rappresentazione grafica ternaria (diagramma di Piper) delle specie ioniche più importanti: Na, K, Ca, Mg, HCO3, CO3, SO4, Cl delle acque dei pozzi e dei piezometri. Quadrati verdi: pozzi e piezometri nella piana di Stabio-Gaggiolo. Cerchi neri: piezometri GED2, 3 e 5.

Le composizioni delle acque dei pozzi di Cantello e quelle del pozzo AMS di Stabio non si discostano sensibilmente fra loro, a conferma dell'alimentazione comune delle captazioni.
Le acque dei piezometri nella zona della discarica sono invece mediamente più ricche di Solfati e di Calcio rispetto a quelle circolanti nella Piana di Stabio-Gaggiolo.

Queste differenze possono essere legate alla litologia della zona di provenienza dell'acqua oppure collegate alla presenza delle discariche.
Da notare la differenza delle acque di GED4, simili alle altre dei pozzi ma non a quelle dei piezometri nella zona della discarica, che può indicare un ridotto scambio di acqua fra la zona delle discariche e l'adiacente territorio di Cantello.

6.6.3. Caratterizzazione delle acque

Le analisi delle acque prelevate nella zona della discarica e quelle dei pozzi (Cantello e AMS Stabio) sono state caratterizzate in base al D.Lgs. 152/2006 tab. 2 all. 5 Parte IV e all'OPac. I dati analitici dei pozzi si riferiscono al mese di aprile 2014 (Cantello) e dicembre 2015 (AMS), mentre quelli dei piezometri sono la media delle analisi eseguite fra il 205 e il 2015.

La tabella viene presentata in allegato.

7. Discarica ex-Miranco

7.1. Storia della discarica

La discarica Miranco, ubicata presso il lato Est della particella no. 1256 è stata in esercizio fra il 1956-58 e il 1972; la sua chiusura è avvenuta dopo l'incendio del 28 maggio 1972. La discarica consisteva in due grandi fosse non impermeabilizzate, con volume di circa 12'000 m^3, nelle quali sono stati depositati residui bituminosi, fanghi, ecc. provenienti dalla raffineria Miranco. Prima della sua chiusura definitiva, nella discarica sono confluiti i rifiuti accumulati negli anni lungo il Torrente Gaggiolo e quelli di altre strutture industriali chiuse. Fra il 1988 e il 2008 sono state eseguite numerose campagne di indagine in funzione del risanamento del sito, effettuato in due tappe fra il 2008 e il 2010 (cfr. "*Rapporti della Comunità di Lavoro EcoRisana-geolog.ch SA del 23 giugno 2009 e del 4 novembre 2010*»).

La particella no. 1256 del Comune di Stabio (discarica ex-Miranco risanata) è iscritta nel catasto dei siti inquinati e potenzialmente tali del Cantone Ticino (Osservatorio ambientale della Svizzera italiana, www.ti.ch/oasi) con il numero 626d5 (cfr. Figura 5), quale sito inquinato che deve essere sorvegliato.

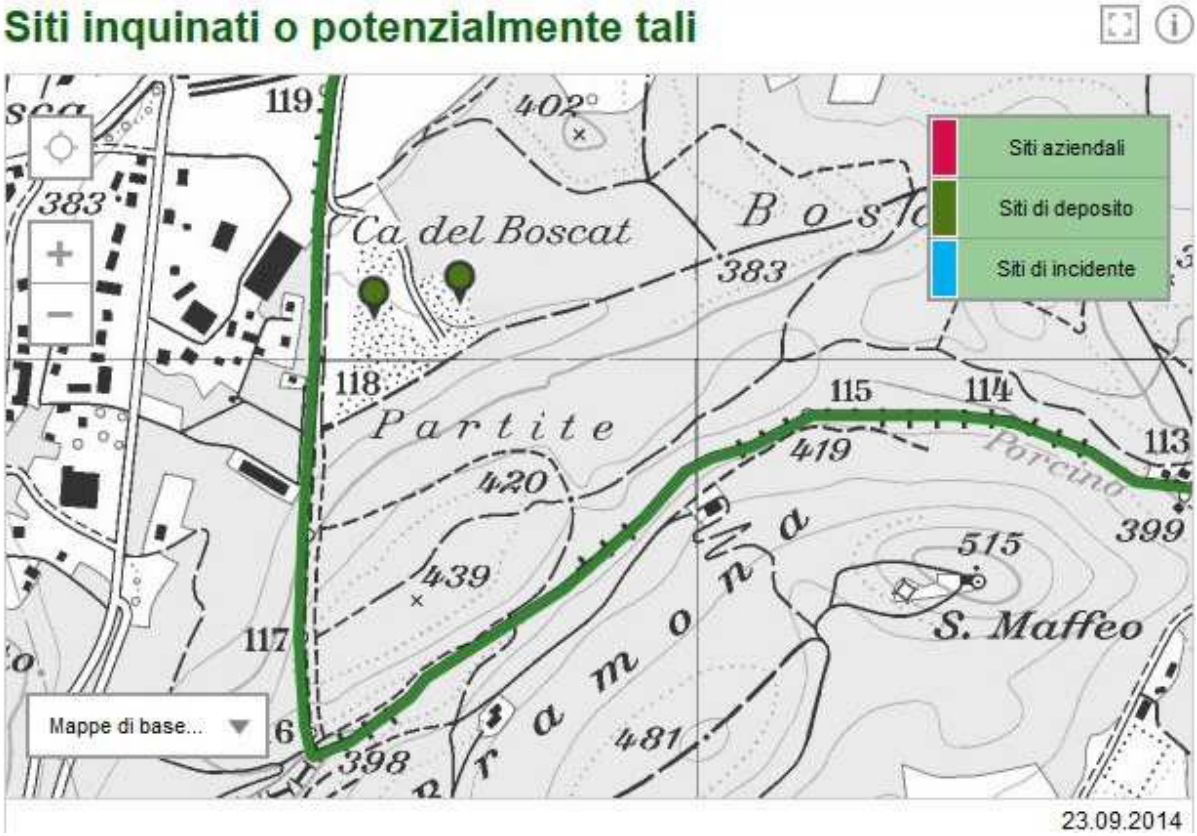


Figura 10. Estratto da banca dati Oasi del catasto dei siti inquinati e potenzialmente tali (www.ti.ch/oasi), relativo alla particella no. 1256 del Comune di Stabio.

7.2. Contaminazione

La presenza delle sostanze inquinanti è da ricondurre al materiale depositato nella discarica Miranco e successivamente "migrato" nel terreno naturale. In particolare (cfr. Relazione 2009):

- **zona 6-14 m**: sedimenti alluvionali e fluvio-glaciali contaminati a seguito della percolazione del materiale presente nella discarica prima del risanamento. Le sostanze contaminanti si muovono nella porosità, che viene variamente saturata. La concentrazione di contaminante è in relazione alla composizione della matrice del sedimento e dal suo grado di addensamento.
- **Zona 14-21.5 m**: sedimenti prevalentemente glaciali, compatti, debolmente inquinati, per percolazione verticale e "pompaggio" del surnatante da parte della falda.
- **Zona 21.5-25 m**: orizzonte con prevalenza di sedimenti alluvionali grossolani sciolti, con porosità saturata da acqua + surnatante che galleggia sulla falda. Il surnatante viene spostato verticalmente dall'oscillazione della falda (interfaccia saturo-non saturo) che supera in ampiezza 10 metri (cfr. Cap. 6.4.3).

7.3. Risanamento

Nella **tappa 1** del risanamento attuato fra l'estate 2008 e l'inverno 2009, è stata asportata l'intera massa di rifiuti presente nelle due fosse (Tabella 4) con un volume compatto di circa 11'800 m^3 e a una massa di 23'810 t. La superficie scavata è di 4'311 m^2 e la profondità media è di 2.7 m e massima di 8 metri.

	Quantità totali prima del risanamento	**Asportati**	**Ancora presenti dopo il risanamento**	
Terreno inquinato	48'110 t	23'810 t	24'300 t	50.5 %
Idrocarburi C10-C40	576'000 kg	510'000 kg	66'000 kg	11 %
PCB (totali x 4.3)	175 kg	168 kg	7 kg	4 %
PAK	725 kg	725 kg	<1 %	
Piombo	15'600 kg	15'600 kg	<1 %	
Zinco	9'800 kg	9'800 kg	<1 %	

Tabella 4. Quantità delle sostanze presenti e rimosse durante il risanamento (tappa 1)

La frazione rimossa rappresenta più del 90% delle sostanze depositate. Restano in posto ancora circa 24'000 t di terreno naturale contenente una contaminazione diffusa dovuta alla percolazione verticale e orizzontale di inquinanti provenienti dal corpo della discarica (cfr. tabella 5) e quella trasportata dal surnatante che galleggia sulla falda.

Nella **tappa 2** è stato effettuato un approfondimento di indagine idrogeologica e un controllo della qualità delle acque sotterranee tra la ex discarica Miranco ed il pozzo di Stabio. A conclusione dell'intervento è stata impermeabilizzata la superficie delle fosse allo scopo di limitare il dilavamento del terreno naturale inquinato ancora presente in loco. Inoltre, è stato predisposto un sistema di gestione delle acque superficiali.

7.4. Potenziale di pericolo

Le sostanze inquinanti ancora presenti nel sedime della ex-discarica Miranco sono:

- terreno contaminato da differenti tipi di sostanze inquinanti, con massa stimata di circa 24'000 t e concentrazioni puntuali di 10-20 g/kg (C_{10}-C_{40}).
- Circa 1 m^3 (corrispondente a una superficie di circa 800 m^2) di sostanze organiche sotto forma di surnatante che si sposta sulla falda.

L'analisi di rischio ha stabilito che il terreno inquinato e il surnatante presenti ancora in loco non rappresentano più un pericolo per l'ambiente circostante. Il rischio residuo è quindi sopportabile e, di conseguenza, non è più necessario effettuare un risanamento diretto delle acque sotterranee e del terreno naturale inquinato. E' però necessario continuare la sorveglianza della qualità delle acque sotterranee.

7.5. Analisi chimiche di terreno e acqua

Nel sondaggio STA T3/2 la SPAAS ha prelevato 3 campioni di terreno a scopo analitico, alla profondità di 10-11 m, 17-18 m e 23-24 m.
Alla stessa profondità sono stati prelevati i campioni per le prove geomeccaniche.
I risultati delle analisi chimiche (cfr. Tabella 5) mostrano concentrazioni di idrocarburi C_{10}-C_{40} paragonabili a quelle misurate nel sondaggio MIR13, situato a pochi metri di distanza da T3/2. La quota di partenza di MIR13 corrispondeva al fondo delle fosse, cioè a -4 m rispetto a T3/2.

Campione	T3/2 - 1	T3/2 – 2	T3/2 - 3
Profondità	10-11 m	17-18 m	23-24 m
C_{10}-C_{40} [mg/kg]	5'400	400	1'200
PCB (totali) [mg/kg]	0.67	0.44	0.29
Eluato C_{10}-C_{40} [µg/l]	<0.4		<0.4
Eluato –PCB [µg/l]	1.3		2.6

Tabella 5. Sintesi delle analisi dei campioni prelevati il 20 giugno 2014 (dati SPAAS).

Le concentrazioni di PCB nei campioni di terreno sono inferiori al limite per materiale inerte. Le concentrazioni di idrocarburi C_{10}-C_{40}, misurate nel terreno variano tra 400 e 5'400 mg/kg, superando nell'ultimo caso il limite per le discariche reattore.
I test di eluizione non hanno mostrato la presenza di idrocarburi, mentre sono state misurate concentrazioni rilevabili di PCB (1.3-2.6 µg/l), paragonabili a quelle misurate nei campioni di acqua prelevati al centro della zona inquinata (MIR1, MIR3).

7.6. **Attuali oneri di sorveglianza**

Dal luglio 2009 al giugno 2014 vengono eseguite 6 campagne di prelievo e analisi delle acque nei piezometri attorno alla discarica. Nel periodo luglio 2012-luglio 2015 sono previste in totale 9 campagne all'anno. Finora la ditta EcoRisana SA ha effettuate le campagne 08-09.10.12, 13-14.02.12, 04-09-15.07.13, 06-07.11.13, 17.02.2014, 12.06.2014.

8. Caratteristiche geomeccaniche dei terreni

Nei sondaggi STA T3/1 e STA T3/2 sono state eseguite rispettivamente 12 e 9 prove SPT, oltre a 5 prove DMT con il dilatometro Marchetti in STA T3/1 (cfr. **Figura 12** e **Figura 12**).

8.1. Prove SPT (Standard Penetration Test)

La prova penetrometrica standard (SPT) viene eseguita per mezzo di un campionatore, fatto penetrare nel terreno tramite l'energia impressa dalla ripetuta caduta di un maglio con massa di 63,5 kg, rilasciato dall'altezza di 76 cm. La prova viene eseguita partendo dal fondo di un foro di sondaggio con inizio alla profondità desiderata.
Come nel caso di ogni prova indiretta, le indicazioni ricavate dai test SPT vanno considerate con la dovuta prudenza. I valori di N_{spt} nelle ghiaie possono essere sovrastimati a causa della presenza di ciottoli e blocchi (valori di SPT>50).
Nel caso in oggetto l'andamento deli valori di NSTP in funzione della profondità sono abbastanza coerenti con la situazione stratigrafica riscontrata per cui questi parametri possono essere ritenuti rappresentativi.

8.1. Dilatometro Marchetti

Il dilatometro Marchetti (DTM) consiste in una lama piatta di acciaio che viene infissa nel fondo del foro di sondaggio e successivamente deformata mediante aria compressa. Questo strumento viene utilizzato per la misura delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni sciolti fini. Le prove (cfr.
Figura **11**) sono state eseguite nelle sabbie a partire dalla profondità -22.45 m, fino a circa -23.00.

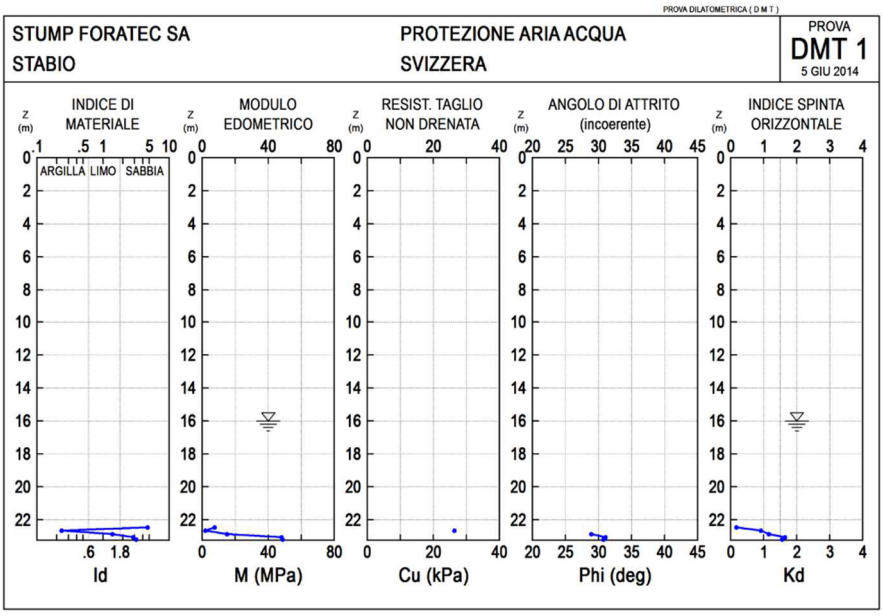


Figura 11. Rappresentazione grafica dei risultati delle prove DMT.

L'elaborazione delle prove DMT fra -23.0 e -23.3 m fornisce un modulo di assestamento (M) pari 50 MPa. Questo risultato, seppur localizzato e limitato a un solo orizzonte stratigrafico, conferma il sovraconsolidamento parziale dovuto al carico del ghiacciaio, desunto dalle prove edometriche.
In considerazione della profondità di misura (circa 23 m dal piano campagna) e dalla posizione del sondaggio, discosto rispetto al riempimento della 2ª tappa, è infatti improbabile che il precarico della discarica esistente possa in qualche modo avere consolidato la sabbia.

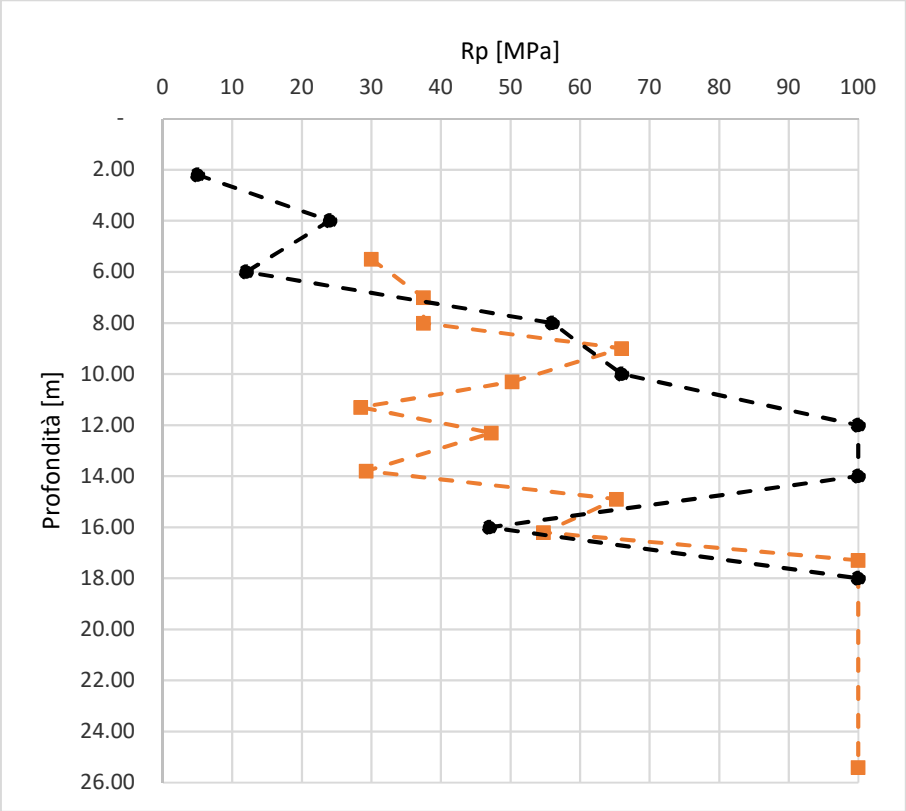


Figura 12. Valori di N_{spt} in funzione della profondità nel sondaggio STA-T3-2 (curva nera) e nel sondaggio STA-T3-1 (curva arancione).

8.2. Campioni e prove di laboratorio

I campioni di materiale prelevati dal sondaggio STA T3-2 (T3-2/1, T3-2/2 e T3-2/3) sono stati sottoposti in laboratorio a prove edometriche per determinare le caratteristiche di deformabilità del materiale e la riduzione di porosità dovuta al carico (cfr. Tabella 6).

Questo parametro è in relazione alla quantità di sostanze inquinanti che potrebbero essere spostate dal sito inquinato.

8.3. Modalità esecutive

Normalmente le prove edometriche vengono eseguite su campioni di terreno pulito. Nel caso in oggetto si trattava di materiale contaminato da idrocarburi, PCB, ecc. (cfr. Capitolo 7), la cui presenza avrebbe potuto falsare la misura. Prima di sottoporre i campioni alle prove è stato perciò necessario analizzare la composizione del riempimento della porosità e lavare il materiale con solventi appropriati. Questa serie di operazioni ha completamente rimaneggiato i campioni che non è perciò stato possibile "testare" in condizioni naturali, ma solo nel loro stato finale.
A seguito di ciò, nell'analisi geomeccanica si distingue tra le condizioni di deformabilità dei terreni rimaneggiati e le loro caratteristiche naturali, quelle cioè corrispondenti alla profondità di campionatura e alle condizioni di sovraconsolidamento dovuto al carico glaciale.

8.4. Interpretazione dei dati

Nel precedente rapporto del 2 novembre 2011 sono state descritte le prove eseguite nei sondaggi eseguiti fra il 2007 e il 2009 (sondaggio GED5), in base alle quali erano stati stimati preliminarmente i parametri geotecnici del terreno (cfr. Tabella 5 del documento citato). Le nuove indagini hanno permesso di affinare questi parametri, integrati con i risultati delle prove in laboratorio.

8.5. Stima del modulo di assestamento

L'assestamento dei terreni sottoposti ad un aumento del carico è controllato dal modulo di assestamento (Me o M) che definisce lo schiacciamento irreversibile di 1 metro di terreno sottoposto ad un carico unitario. L'assestamento di esprime quindi in:

$$S = \Delta\sigma \bullet z / Me$$

S, z [m]; Me [MPa]; $\Delta\sigma$ [MPa]

La misura del modulo Me può essere eseguita in laboratorio solamente su materiali granulari con diametro <2 mm. Se il terreno contiene ghiaia o blocchi non è possibile eseguire una misura diretta, ad eccezione del primo metro sotto la superfice mediante la prova edometrica con piastra. In questi casi il modulo deve quindi essere stimato tenendo conto dei seguenti fattori:

- comportamento della parte fine, < 2mm (mediante edometro);
- grado di addensamento (p.es. mediante prove di penetrazione SPT o DMT);.
- grado di compattazione dovuto al peso del terreno soprastante o del ghiacciaio;

- contenuto in ghiaia e blocchi (effetto del contatto reciproco dei componenti grossolani).

L'effetto determinato dalla componente grossolana (>2 mm) sul comportamento dei terreni è parzialmente noto, anche se non è del tutto chiara la sua effettiva importanza in quanto l'influsso non è direttamente misurabile. Gli studi più recenti evidenziano comunque un influsso positivo sulla resistenza al taglio indotta dalla componente grossolana del materiale (cfr. Figura 13).

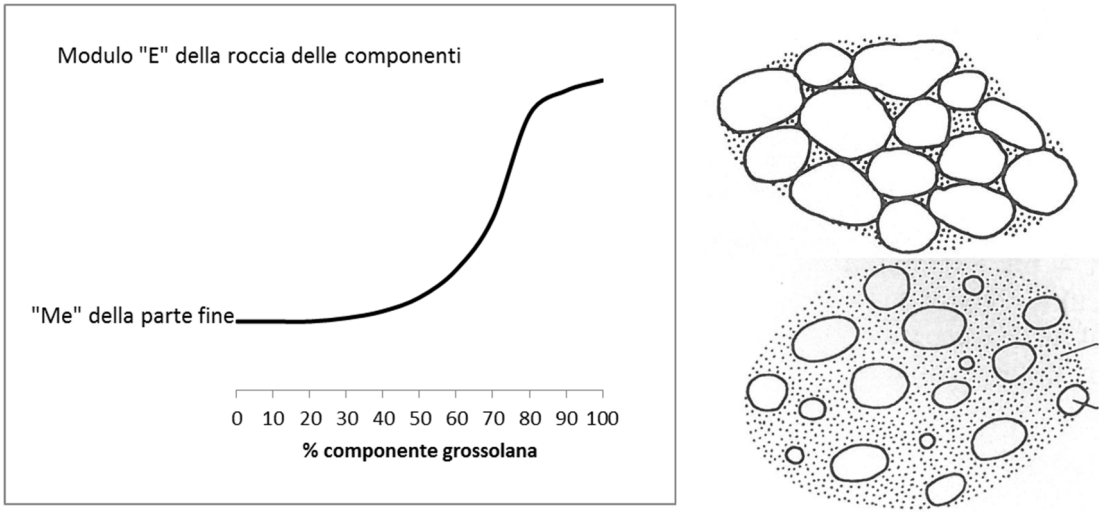


Figura 13. Effetto teorico della presenza di componenti grossolane (ghiaia, ciottoli e blocchi) nel sedimento. (da: *Lang & Huder, 2003*, modificato).

In presenza di un contenuto pari al 35-40 % di frazione granulometrica >2 mm, il comportamento del terreno è simile a quello della parte fine, compreso il suo eventuale preconsolidamento. Oltre il 40% di frazione grossolana, aumentano i contatti tra i clasti (ghiaia, ciottoli, blocchi) fino al contatto completo degli elementi grossolani medesimi. In queste condizioni la frazione fine (<2 mm) va ad occupare solo gli interstizi rimasti e l'insieme del terreno manifesta un comportamento essenzialmente elastico (deformazione in parte reversibile), simile a quello della roccia costituente le parti grossolane.
In aggiunta a questo comportamento che dipende dalle loro caratteristiche granulometriche, i terreni interessati dalla Tappa 3 hanno subito un consolidamento dovuto al carico esercitato dagli strati soprastanti e, limitatamente ai sedimenti glaciali, un'ulteriore compattazione dovuta al passaggio dei ghiacciai.
Occorre pure considerare che la discarica esistente (Fase 2 del riempimento) ha sicuramente prodotto un "precarico" in questa zona, causando degli assestamenti supplementari sommatisi a quelli naturali già citati (peso proprio e carico glaciale), che si sono già sviluppati nel tempo.
Nella modellizzazione di questa situazione relativamente complessa sono stati introdotti i seguenti fattori di correzione, che sono favorevoli al risultato del calcolo:

- precarico esercitato dalla Tappa 2, non considerato;
- rimaneggiamento dei campioni (cfr. Capitoli 8.2 e 8.3) prima dell'esecuzione delle prove edometriche, considerato.

I valori del modulo Me ricavati dalle prove edometriche (cfr. Tabella 6) corrispondono a quelli dei terreni completamente sciolti e privi della componente grossolana. Il primo nello stato naturale (alla propria profondità), il secondo in seguito al sovraccarico massimo del rilevato di ripiena. Questi risultati corrispondono quindi alla parte sinistra del grafico della Figura 13. L'estremità destra tende verso il modulo elastico della roccia della quale sono composti la ghiaia, i ciottoli e blocchi.

Campione numero	Profondità [m]	Componente granulometrica > 2mm	Me naturale [MPa]	Me con sovraccarico [MPa]	K1	K2	Me stimato (prima del sovraccarico del rilevato [MPa]
T3-2/1	10-11	65	19	52	1.5	10	300
T3-2/2	17 - 18	60	19	47	2	10	400
T3-2/3	23 - 24	65	22	52	2	10	440

K1: Fattore di correzione stimato per presenza di parti grossolane
K2: Fattore di correzione stimato per sovraconsolidamento glaciale

Tabella 6. Valori del modulo Me calcolato per i terreni completamente sciolti e privi della componente grossolana, allo stato naturale, alla propria profondità (con sovraccarico strati soprastanti), il secondo in seguito al sovraccarico massimo del rilevato di ripiena.

È lecito supporre che i terreni composti da sabbia e ghiaia poco limose siano interamente drenati, per cui il carico supplementare si applica immediatamente, senza processo di consolidazione.
Nel caso invece di depositi glaciali o, più in generale, con importanti tenori di argilla e limo, l'acqua contenuta nei pori o i prodotti volatili degli inquinanti verrebbe espulsa solo lentamente.

8.6. Parametri geomeccanici disponibili

Nella Tabella 7 sono riportati i parametri geomeccanici ricavati dalle varie prove o stimati.

Terreno	Descrizione	N_{SPT} [colpi]	q_c [Mpa]	D_r [%]	γ [kN/m^3]	Φ [°]	c' [kN/m^2]	Me [MPa]
1	Copertura riportata rilassata	10-15	<10	<20	1.9	32	0	(*)
2	Ghiaia fluvio-glaciale	20-25	11-13	50-65	2.0	35	0	
3	Cappellaccio di alterazione	>100	25-30	100	2.1	25	10	----
4	Roccia del substrato (siltite, arenaria)	>100	35-40	100	2.5	25	20-30	

(*) Vedi Capitolo 8.5.

Tabella 7. Sintesi dei parametri geomeccanici.

9. Influenze del progetto di discarica – Tappa 3

9.1. Implicazioni del progetto

Il progetto di Tappa 3 di riempimento della Discarica di Stabio prevede la copertura totale della particella no. 1256 – RFD Stabio, dove si trova la discarica ex-Miranco risanata. Lo spessore massimo del materiale di riporto è di 30 metri.

9.2. Effetti del carico

Si prevedono i seguenti effetti del riempimento:

- Assestamento dell'area caricata dal riempimento, con probabile distribuzione irregolare dei cedimenti;
- Possibile danneggiamento dell'impermeabilizzazione (tappetino bentonitico) delle fosse della discarica ex-Miranco;
- Riduzione della porosità del materiale "naturale" inquinato presente sotto le fosse della ex-discarica Miranco, con conseguente espulsione di una parte delle sostanze contenute nella porosità medesima;
- Distruzione dei punti di misure delle acque a seguito del seppellimento dei piezometri sotto il riempimento.

9.3. Calcolo previsionale degli assestamenti

I risultati delle prove edometriche consentono di stimare l'assestamento del terreno sotto la nuova ripiena, assumendo un valore conservativo del carico di 800 kPa, derivante dal sovraccarico artificiale (spessore massimo del nuovo riempimento = 30 metri). La stima degli assestamenti si basa su un modello che prevede la suddivisione del terreno in 6 strati (cfr. Tabella 8), caratterizzati come segue:

- limite del terreno inquinato;
- quota normale della falda freatica;
- terreni che hanno verosimilmente subito un precarico dai ghiacciai;
- roccia in posto (incompressibile).

La parte superficiale (spessore = 4 m) non ha subito nessun tipo di sovraconsolidamento in quanto depositata negli ultimi 4 anni durante il risanamento della discarica Miranco. In questo strato si concentrerebbe la maggior parte dell'assestamento.

No	Quota super.	Spessore [m]	Profondità media [m]	Caratteristiche granulometriche	rapporto z/b (prof/imposta)
1	380	4	2	Riempimento artificiale	0.04
3	376	8	8	Deposito glaciale compatto	0.16
3	368	5	14.5	Deposito alluvionale sciolto	0.3
4	363	4	19	Deposito glaciale compatto	0.4
5	359	5	23.5	Misto alluvionale e glaciale. Sabbie	0.5
6	354	>20	30	Roccia in posto, siltiti massicce.	0.6

Tabella 8. Suddivisione verticale dei terreni sotto la discarica nella zona di carico massimo.

Il carico supplementare diminuisce con la profondità in base a una distribuzione complessa che può essere calcolato in base alla teoria di Boussinesq.
Nella Tabella 9 è riportata la stima degli assestamenti prevedibili alla base del rilevato, che corrisponde approssimativamente all'attuale piano campagna della discarica ex-Miranco risanata. Oltre agli assestamenti della base del rilevato, è stata implementata la stima della distribuzione in profondità del supplemento di carico.

	Quota sup. [msm]	Spess. [m]	Prof media [m]	Rapp. z/b (*)	Coeff. Riduz.	Carico suppl. alla media [MPa]	Me stimato (primo carico)	Assestam. parziale [m]	Assestam. totale (sotto a rilevato) [m]
1	380	4	2	0.04	0.95	0.76	20	0.144	
3	376	8	8	0.16	0.7	0.56	280	0.011	
3	368	5	14.5	0.3	0.56	0.45	300	0.004	
4	363	4	19	0.4	0.47	0.38	380	0.002	
5	359	5	23.5	0.5	0.41	0.33	400	0.002	
6	354	20 (>)	30	0.6	0.36	0.29	1000	0.002	**0.17**

(*) Rapporto z/b: profondità/imposta

Tabella 9. Stima degli assestamenti prevedibili alla quota corrispondente alla base del rilevato e stima della distribuzione in profondità del supplemento di carico.

9.4. **Sovraccarico glaciale**

Il carico verticale esercitato dai ghiacciai è pari a 10 kPa per ogni metro di spessore, ma non si conosce con esattezza lo spessore totale del ghiaccio in questa zona, che poteva variare fra 50 e 150 metri. Lo spessore massimo di terreno riportato è di 30 metri, equivalente circa a 60 m di ghiaccio. Nel caso in cui questo spessore sarà raggiunto sopra ai terreni glaciali sovraconsolidati, il sovraccarico del nuovo riempimento costituirà un ricarico, senza però rappresentare un carico primario.

Vista però l'incertezza circa lo spessore del ghiacciaio in questa zona, si propone un'analisi di sensibilità sulla base del rapporto tra il valore Me risultante da un carico primario e Me' dal ricarico.
Il valore "1" (cfr. Figura 14) in ascissa corrisponde alla situazione senza precarico glaciale; il valore "10" corrisponde al rapporto usuale Me'/Me, cioè quando il nuovo carico non supera quello già subito a causa del ghiacciaio. I primi 4 m sotto al rilevato sono considerati non precaricati (riempimento recente).

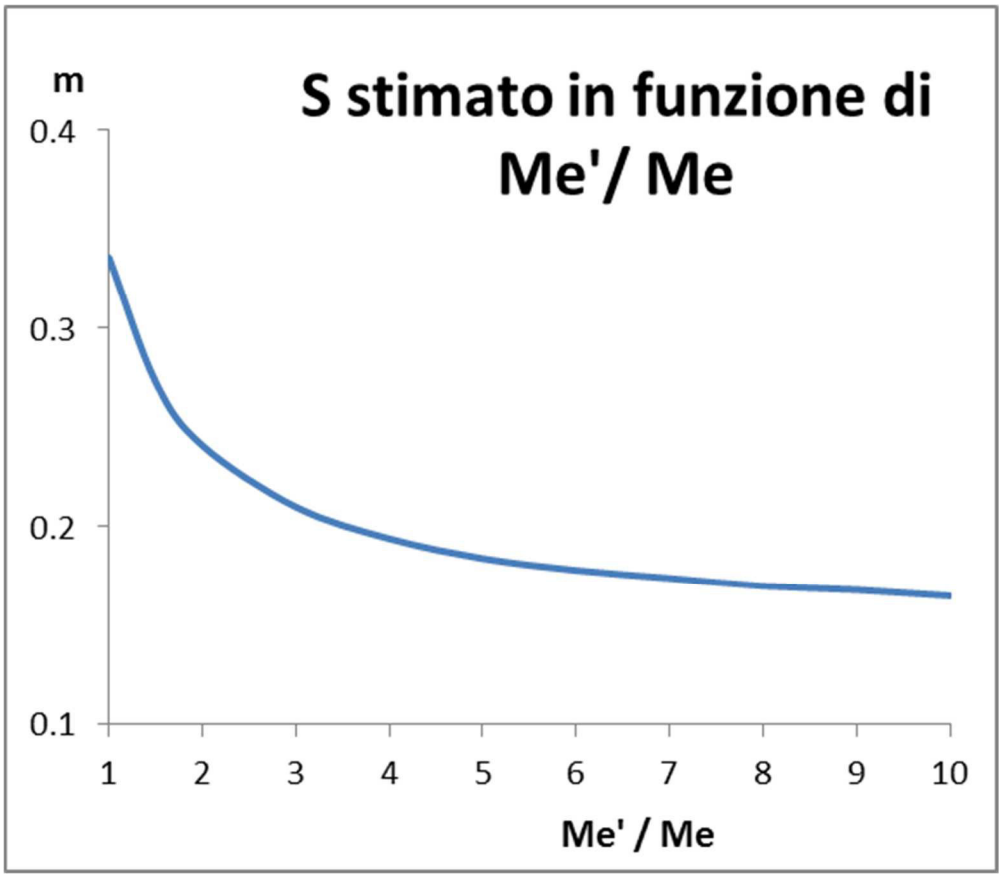


Figura 14. Variabilità dell'assestamento prevedibile nel caso in cui lo stato di sovraconsolidamento corrispondente non sia interamente raggiunto nei terreni glaciali.

9.5. Assestamento prevedibile all'interno del rilevato di ripiena

L'assestamento che si svilupperà all'interno del corpo della discarica dipenderà dal tipo di materiale depositato, dal suo grado di addensamento e dalla sua densità. Quest'ultima, trattandosi di materiale inerte misto, si presume sia nell'ordine di 2-2.3 t/m^3 (20-23 kN/m^3).
L'esperienza mostra che questo genere di ripiena se composta da materiale granulare prevalentemente grossolano e quindi ben drenata, presenta assestamenti propri di 1-2 cm per ogni metro di spessore.

Nel caso in oggetto, assumendo uno spessore di 30 metri, si può stimare un assestamento proprio di 0.3-0.6 m. Se il riempimento dovesse contenere elementi organici, l'assestamento potrebbe essere superiore.

9.6. Espulsione dell'inquinante dovuto al carico supplementare

La misura di variazione di indice dei vuoti permette di risalire alla variazione di porosità e quindi del volume sottratto in relazione a uno specifico carico. In base a questa valutazione è possibile stimare il volume del fluido "espulso" dalla zona inquinata.

9.6.1. Valutazione del cambiamento delle porosità

Nella valutazione della riduzione della porosità, sono state considerate le seguenti semplificazioni:

- si considera unicamente la componente fine (che controlla prevalentemente la porosità efficace), di cui si conosce il comportamento tramite le prove di laboratorio.
- Si trascura il sovraconsolidamento dovuto al carico glaciale, ma si tiene conto del preconsolidamento dovuto alla profondità alla quale si trovano i terreni.
- Non si considera la riduzione del carico in profondità (considerato invece nella stima dell'assestamento), che si assume costante (800 kPa) fino al substrato roccioso incompressibile.

I risultati delle misure edometriche mostrano che la variazione di porosità dovuta al carico supplementare della nuova discarica è inferiore a quanto stimato inizialmente (cfr. rapporto geolog.ch SA del 1 novembre 2011). In base alle presenti valutazioni la diminuzione di porosità è pari a 0.02 (2%). Il volume di terreno inquinato suscettibile di espellere fluidi è dell'ordine di 12'000 m^3, per cui assumendo una variazione di porosità del 2%, il volume potenzialmente espulso è di 240 m^3.
La Tabella 10 riporta i dati relativi agli indici dei vuoti, e quindi di porosità, nelle condizioni naturali di carico e con il precarico massimo.

	Prof. [m]	Carico naturale effettivo [kPa]	Suppl. massimo di carico [kPa]	Carico risultante [kPa]	Me naturale [MPa]	Me con sovraccarico [MPa]	Variazione indice dei vuoti	Variazione porosità (*)
C1	10-11	200	800	1'000	19	52	0.44-0.40	0.020
C2	17-18	350	800	1'150	19	47	0.44-0.41	0.015
C3	23-24	400	800	1'200	20	52	0.36-0.34	0.011

(*) Vedi grafico

Tabella 10. Indici dei vuoti porosità nelle condizioni naturali di carico e con il precarico massimo.

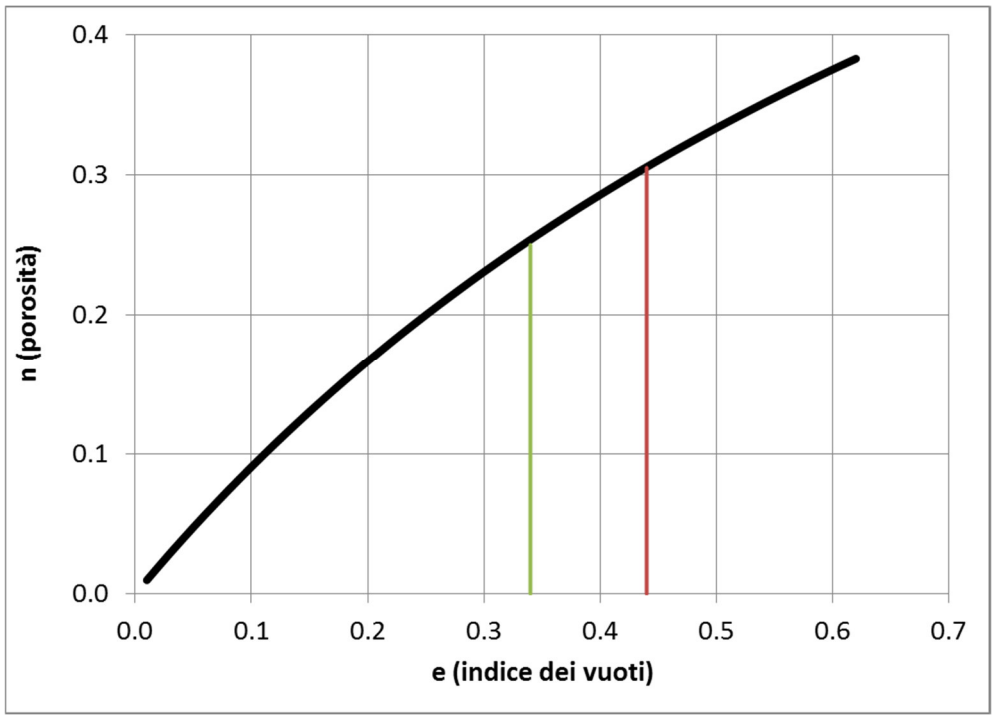


Figura 15. Variazione della porosità massima ricavata dalle prove edometriche sulla frazione < 2 mm dei campioni prelevati nel sondaggio STA-T3-2.

10. Analisi del rischio

10.1. Premessa

In base ai risultati delle nuove indagini l'effetto del carico causerà, nella peggiore delle ipotesi, degli effetti limitati. A titolo prudenziale è stata comunque implementata l'analisi semi-qualitativa del rischio di mobilizzazione delle sostanze presenti nel terreno. L'analisi considera la modifica dell'attuale situazione di "quasi-equilibrio" per quanto attiene alla dinamica di spostamento delle sostanze inquinanti a causa dell'applicazione del carico supplementare della Tappa 3.

10.1. Scenario di rischio

Lo scenario preso in considerazione prevede quanto segue:

a) Aumento della concentrazione di inquinante nell'acquifero sotto la discarica a seguito dell'espulsione di parte delle sostanze intrappolate nella porosità dei sedimenti per effetto del sovraccarico della Tappa 3.
b) Cambiamento nella situazione idrogeologica locale dovuta al sovraccarico che potrebbe accelerare il movimento dell'acqua sotterranea.

I risultati dell'analisi consentono di valutare qualitativamente se sussiste o meno un aumento di pericolo per le captazioni ad uso potabile AMS di Stabio, situato a valle flusso rispetto alla discarica.
Per quanto attiene i pozzi di Cantello, queste captazioni si trovano a monte-flusso rispetto alla zona delle discariche. Senza nuove informazioni, un'eventuale estensione dell'analisi del rischio a questi oggetti non avrebbe molto senso.

10.2. Valutazione del rischio

10.2.1. Condizioni al contorno

Contaminazione

In base alla relazione sul risanamento della discarica ex-Miranco (cfr. Rapporto Ecorisana SA, geolog.ch SA del novembre 2010), rimangono in posto:

- 66'000 kg di idrocarburi C_{10}-C_{40}
- 7 kg PCB
- 1 m^3 di surnatante distribuito su una macchia di 800 m^2.

Ad eccezione del surnatante, le altre sostanze sono intrappolate nella porosità dei terreni (stimata in circa 20%) fra 3 e 25 m di profondità. Queste sostanze si presentano in forma semifluida, mescolata ad acqua in forma solubile e in sospensione in forma non solubile.

Situazione idrogeologica

Nella zona contaminata, la falda oscilla fra 366.7 e 356.5 ms.m. (ΔH circa 10.20 m). In base a un gradiente medio di 0.0012 (2013-2014) e a una permeabilità di $1.25*10^{-3}$ m/s (si considera il valore più alto misurato), la velocità apparente media è di circa $1.5*10^{-6}$ m/s, cioè 0.13 m/giorno.

In funzione della quota della falda, il flusso di acqua sotto la discarica varia fra 4 e 80 m^3/giorno ($4.5*10^{-5}$ a 10^{-3} m^3/s).

Precipitazioni e infiltrazione

La media delle precipitazioni riferita alla stazione meteorologica di Stabio (quota 353 ms.m.) per il periodo 1961-2013 è di 1515 mm[1]. L'infiltrazione media nel terreno viene stimata in circa il 30% del totale, cioè 460 l/m^2.

10.2.2. Effetto del carico

Espulsione dell'inquinante

I terreni che contengono le sostanze inquinanti sono caricati con un sovraccarico che produce una variazione di porosità del 2%. A seguito di ciò si verifica potenzialmente un'espulsione di parte dei fluidi contenuti nella porosità e omogeneamente distribuiti nel materiale. Il 65% circa sono contenuti nel terreno interessato dalla fascia di oscillazione della falda e può quindi essere dilavato dal flusso di acqua sotterraneo.

Inquinante	**Totale presente**	**Quantità mobilizzabile**	**Quantità nella fascia di oscillazione della falda**
C_{10}-C_{40}	66'000 kg	1'320 kg	860 kg
PCB	7 kg	0.14 kg	<100 g
Surnatante	1 m^3	---	---

Tabella 11. Stima della quantità di inquinante che può essere espulso e mobilizzato a seguito del aumento di carico della Tappa 3.

Danneggiamento dell'impermeabilizzazione

Il carico verticale derivante dalla Tappa 3 alla quota dell'impermeabilizzazione è considerato pari a quella agente alla superficie. In queste condizioni l'integrità del tappetino bentonitico non è garantita.

Il danneggiamento di quest'ultimo aumenta la possibilità di infiltrazione dell'acqua piovana nell'area della ex-discarica Miranco, accentuando la possibilità di dilavamento delle sostanze inquinanti. La doppia barriera posata in fase di risanamento, consistente

[1] *Dati Istituto di Locarno Monti.*

nel citato tappetino bentonitico e nel sottostante materiale poco permeabile di riempimento delle fosse, riduce il pericolo di dilavamento nonostante la possibile rottura di una delle barriere.
Dopo l'apertura della Tappa 3 della discarica di Stabio il grosso spessore di materiale depositato sopra la zona delle fosse ridurrà l'infiltrazione delle acque, compensando l'eventuale danneggiamento dell'impermeabilizzazione.

10.2.3. Dilavamento e trasporto nel flusso sotterraneo

La concentrazione delle sostanze potenzialmente mobilizzate è stata calcolata, assumendone il dilavamento completo dal flusso sotterraneo nella zona di oscillazione della falda. Si considera il tempo totale di rilascio delle sostanze, pari a 1 anno (intervallo di tempo minimo per un ciclo completo di oscillazione della falda).

Idrocarburi
Assumendo la dissoluzione del 10% della quantità espulsa nella zona di oscillazione della falda, il carico inquinante supplementare nell'acqua sarebbe di 0.2-0.3 mg/l.

PCB
Considerando la dissoluzione dei circa 100 g di PCB che potrebbero fuoriuscire dalla porosità nella zona di oscillazione della falda, il carico inquinante supplementare sarebbe <3 µg/l.

Surnatante. La diminuzione del 2% della porosità potrebbe teoricamente causare un aumento della superficie della macchia di surnatante. La posizione e la forma della macchia variano in funzione della situazione idrodinamica ma, a medio-lungo termine il baricentro della macchia si trova in una posizione quasi-stazionaria. In funzione di ciò, si ritiene che questa eventuale espansione non aumenti il rischio generale.

10.2.4. Cambiamento nella dinamica delle acque sotterranee

A parità di condizioni di ricarica, la circolazione delle acque nella zona satura è controllata da:

- Permeabilità (k)
- Porosità (p)
- Inclinazione della superficie dell'acqua (i)

Secondo la relazione v=k*i/p (velocità reale)

Una diminuzione del 2% della porosità induce un aumento del 10% circa della velocità reale, ma non necessariamente della velocità apparente.
Analogamente, la variazione della porosità non avrà conseguenze sulla dinamica delle acque in quanto la stessa è controllata maggiormente da altri fattori, quali il regime climatico (precipitazioni e periodi asciutti).

11. Misure di controllo e protezione

11.1. Punti di controllo delle acque

11.1.1. Punti di controllo esistenti

Su territorio svizzero si dispone di numerosi piezometri di controllo della qualità e della quota delle acque sotterranee, mentre uno solo è presente in Italia (GED4).
Attualmente è possibile, a determinate condizioni, differenziare i controlli della qualità delle acque relativi alla discarica di Stabio e quelli della ex-Miranco.
Il riempimento della Tappa 3 della discarica di Stabio causerà la distruzione di quasi tutti i punti di controllo delle acque in direzione del pozzo AMS di Stabio.
Considerate la difficoltà e i costi connessi al prolungamento di 30-40 m dei tubi piezometrici esistenti, è necessario mettere in opera 4 nuovi piezometri prima dell'inizio del riempimento.

11.1.2. Nuovi punti di controllo (Tappa 3)

La scelta della posizione dei nuovi punti di controllo delle acque è stata implementata in base alla direttiva OFEFP ("*Prélèvement d'eau souterraine en relation avec les sites pullués*"), utilizzando i dati idrogeologico conosciuti, quali profondità e oscillazione della falda, estensione dell'area inquinata, permeabilità e tipo di materiale.
La relazione utilizzata è la seguente:

$d_{max} = (2*B+0.5*L+T)/10$

dove:
L [m]: Lunghezza della discarica Miranco nella direzione di scorrimento delle acque
B [m]: Larghezza della discarica perpendicolarmente a L
T [m]: Profondità della falda in corrispondenza del centro di gravità della superficie

Il valore di L è di 50 m, B di 90 m, mentre T varia fra 3 e 13 m. Di conseguenza la distanza d_{max} varia fra 20 e 22 metri circa. La posizione dei nuovi piezometri (considerati anche i vincoli di posizione da rispettare in quanto non è possibile posizionarli su particelle non inserite nell'area di progetto) è riportata nella Figura 15.

E' stata inoltre effettuata una verifica mediante il programma TranSim2.0 che implementa un modello matematico di simulazione per valutare il trasporto di sostanze nocive nelle zone insature fino alla confluenza nella zona satura dell'acquifero e, successivamente, fino al punto di riferimento nel corso d'acqua immediatamente a valle del sito.

11.1. Verifica degli assestamenti

La verifica dei parametri calcolati è prevista per mezzo della misura degli assestamenti mediante assestimetri a piastra (cfr. Figura 18 per la posizione proposta).
Questi strumenti consentono di differenziare l'assestamento riferito alla superfice del terreno su cui poggia la ripiena da quello del corpo vero e proprio della discarica (cfr. Figura 16 e Figura 17).
Dal punto di vista esecutivo, si tratta di un'asta che raggiunge la superfice, solidale con una piastra posata alla superficie originale prima del riempimento. L'asta è protetta da un rivestimento e può essere prolungata durante l'innalzamento del rilevato di ripiena.

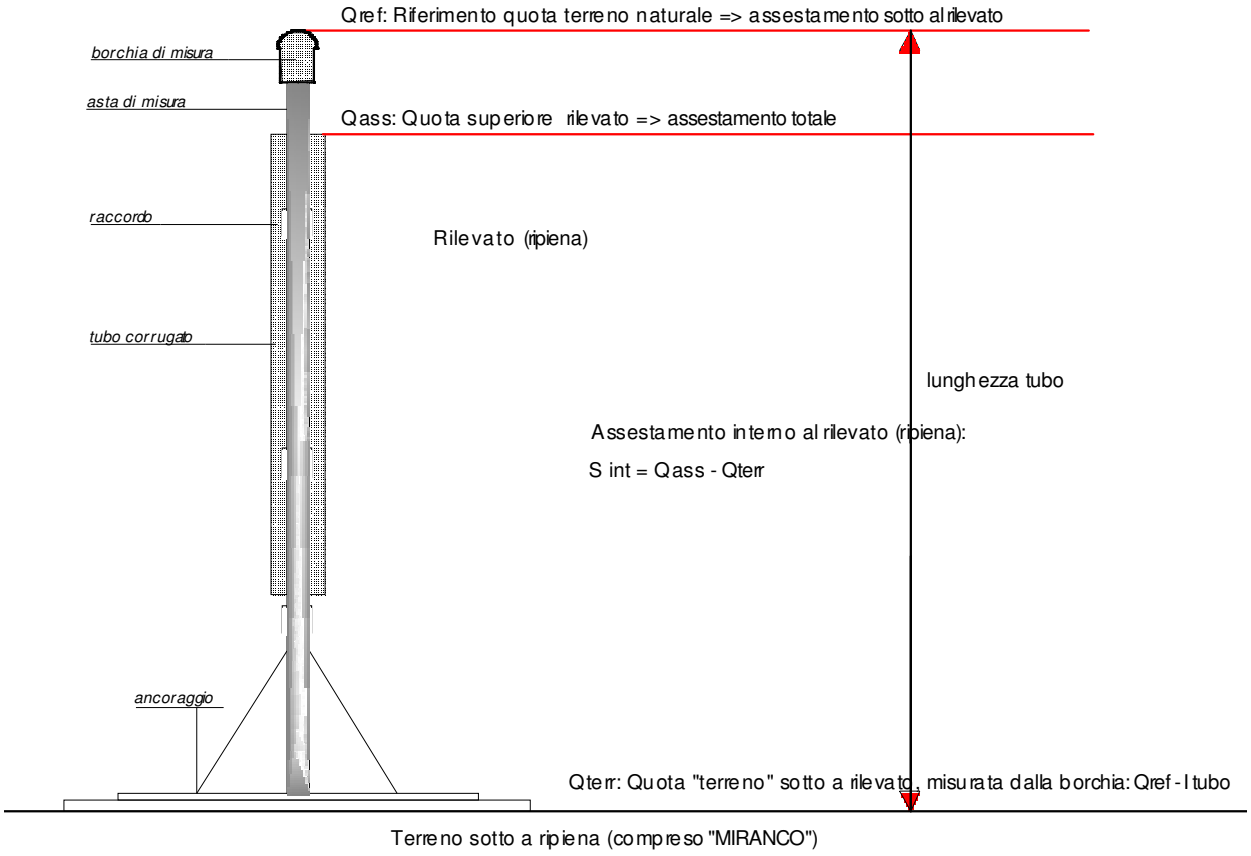


Figura 16. Schema di misura con assestimetro a piastra.

Figura 17. Esempio di posa di assestimetri a piastra, prima della messa in opera del rilevato di ripiena.

12. Riassunto delle misure di controllo e protezione da adottare

Le seguenti misure di controllo devono essere previste nell'ambito del riempimento della 3a tappa della discarica di Stabio:

Intervento	Descrizione	Fase operativa
Perforazioni	Perforazione di 4 nuovi fori geognostici, che dovranno raggiungere la base dell'acquifero. Lunghezza indicativa 25-30 m l'uno.	Prima dell'inizio del riempimento
Rete di controllo acque sotterranee	Posa di 6 nuovi piezometri di controllo delle acque sotterranee, di cui 4 in sostituzione di quelli seppelliti sotto la Tappa 3 e 2 su territorio italiano che andranno ad aggiungersi a GED4. Condividere con Comune di Cantello e con Regione Lombardia la posizione dei nuovi punti di controllo.	Prima dell'inizio del riempimento.
Campagna di controllo acque	Occorre prevedere una campagna di prelievi e analisi, che costituirà la misura iniziale. La campagna iniziale dovrà comprendere il pozzo di Cantello. E' possibile acquisire le analisi effettuate dal Comune (verificare la compatibilità dei metodi analitici). Inserire anche il pozzo di Cantello nella rete di controllo delle acque (vedi sopra per modalità).	Prima dell'inizio del riempimento.

Verifica assestamenti	Posa di 5 assestimetri per il controllo della deformazione della zona.	Prima dell'inizio del riempimento, in funzione del riempimento della Tappa 3.
Verifica dell'impermeabilizzazione	Verifica dell'integrità del telo bentonitico posato sopra la zona risanata in corrispondenza della discarica ex-Miranco. Questa prova sarà eseguita prima dell'inizio del riempimento.	Prima del riempimento
Misura della quota della falda	Spostamento in uno dei nuovi piezometri del data logger in MIR15, che sarà sepolto sotto la Tappa 3. Valutare l'opportunità di posare 3-4 misuratori di livello con data-logger in modo da monitorare la direzione di flusso anche in direzione dei pozzi di Cantello. Eseguire una prova di tracciamento con immissione in un piezometro nella zona della discarica e campionamento in Italia (p.es. immissione in GED2-3 e campionamento in GED4).	Prima dell'inizio del riempimento.

Tabella 13. Misure di controllo e protezione previste (cfr. Figura 18).

Figura 18. Situazione generale. Sono indicati di due nuovi sondaggi e i piezometri, la discarica esistente (arancione) e il perimetro della fase T3 (fucsia).

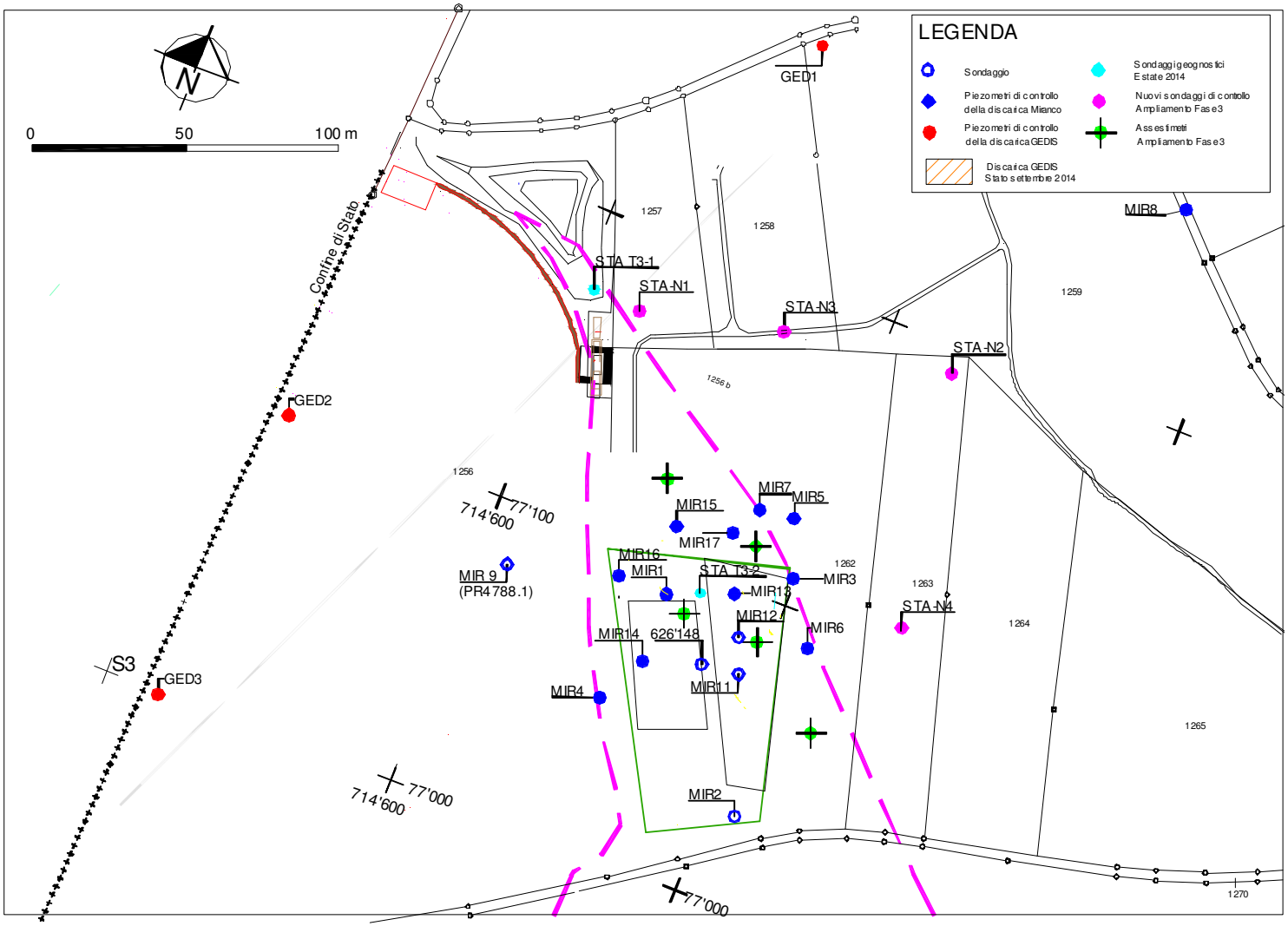
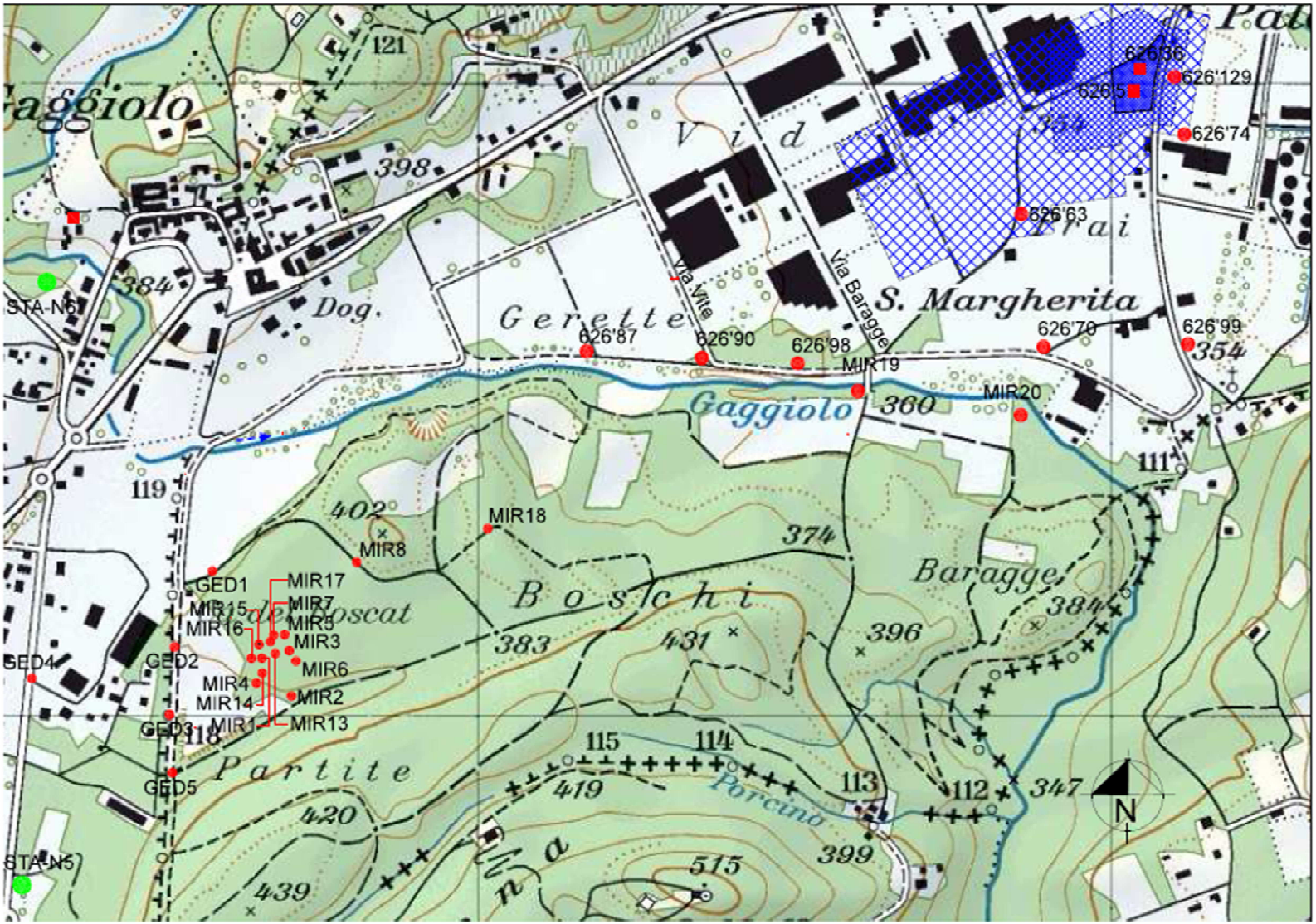


Figura 19. Situazione generale con indicata la posizione proposta dei due nuovi piezometri su territorio italiano (punti verdi marcati STA-N5 e STA-N6).



13. Conclusioni

La presente indagine di dettaglio relativa alla situazione idrogeologica-geotecnica nella zona interessata dalla Tappa 3 del riempimento della discarica di Stabio e dalla discarica ex-Miranco risanata, si prefiggeva di

- approfondire le conoscenze della situazione idrogeologica locale e, in particolare nella zona interessata dal nuovo carico e nella fascia di contatto fra le varie idrostrutture;
- affinare la conoscenza dell'effetto del carico sul sedimento contaminato in corrispondenza della Tappa;
- valutare l'aumento del rischio connesso alla Tappa 3;
- valutare la necessità e progettare la posizione di nuovi punti di controllo delle acque e di controllo della deformazione del terreno sottoposto al carico supplementare;

Lo studio è stato affrontato per mezzo dell'esecuzione di 2 nuovi sondaggi geognostici, una serie di prove geotecniche in sito e di laboratorio, l'analisi di alcuni campioni di terreno contaminato, l'analisi, l'elaborazione e la valutazione dei dati. Le nuove informazioni conoscitive hanno permesso di affinare le conoscenze pregresse. In particolare

- Separazione acquiferi. Viene confermata la separazione fra i corpi acquiferi del Gaggiolo e quello sotto la discarica, caratterizzata da comportamenti idrodinamici molto differenti. In particolare, è stata rilevata una oscillazione di oltre 10 metri nella quota della falda dell'acquifero sotto le discariche, contro i 3 metri circa di quello del Gaggiolo. La circolazione dell'acqua si sviluppa lungo un asse SE-NW con direzione di scorrimento variabile. Nel corso del periodo 2013-2014 il flusso si è sviluppato principalmente verso l'Italia. Per contro, lo scambio lo scambio nord-sud è impedito dalla separazione dei corpi acquiferi ad opera di formazioni glaciali praticamente impermeabili.
- Effetto del carico. In base alle prove geotecniche in sito e di laboratorio è stato stimato una diminuzione della porosità a causa del carico della Tappa 3, valutata in circa il 2%, che causerà la potenziale espulsione di una parte delle sostanze inquinanti attualmente intrappolate nella porosità. La porosità efficace nei sedimenti è controllata essenzialmente dalla frazione fine che reagisce in maniera sensibile a un aumento di carico. Nel caso in oggetto i terreni contaminati sono prevalentemente grossolani, per cui il supplemento di carico influisce in misura più limitata sul loro consolidamento. Di conseguenza, la diminuzione di volume può, entro certi limiti, essere considerata irrilevante e le sostanze espulse dalla porosità andrebbero ad occupare il grande volume adiacente, praticamente senza spostamenti.

- In aggiunta alla riduzione della porosità, l'aumento del carico potrebbe danneggiare in parte l'impermeabilizzazione del sito ex-Miranco risanato il cui effetto sarà rimpiazzato dal materiale della Tappa 3 depositato sopra le fosse medesime.
- Analisi del rischio. La diminuzione della porosità soprattutto nei terreni fini potrebbe causare l'espulsione di 1'320 kg di idrocarburi (C_{10}-C_{40}) e circa 0.14 kg di PCB, una parte dei quali (rispettivamente 860 kg e <100 g) presenti nella zona di oscillazione della falda. E' stato di conseguenza valutato il rischio connesso con la modifica della situazione quasi stazionaria attuale. Assumendo il totale dilavamento delle sostanze espulse e mobilizzabili, l'analisi semi-qualitativa effettuata, tenendo conto di condizioni molto conservative, non evidenzia un aumento del rischio per la qualità delle acque e, di conseguenza, per il pozzo AMS di Stabio.
- Misure di controllo. Il riempimento di Tappa 3 distruggerà tutti i punti di controllo delle acque sotterranee, che andranno sostituiti prima dell'inizio dei lavori. Quale misura di verifica delle valutazioni effettuate, soprattutto per quanto attiene ai cedimenti e, di conseguenza, alla riduzione della porosità, si propone la posa di una serie di assestimetri.

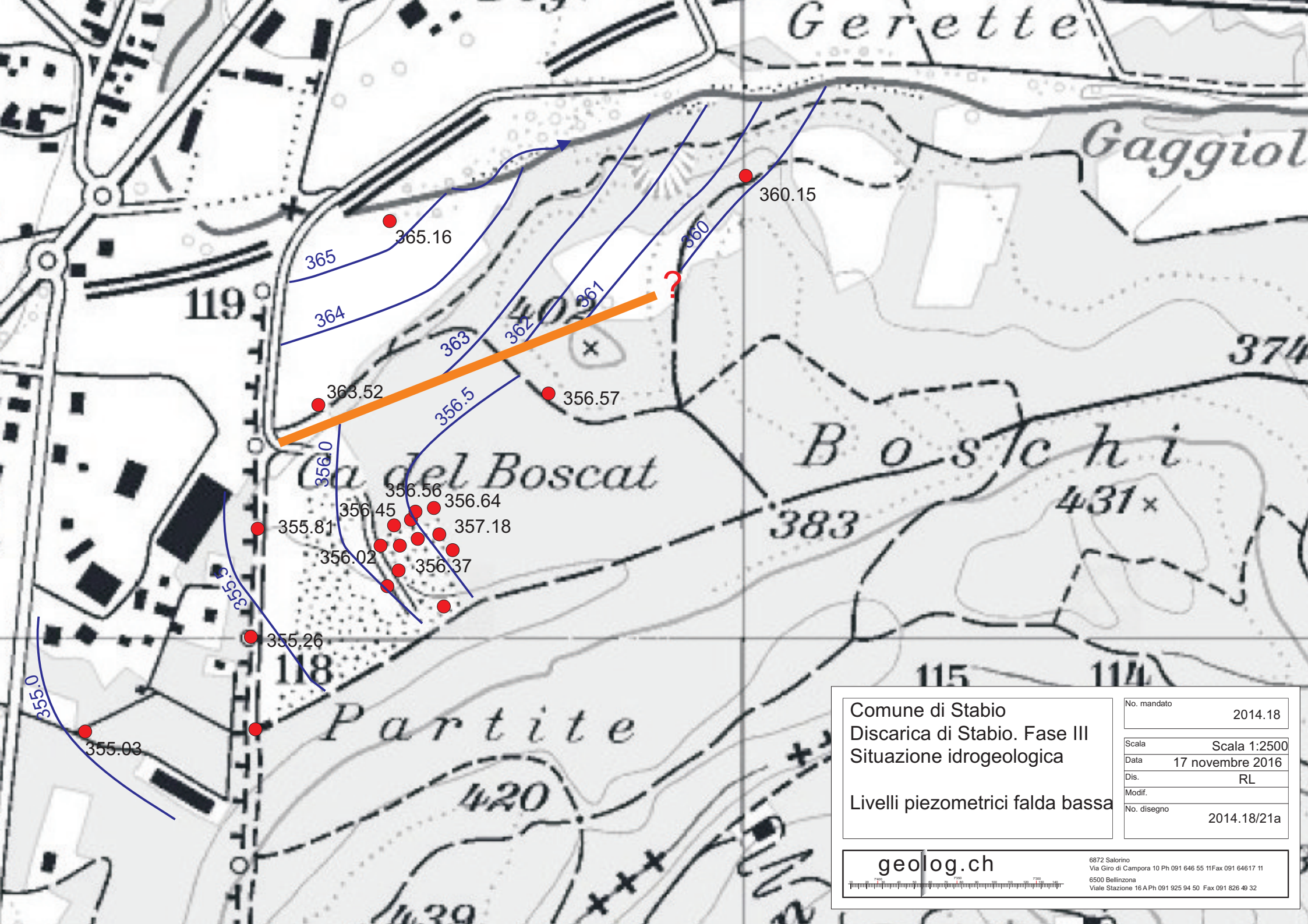
I risultati della presente indagine hanno confermato la fattibilità geologica-geotecnica della Tappa 3 di riempimento della discarica di Stabio, che causerà degli effetti che sono stati valutati e ritenuti accettabili nella situazione attuale dell'area. Dal punto di vista del rischio per le acque, la Tappa 3 non causerà un aumento del pericolo per il Pozzo AMS di Stabio e di Cantello e per la qualità generale delle acque a valle dell'area in oggetto.

Bellinzona, 11 gennaio 2017

Paolo Oppizzi
geologo

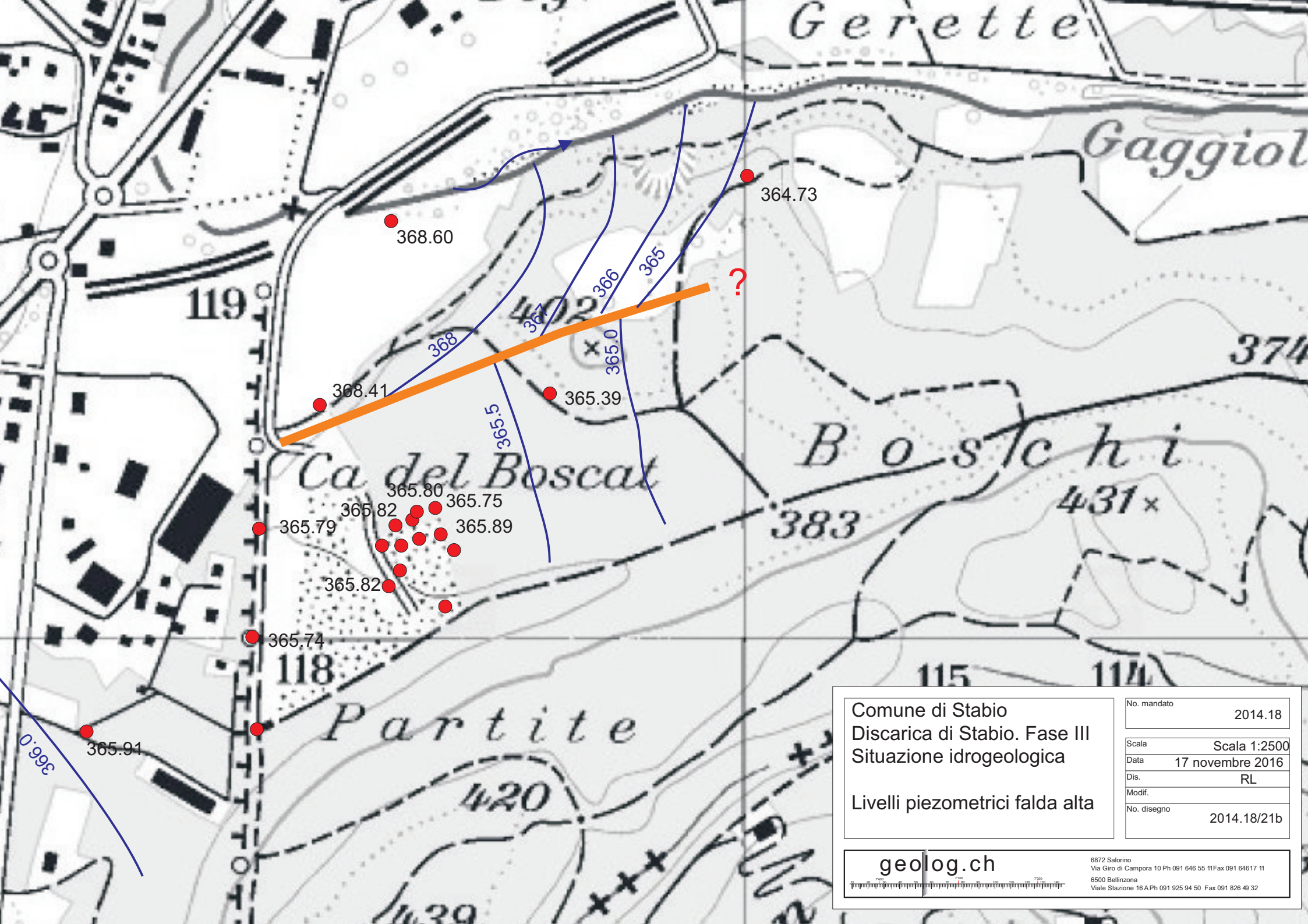
14. Allegati

14.1. Carte piezometria con falda alta e bassa
14.2. Analisi chimiche dei campioni prelevati nel sondaggio STA T3/2.
14.3. Analisi di laboratorio
14.4. Tabella con analisi acqua e riferimenti a D.Lsg. 152/06.
14.5. Sezioni idrogeologiche (separate)



Comune di Stabio Discarica di Stabio. Fase III Situazione idrogeologica Livelli piezometrici falda bassa	No. mandato: 2014.18
	Scala: Scala 1:2500
	Data: 17 novembre 2016
	Dis.: RL
	Modif.:
	No. disegno: 2014.18/21a

geolog.ch
6872 Salorino
Via Giro di Campora 10 Ph 091 646 55 11Fax 091 64617 11
6500 Bellinzona
Viale Stazione 16 A Ph 091 925 94 50 Fax 091 826 49 32



Comune di Stabio
Discarica di Stabio. Fase III
Situazione idrogeologica

Livelli piezometrici falda alta

No. mandato	2014.18
Scala	Scala 1:2500
Data	17 novembre 2016
Dis.	RL
Modif.	
No. disegno	2014.18/21b

geolog.ch
6872 Salorino
Via Giro di Campora 10 Ph 091 646 55 11Fax 091 64617 11
6500 Bellinzona
Viale Stazione 16 A Ph 091 925 94 50 Fax 091 826 49 32

Analisi dei campioni del sondaggio STA T3/2 (laboratorio BMG)

BMG
AN ARCADIS COMPANY

ANALYSEN-BERICHT

DT-SPAAS
Davide Scerpella
Via Franco Zorzi 13
6501 Bellinzona

- 7 LUG. 2014
2014.4048

Schlieren, 4. Juli 2014

Projekt:	Discarica Miranco
BMG Auftragsnummern:	A14-01297a
Datum Auftrag:	25. Juni 2014
Datum Analysen:	25. Juni - 2. Juli 2014

Untersuchungsauftrag

Parameter	Anzahl	Bestimmungsmethode	BMG SAA-Nr
Probenvorbereitung	3	Trocknen, Brechen, Mahlen	BMG-0049
Probenvorbereitung zusätzlich 2.5 - 5 kg	2	Trocknen, Brechen, Mahlen	BMG-0049
Kohlenwasserstoffindex C10-C40	3	Aceton-Extrakt, GC-FID	BMG-0149
PCB gesamt (=4.3x6 Kongenere)	3	Hochdruck Hexan/Aceton Extraktion, GC-MS	BMG-0179
Eluat 24 Std. neutral	2	TVA	BMG-0001
KW-Index C10-C40 (24h)	2	Hexan-Extrakt, GC-FID	BMG-0147
PCB gesamt (=4.3x6 Kongenere)	2	Hexan-Extrakt, GC-MS	BMG-0105

Probenaufbewahrung: Raumtemperatur
Ohne gegenteilige schriftliche Mitteilung werden die Proben sechs Monate nach Probeneingang entsorgt.

Bemerkungen: Die mit einem * markierten Prüfungen sind nicht im Geltungsbereich der Akkreditierung nach ISO/IEC 17025.

Die angegebenen Messwerte beziehen sich ausschliesslich auf die bezeichneten Proben. Angaben zu den Prüfspezifikationen (Bestimmungsgrenze, Messunsicherheit) können auf Anfrage abgegeben werden. Der Bericht darf nicht auszugsweise ohne schriftliche Zustimmung des Labors vervielfältigt werden.

Resultate: siehe nächste Seite(n)

i.A.

Dr. M. Kuster
Bereichsleiterin Analytiklabor

BMG
AN ARCADIS COMPANY

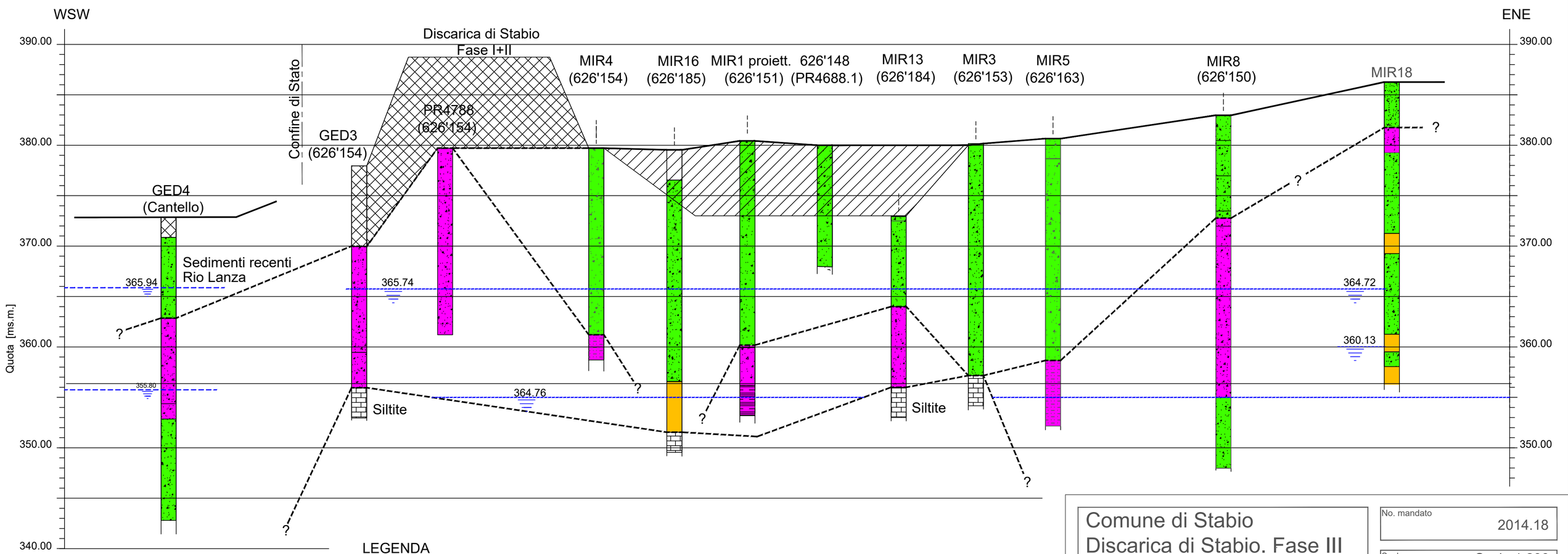
ANALYSEN-BERICHT

Auftraggeber: DT-SPAAS
Projekt: A14-01297 Discarica Miranco
Datum Bericht: 03.07.14

Probenbezeichnung		Stabio T3-2/1	Stabio T3-2/2	Stabio T3-2/3		TVA Inertstoffe	TVA Reaktorstoffe
Datum Probenahme		20.06.2014	20.06.2014	20.06.2014			
Interne Probenbezeichnung		M1406-05720	M1406-05721	M1406-05722			
Analysenauftrag		A14-01297	A14-01297	A14-01297			
Datum Probeneingang		25.06.2014	25.06.2014	25.06.2014			
Probenart		Aushub	Aushub	Aushub			
Allgemeine Angaben / Probenvorbereitung							
Trocknung	°C	40	40	40			
Probemenge	kg	3.7	1.7	4.8			
Organische Summenparameter							
Kohlenwasserstoffindex C10-C40	mg/kg TS	5400	400	1200		500	5000
PCB							
PCB gesamt (=4.3x6 Kongenere	mg/kg TS	0.67	0.44	0.29		1	10
Kongener Nr. 28	mg/kg TS	0.016	<0.002	<0.002			
Kongener Nr. 52	mg/kg TS	0.046	0.009	0.0057			
Kongener Nr. 101	mg/kg TS	0.023	0.018	0.012			
Kongener Nr. 153	mg/kg TS	0.022	0.024	0.016			
Kongener Nr. 138	mg/kg TS	0.034	0.036	0.026			
Kongener Nr. 180	mg/kg TS	0.014	0.016	0.0087			
Eluat nach TVA, Test 2, neutral							
pH-Wert (24h)		8.5		8.5			
KW-Index C10-C40 (24h)	mg/l	<0.4		<0.4			
PCB gesamt (=4.3x6 Kongenere)	µg/l	1.3		2.6			
Kongener Nr. 28	µg/l	<0.004		<0.004			
Kongener Nr. 52	µg/l	<0.004		<0.004			
Kongener Nr. 101	µg/l	0.070		0.11			
Kongener Nr. 153	µg/l	0.080		0.18			
Kongener Nr. 138	µg/l	0.12		0.24			
Kongener Nr. 180	µg/l	0.023		0.070			

Tabella con analisi acqua e riferimenti a D.Lsg. 152/06.

Parametro	Unità misura	GED1	GED2	GED3	GED4	GED5	626150 (MIR8)	626'146	626'087	Gaggiolo (monte	Pozzo AMS (1.12.15)	Pozzi Cantello (1, 28/4/16)	Pozzi Cantello (2,28/04/16)	D.Lsg. 152/06	Un. mis.	OPAC	Un. mis.
Prof. falda	[m]	9.54	19.23	18.67	13.01	21.28	23.94	5.88	7.88	---				---			
Temperatura	[°C]	12.17	12.46	12.52	12.23	12.18	12.28	11.90	12.62	10.15	12.50						
pH		7.40	7.31	7.15	7.31	7.32	7.62	7.69	7.90	8.44	7.50	7.80	7.70				
Alcalinità	[meq/l]	6.36	6.80	8.39	5.87	6.53	5.72	4.75	4.47	4.70							
Cond. El. Spec.	[µS/cm]	701	900	1024	585	1034	595	547	526	591	515	380	390				
DOC	[mg/l]	0.75	1.42	2.33	0.61	2.01	0.89	1.09	1.13	2.15						**2**	**[mg/l]**
$HOCO_3$	[mg/l]										306	290	281			**0.1**	**[mg/l]**
NH_4	[mg/l]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.34	<0.05	0.50	0.50				
NO_2	[µg/l]	0.29	0.40	0.63	0.31	21.59	1.06	1.13	1.25	94.87	<0.01	0.50	0.50	**500**	**[µg/l]**		
NO_3	[mg/l]	5.82	4.57	4.57	4.35	3.99	5.94	4.70	4.61	3.49	14.90	12.80	13.70			**25**	**[mg/l]**
PO_4	[mg/l]	2.18	1.95	2.31	1.95	5.13	7.17	31.74	87.93	204.05	<0.01						
Cl	[mg/l]	12.97	14.13	11.32	14.12	11.01	11.13	9.19	9.13	15.69	9.20	15.10	13.10	**50**	**[µg/l]**	**40**	**[mg/l]**
SO_4	[mg/l]	38.47	149.32	146.15	38.67	260.12	38.31	46.18	47.60	51.41	38.30	48.80	41.20	**350**	**[mg/l]**	**40**	**[mg/l]**
Ca	[mg/l]	107.40	127.20	150.20	95.25	151.25	88.43	82.38	83.75	90.18	87.20	91.90	92.70				
Mg	[mg/l]	22.24	40.23	37.23	22.14	48.36	21.98	20.82	18.37	20.34	21.00	21.40	21.40				
Na	[mg/l]	8.15	19.83	24.34	10.04	26.93	7.57	7.50	7.10	9.26	7.00	10.40	10.00				
K	[mg/l]	1.31	3.69	1.63	1.46	3.33	1.25	1.65	1.87	1.81	1.30	2.54	1.93				
F											0.16		0.10				
Al	[µg/l]	1.01	1.78	1.67	2.13	15.54	3.25	6.83		9.35				**200**	**[µg/l]**		
As	[µg/l]	0.18	0.23	0.21	0.19	0.21	0.17	1.28		0.61	<1			**10**	**[µg/l]**		
Ni	[µg/l]	0.46	0.54	1.90	2.50	1.57	0.64	0.33	0.00	0.81				**20**	**[µg/l]**		
Fe	[µg/l]	25.68	26.92	80.93	12.77	14.90	14.32	10.33	1.54	25.02	<10	<20	<20	**200**	**[µg/l]**		
Mn	[µg/l]	0.65	1.10	7.72	0.85	40.92	1.83	0.73	0.00	3.40	<1			**50**	**[µg/l]**		
Hg	[µg/l]	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	<0.5			**1**	**[µg/l]**		
Cr	[µg/l]	0.17	0.19	0.29	0.28	0.68	0.17	0.05	0.00	0.32	<1			**50**	**[µg/l]**		
CrVI	[µg/l]											<2	<2				
Cu	[µg/l]	0.21	1.02	0.90	0.46	1.46	3.38	0.14	1.96	1.64	<1	<3		**1000**	**[µg/l]**		
Cd	[µg/l]	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	<0.2			**5**	**[µg/l]**		
Pb	[µg/l]	0.03	0.08	0.06	0.19	0.05	0.26	0.22	0.65	0.09	<1	2.00	1.00	**10**	**[µg/l]**		
Sb	[µg/l]												5.00				
Zn	[µg/l]	10.97	16.39	26.42	7.23	17.68	33.13	13.35	29.79	5.28		19.00		**3000**	**[µg/l]**		
B	[µg/l]	30.42	104.13	51.41	37.17	129.73	32.94	26.92		20.93			11.00	**1000**	**[µg/l]**		
Ba	[µg/l]									79.00			82.00				
Sn																	
Idrocarburi alifatici clorurati	[µg/l]															**1**	**[µg/l]**
diClMetano		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
triClMetano		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2				**0.15**	**[µg/l]**		
tetraClMetano		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
triClEtano111		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
triClEtilene		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2				**1.5**	**[µg/l]**		
		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2				**1.1**	**[µg/l]**		
Composti organici aromatici	[µg/l]															**1**	**[µg/l]**
Benzene		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2				**1**	**[µg/l]**		
Toluene		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2				**15**	**[µg/l]**		
Etilbenzene		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
m/p Xilene		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
Oxilene		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
C_{10-40}		<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3							
Idrocarburi totali	[µg/l]																
Idrocarburi aromatici policiclici (PAH)																**0.10**	**[µg/l]**
																1	**[µg/l]**
Idrocarburi alogenati volatili																	
Composti organici alogenati adsorbibili																**10**	**[µg/l]**
Pesticidi organici																**0.10**	**[µg/l]**



LEGENDA

- Alluvioni medie/grossolane
- Sedimenti glaciali/glaciale sovraconsolidato
- Sedimenti lacustri
- 369.01 Quota falda max relativo (17/2/2014)
- 366.53 Quota falda min relativo (8-10/10/2012)
- Substrato: argilliti e siltiti grigio-blu
- Riempimento artificiale (Discarica di Stabio).
- Riempimento delle fosse ex-MIranco_

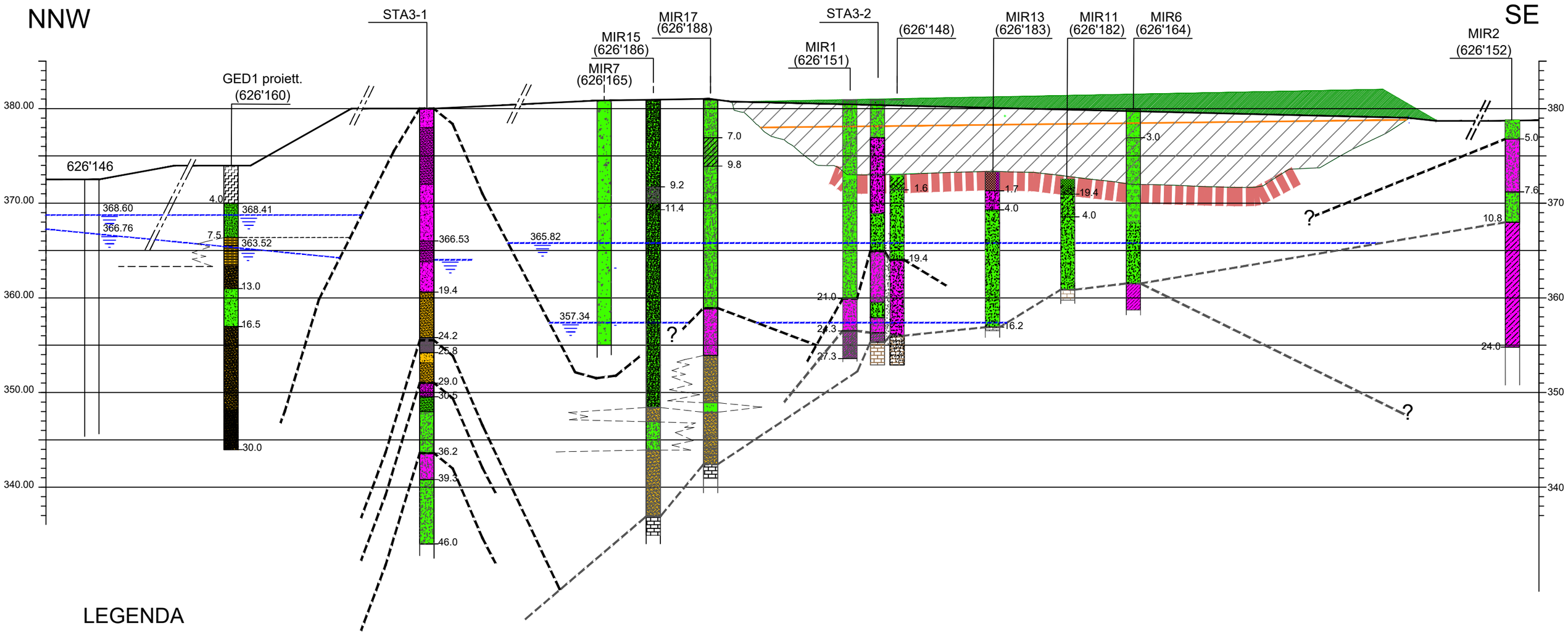
scala 1:250
Non in scala

Comune di Stabio
Discarica di Stabio. Fase III
Situazione idrogeologica

Sezione di sintesi WNW-ESE

No. mandato	2014.18
Scala	Scala 1:200
Data	11 gennaio 2017
Dis.	pop/dc
Modif.	
No. disegno	2014.18/22

geolog.ch
6872 Salorino
Via Giro di Campora 10 Ph 091 646 55 11Fax 091 646 17 11
6500 Bellinzona
Viale Stazione 16 A Ph 091 925 94 50 Fax 091 826 49 32



LEGENDA

Terreno naturale

- Alluvioni medie/grossolane
- Sedimenti glaciali/glaciale sovraconsolidato
- Sedimenti lacustri
- Ghiaie cementate/conglomerato
- Substrato: argilliti e siltiti grigio-blu
- 369.01 Quota falda max relativo (17/2/2014)
- 366.53 Quota falda min relativo (8-10/10/2012)

Riempimento

- Riempimento artificiale.

Discarica Miranco risanata

- Strato di protezione finale
- Materiale pulito di riempimento delle due fosse
- Impermeabilizzazione con materassino bentonitico.
- Zona terreno naturale molto inquinato
- Zona con materiale inquinato

Comune di Stabio
Discarica di Stabio. Fase III
Situazione idrogeologica

Sezione di sintesi Nord-Sud

No. mandato	2014.18
Scala	
Data	11 gennaio 2017
Dis.	pop/dc
Modif.	
No. disegno	2014.18/21

geolog.ch
6872 Salorino
Via Giro di Campora 10 Ph 091 646 55 11Fax 091 646 17 11
6500 Bellinzona
Viale Stazione 16 A Ph 091 925 94 50 Fax 091 826 49 32

11.11 PERIZIA FAUNISTICA

Dipartimento del Territorio Cantone Ticino
Ufficio Gestione Rifiuti

PERIZIA FAUNISTICA PER IL PROGETTO DI MASSIMA PER LA TAPPA 3 DELLA DISCARICA PER MATERIALI INERTI DI STABIO

Tiziano Maddalena e Marzia Mattei Roesli, settembre 2011

Maddalena & associati sagl • Consulenze ambientali e perizie faunistiche • CH - 6672 Gordevio • tel 091/753.27.09 • fax 091/753.28.61 • tmaddalena@ticino.com

Sommario

1. IL MANDATO 2

2. INQUADRAMENTO DELLA SITUAZIONE FAUNISTICA 3

3. MISURE DI PROTEZIONE / MITIGAZIONE DA CONSIDERARE NELL'AMBITO DELL'AMPLIAMENTO DELLA DISCARICA 7

3.1 EVITARE LA CREAZIONE DI TRAPPOLE 7
3.2 CONTROLLO DELLE PIANTE INVASIVE 7
3.3 RECINZIONI 7

4. MISURE DI COMPENSAZIONE DI CARATTERE FAUNISTICO DA INTEGRARE NEL PROGETTO 8

1. IL MANDATO

Nell'ambito del progetto di massima per la tappa 3 della discarica per materiali inerti di Stabio l'Ufficio Gestione Rifiuti del Dipartimento del Territorio ha richiesto a fine luglio di quest'anno una perizia faunistica con i seguenti obiettivi:

- Inquadramento della situazione faunistica del comparto.
- Indicazioni relative a misure di protezione / mitigazione da considerare nell'ambito dalla discarica.
- Possibili misure di compensazione di carattere faunistico da integrare nel progetto.

La perizia si inserisce nella documentazione per l'allestimento del Rapporto di impatto ambientale (RIA di 1° fase, allestito dalla DIONEA SA, Locarno).

Considerati i tempi ristretti per la consegna della perizia le nostre considerazioni si basano sugli inventari esistenti, sulle nostre conoscenze della zona acquisite in particolare nell'ambito dell'allestimento del RIA per la superstrada Stabio-Gaggiolo, e sulle conclusioni di un progetto transfrontaliero al quale abbiamo partecipato nel 2007[1].

[1] MADDALENA & ASSOCIATI SAGL, STUDI ASSOCIATI SA (2007). Progetto transfrontaliero di valorizzazione e gestione dei biotopi umidi del Mendrisiotto del Parco della Valle del Lanza e della zona collinare di confine. Ufficio Natura e Paesaggio del Cantone Ticino, Parco Locale di Interesse Sovracomunale della Valle del Lanza, Province di Como e Varese. Rapporto conclusivo.

2. INQUADRAMENTO DELLA SITUAZIONE FAUNISTICA

Il comparto di studio è delimitato a nord dal torrente Gaggiolo e sugli altri lati dalla frontiera italo-svizzera. Esso si caratterizza da un insieme di vallette e colline ricoperte da un bosco di latifoglie con diverse radure in parte ancora gestite a scopo agricolo (prati da sfalcio o campi). Oltre al torrente Gaggiolo, che spesso nel tratto Svizzero è in secca, vi sono diversi ruscelletti e biotopi umidi alcuni dei quali di origine antropica in quanto gli originali sono stati alterati o distrutti.

La zona riveste un interesse preponderante dal profilo erpetologico (anfibi e rettili) per i seguenti motivi:

- Presenza di tre siti di riproduzione di anfibi:
  - ⇨ Oggetto AN 252 (Cava Boschi) sito di riproduzione di anfibi d'importanza Nazionale.
  - ⇨ Oggetto AC 464 (Cà del Boscat): sito di riproduzione di anfibi d'importanza Cantonale.
  - ⇨ Oggetto AC 249 (Baragge): sito di riproduzione di anfibi d'importanza Cantonale.

- Presenza di un'ampia area boschiva con buoni quantitativi di legno in decomposizione al suolo che riveste un importante funzione quale habitat terrestre per gli anfibi in particolare come sito di alimentazione e luogo di svernamento.

- In base allo studio transfrontaliero menzionato in precedenza, il comparto è inserito nel reticolo ecologico che collega i biotopi umidi distribuiti lungo la Valle del Lanza con quelli del Mendrisiotto (fig. 1), permettendo agli anfibi di mantenersi e di compensare eventuali estinzioni locali con l'apporto di migranti.

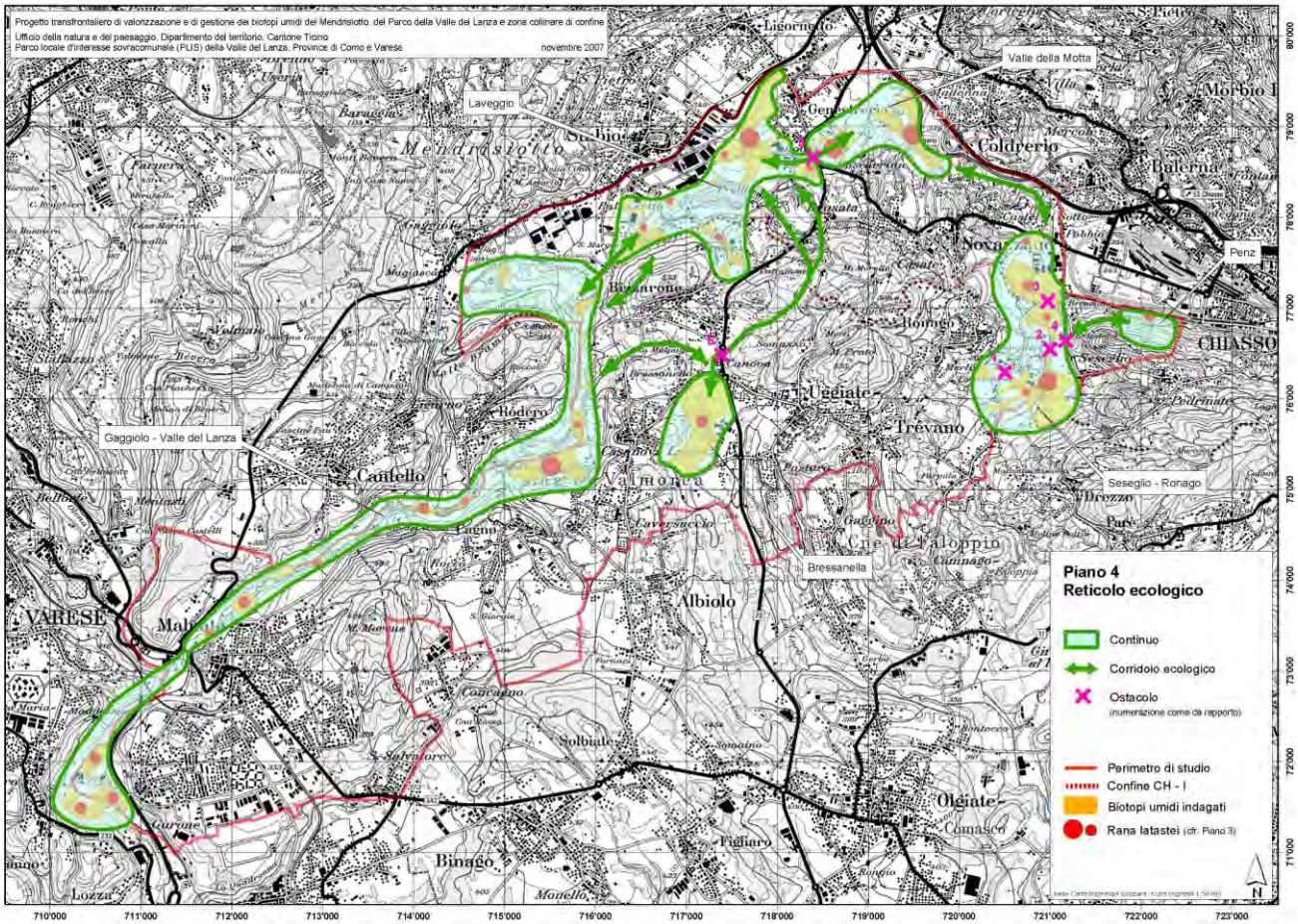


Figura 1: Reticolo ecologico allestito sulla base dei siti umidi della regione Valle del Lanza / Mendrisiotto, basato sulla Rana di lataste come specie indicatrice principale.

Estratto da: *MADDALENA & ASSOCIATI SAGL, STUDI ASSOCIATI SA (2007). Progetto transfrontaliero di valorizzazione e gestione dei biotopi umidi del Mendrisiotto del Parco della Valle del Lanza e della zona collinare di confine. Ufficio Natura e Paesaggio del Cantone Ticino, Parco Locale di Interesse Sovracomunale della Valle del Lanza, Province di Como e Varese. Rapporto conclusivo.*

- Inoltre l'intero comparto è inserito nel perimetro di un oggetto dell'Inventario degli spazi vitali di Rettili del Cantone Ticino (fig. 2; oggetto no. **98** d'importanza Nazionale).

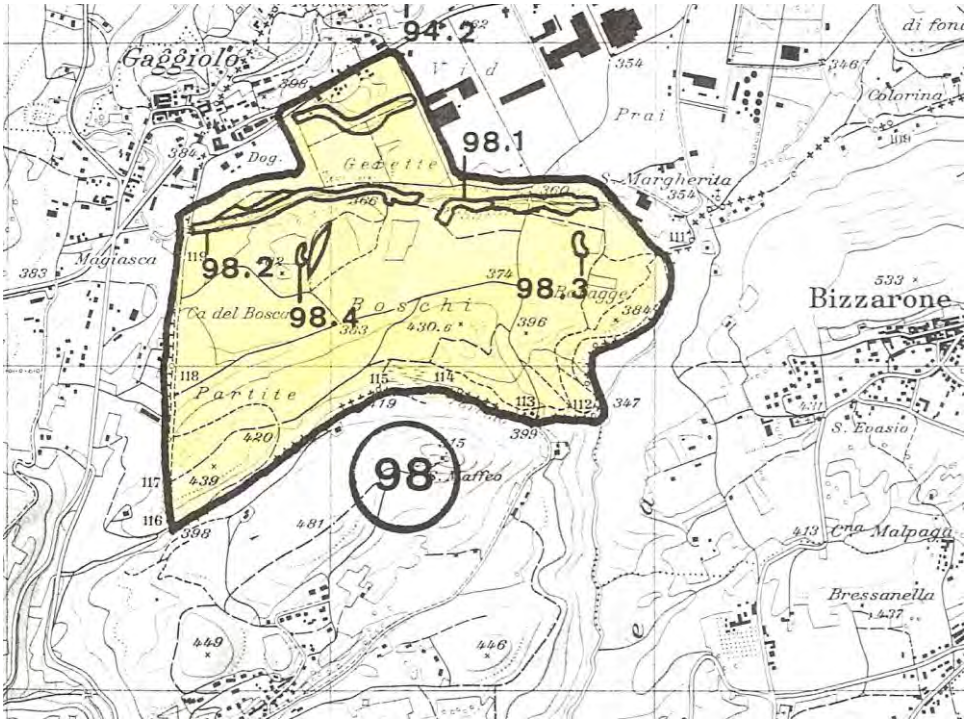


Figura 2: Limiti dell'oggetto no. 98 (Stabio-Boschi) dell'Inventario degli spazi vitali di Rettili del Cantone Ticino.

Oltre a queste peculiarità erpetologiche, le zone aperte e in particolare il torrente Gaggiolo e le sue rive, sono di notevole interesse entomologico come attestato pure dai risultati scaturiti dagli studi fatti nell'ambito del RIA per la superstrada Stabio-Gaggiolo[2].

[2] MAGGIONI A. & G. MELLONI (1997). Le comunità di ragni (Arachnida, Aranae) e Carabidi (Coleoptera, Carabidae) delle rive del torrente Gaggiolo (Ticino, Svizzera). Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali, 85: 5-66.

TAXA	FAMIGLIA	Genere specie (CH)	Nome volgare	COD_CSCF	HAB_2	HAB_4	BER_2	BER_3	IUCN	LRN	OPN	SPR
REPTILIA	Anguidae	Anguis fragilis Linnaeus, 1758	Orbettino	70156				X		LC	X	
REPTILIA	Colubridae	Hierophis viridiflavus ssp.viridiflavus Lacépède, 1789	Biacco	70157		X	X			EN	X	
REPTILIA	Lacertidae	Lacerta bilineata ssp.bilineata (Daudin, 1802)	Ramarro italiano	70152		X	X			VU	X	
REPTILIA	Colubridae	Natrix natrix (Linnaeus, 1758)	Natrice dal collare	70161				X		VU	X	
REPTILIA	Lacertidae	Podarcis muralis (Laurenti, 1768)	Lucertola muraiola	70154		X	X			LC	X	
REPTILIA	Viperidae	Vipera aspis (Linnaeus, 1758)	Vipera comune	70163				X		CR	X	
REPTILIA	Colubridae	Zamenis longissimus (Laurenti, 1768)	Saettone	70159		X	X			EN	X	
AMPHIBIA	Bufonidae	Bufo bufo (Linnaeus, 1758)	Rospo comune	70113				X		VU	X	
AMPHIBIA	Hylidae	Hyla intermedia Boulenger, 1882	Raganella italiana	70119				X		EN	X	X
AMPHIBIA	Ranidae	Rana dalmatina Bonaparte, 1840	Rana agile	70122		X	X			EN	X	X
AMPHIBIA	Ranidae	Rana latastei Boulenger, 1879	Rana di Lataste	70124	X	X	X		LR/nt	VU	X	X
AMPHIBIA	Ranidae	Rana temporaria Linnaeus, 1758	Rana temporaria	70127				X		LC	X	
AMPHIBIA	Salamandridae	Salamandra salamandra ssp. salamandra (Linnaeus, 1758)	Salamandra pezzata	70101						VU	X	
AMPHIBIA	Salamandridae	Triturus carnifex (Laurenti, 1768)	Tritone crestato italiano	70105	X	X	X		LR/cd	EN	X	X

Tabella 1: Elenco delle specie erpetologiche (anfibi e rettili) censite nel comparto di studio.

COD_CSCF: Codice della specie secondo il Centro Svizzero di Cartografia della Fauna. Neuchâtel.

HAB_2, HAB_4: Specie incluse negli allegati II (B), IV (D) della Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992 relativa alla Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatica.

BER_2, BER_3: Specie incluse negli allegati II e III della "Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa" firmata a Berna il 19 settembre 1979 e entrata in vigore per la Svizzera il 1° giugno 1982 (http://www.admin.ch/ch/i/rs/0_455/).

IUCN: La IUCN Red List of Threatened species elenca le specie in pericolo di estinzione a livello mondiale. Le specie sono analizzate secondo la metodologia descritta dall'IUCN. (http://www.redlist.org/info/categories_criteria.html) che permette di valutare i rischi di estinzione a livello globale a cui la specie è esposta. LR/cd= Lower Risk / conservation dependent.

LRN: Liste Rosse nazionali pubblicate dopo il 2000. Schmidt B.R., Zumbach S., 2005 - Lista Rossa degli anfibi minacciati in Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. UFAFP, Berna. Monney J.-C., Meyer A., 2005 - Lista Rossa dei rettili minacciati in Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. UFAFP, Berna. Vengono distinte le seguenti categorie: **EX** (Extinct - estinto); **EW** (Extinct in the Wild - estinto in natura); **RE** (Regíonally Extinct - estinto nella regione, risp. in Svizzera); **CR** (Critically Endangered - in pericolo d'estinzione); **EN** (Endangered - minacciato); **VU** (Vulnerable - vulnerabile); **NT** (Near Threatened - potenzialmente minacciato); **LC** (Least Concern - non minacciato); **DD** (Data Deficient - dati insufficienti); **NE** (not evaluated - non valutato).

OPN: Specie protetta ai sensi dell'Ordinanza sulla protezione della natura e del paesaggio (OPN) del 16 gennaio 1991 (Stato 10 luglio 2001).

SPR: Specie Prioritarie Regionali per il Ticino. Ufficio protezione della natura & Museo Cantonale di Storia Naturale, 2003. Strategia cantonale per lo studio e la protezione degli Anfibi e dei Rettili. Principi e indirizzi (a cura di T. Maddalena & A. Fossati). Dipartimento del Territorio, Bellinzona, Cantone Ticino.

3. MISURE DI PROTEZIONE / MITIGAZIONE DA CONSIDERARE NELL'AMBITO DELL'AMPLIAMENTO DELLA DISCARICA

3.1 Evitare la creazione di trappole

Durante la fase di cantiere è facile che vengano a crearsi trappole per la piccola fauna terrestre. Tra le possibili trappole vi potrebbero per esempio essere tombini o vasche di lavaggio dei camion, ma anche pozze temporanee che attirano gli anfibi che vi depongono le uova ma che dopo poco tempo scompaiono o per mancanza d'acqua o a causa dell'avanzamento del cantiere costituendo una trappola.

3.2 Controllo delle piante invasive

In generale in Ticino, vi è una forte pressione da parte di piante invasive che sono favorite dalla presenza di zone aperte e di cantieri. Le discariche rappresentano spesso dei luoghi privilegiati dove le concentrazioni di specie invasive sono particolarmente importanti. Con l'arrivo di piante invasive diminuisce il numero di insetti a esse legate per cui la base alimentare degli anfibi si riduce.

3.3 Recinzioni

Evitare la posa di recinzioni che possa ostacolare la piccola fauna. Inoltre, visto che il comparto fa parte di un corridoio faunistico che collega il Mendrisiotto con la regione limitrofa (fig.1) occorre evitare di creare ostacoli per la grande fauna, mantenendo anche sulla discarica delle zone permeabili (evitare ad esempio recinzioni e muraglioni, pianificare la forma che si vuole dare alla discarica mantenendo ad esempio una zona pianeggiante a mezza costa (magari che serva pure come pista di servizio per la manutenzione)).
Andrebbero inoltre allontanate, almeno nella zona interessata dalla discarica, le vecchie ramine rovinate e in disuso sparse sul territorio.

4. MISURE DI COMPENSAZIONE DI CARATTERE FAUNISTICO DA INTEGRARE NEL PROGETTO

Anche con l'adozione delle misure descritte al paragrafo precedente, la discarica provocherà inevitabilmente un impatto residuo che andrà compensato in loco. Fra le varie misure possibili proponiamo le seguenti:

Recupero di un bosco umido attualmente drenato situato lungo il confine sud: si tratta di una misura proposta dalla DIONEA di notevole interesse dal profilo naturalistico (fig. 3).
Per essere efficace quale sito di riproduzione per gli anfibi (in particolare per la Rana di lataste che è la specie bandiera per questo comparto, ma anche per la Rana agile pure minacciata di estinzione) occorre però poter disporre di uno specchio d'acqua libero (meglio se temporaneo) con una superficie minima indicativa di ca. 50 m^2 con una profondità compresa tra i 20 e 50 cm, ricco di vegetazione acquatica e poco ombreggiato.
Qual'ora questa proposta non potesse essere realizzata, si propone in alternativa il recupero della zona umida Baragge (AC 249), che presenta però maggiori difficoltà dato che la parte più interessante del biotopo si trova in Italia.

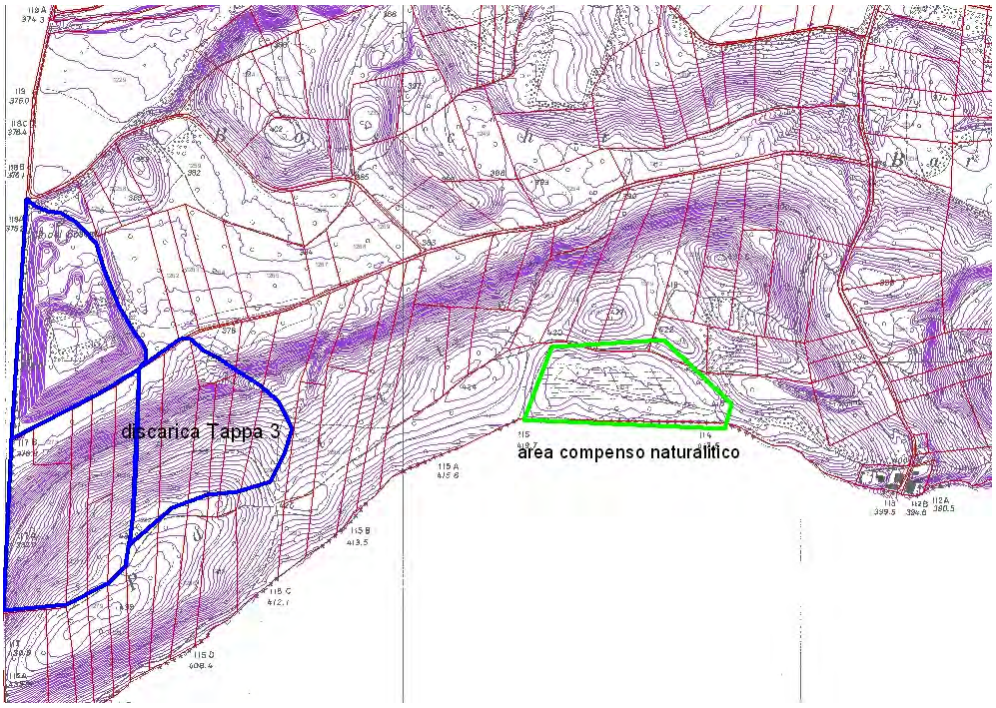


Figura 3: Zona proposta per il compenso naturalistico dove il bosco umido è stato drenato.

Gestione e ampliamento stagno esistente a Cà del Boscat (AC 464): questo biotopo artificiale si rivela di notevole interesse come polo di attrazione per gli anfibi della zona.
Esso però è attualmente completamente invaso dalla Typha e dai salici e andrebbe riaperto. In seguito esso andrebbe gestito regolarmente estirpando la Typha a mosaico su metà superficie ogni inverno. Inoltre, vista l'ubicazione favorevole, sarebbe auspicabile un suo ampliamento tramite la creazione di una seconda pozza a pochi metri a sud di quella esistente per aumentare l'offerta di specchi d'acqua (fig. 4). La pozza sarebbe da realizzare con le medesime modalità di quella esistente.

Figura 4: Ubicazione proposta per la creazione di un nuovo stagno accanto a quello esistente in zona Cà del Boscat (ogg AC 464) parzialmente visibile sulla destra ma invaso dalla Typha.

Per favorire i rettili e anche gli insetti si propongono le misure seguenti :

- Non rimboscare completamente la discarica ma mantenere delle radure aperte. In questo caso è però da prevedere un suolo molto povero con del ghiaione ad esempio per limitare lo sviluppo della vegetazione.

- Va poi garantita una gestione delle zone aperte per almeno i prossimi 10 anni (sfalcio e allontanamento del materiale tagliato).

- Gli scarti vegetali provenienti dalla gestione delle zone aperte vanno depositati in mucchi situati in luoghi idonei, caldi e ben soleggiati che possano anche servire come siti di riproduzione per i rettili. (I mucchi di vegetazione in decomposizione, se situati in zone ben esposte al sole, sono ricercati dai rettili per deporre le uova).

- La discarica andrebbe strutturata con alcune pietraie creando nei siti favorevoli delle zone di svernamento per i rettili.

Sono proposte di misure che possono dare una struttura diversificata a degli ambienti altrimenti abbastanza monotoni e andranno ulteriormente discusse nella fase di approfondimento del progetto. Bisogna in ogni caso prestare molta attenzione alle invasive e alla scelta del tipo di suolo che si verrà sistemato alla fine (è da evitare in queste zone un apporto di terra vegetale).
Eventualmente le zone aperte si possono anche arricchire con dei cespugli o gruppetti di arbusti spinosi.
Queste misure andrebbero approfondite e realizzate in collaborazione con un erpetologo in quanto il loro successo dipende anche da dettagli che possono essere definiti solo in fase di cantiere.

Gordevio 9 settembre 2011

Tiziano Maddalena
Marzia Mattei-Roesli