A G E N Z I A D E L D E M A N I O

DIREZIONE REGIONALE LIGURIA

SERVIZI TECNICI

SPOTORNO
TERRAPIENO IN LOCALITA' SERRA

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRAPIENO EX DISCARICA SITA NEL COMUNE DI SPOTORNO, LOC. SERRA (SV), IDENTIFICATA AL C.T. DEL COMUNE DI SPOTORNO, AL FOGLIO 10, PART. 1441/PARTE



PROGETTO DEFINITIVO

Rev. 30 settembre 2020

El. H

30/09/2020

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Liguria

Dirigente: dott. Mario Parlagreco

Responsabile del Procedimento: arch. Riccardo Blanco

RTP: Ing. Paolo GAGGERO - Geol. Alberto DRESSINO - Ing. Luca ROSSI

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SAVONA
PAOLO GAGGERO
INGEGNERE
N° 463

Elaborato H

RELAZIONE GEOLOGICA

Rev. 30 settembre 2020

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

Nelle seguenti pagine viene riportata la relazione geologica redatta a cura del Dott. Geol Alberto Dressino, professionista facente parte del RTP di progettazione, inerente al servizio per la progettazione definitiva dei '' Lavori di messa in sicurezza del terrapieno ex discarica sita nel Comune di Spotorno, loc. Serra (SV), identificata al C.T. del Comune di Spotorno, al Foglio 10, part 1441/parte.''

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

Sommario

1. INQUADRAMENTO GENERALE DELLA LOCALITA' 3
2. ESITI DELLE ATTIVITA' DI ACCERTAMENTO AMBIENTALE ESEGUITE DALL'ARPAL 6
3. CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA NORMATIVA DI PIANO DEL TORRENTE CROVETTO 8
4. PROSPEZIONI GEOFISICHE 9
5. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI IN POSTO 11
6. DEFINIZIONE DELLA SISMICITA' DELL'AREA 12
7. OPERE IN PROGETTO E CONSIDERAZIONI OPERATIVE CONSEGUENTI 20
Allegato : Corografia e Prospezioni geofisiche 22

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

1. INQUADRAMENTO GENERALE DELLA LOCALITA'

Il rilevato artificiale di località Serra, ubicato su area demaniale nell'estremo ponente del territorio comunale in ambito di spiaggia (cfr. *Corografia dell'area esaminata*, scala 1/5.000, allegata alla presente), è stato realizzato negli anni '70 del secolo scorso con materiali estremamente eterogenei derivanti praticamente da tutte le attività edilizie e di modificazione del territorio in senso lato che si sono sviluppate nel tempo: dagli imponenti interventi strutturali che hanno interessato il ponente ligure (gallerie autostradali, raddoppio linea ferroviaria, sbancamenti di rilevati ferroviari dismessi, ecc.) sino alla piccola edilizia locale (demolizioni, laterizi, sbancamenti per fondazioni e/o interrati, ecc.).

Ne fanno testo le attività di accertamento geognostico effettuate nella primavera del 2013 dal Dipartimento di Savona dell'ARPA Liguria, tramite intervento coordinato con Comune di Spotorno, Regione Liguria e Provincia di Savona, a commento delle quali (vedasi attività ARPAL allegate all'Elab.I) si cita testualmente "*…la presenza di altri materiali mescolati alle terre e rocce: prevalentemente inerti da demolizione, blocchi di asfalto, guaine isolanti e travi in legno. Sono inoltre state individuate occasionali presenza di altri rifiuti (bidoni metallici schiacciati, cavi elettrici, rifiuti solidi urbani non degradabili, teli in nylon*", peraltro costituente una "*situazione compatibile con le prassi adottate in passato, quando era consuetudine non dividere gli inerti da demolizione (compreso asfalto stradale rimosso) dalle terre e rocce scavate*".

Ne consegue che la composizione dei materiali risulta essere molto eterogenea sia per quanto riguarda la granulometria (rapidamente variabile localmente da sabbie, limi e argille, sino a frazioni detritiche grossolane dell'ordine di ciottoli e trovanti anche pluridecimetrici), sia nella litologia che è da riferire pressoché alla totalità delle formazioni rocciose che caratterizzano geologicamente l'entroterra del savonese.

Da segnalare anche che le attività di deposito materiali ha avuto luogo anche in epoche successive; al nucleo principale costituito prevalentemente dallo smarino delle gallerie in formazione in quegli anni (autostrada e spostamento linea ferroviaria a monte) si sono poi aggiunti sversamenti più caotici ed occasionali interessando soprattutto il lato fronte mare, avanzando progressivamente il corpo di discarica verso la linea di battigia in assenza di opportuni presidi protettivi ed esponendo di conseguenza il rilevato agli effetti delle ondazioni in occasione delle condizioni meteomarine più avverse.

A tali eventi sono da imputare il progressivo smantellamento del fronte mare del rilevato che ha determinato nel tempo l'erosione progressiva dei depositi comportando una selezione selettiva delle varie frazioni granulometiche presenti asportando le componenti più fini (limi, sabbie ed argille) ed esponendo sul fronte le componenti più grossolane come evidenziato nelle pose fotografiche di pagina seguente (Foto 1 e 2).

La stabilità del corpo del rilevato risulta pertanto costantemente soggetta a condizioni di instabilità sia locale (con crolli puntuali e conseguente marcato arretramento del ciglio retrostante) sia complessiva che mettono a pregiudizio il suo equilibrio sotto il profilo statico nonché le condizioni di sicurezza di occasionali fruitori dell'area, rendendo pertanto necessario un intervento di consolidamento e sistemazione della discarica.

Sotto il profilo idrogeologico il corpo del rilevato allo stato attuale, anche tenendo conto della tessitura granulometrica e del grado di addensamento raggiunto, possiede un coefficiente di permeabilità medio/elevato tale da non configurare mai condizioni di completa saturazione dei materiali. Le acque di infiltrazione infatti defluiscono abbastanza rapidamente raggiungendo o i fronti perimetrali o, più in profondità, la falda individuabile circa alla quota della battigia.

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu



FOTO 1



FOTO 2

2. ESITI DELLE ATTIVITA' DI ACCERTAMENTO AMBIENTALE ESEGUITE DALL'ARPAL

Nel corso della campagna di campionamento ed indagine del corpo della discarica effettuata dal Dipartimento di Savona dell'ARPAL (aprile 2013) vennero eseguiti complessivamente:

- n. 5 scassi sino alla profondità di 5 m (Sc);
- n. 4 trincee larghe circa 1 metro e lunghe mediamente 10 m di profondità comprese tra 1 e 2 m (Si);
- n. 4 carotaggi spinti a profondità di 7-8 m (C)

Nel corso di tali attività vennero prelevati, seguendo le modalità definite dalla normativa, complessivamente 25 campioni rappresentativi dei depositi costituenti il corpo della discarica "*…su parte di essi, scelti in base alla maggiore rappresentatività (evidenze suolo superficiale, suolo profondo e frangia capillare), sono state avviate le analisi di laboratorio atte alla determinazione di eventuale presenza di contaminanti con le modalità previste per il suolo; è stata prevista la determinazione di metalli ed IPA in tutti i campioni e di PCB, idrocarburi pesanti ed amianto solo in alcuni, rappresentativi di punti presso i quali sono emerse potenziali evidenze di contaminazione*" (comunicazione ARPAL allegata alla documentazione progettuale).

Mediante i carotaggi è stato accertato che la falda è ubicata stabilmente a quote comprese tra 6,00 e 6,30 m dal piano campagna rappresentato dalla sommità della discarica, presumibilmente costituita da acqua di mare, e regolata e stabilizzata dall'andamento del livello medio marino.

In successiva comunicazione ARPAL viene fornita la planimetria generale con ubicazione dei punti di verifica (scassi, trincee e carotaggi) di cui si propone lo stralcio seguente, e relativo commento degli esiti delle analisi eseguite con riferimento alle CSC di riferimento per i siti a destinazione residenziale, verde pubblico (Colonna A, tab. 2, allegato 5, titolo V del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) di cui si riprendono le risultanze.

"…in riferimento ai criteri di cui sopra su tutti i campioni analizzati non sono stati riscontrati superi dei parametri metalli, amianto e PCB mentre sono stati riscontrati due campioni non conformi relativamente agli IPA, di cui uno anche non conforme per gli idrocarburi C>12. Tali non conformità risultano contenute (sono infatti comprese tra i limiti di riferimento previsti per siti a destinazione residenziale- verde pubblico colonna A e quelli per siti industriali-commerciali colonna B, tab.2) e riferiti a campioni prelevati in posizioni contigue e sono riconducibili ad un'area di

ridotte dimensioni (gli altri campioni circostanti a tale zona risultano conformi) ove le attività di indagine e campionamento in campo avevano evidenziato presenza di frammenti di rifiuti frammisti al terreno di riporto."

3. CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA NORMATIVA DI PIANO DEL TORRENTE CROVETTO

Come richiesto dalla normativa vigente in materia sono state consultate le varie carte tematiche di sintesi del Piano di Bacino Stralcio al fine di inquadrare l'area in esame per quanto concerne la valutazione della propensione al dissesto della zona e di verificare l'eventuale esistenza di condizioni di rischio sotto il profilo geomorfologico, idrogeologico ed idraulico.

Nella circostanza sono state esaminate la Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti (Tav. 8), la Carta delle Fasce di Inondabilità (Tav. 9), la Carta del Rischio Geomorfologico (Tav. 10), la Carta del Rischio Idraulico (Tav. 11), la Carta degli Interventi (Tav. 12) e la Carta del Reticolo Idraulico (Tav. 13), come recentemente aggiornate, dalla cui analisi è possibile affermare complessivamente quanto segue:

- la discarica non risulta ubicata in aree gravate da problematiche di rischio idrogeologico;
- l'ambito di intervento non è inserito in zona d'alveo naturale e relative fasce di riassetto fluviale;

E' pertanto possibile attestare che non si hanno elementi di rischio legati a problematiche di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica per cui, sotto i profili esaminati, l'intervento risulta ammissibile e compatibile con la normativa di Piano di Bacino del torrente Crovetto.

4. PROSPEZIONI GEOFISICHE

Nelle posizioni indicate nell'allegato relativo alle attività di prospezione geofisica, nel novembre 2018 lo scrivente ha eseguito due prospezioni sismiche a rifrazione e prove MASW (identificate nel prosieguo rispettivamente con la sigla S.S.1 e S.S.2) sia del corpo di discarica, sia dell'ambiente presumibilmente originario (tratto di spiaggia attuale posta al margine ovest della discarica) necessarie tra le altre per la successiva determinazione dei parametri sismici dell'area, in particolare per l'attribuzione della categoria sismica del suolo.

Le due tipologie di prova, entrambe non invasive, sono tra loro differenziate e forniscono informazioni diverse in quanto la prima utilizza la velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P); la seconda la velocità delle onde di taglio (onde S). Tali onde sono generate e si propagano nel sottosuolo ogni qualvolta quest'ultimo è sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale, sia artificiale (esplosioni, mazze battenti, ecc.). La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di battuta), in corrispondenza di una molteplicità di punti disposti in modo allineato sulla superficie topografica (geofoni). Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni e la compattezza dei materiali da queste attraversati. Il contributo principale alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

Nella circostanza è stata utilizzata in entrambe le prove la strumentazione Gemini 2 Hz della PASI s.r.l. e, come software di elaborazione, il Winmaew 3C della Eliosoft; mediante energizzazione di una massa battente da 10 kg su una piastra di alluminio misurando le sollecitazioni indotte tramite una serie di sensori (geofoni) in numero di 12 posti sulla superficie del suolo. Lo stendimento complessivo nella circostanza è stato pari a 44 m con distanza tra i geofoni di 4 m, per il sondaggio S.S.1 e pari a 33 m, distanza intergeofonica di 3 m, per il sondaggio S.S.2.

Per quanto riguarda l'interpretazione della prova a rifrazione, i due sondaggi hanno fornito una successione di livelli sismici diversa, la prova S.S.1 è stata interpretata con un modello a tre strati mentre il S.S.2 a due strati, come riportato nella tabella seguente:

	S.S.1	**S.S.2**
Vel. 1° str [m/s]	619,60	771,60
Vel. 2° str [m/s]	1513,30	2265,50
Vel. 3° str [m/s]	3149,20	

con spessori rispettivamente di,

	S.S.1	**S.S.2**
Spess 1° str [m]	6,00-6,50	8,00-10,00
Spess 2° str [m]	6,00-12,00	

come meglio evidenziato dalle rispettive sezioni sismiche allegate alla presente.

Con la prova MASW è possibile invece stimare il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio fornendo il profilo di velocità Vs riportato per ciascuna prova in allegato. La prova fornisce la velocità di taglio rappresentativa per la definizione della sismicità locale. La velocità sismica (Vs) in presenza di rifrattore avente velocità superiore a Vs>800 m/c viene calcolata introducendo il concetto di velocità equivalente (V_{eq}) definita come la somma del prodotto di spessore (t_n) e velocità (v_n) di singolo strato sino al bedrock, ovvero allo strato avente velocità delle onde di taglio uguale o superiore a 800 m/s secondo la formula seguente:

$$V_{eq} = \frac{\left(\sum_{n=1}^{2} t_n \cdot v_n\right)}{\sum t_n}$$

In particolare per il sondaggio S.S.1 eseguito sulla sommità della discarica, la V_{eq} è risultato essere pari a **V_{eq} = 212 m/s** da cui l'attribuzione del sottosuolo alla **categoria E**.

5. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI IN POSTO

Sulla base dei rilievi a vario titolo, effettuati dallo scrivente e da altri soggetti di cui è stata fornita copia delle risultanze, è possibile definire l'assetto stratigrafico come la sovrapposizione sul terreno naturale preesistente, costituito da depositi di spiaggia recenti, prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, di un rilevato avente superficie di circa 9600 mq e spessore di circa 5,50-6,00 m costituito da riporti di materiali eterogenei di varia provenienza come descritto in precedenza.

Il rilevato è stato realizzato pressoché totalmente nel decennio 70-80 del secolo scorso, presumibilmente senza seguire particolari tecniche di esecuzione costituendo pertanto un deposito di tipo "*casuale*". Va peraltro detto che negli oltre 40 anni successivi l'uso periodico per attività diverse tra cui manifestazioni turistiche e l'utilizzo con permessi stagionali e annuali delle attrezzature di un luna park, si è configurato un sostanziale e progressivo consolidamento (come dimostra la capacità di mantenere nel tempo la quasi verticalità dei fronti esposti) tale da attribuire al deposito la definizione di *terra forte* cui competono i seguenti valori medi dei principali parametri fisico-meccanici, avendo considerato, procedendo a favore della sicurezza, un comportamento prevalentemente di tipo incoerente pur ammettendo la presenza anche di un contributo da parte della coesione ma di difficile parametrizzazione in assenza di specifiche prove di laboratorio sui terreni:

peso di volume naturale	18,50 kN/m^3
peso di volume saturo	20,00 kN/m^3
angolo di attrito interno	38°

6. DEFINIZIONE DELLA SISMICITA' DELL'AREA

Con riferimento alla recente D.G.R. n. 210/2017 entrata in vigore il 17/03/2017 "*Mappa della classificazione sismica della Regione Liguria ed elenco dei comuni classificati*", l'intero territorio comunale di Spotorno è stato inserito in zona sismica 3, ovvero in ambiti a bassa pericolosità sismica.

Per quanto riguarda invece i valori da utilizzare nelle analisi strutturali si deve fare riferimento a quanto derivato dal reticolo sismico nazionale presente nel D.M. 14 gennaio 2008 (Norme tecniche per le costruzioni) e s.m. e i. (NTC18), da cui la stima della pericolosità sismica viene definita secondo un approccio legato al sito di costruzione mediante il quale si perviene alla individuazione dell'azione sismica che si potrà verificare, con un determinato tempo di ritorno e tenuto conto delle condizioni topografiche e geologiche, sulle opere in progetto.

Nella caratterizzazione di tale azione bisogna infatti tenere conto di tutti i fattori ambientali che possono concorrere a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa in un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche costituiscono infatti, in ampiezza, durata e frequenza, il risultato della risposta sismica locale.

6.1 – Categoria di sottosuolo.

È necessario pertanto prendere in considerazione le condizioni stratigrafiche e topografiche del volume di terreno interessato dall'opera, dato che entrambi i fattori possono influenzare l'azione sismica; il D.M. 17/01/18 fornisce la seguente classificazione delle possibili categorie di sottosuolo:

Categorie di sottosuolo:

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Come descritto in precedenza il modello identificato è stato attribuito alla **Categoria E**.

6.2 – Condizioni topografiche.

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Per configurazioni morfologiche superficiali semplici, come nel caso in esame, si può invece adottare la seguente classificazione:

Categorie topografiche:

Categoria	**Caratteristiche della superficie topografica**
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15°≤ i ≤30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Sulla base dei dati morfologici del sito si può inserire la superficie topografica nella **Categoria T1**.

6.3 – Pericolosità sismica di base attribuita al territorio comunale.

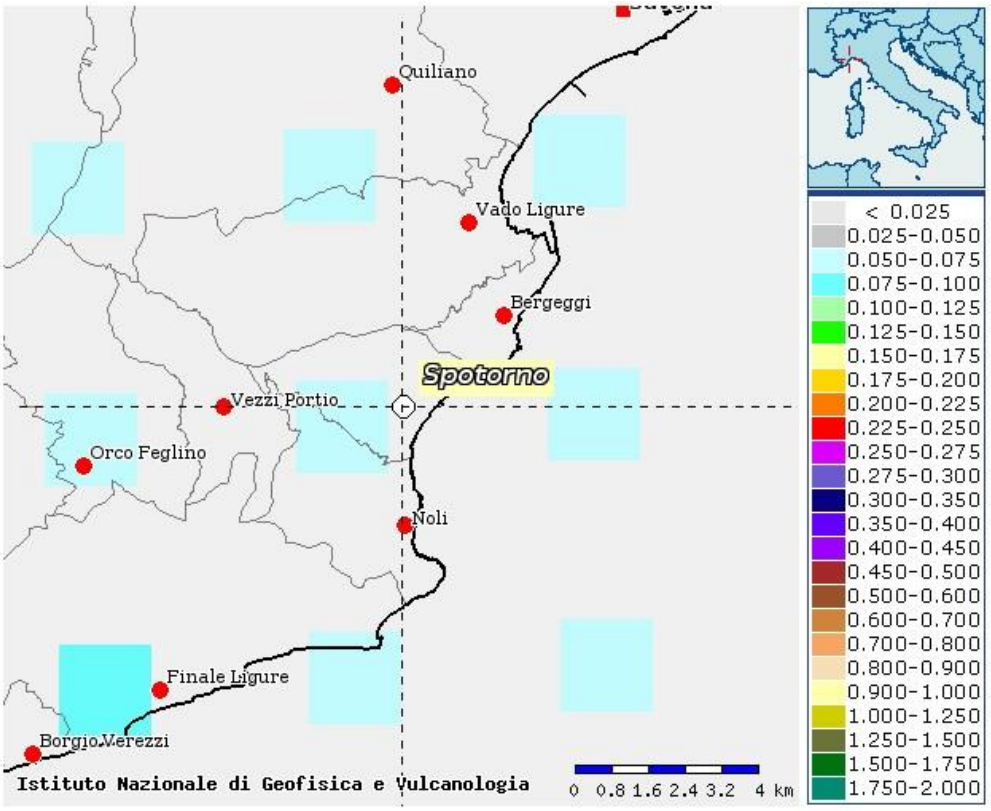
La Pericolosità sismica di base costituisce elemento essenziale per la determinazione dell'azione sismica che si può manifestare a carico di qualsiasi manufatto, nei diversi stati limite previsti dal D.M. del 17/01/2018 aggiornamento alle "*Norme Tecniche per le Costruzioni*". Essa esprime le caratteristiche del moto sismico atteso nel sito di interesse per una determinata probabilità di superamento, e si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale. Per definirla compiutamente si è fatto riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal gruppo di lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006, i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) numero 3519/2006.

In primo luogo si è fatto riferimento ai dati INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia) che evidenzia per tutto il territorio nazionale i valori attesi di accelerazione; come si osserva dall'immagine di pagina seguente, il territorio di Spotorno ricade in un'area con range compreso tra 0,050 e 0,075 PGA/ag. Successivamente, con riferimento al citato D.M. ed alla circolare 617 del 02/02/09 del Ministero delle Infrastrutture "*Istruzioni per l'applicazione delle N.T.C./08*", è stato possibile caratterizzare la pericolosità sismica specifica del sito, in quanto l'accelerazione massima attesa può essere valutata, con riferimento alla condizione topografica e stratigrafica, attraverso la relazione:

$$\mathbf{A_{max} = SS \cdot ST \cdot ag}$$

dove SS rappresenta il coefficiente di amplificazione caratteristico della categoria di suolo attribuita, ST costituisce un coefficiente di amplificazione topografica che tiene conto della geometria del piano campagna ed a_g l'accelerazione orizzontale di ancoraggio.

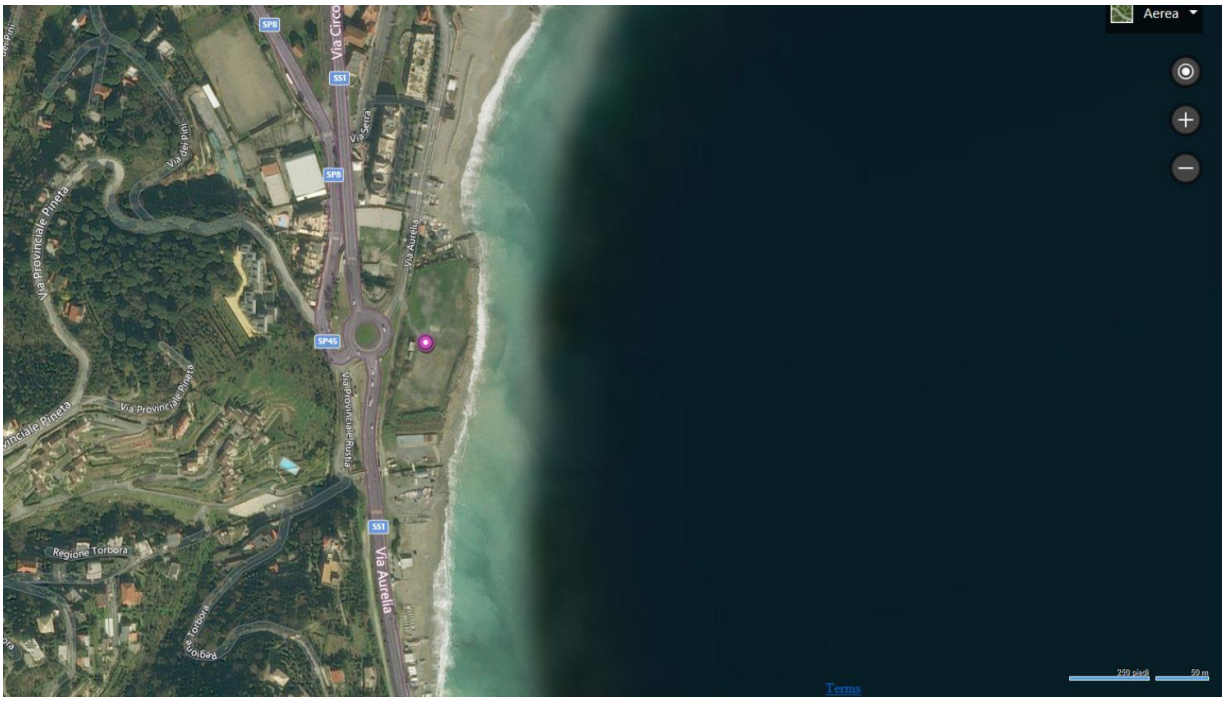
RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu



6.4 – Pericolosità sismica del sito.

Nel presente lavoro la stima della pericolosità sismica del sito (la cui ubicazione viene individuata dallo stralcio satellitare di pagina seguente) è stata effettuata utilizzando il software Geostru PS Advanced, partendo dai seguenti dati di sito e di progetto:

Vita nominale (Vn):	50	[anni]
Classe d'uso:	II	
Coefficiente d'uso (Cu):	1,00	
Periodo di riferimento (Vr):	50	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975	[anni]
Tipo di interpolazione:	Media ponderata	
Coordinate geografiche del punto		
Latitudine (WGS84):	44,2214851	[°]
Longitudine (WGS84):	8,2638836	[°]
Latitudine (ED50):	44,2224579	[°]
Longitudine (ED50):	8,2649412	[°]



Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame:

Punto	ID	Latitudine (ED50)[°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	17576	44,225300	8,396293	1685,84
2	17577	44,228280	8,465866	4023,51
3	17799	44,178370	8,469972	6356,02
4	17798	44,175400	8,400432	5202,95

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

- $\mathbf{a_g}$ accelerazione orizzontale massima;
- $\mathbf{F_o}$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_{C^*} periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per quanto riguarda il sito in esame essi valgono:

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,019	2,582	0,158
SLD	50	0,025	2,539	0,193
SLV	475	0,065	2,577	0,301
SLC	975	0,086	2,592	0,316

da cui ne derivano i seguenti dati di progetto:

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000

Categoria sottosuolo: **E**:

Categoria topografica: **T1**:

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	--	0,019	0,039	--
Kv	--	0,009	0,020	--
amax [m/s²]	0,292	0,394	1,017	1,355
Beta	--	0,470	0,380	--

7. OPERE IN PROGETTO E CONSIDERAZIONI OPERATIVE CONSEGUENTI

Tenuto conto delle condizioni di instabilità del corpo della discarica in relazione a possibili condizioni meteomarine particolarmente avverse, si propone l'esecuzione di un rinforzo strutturale delle scarpate previa sistemazione della discarica stessa.

Le operazioni per la messa in sicurezza del terrapieno prevedono la creazione di un'opera di difesa in massi naturali, caratterizzata da:

- nel fronte Est del terrapieno mediante scarpata in massi lapidei di III° categoria (peso 5.0 ton) di spessore medio 2.80 ml (n°2 strati) con disposizione alla rinfusa, profilo frontale leggermente arcuato corrente alla linea di riva rilevata a fine maggio 2020, di lunghezza circa 160,0 ml in berma, pendenza 1/1, da quota sommitale +6,60 ml s.l.m.m. a quota di fondazione -1,00 m.s.l.m.m.; l'opera è realizzata interamente su aree emerse (rilievo maggio 2020);
- nelle due ali laterali per circa 20,0 ml cadauna mediante scarpata in massi lapidei di III° categoria (peso 5.0 ton) con disposizione alla rinfusa, di raccordo tra la scarpata del fronte E e i fronti lato S e N, con pendenza 1/1, da quota sommitale +6,60 ml s.l.m.m. a quota di fondazione variabile da -1,00 ml s.l.m.m a +3,00 ml s.l.m.m. in funzione dello sviluppo;
- l'imbasamento di tutte le scarpate ed il riempimento del cavo compreso tra la mantellata del fronte E ed il terrapieno esistente mediante tout venant e massi di I° categoria (in egual proporzione), adeguatamente compattati e sagomati al fine di creare un efficace piano di appoggio per i massi di mantellata, previo posizionamento di robusto geotessuto.

Nelle attività di scavo e successivo riporto delle volumetrie dovranno essere seguite le prescrizioni di normale impiego in casi similari ovvero avendo cura di stendere il materiale in strati successivi previo consolidamento meccanico di ciascuno prima di procedere alla stesura del successivo.

In merito alla ristretta zona nella quale nel 2013 erano stati accertati esuberi limitati rispetto alla tabella A degli IPA e, in un caso, di idrocarburi pesanti (C>12), dovrà essere valutata in corso d'opera l'effettiva sussistenza di pericolosità ambientale e della conseguente necessità di provvedere all'allontanamento di tali volumetrie a discarica abilitata a riceverle.

Nella scelta e successiva posa dei massi di III categoria che andranno a formare la mantellata di contenimento del corpo della discarica, dovranno essere privilegiate forma a scabrezza opportuna (evitando superficie eccessivamente lisce) tale da sviluppare nell'incastro reciproco, il massimo della resistenza (angolo di attrito) alle sollecitazione sia di natura gravitativa, sia meteo marina e dalla loro possibile azione combinata.

Sulla base di quanto svolto ed emerso nel corso del presente lavoro è parere dello scrivente che le opere in progetto costituiscono un miglioramento della condizione di stabilità attuale del corpo della discarica ed inoltre in merito a quanto previsto dalla normativa dei Piani di Bacino si può affermare che gli interventi in progetto:

- non pregiudicano e non alterano la stabilità delle aree al suo interno;
- non pregiudicano la possibilità di attuare le previsioni di piano e la sistemazione idrogeologica definitiva del bacino.

Finale Ligure, settembre 2020

Il tecnico incaricato

dr. Alberto DRESSINO

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

Allegato : Corografia e Prospezioni geofisiche

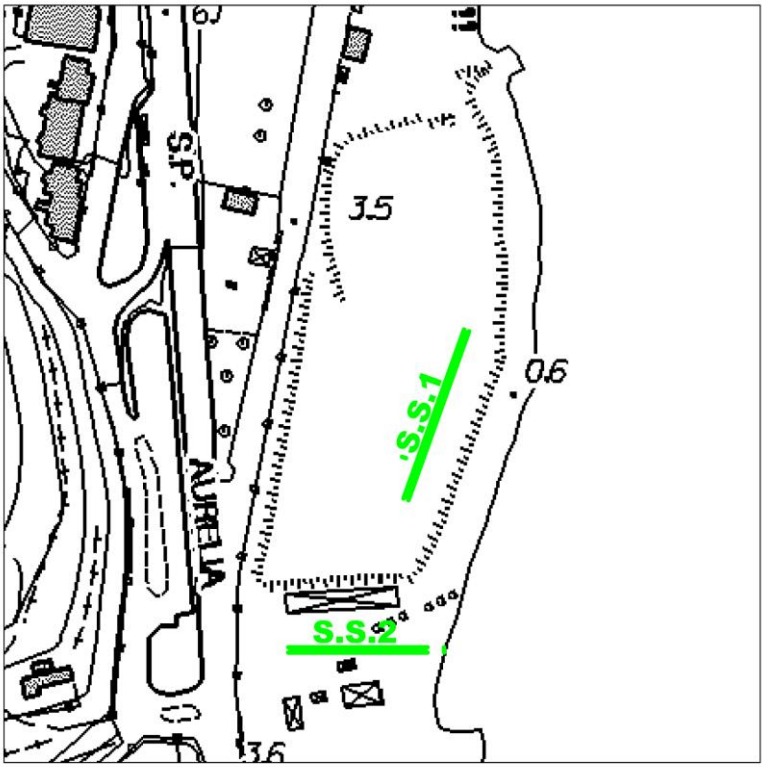


- Corografia dell'area esaminata -
(Stralcio dalla C.T.R. n. 229.130 - Scala 1/5.000)

Ubicazione discarica di loc. Serra

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

PROSPEZIONI GEOFISICHE

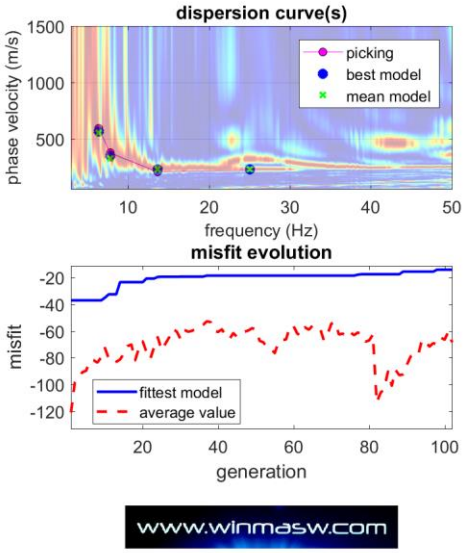


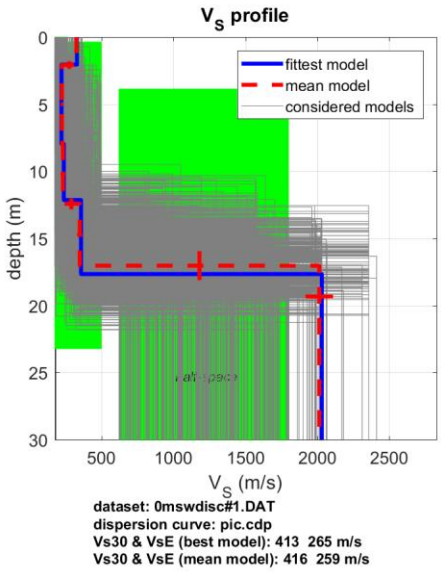
- Ubicazione sondaggi sismici -
(Stralcio dalla C.T.R. n. 229.130 - Scala 1/5.000)

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

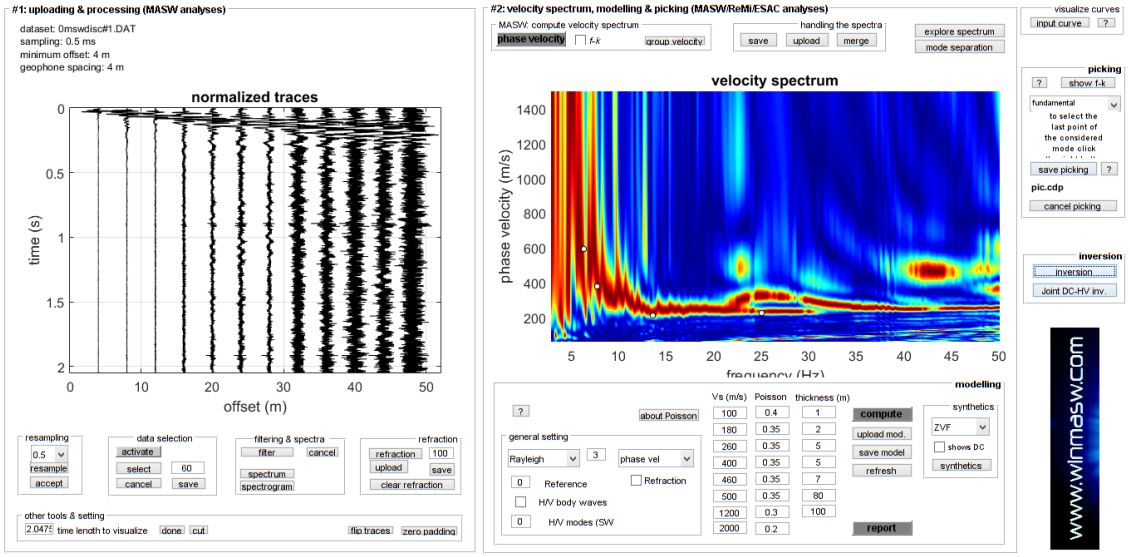
S.S.1

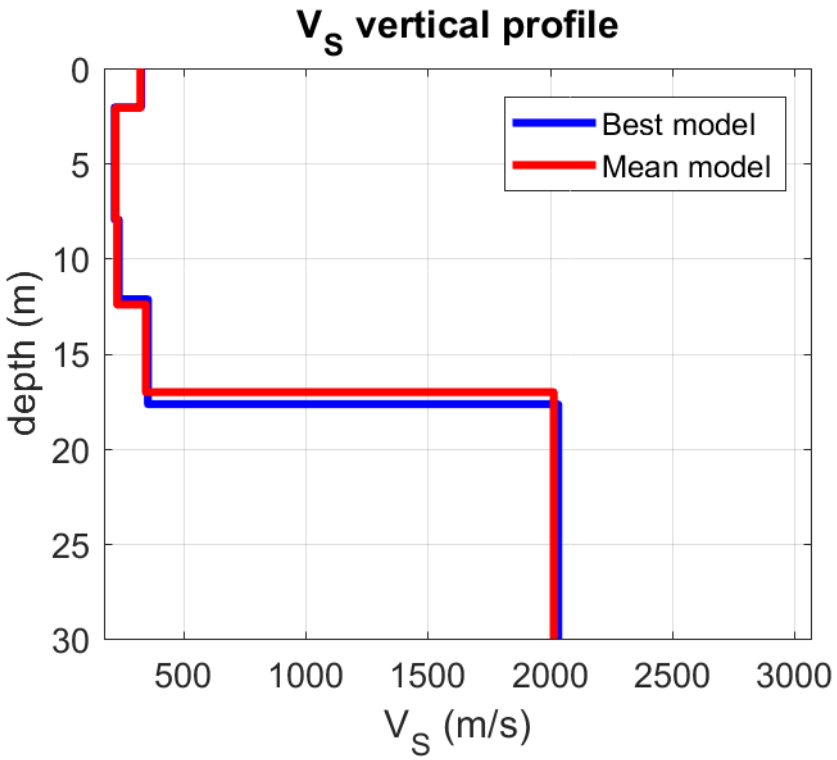






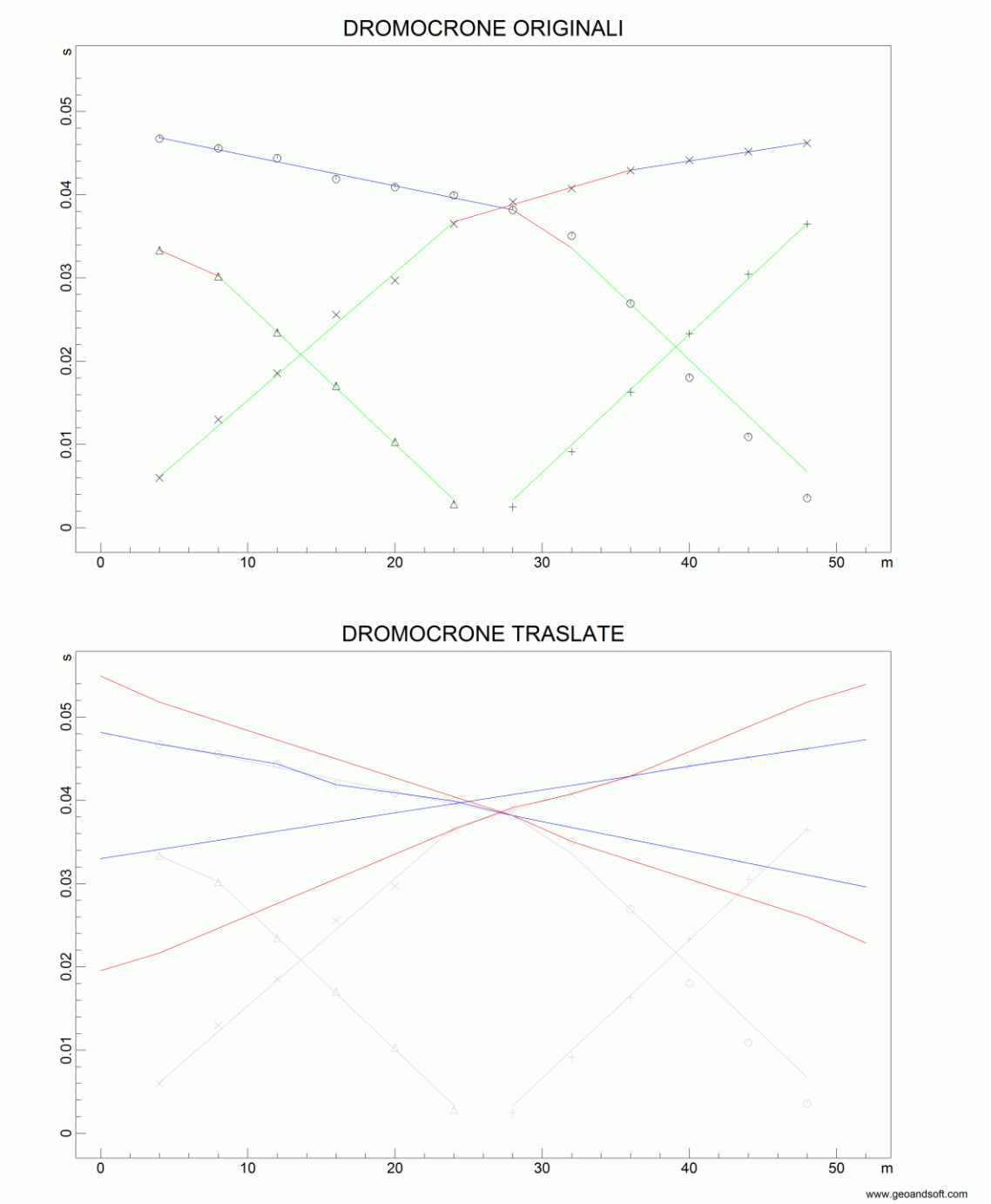
RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu





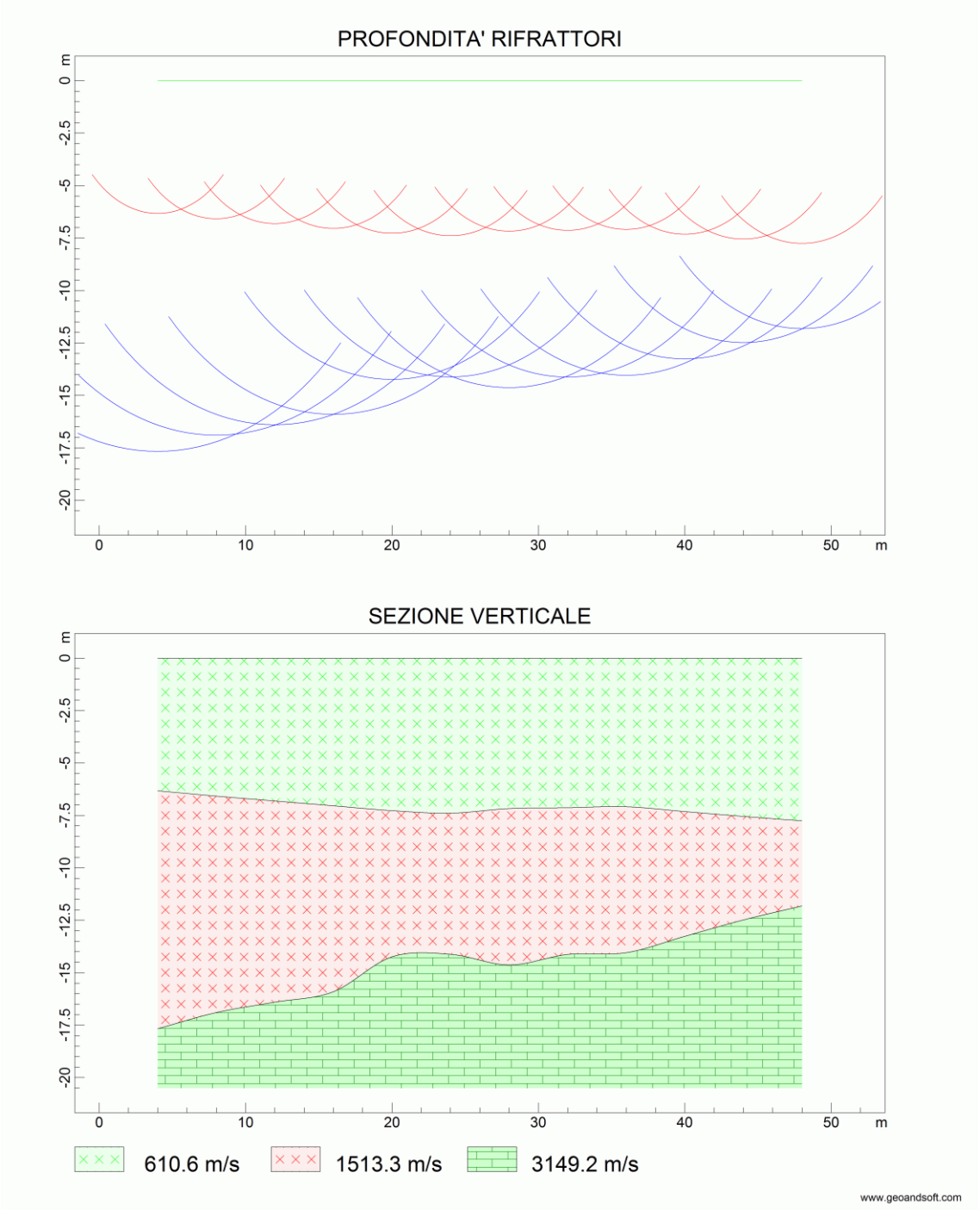
RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

DROMOCRONE



RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

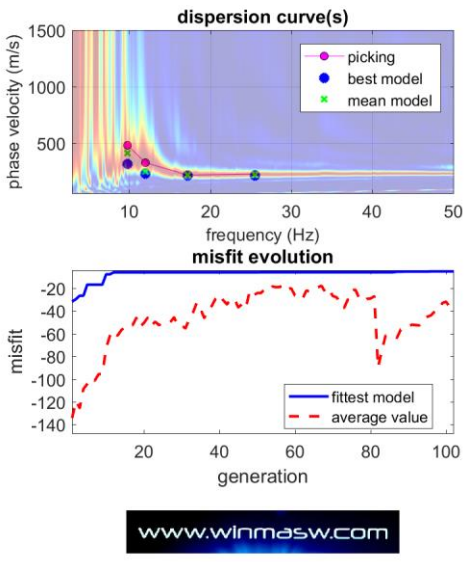
SEZIONE SISMICA

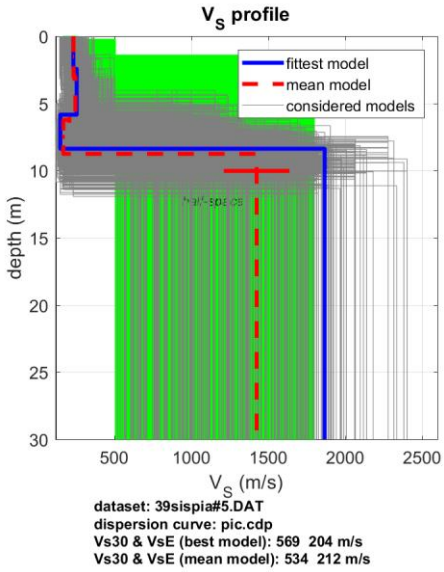


RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

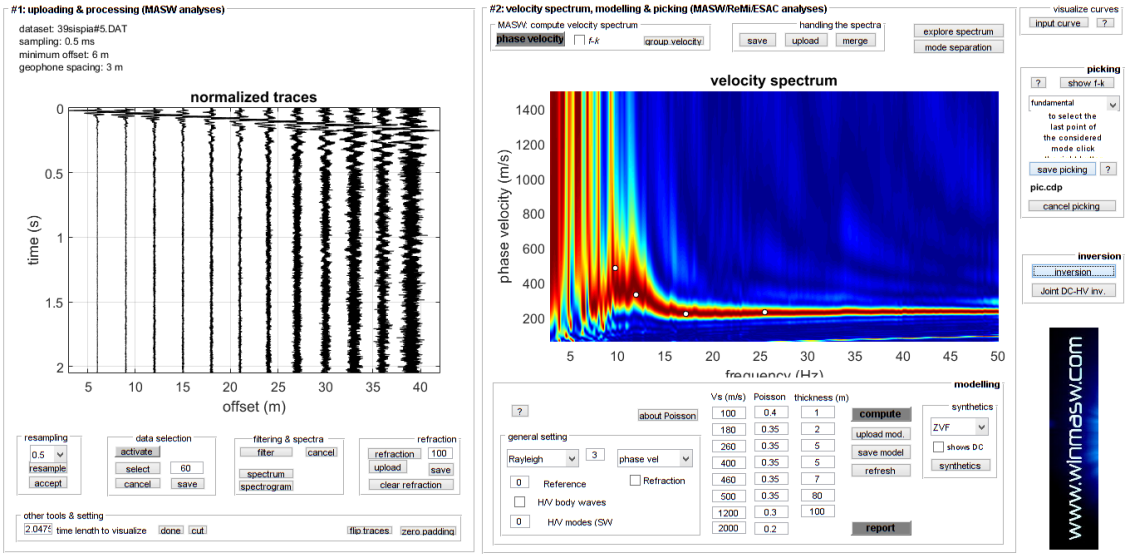
S.S.2

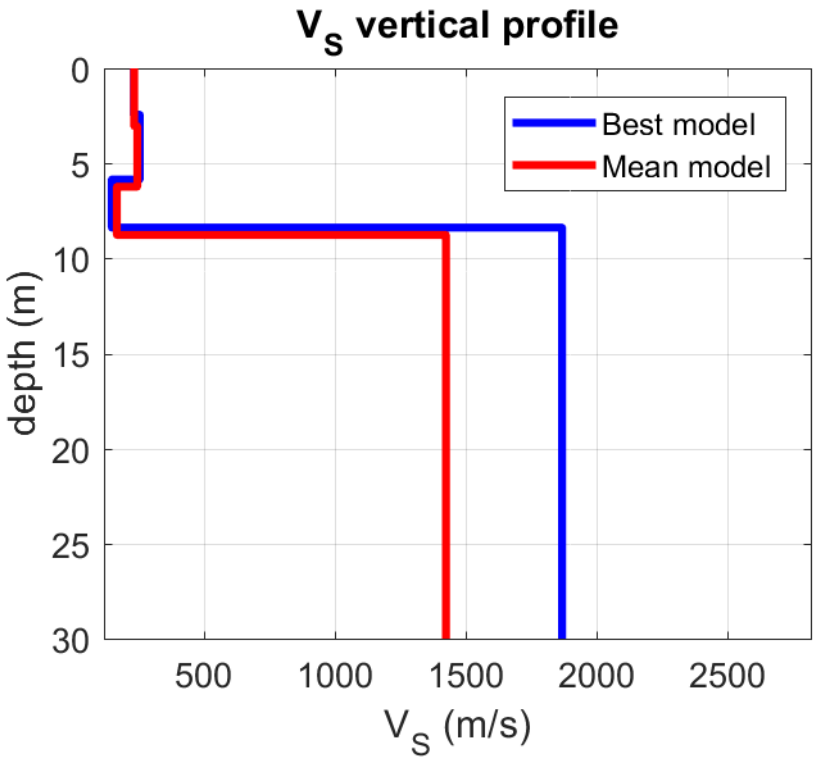






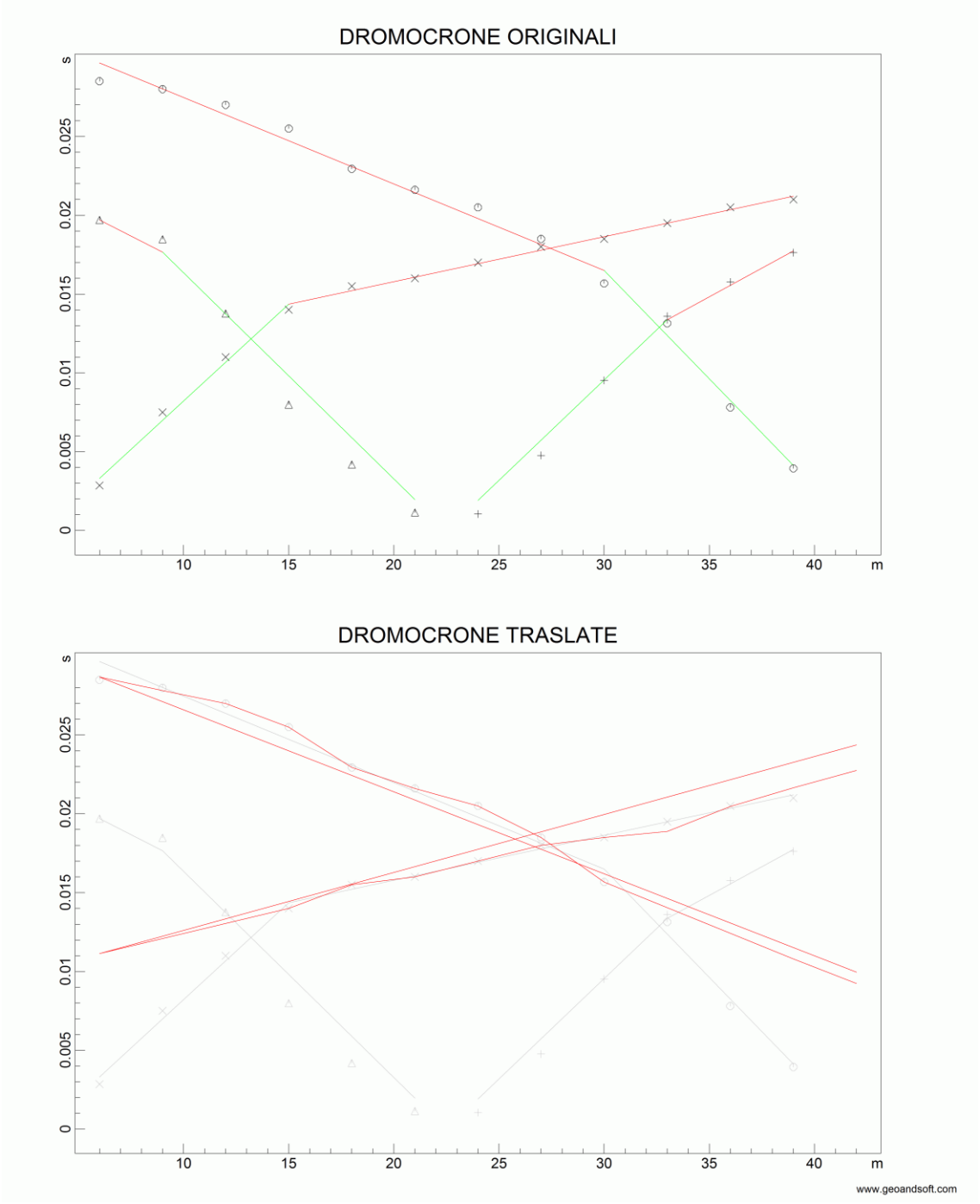
RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu





RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

DROMOCRONE



RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

SEZIONE SISMICA

