

Autorità di Sistema Portuale
del Mar Adriatico Centro Settentrionale

**APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI, NUOVO
TERMINAL IN PENISOLA TRATTATOLI E RIUTILIZZO DEL
MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE AL P.R.P. VIGENTE 2007
I FASE**

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

**INDAGINI E PROVE SUI MATERIALI
DELLE STRUTTURE ESISTENTI
ALL.2 PROVE SUI MATERIALI**

FILE

1114.SDF.A.2 - ProveMateriali

CODICE

1114.SDF.A.2

SCALA

Rev.	Data	Causale
0	Set. 2014	Emissione
1	Set. 2017	Revisione generale
2		
3		

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL
MARE ADRIATICO CENTRO SETTENTRIONALE

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
IL DIRETTORE TECNICO

(Ing. Fabio Maletti)



MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER
LE OPERE PUBBLICHE PER LA LOMBARDIA
E L'EMILIA ROMAGNA

IL RESPONSABILE DELLA REVISIONE
DELLA PROGETTAZIONE

(Ing. Francesco Calabrese)



**PORTO DI
RAVENNA**

**Bologna, 24/07/2017**

RAPPORTO DI PROVA:	STR009/2017
COMMITTENTE:	Autorità Portuale di Ravenna Via Antico Squero, 31 48122 Ravenna
OGGETTO DEI LAVORI:	Indagini e verifiche finalizzate all'accertamento dello stato di consistenza delle palancole in acciaio e le relative strutture (cordolo di collegamento, tiranti, etc...) del Porto di Ravenna sulla sponda ovest del Canale Candiano ed aventi lo scopo di accertare il loro stato di conservazione e le loro caratteristiche geometriche-meccaniche, propedeutica alla progettazione definitiva dell'intervento "Hub Portuale di Ravenna: approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo materiale estratto in attuazione al PRP vigente 2007
PROVE ESEGUITE:	N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a Trazione N.4 Pacometrie N.2 Indagini SONREB N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica delle teste di ancoraggio dei tiranti N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione N.1 Prova di trazione su provino in acciaio delle palancole N.1 Prova con Georadar
CANTIERE:	Porto di Ravenna, Banchina BUNGE – SITI 5 E 6
RIFERIMENTO:	ACC. INT. 336-E DEL 16/06/2017
DATA DELLE PROVE:	Dal 12/06/2017 al 30/06/2017

(il presente rapporto di prova si compone di n. 19 pagine)

Pagina 1 di 19 rapporto di prova STR009/17 del 24/07/2017

È vietata la riproduzione del rapporto di prova o di singole parti senza l'approvazione del laboratorio Tecnocontrolli s.r.l.

1. PREMESSA

Dal 12 Giugno 2017 al 30 Giugno 2017 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito indagini strutturali e prove su materiali presso le banchine ALMA, BUNGE, TRATTAROLI SUD E NORD e IFA e del Porto di Ravenna, lungo il canale Candiano, le seguenti prove:

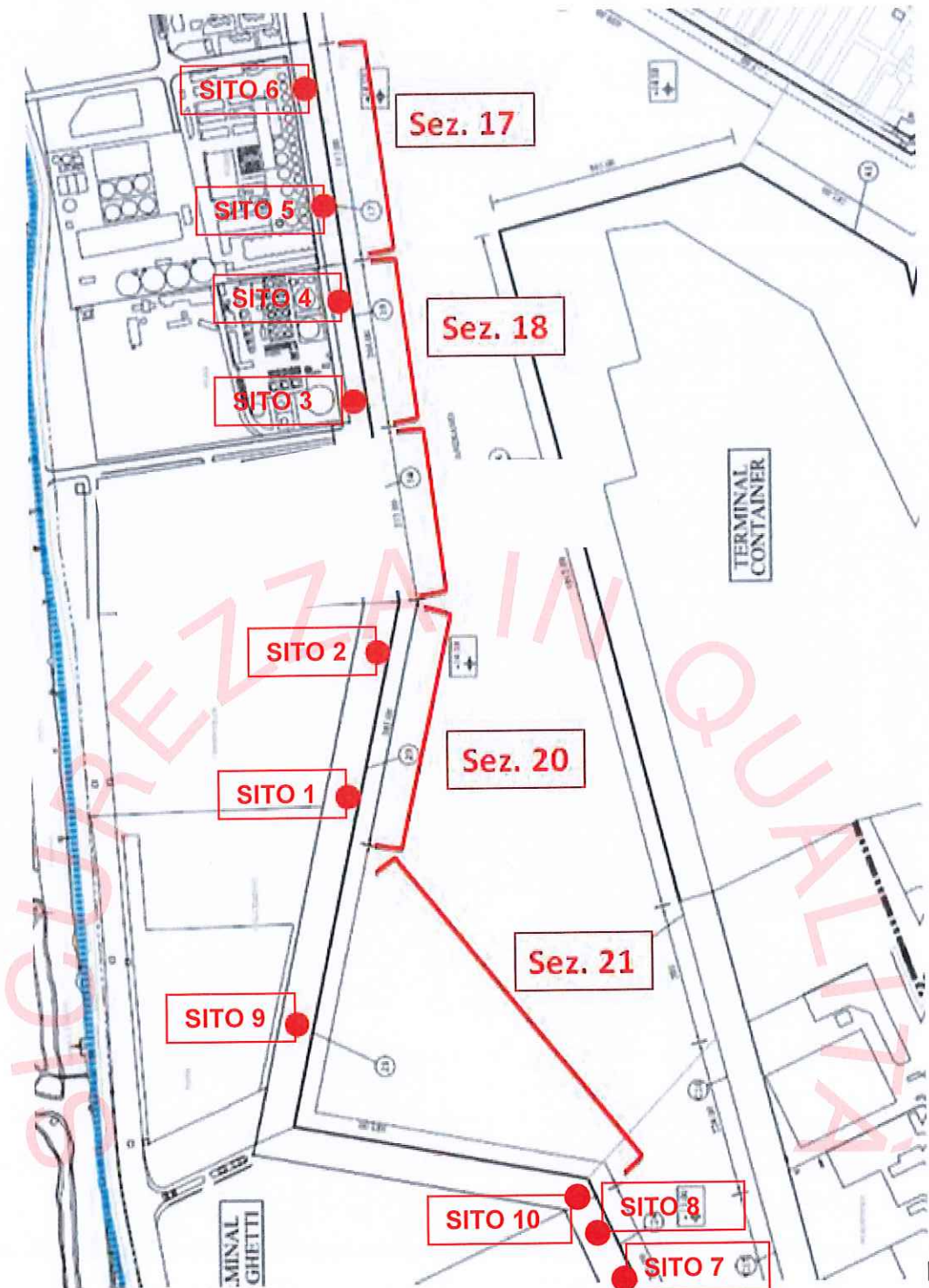
- N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione
- N.4 Pacometrie
- N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a trazione
- N.2 Indagini SONREB
- N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica dei tiranti
- N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo
- N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione
- N.1 Prova con Georadar composta da due sezioni di indagine ciascuna della lunghezza totale di 50 m
- N.1 Prova di trazione su provino in acciaio delle palancole

Alle prove erano presenti i tecnici del Genio Civile OO.PP., Geom. Bruno Perna e Geom. Arturo Castiglione.

Nel presente rapporto vengono esposti i risultati delle indagini e delle prove relative alla banchina Bunge – siti d'indagine 5 e 6.



2. PLANIMETRIE ED INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI PROVA




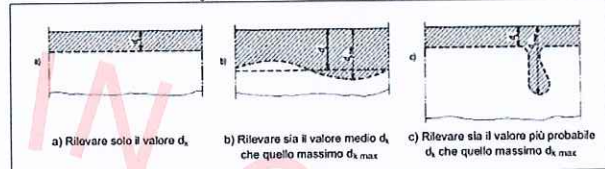


3. ESTRAZIONE DI CAROTE, PROVE DI CARBONATAZIONE E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

CAROTA LATO MARE – circa 13 m dal confine con Enel	
<p>SIGLA CAROTA: C4</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 27.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità, pori, con lesioni passanti attraverso tutta l'altezza della carota.</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><small>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d, b) Rilevare sia il valore medio d, che quello massimo d_{max} c) Rilevare sia il valore più probabile d, che quello massimo d_{max}</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO – circa 13 m dal confine con Enel	
<p>SIGLA CAROTA: C3</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 23 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><small>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d, b) Rilevare sia il valore medio d, che quello massimo d_{max} c) Rilevare sia il valore più probabile d, che quello massimo d_{max}</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>

CAROTA LATO MARE – circa 25 m dal confine con Alma	
SIGLA CAROTA: C2	CARBONATAZIONE <small>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</small>
DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)	
LUNGHEZZA CAROTA: 26.5 (cm)	TIPO DI FRONTE: A – B – C
ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccoli pori e cavità	DK: 20 (mm)
	DK,MAX: 25 (mm)

CAROTA ESTRADOSSO – circa 25 m dal confine con Alma	
SIGLA CAROTA: C1	CARBONATAZIONE <small>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</small>
DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)	
LUNGHEZZA CAROTA: 38.5 (cm)	TIPO DI FRONTE: A – B – C
ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori	DK: 0 (mm)
	DK,MAX: 18 (mm)

Sito d'indagine	Sigla	Diametro (cm)	Altezza (cm)	Area (cm ²)	Volume (m ³)	Massa (Kg)	Massa volumica (Kg/mc)	Carico di rottura (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm ²)	Tipo di rottura	Tipo di estrazione
5	C2-Mare	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,458	2235,0	260,400	37,52	1	1:1
	C1-Estradosso	9,4	9,5	69,40	0,0006593	1,509	2288,9	253,577	36,54	1	1:1
6	C4-Mare	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,484	2274,9	293,500	42,29	1	1:1
	C3-Estradosso	9,4	9,5	69,40	0,0006593	1,540	2335,9	284,597	41,01	1	1:1



SICUREZZA

QUALITÀ



SICUREZZA

**4. ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA E RISULTATI DELLE PROVE DI
RESISTENZA A TRAZIONE**

Sito d'indagine	Sigla	Diametro nominale (mm)	massa	lunghezza	toll. sez.	Sezione effettiva	Diametro virtuale (mm)	Carico di Snervam. f_y	Carico di Rottura f_t	Allungam. A_s
			g	mm	%	(mm^2)		Unitario (N/mm^2)	Unitario (N/mm^2)	
5	B1	20	756	315	-2,68	305,73	19,73	416,80	645,60	11,52
6	B2	20	1222	483	2,59	322,30	20,26	495,40	601,10	18,19





5. VERIFICHE VISIVE E DI PROTEZIONE ELETTRICA DELLE TESTE DEI TIRANTI

Sito d'indagine	Sigla	Valore max misurato (kΩ)	Metodo	Note	Stato testa/tirante
5	Testa tirante 1	198,9	ERM II	Misurati diversi valori, ma sempre maggiori di 100 kΩ	Testa in buono stato senza tracce di ruggine

La testa del tirante 1 è ubicata a circa 25 m dal confine con Alma.

Non è stato possibile trovare e le teste di ancoraggio dei tiranti relativi al sito 6.





6. VERIFICA VISIVA DEI TIRANTI, PRELIEVO DI TREFOLO E RISULTATI DELLA PROVA DI RESISTENZA A TRAZIONE

Il tirante ispezionato è ubicato a circa 27 m dal confine con Alma. Complessivamente il tirante è in buono stato di conservazione.

Sito d'indagine	massa (kg)	lunghezza (mm)	Diametro (mm)	tolleranza sezione (%)	Sezione (mm ²)	fpt (kN)	fpt (N/mm ²)
5	0,595	536	139	2,34	142,25	253,2	1780



SICUREZZA IN QUALITÀ



7. RISULTATI DELLE PROVE SONREB

Prova SONREB sito d'indagine n.		6 Distante circa 13 m dal confine con Enel												
PROVA SCLEROMETRICA														
FACCIA 1 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	38	40	34	34	34	44	34	42	42	44	38	40	
	Ir,max	44												
	Ir,min	34												
	Ir,medio	39												
FACCIA 2 - LATO MARE	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	56	58	62	58	60	58	56	62	58	56	56	62	
	Ir,max	62												
	Ir,min	56												
	Ir,medio	58												
Ir, medio 1-2		49												
PROVA ULTRASONICA														
Tipo	Semidiretta							Distanza percorsa (prova indiretta)						
								L1 (cm)	58	L2 (cm)	40	D (cm)	70,46	
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	Velocità misurata (m/s)	4473	4516	4459	4430	4728	4403	4681	4616	4660	4635			
	Tempo misurato (µs)	157,4	156,4	157,9	158,9	148,9	159,9	154,4	155,9	154,4	151,9			
	Velocità teorica (m/s)	4476	4505	4462	4434	4732	4406	4563	4519	4563	4638			
	V _m (m/s)	4560,1												
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE														
Formula di J.Gasparik (1984)		59,69	Mpa											
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		64,95	Mpa											
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		57,49	Mpa											
Formula E. Del Monte et all. (2004)		53,38	Mpa											
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		56,25	Mpa											
Rilem (1989)		69,26	Mpa											
Prova SONREB sito d'indagine n.		5 Distante circa 25 m dal confine con Alma												
PROVA SCLEROMETRICA														
FACCIA 1 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	40	30	44	40	34	40	32	34	38	30	32	28	
	Ir,max	44												

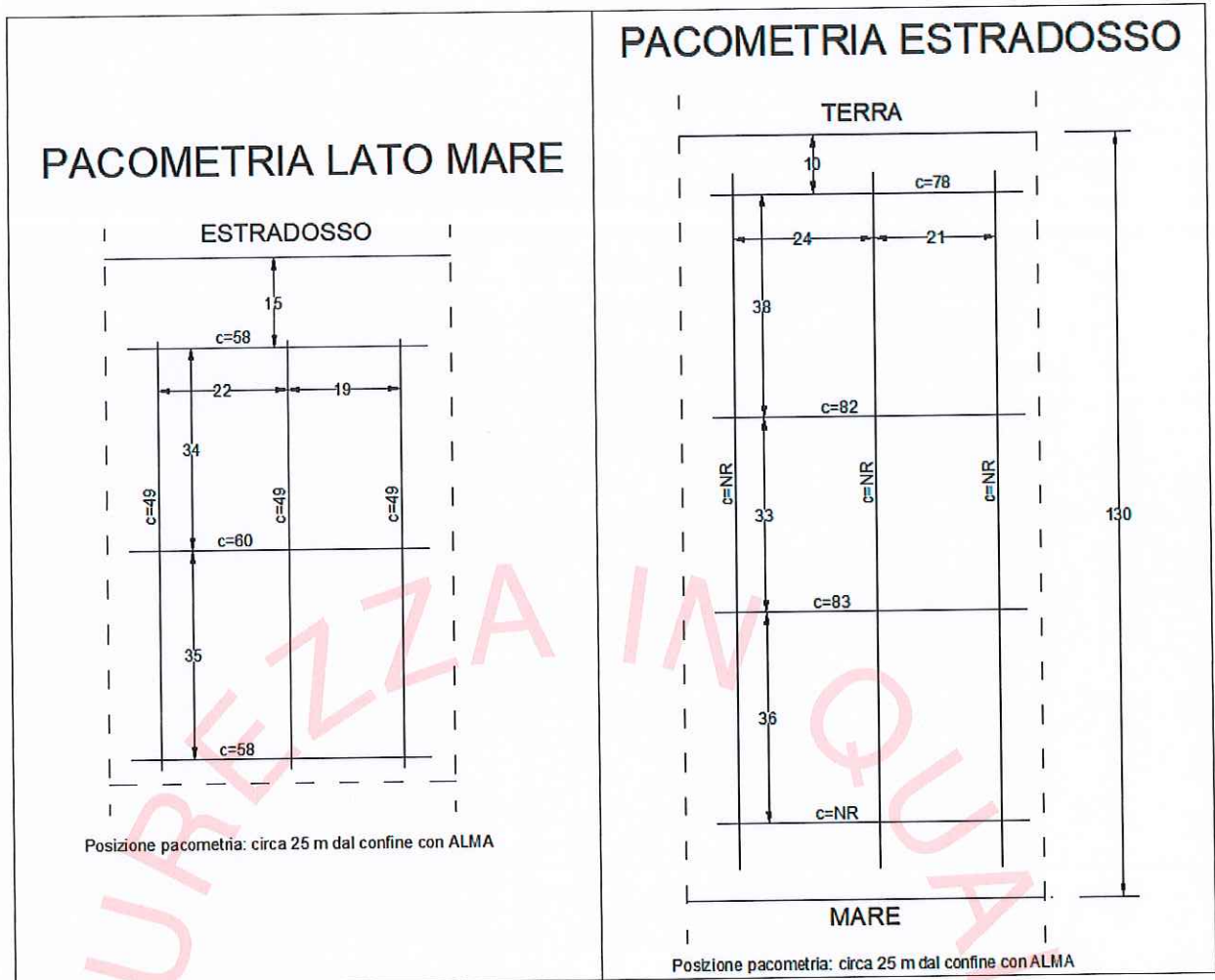


	Ir,min	28												
	Ir,medio	35												
FACCIA 2 - LATO MARE	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	40	52	54	52	50	54	54	50	52	50	48	58	
	Ir,max	58												
	Ir,min	40												
	Ir,medio	52												
	Ir, medio 1-2	43												
PROVA ULTRASONICA														
Tipo	Semidiretta							Distanza percorsa						
								L1 (cm)	60	L2 (cm)	40	D (cm)	72,11	
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	Velocità misurata (m/s)	1430	1950	1640	1759	1703	1307	2984	2291	1732	1907			
	Tempo misurato (µs)	447,0	397,0	472,0	477,0	454,0	566,0	258,0	338,0	447,0	406,0			
	Velocità teorica (m/s)	1613	1816	1528	1512	1588	1274	2795	2133	1613	1776			
	V _m (m/s)	1870,3												
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE														
Formula di J.Gasparik (1984)		9,96	Mpa											
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		6,51	Mpa											
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		4,83	Mpa											
Formula E. Del Monte et all. (2004)		10,41	Mpa											
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		5,28	Mpa											
Rilem (1989)		5,82	Mpa											

SICUREZZA IN QUALITÀ

8. PACOMETRIE

SITO 5.



SICUREZZA IN QUALITÀ



SITO 6.





9. PROVA CON GEORADAR

L'indagine georadar è eseguita con strumentazione IDS HI MODE e l'impiego di una antenna APT_TRMF_Hi-Mod a frequenza centrale di 200-600 MHz montata su un carrello dotato di encoder. Il software di acquisizione è RIS K2 FAST WAVE, un software multicanale dalle alte prestazioni progettato per la raccolta di dati tramite georadar. I parametri di acquisizione sono impostati in modo da ottenere un dato per centimetro lungo profili paralleli.

I dati sono acquisiti in maniera unidirezionale, trascinando l'antenna sul terreno alla velocità di passeggio.

Una volta acquisiti i dati è stato necessario eseguire le opportune trasformazioni e correzioni in modo tale che fosse possibile "leggere" le discontinuità presenti nel substrato indagato.

I dati GPR acquisiti e registrati nel formato *.msi, sono stati visualizzati ed elaborati con l'ausilio del software Launch GRED, per ridurre sia quello che molti chiamano "rumore" o "interferenze" (riflessioni estranee) sia errori sistematici tipici di investigazioni di questo tipo.

I profili radar sono elaborati attraverso una sequenza di operazioni che riguardano: la visualizzazione dei singoli radargrammi, filtraggio dei dati, ed equalizzazione del gain, osservazione e interpretazione delle anomalie rilevate.

Inoltre, ogni profilo GPR esprime l'intensità degli impulsi riflessi dal substrato in funzione del tempo di arrivo e della posizione sulla superficie, ed essendo il risultato della giustapposizione di molteplici cicli di trasmissione e ricezione degli impulsi radar, le diverse tonalità di colore (o di grigio), sono funzione dell'intensità della radiazione riflessa.

In seguito ci si occupa di enfatizzare i segnali acquisiti secondo le seguenti operazioni:

- Rimozione dell'offset;
- Filtri che rimuovono il background;
- Applicazione dei filtri passa alto e passa basso;
- Migrazione;
- Gain restoration.

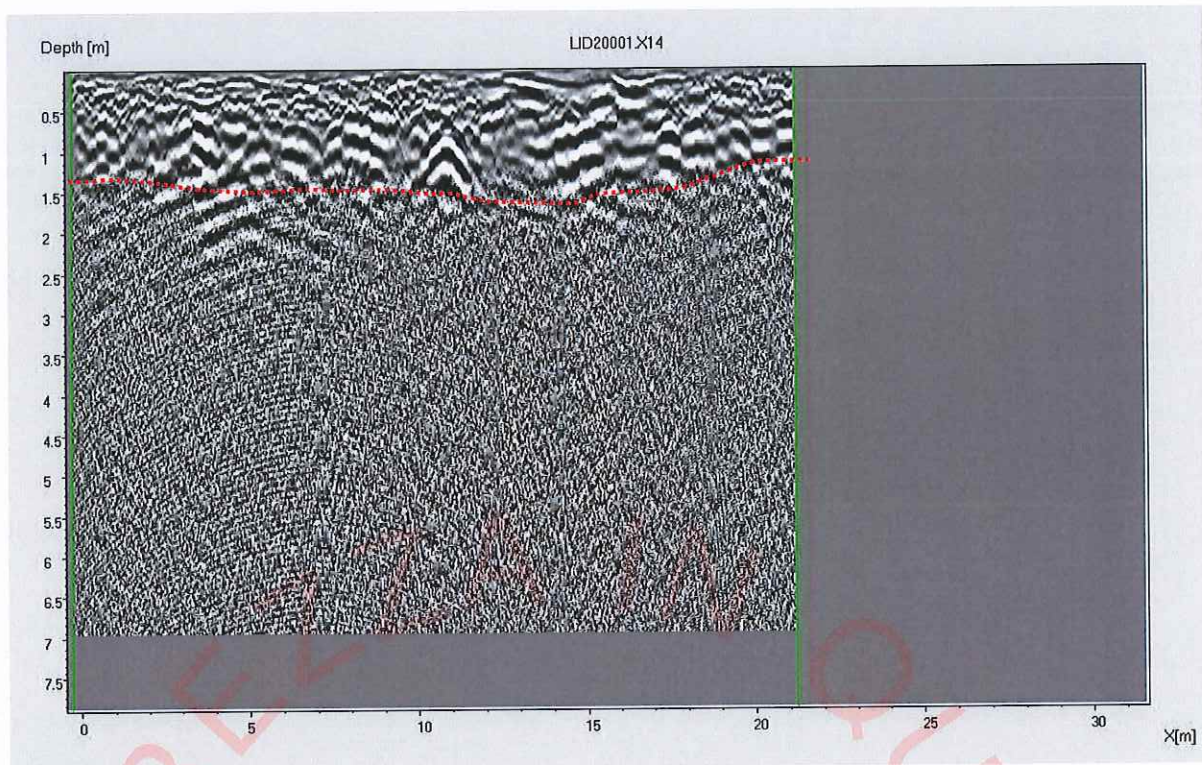
L'elaborazione dei dati, riduce notevolmente i disturbi menzionati, e rende molto più evidenti e nitidi i segnali d'interesse.

Le procedure di elaborazione sono compiute per ciascuno dei profili.



In questo report si riporta la sezione rappresentativa per ogni banchina oggetto di acquisizione con relativo commento.

Banchina "BUNGE" sito 5

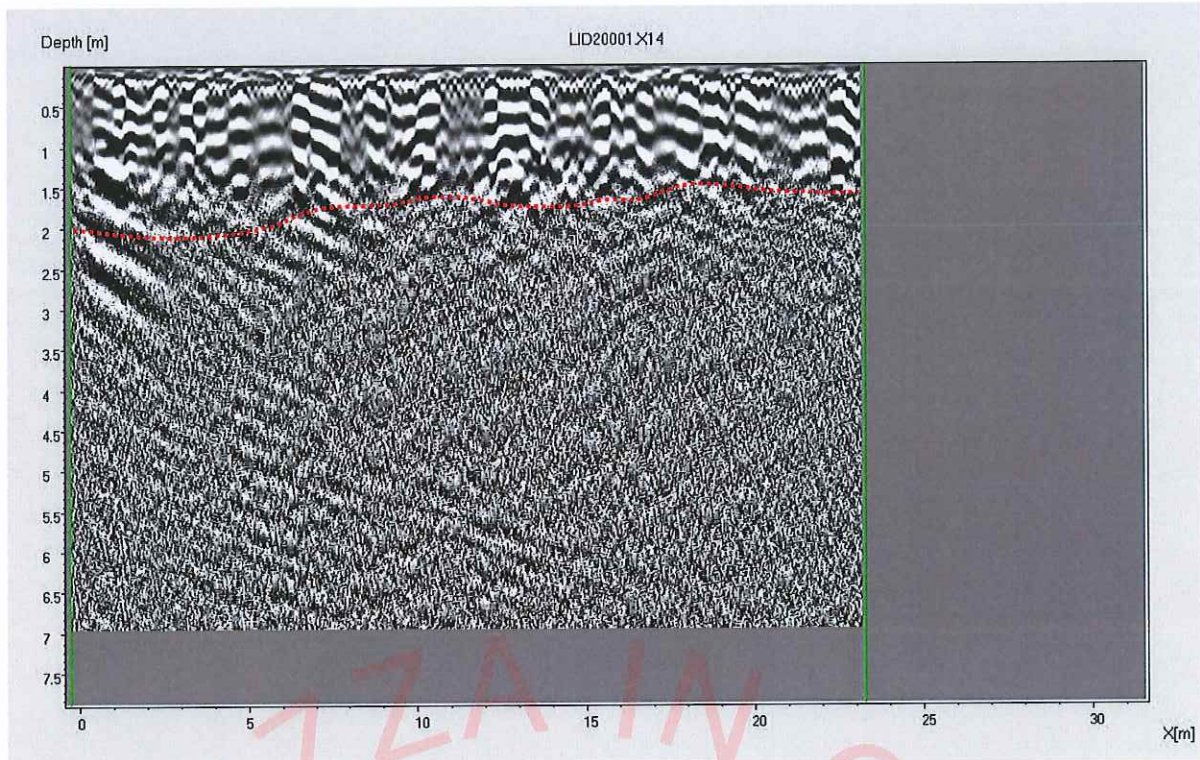


Commenti

Il radargramma, sezione R1 del sito 5, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta fortemente attenuato dalla profondità di 1,30 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R2 e R3, mostrano lo stesso risultato.



Banchina "BUNGE" sito 6



Commenti

Il radargramma, sezione R1 del sito 6, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta disturbato a causa della presenza di interventi antropici. Inoltre, il segnale è attenuato dalla profondità di ca. 1,70 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R2 E R3, mostrano lo stesso risultato.



10. RISULTATI DELLE PROVE DI TRAZIONE SULLE PALANCOLE

Banchine	Sito d'indagine	Sigla	Spessore (mm)	Dimensioni provino		Sezione effettiva	Carico di Snervam. fy		Carico di Rottura ft		Allungam. (%)
				A (mm)	B (mm)	(mm ²)	Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	
Bunge	5	Sito 5	18	16,40	29,82	489,05	17072,67	349,10	23806,86	486,80	27,04

(*) ai fini dell'esecuzione della prova di trazione, lo spessore di questi campioni è stato ridotto secondo quanto consentito dalle norme (UNI EN 10025-1:2005, UNI EN 10002-1:2004 e UNI EN ISO 377)

SICUREZZA IN QUALITÀ

Il tecnico addetto alle prove Ing. Roberto Crapanzano	Rapporto redatto da Ing. Roberto Crapanzano	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. Vittoria Vaselli
---	---	--

**Bologna, 24/07/2017**

RAPPORTO DI PROVA:	STR009/2017
COMMITTENTE:	Autorità Portuale di Ravenna Via Antico Squero, 31 48122 Ravenna
OGGETTO DEI LAVORI:	Indagini e verifiche finalizzate all'accertamento dello stato di consistenza delle palancole in acciaio e le relative strutture (cordolo di collegamento, tiranti, etc...) del Porto di Ravenna sulla sponda ovest del Canale Candiano ed aventi lo scopo di accertare il loro stato di conservazione e le loro caratteristiche geometriche-meccaniche, propedeutica alla progettazione definitiva dell'intervento "Hub Portuale di Ravenna: approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo materiale estratto in attuazione al PRP vigente 2007
PROVE ESEGUITE:	N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a Trazione N.4 Pacometrie N.2 Indagini SONREB N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica delle teste di ancoraggio dei tiranti N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione N.1 Prova di trazione su provino in acciaio delle palancole N.1 Prova con Georadar
CANTIERE:	Porto di Ravenna, Banchina ALMA - SITI 3 E 4
RIFERIMENTO:	ACC. INT. 336-E DEL 16/06/2017
DATA DELLE PROVE:	Dal 12/06/2017 al 30/06/2017

(il presente rapporto di prova si compone di n. 20 pagine)

Pagina 1 di 20 rapporto di prova STR009/17 del 24/07/2017

È vietata la riproduzione del rapporto di prova o di singole parti senza l'approvazione del laboratorio Tecnocontrolli s.r.l.





1. PREMESSA

Dal 12 Giugno 2017 al 30 Giugno 2017 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito indagini strutturali e prove su materiali presso le banchine ALMA, BUNGE, TRATTAROLI SUD E NORD e IFA del Porto di Ravenna, lungo il canale Candiano, le seguenti prove:

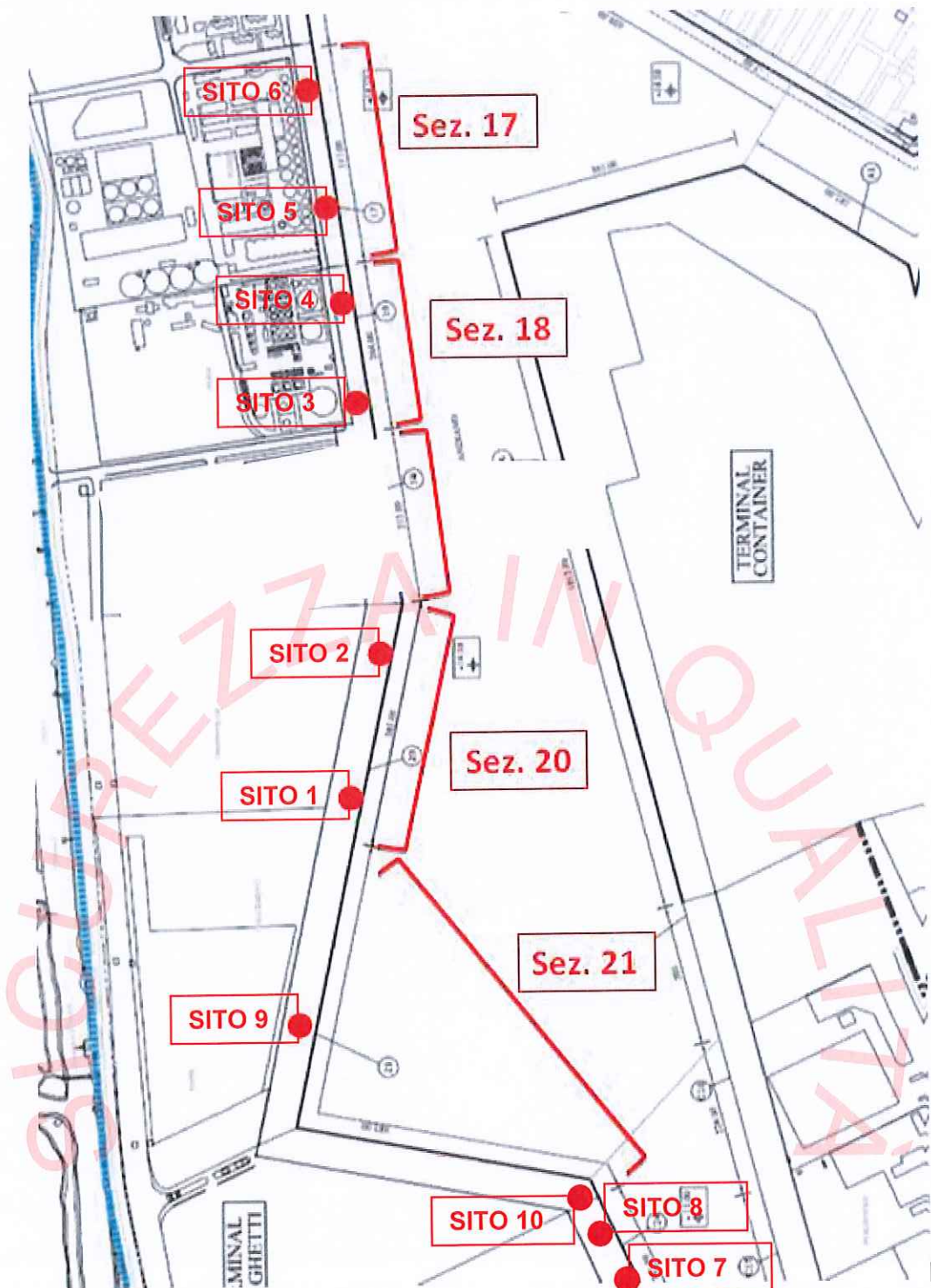
- N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione
- N.4 Pacometrie
- N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a trazione
- N.2 Indagini SONREB
- N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica dei tiranti
- N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo
- N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione
- N.1 Prova con Georadar composta da due sezioni di indagine ciascuna della lunghezza totale di 50 m
- N.1 Prova di trazione su provino in acciaio delle palancole

Alle prove erano presenti i tecnici del Genio Civile OO.PP., Geom. Bruno Perna e Geom. Arturo Castiglione.

Nel presente rapporto vengono esposti i risultati delle indagini e delle prove relative alla banchina Alma – siti d'indagine 3 e 4.



2. PLANIMETRIE ED INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI PROVA





3. ESTRAZIONE DI CAROTE, PROVE DI CARBONATAZIONE E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

CAROTA LATO MARE – circa 18.5 m dal confine con Bunge	
<p>SIGLA CAROTA: C3</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 32 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità.</p>	<p>CARBONATAZIONE <small>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_s, b) Rilevare sia il valore medio d_s, che quello massimo $d_{s,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_s, che quello massimo $d_{s,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 11-12 (mm)</p> <p>DK,MAX: 16 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO– circa 17 m dal confine con Bunge	
<p>SIGLA CAROTA: C4</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 92.5 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 28 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori</p>	<p>CARBONATAZIONE <small>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_s, b) Rilevare sia il valore medio d_s, che quello massimo $d_{s,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_s, che quello massimo $d_{s,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>



CAROTA LATO MARE – circa 6 m dal confine con Lloyd	
<p>SIGLA CAROTA: C2</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 33 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccoli pori</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><small>Figura 1f – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_k, b) Rilevare sia il valore medio d_k, che quello massimo $d_{k,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_k, che quello massimo $d_{k,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 10 (mm)</p> <p>DK,MAX: 12-13 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO– circa 5 m dal confine con Lloyd	
<p>SIGLA CAROTA: C1</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 29.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><small>Figura 1f – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_k, b) Rilevare sia il valore medio d_k, che quello massimo $d_{k,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_k, che quello massimo $d_{k,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>

Sito d'indagine	Sigla	Diametro (cm)	Altezza (cm)	Area (cm ²)	Volume (m ³)	Massa (Kg)	Massa volumica (Kg/mc)	Carico di rottura (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm ²)	Tipo di rottura	Tipo di estrazione
3	C1-Estradosso	9,4	9,3	69,40	0,0006454	1,409	2183,1	249,700	35,98	1	1:1
	C2-Mare	9,4	9,5	69,40	0,0006593	1,500	2275,2	252,793	36,43	1	1:1
4	C3-Mare	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,481	2270,3	255,217	36,77	1	1:1
	C4-Estradosso	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,487	2279,5	220,400	31,76	1	1:1



SICURE

ALTA



SICUREZZA

QUALITÀ



4. ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A TRAZIONE

Sito d'indagine	Sigla	Diametro nominale (mm)	massa	lunghezza	toll. sez.	Sezione effettiva	Diametro virtuale (mm)	Carico di Snervam. fy	Carico di Rottura ft	Allungam. A _s
			g	mm	%	(mm ²)		Unitario (N/mm ²)	Unitario (N/mm ²)	
3	B1	10	270	452	-3,11	76,09	9,84	OSSID.	524,2	NC
4	B2	18	1023	505	1,41	258,06	18,13	502,8	604,5	21



SICUREZZA

QUALITÀ



5. VERIFICHE VISIVE E DI PROTEZIONE ELETTRICA DELLE TESTE DEI TIRANTI

Sito d'indagine	Sigla	Valore max misurato (kΩ)	Metodo	Note	Stato testa/tirante
3	Testa tirante 2	1,1	ERM II	---	Testa in buono stato, poco ossidata
4	Testa tirante 1	158,0	ERM II	Valori molto dispersivi, si ripete spesso 4,6 kΩ	Presenza di ruggine diffusa sulla testa/cavi

La testa del tirante 1 è ubicata a circa 18 m dal confine con Bunge.

La testa del tirante 2 è ubicata a circa 6 m dal confine con Lloyd.



SICILIS

TA



Pagina 10 di 20 rapporto di prova STR009/17 del 24/07/2017

È vietata la riproduzione del rapporto di prova o di singole parti senza l'approvazione del laboratorio Tecnocontrolli s.r.l.

6. VERIFICA VISIVA DEI TIRANTI, PRELIEVO DI TREFOLO E RISULTATI DELLA PROVA DI RESISTENZA A TRAZIONE

Il tirante ispezionato è ubicato a circa 11.5 m dal confine con Lloyd. Risulta danneggiata la viplatura, mentre per il resto della lunghezza scoperta è in buono stato di conservazione. Non è presente il tubo corrugato esterno, ma solo una protezione tramite boiaccia.

Sito d'indagine	massa (kg)	lunghezza (mm)	Diametro (mm)	tolleranza sezione (%)	Sezione (mm ²)	fpt (kN)	fpt (N/mm ²)
3	0,707	640	139	1,53	141,14	267,75	1897



SICUREZZA

QUALITÀ



SICUREZZA IN QUALITÀ



7. RISULTATI DELLE PROVE SONREB

Prova SONREB sito d'indagine n.		4 Distante 17.5 m circa dal confine con Bunge													
PROVA SCLEROMETRICA															
FACCIA 1 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Ir	44	40	46	52	46	40	40	50	40	46	40	54		
	Ir,max	54													
	Ir,min	40													
	Ir,medio	44													
FACCIA 2 - LATO MARE	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Ir	50	54	50	48	42	50	44	48	48	46	48	48		
	Ir,max	54													
	Ir,min	42													
	Ir,medio	48													
Ir, medio 1-2	46														
PROVA ULTRASONICA															
Tipo	Semidiretta											Distanza percorsa			
												L1 (cm)	25	L2 (cm)	50
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	Velocità misurata (m/s)	5380	4643	4624	4761	5110	4567	4024	3831	4530	4440				
	Tempo misurato (µs)	102,9	120,4	120,4	117,4	109,9	122,9	138,4	136,4	123,4	125,9				
	Velocità teorica (m/s)	5433	4643	4643	4762	5087	4549	4039	4098	4530	4440				
	V,m (m/s)	4591													
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE															
Formula di J.Gasparik (1984)		56,89	Mpa												
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		62,72	Mpa												
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		54,66	Mpa												
Formula E. Del Monte et all. (2004)		51,11	Mpa												
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		53,68	Mpa												
Rilem (1989)		65,85	Mpa												
Prova SONREB sito d'indagine n.		3 Distante 9.5 m circa dal confine con Lloyd													
PROVA SCLEROMETRICA															
FACCIA 1 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Ir	48	46	40	46	48	62	48	42	46	52	50	42		
	Ir,max	62													

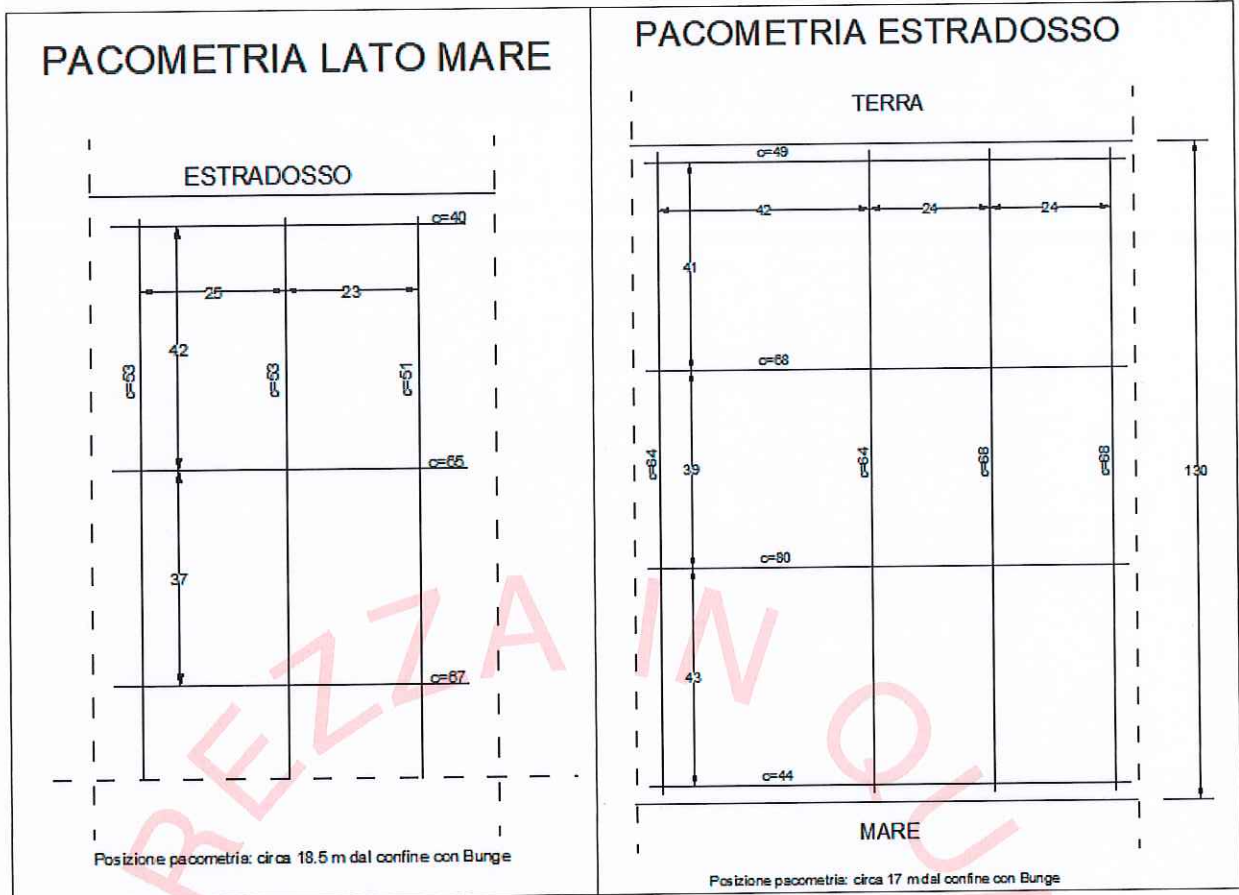


	Ir,min	40												
	Ir,medio	47												
FACCIA 2 - LATO MARE	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	48	50	52	52	52	52	46	48	46	52	48	46	
	Ir,max	52												
	Ir,min	46												
	Ir,medio	49												
	Ir, medio 1-2	48												
PROVA ULTRASONICA														
Tipo	Semidiretta								Distanza percorsa (prova indiretta)					
									L1 (cm)	40	L2 (cm)	35	D (cm)	53,15
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	Velocità misurata (m/s)	4601	4303	4466	4392	4429	4392	4429	4523	4703	4410			
	Tempo misurato (µs)	115,9	123,9	118,4	120,9	119,9	120,9	119,9	117,4	112,9	120,4			
	Velocità teorica (m/s)	4586	4290	4489	4396	4433	4396	4433	4527	4708	4415			
	V _m (m/s)	4464,8												
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE														
Formula di J.Gasparik (1984)		56,81	Mpa											
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		61,14	Mpa											
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		53,79	Mpa											
Formula E. Del Monte et all. (2004)		51,03	Mpa											
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		52,80	Mpa											
Rilem (1989)		64,80	Mpa											

SICURTÀ IN QUALITÀ

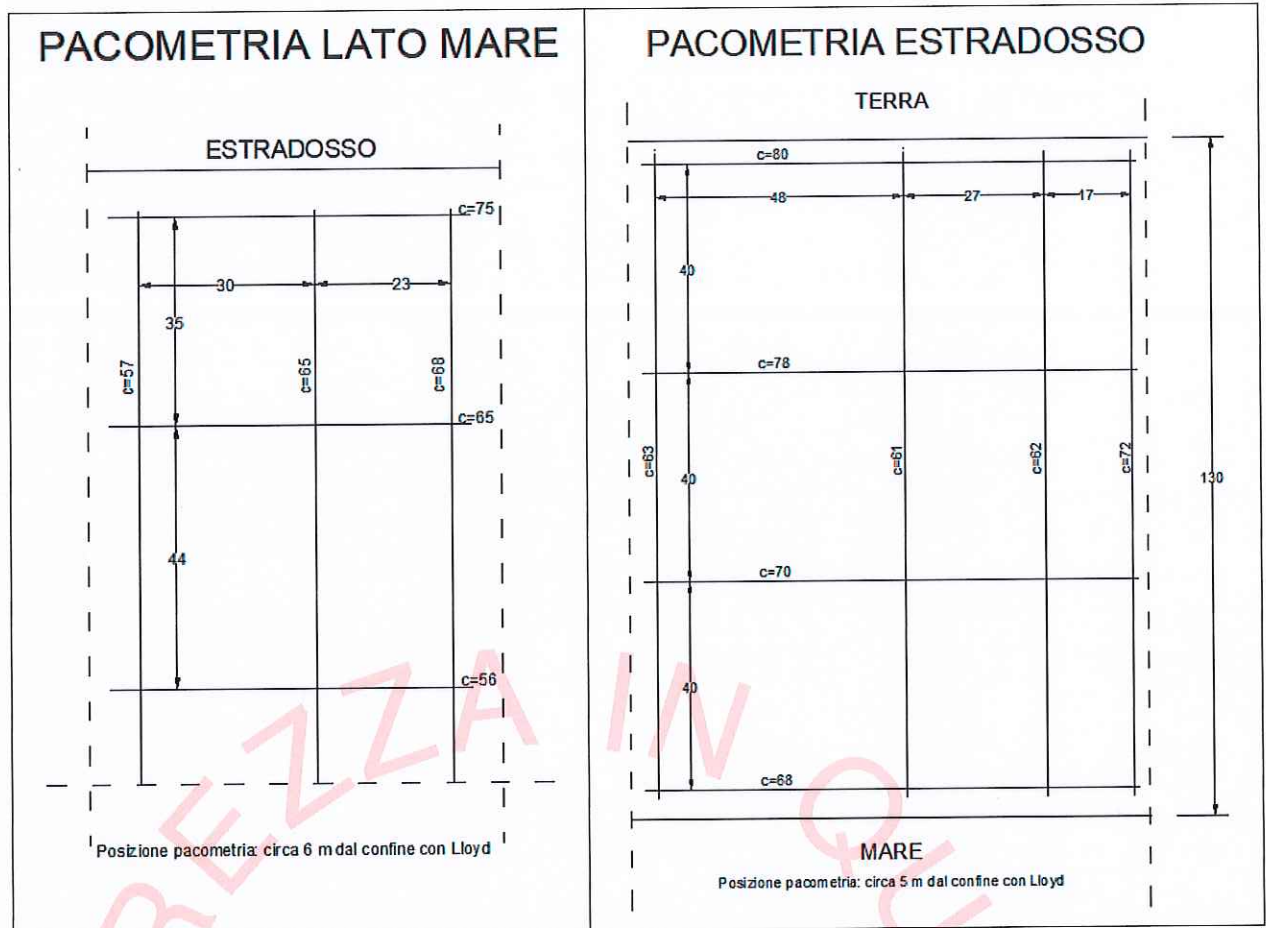
8. PACOMETRIE

SITO 4.



SICUREZZA IN QUALITÀ

SITO 3.



9. PROVA CON GEORADAR

L'indagine georadar è eseguita con strumentazione IDS HI MODE e l'impiego di una antenna APT_TRMF_Hi-Mod a frequenza centrale di 200-600 MHz montata su un carrello dotato di encoder. Il software di acquisizione è RIS K2 FAST WAVE, un software multicanale dalle alte prestazioni progettato per la raccolta di dati tramite georadar. I parametri di acquisizione sono impostati in modo da ottenere un dato per centimetro lungo profili paralleli.

I dati sono acquisiti in maniera unidirezionale, trascinando l'antenna sul terreno alla velocità di passeggio.



Una volta acquisiti i dati è stato necessario eseguire le opportune trasformazioni e correzioni in modo tale che fosse possibile "leggere" le discontinuità presenti nel substrato indagato.

I dati GPR acquisiti e registrati nel formato *.msi, sono stati visualizzati ed elaborati con l'ausilio del software Launch GRED, per ridurre sia quello che molti chiamano "rumore" o "interferenze" (riflessioni estranee) sia errori sistematici tipici di investigazioni di questo tipo.

I profili radar sono elaborati attraverso una sequenza di operazioni che riguardano: la visualizzazione dei singoli radargrammi, filtraggio dei dati, ed equalizzazione del gain, osservazione e interpretazione delle anomalie rilevate.

Inoltre, ogni profilo GPR esprime l'intensità degli impulsi riflessi dal substrato in funzione del tempo di arrivo e della posizione sulla superficie, ed essendo il risultato della giustapposizione di molteplici cicli di trasmissione e ricezione degli impulsi radar, le diverse tonalità di colore (o di grigio), sono funzione dell'intensità della radiazione riflessa.

In seguito ci si occupa di enfatizzare i segnali acquisiti secondo le seguenti operazioni:

- Rimozione dell'offset;
- Filtri che rimuovono il background;
- Applicazione dei filtri passa alto e passa basso;
- Migrazione;
- Gain restoration.

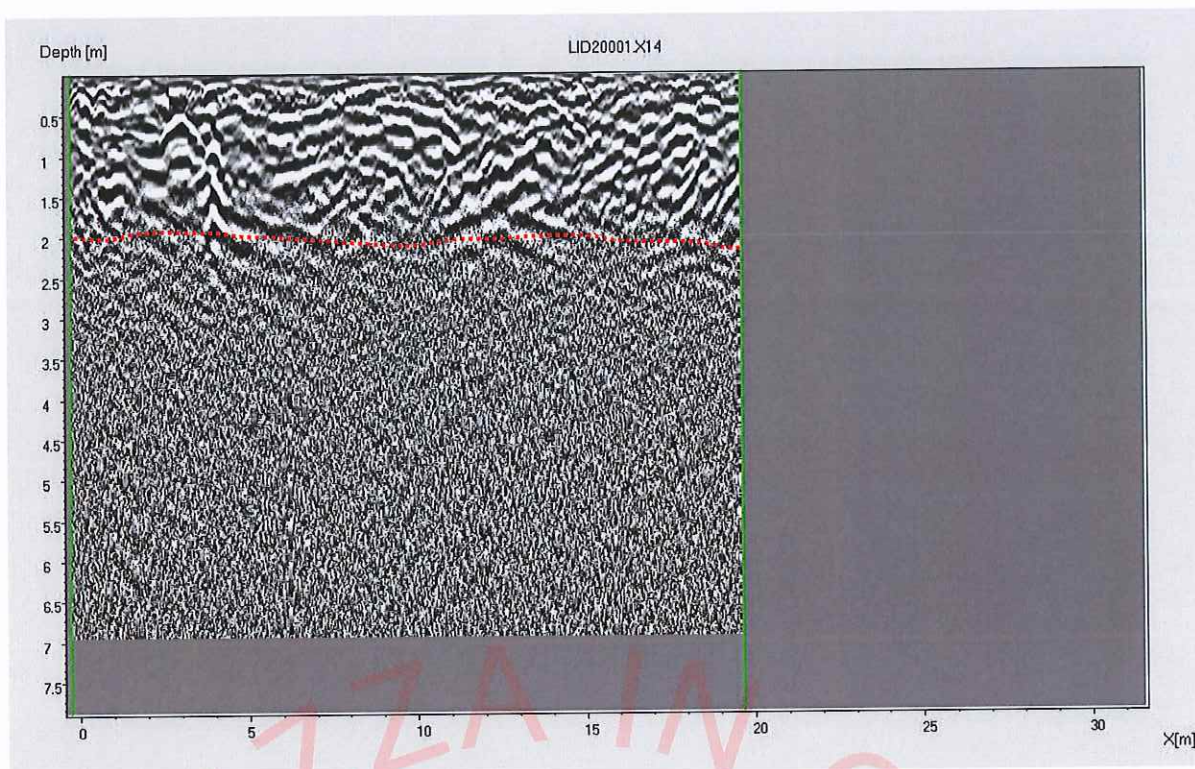
L'elaborazione dei dati, riduce notevolmente i disturbi menzionati, e rende molto più evidenti e nitidi i segnali d'interesse.

Le procedure di elaborazione sono compiute per ciascuno dei profili.

In questo report si riporta la sezione rappresentativa per ogni banchina oggetto di acquisizione con relativo commento.



Banchina "ALMA" sito 3

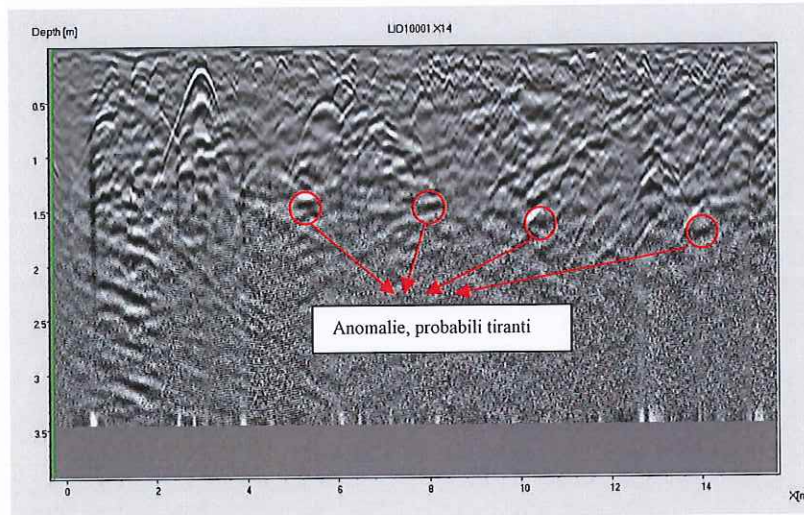


Commenti

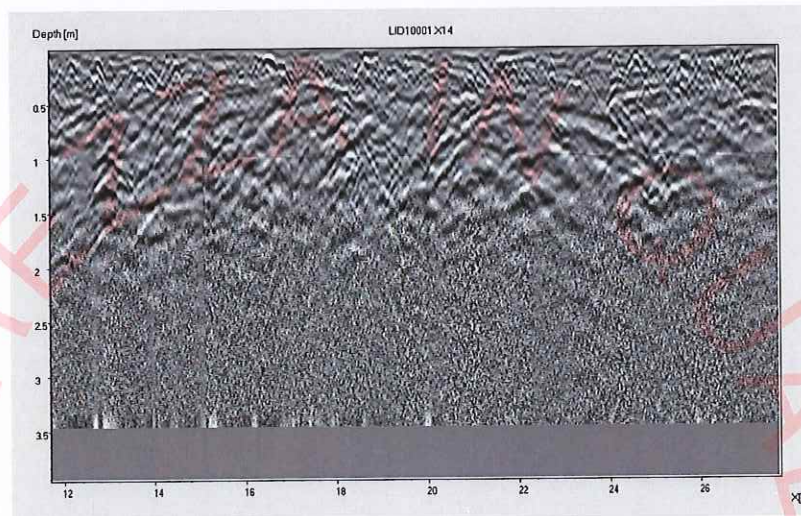
Il radargramma, sezione R3 del sito 3, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta fortemente attenuato dalla profondità di 1,70 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R1 E R2, mostrano lo stesso risultato.



Banchina "ALMA" sito 4



Sezione R3- Lunghezza da 0, 00 m a 14,00 m



Sezione R3- Lunghezza da 14, 00 m a 26,00 m

Commenti

Il radargramma, sezione R3 del sito 4, mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, alla profondità di 1,50 m (cerchi rossi), con un offset di circa 2.50m. Il segnale risulta visibile solo nella prima porzione del profilo R3, mentre nelle altre non è rilevabile a causa di disturbi generati dalla presenza di acqua, che ne attenua il segnale. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R1 E R2, mostrano lo stesso risultato.

10. RISULTATI DELLE PROVE DI TRAZIONE SULLE PALANCOLE

Banchine	Sito d'indagine	Sigla	Spessore (mm)	Dimensioni provino		Sezione effettiva	Carico di Snervam. fy		Carico di Rottura ft		Allungam. (%)
				A (mm)	B (mm)	(mm ²)	Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	
Alma	3	Sito 3	18	16,55	29,77	492,69	20318,68	412,40	28053,97	569,40	26,00

(*) ai fini dell'esecuzione della prova di trazione, lo spessore di questi campioni è stato ridotto secondo quanto consentito dalle norme (UNI EN 10025-1:2005, UNI EN 10002-1:2004 e UNI EN ISO 377)

SICUREZZA IN QUALITÀ

Il tecnico addetto alle prove Ing. Roberto Crapanzano	Rapporto redatto da Ing. Roberto Crapanzano	Il Direttore del Laboratorio Dot. Ing. Vittoria Vaselli
---	---	---

Bologna, 24/07/2017

RAPPORTO DI PROVA:	STR009/2017
COMMITTENTE:	Autorità Portuale di Ravenna Via Antico Squero, 31 48122 Ravenna
OGGETTO DEI LAVORI:	Indagini e verifiche finalizzate all'accertamento dello stato di consistenza delle palancole in acciaio e le relative strutture (cordolo di collegamento, tiranti, etc...) del Porto di Ravenna sulla sponda ovest del Canale Candiano ed aventi lo scopo di accertare il loro stato di conservazione e le loro caratteristiche geometriche-meccaniche, propedeutica alla progettazione definitiva dell'intervento "Hub Portuale di Ravenna: approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo materiale estratto in attuazione al PRP vigente 2007
PROVE ESEGUITE:	N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a Trazione N.4 Pacometrie N.2 Indagini SONREB N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica delle teste di ancoraggio dei tiranti N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione N.1 Prova con Georadar
CANTIERE:	Porto di Ravenna, Banchina TRATTAROLI NORD - SITI 1 E 2
RIFERIMENTO:	ACC. INT. 336-E DEL 16/06/2017
DATA DELLE PROVE:	Dal 12/06/2017 al 30/06/2017

(il presente rapporto di prova si compone di n. 20 pagine)

Pagina 1 di 20 rapporto di prova STR009/17 del 24/07/2017

È vietata la riproduzione del rapporto di prova o di singole parti senza l'approvazione del laboratorio Tecnocontrolli s.r.l.



1. PREMESSA

Dal 12 Giugno 2017 al 30 Giugno 2017 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito indagini strutturali e prove su materiali presso le banchine ALMA, BUNGE, TRATTAROLI SUD E NORD e IFA e del Porto di Ravenna, lungo il canale Candiano, le seguenti prove:

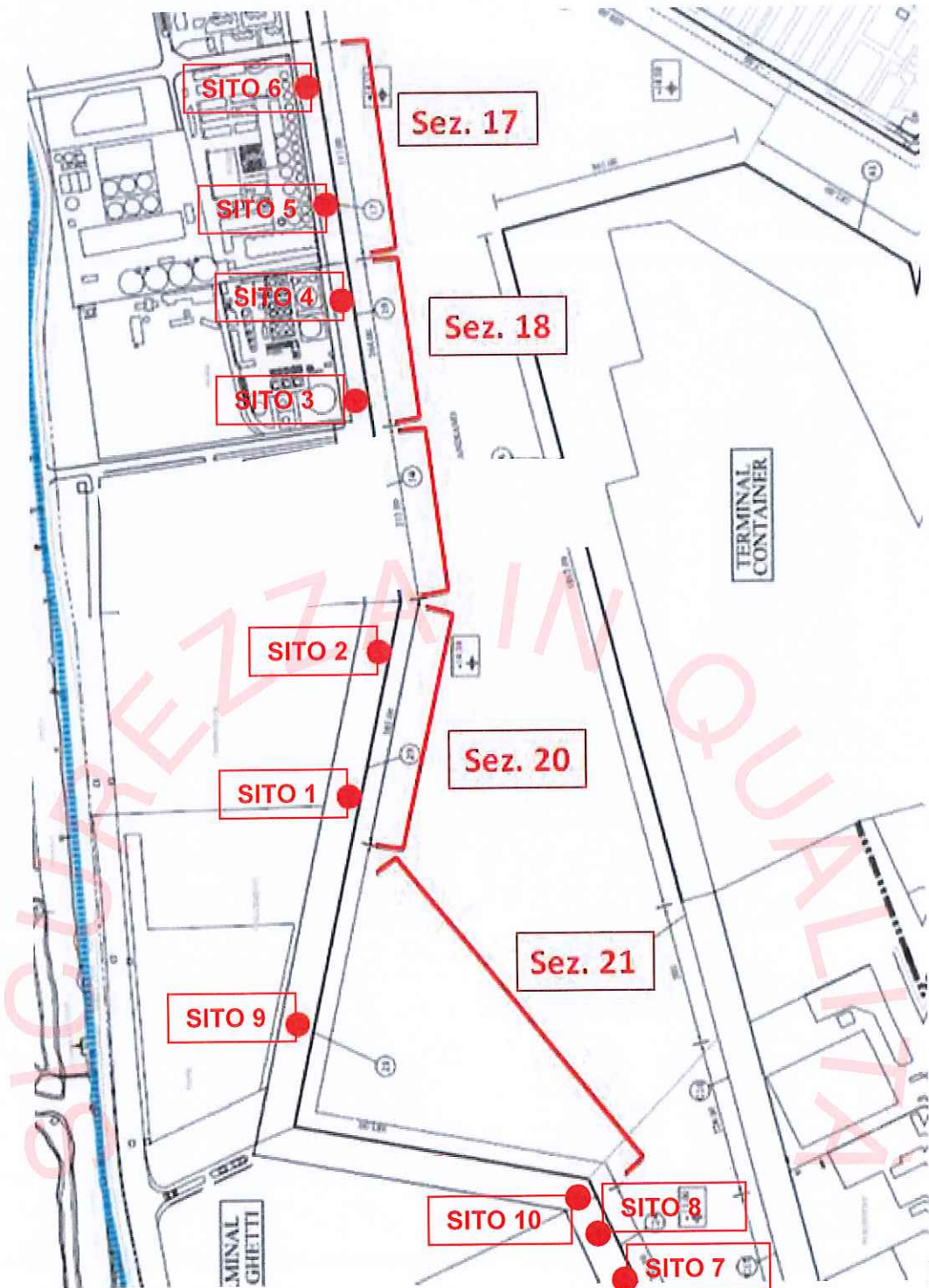
- N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione
- N.4 Pacometrie
- N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a trazione
- N.2 Indagini SONREB
- N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica dei tiranti
- N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo
- N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione
- N.1 Prova con Georadar composta da due sezioni di indagine ciascuna della lunghezza totale di 50 m

Alle prove erano presenti i tecnici del Genio Civile OO.PP., Geom. Bruno Perna e Geom. Arturo Castiglione.


Nel presente rapporto vengono esposti i risultati delle indagini e delle prove relative alla banchina Trattaroli Nord – siti d'indagine 1 e 2.




2. PLANIMETRIE ED INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI PROVA



3. ESTRAZIONE DI CAROTE, PROVE DI CARBONATAZIONE E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

CAROTA LATO SCAVI – circa 6 m dal confine con Lloyd	
<p>SIGLA CAROTA: C2</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 21.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Spezzata a 5 cm dalla sommità. La carota è stata estratta da lato scavo ove è stato ispezionato il tirante, in quanto da lato mare è presente un cassero a perdere utilizzato durante il getto di calcestruzzo che rende difficile l'operazione di estrazione.</p>	<p>CARBONATAZIONE <i>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</i></p>  <p>a) Rilevare solo il valore d_c, b) Rilevare sia il valore medio d_c, che quello massimo $d_{c,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_c, che quello massimo $d_{c,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO – circa 6 m dal confine con Lloyd	
<p>SIGLA CAROTA: C1</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 92.5 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 25.7 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori</p>	<p>CARBONATAZIONE <i>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</i></p>  <p>a) Rilevare solo il valore d_c, b) Rilevare sia il valore medio d_c, che quello massimo $d_{c,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_c, che quello massimo $d_{c,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>



CAROTA LATO MARE – circa 17 m dal confine con Italcementi	
<p>SIGLA CAROTA: C4</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 92.5 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 25 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Calcestruzzo molto compatto</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">Figura 1r – Schema misura carbonatazione</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="font-size: x-small; text-align: center;">a) Rilevare solo il valore d_i, b) Rilevare sia il valore medio d_i che quello massimo $d_{i, max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_i che quello massimo $d_{i, max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO – circa 18.5 m dal confine con Italcementi	
<p>SIGLA CAROTA: C3</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 27 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">Figura 1r – Schema misura carbonatazione</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="font-size: x-small; text-align: center;">a) Rilevare solo il valore d_i, b) Rilevare sia il valore medio d_i che quello massimo $d_{i, max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_i che quello massimo $d_{i, max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>

Sito d'indagine	Sigla	Diametro (cm)	Altezza (cm)	Area (cm ²)	Volume (m ³)	Massa (Kg)	Massa volumica (Kg/mc)	Carico di rottura (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm ²)	Tipo di rottura	Tipo di estrazione
1	C1-Estradosso	9,4	9,3	69,40	0,0006454	1,474	2283,9	345,321	49,76	1	1:1
	C2-Scavo	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,554	2382,2	402,031	57,93	1	1:1
2	C3-Estradosso	9,4	9,3	69,40	0,0006454	1,445	2238,9	306,900	44,22	1	1:1
	C4-Mare	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,502	2302,5	332,591	47,93	1	1:1



SICURE

ALTA



SICURE

ALTA

4. ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A TRAZIONE

Sito d'indagine	Sigla	Diametro nominale (mm)	massa	lunghezza	toll. sez.	Sezione effettiva	Diametro virtuale (mm)	Carico di Snervam. f_y	Carico di Rottura f_t	Allungam. A_5
			g	mm	%	(mm^2)		Unitario (N/mm^2)	Unitario (N/mm^2)	
1	B1	20	1095	448	-0,89	311,36	19,91	488,8	593,7	13,2
2	B2	20	1208	490	-0,03	314,05	20,00	514,9	616,5	10,83



Pagina 8 di 20 rapporto di prova STR009/17 del 24/07/2017

È vietata la riproduzione del rapporto di prova o di singole parti senza l'approvazione del laboratorio Tecnocontrolli s.r.l.



SICUREZZA
QUALITÀ



5. VERIFICHE VISIVE E DI PROTEZIONE ELETTRICA DELLE TESTE DEI TIRANTI

Sito d'indagine	Sigla	Valore max misurato (k Ω)	Metodo	Note	Stato testa/tirante
1	Testa tirante 1	191,4	ERM II	---	In ottimo stato di conservazione, non vi sono segni di ruggine
2	Testa tirante 2	179,4	ERM II	---	Testa e piastra ben conservate e protette da pellicola esterna in PVC

La testa del tirante 1 è ubicata a circa 10 m dal confine con Lloyd.

La testa del tirante 2 è ubicata a circa 18 m dal confine con Italcementi.



SICUREZZA QUALITÀ



SICUREZZA IN QUALITÀ



SICUREZZA

6. VERIFICA VISIVA DEI TIRANTI, PRELIEVO DI TREFOLO E RISULTATI DELLA PROVA DI RESISTENZA A TRAZIONE

Il tirante ispezionato è ubicato a circa 6 m dal confine con Lloyd. Il tirante si presenta in buono stato di conservazione senza danni al tubo corrugato esterno.

Sito d'indagine	massa (kg)	lunghezza (mm)	Diametro (mm)	tolleranza sezione (%)	Sezione (mm ²)	fpt (kN)	fpt (N/mm ²)
1	0,457	414	139	1,69	141,35	249,48	1765





7. RISULTATI DELLE PROVE SONREB

Prova SONREB sito d'indagine n.		1 Distante circa 6 m dal confine con Lloyd – Prova eseguita lato scavo, lato mare presenza del cassero a perdere utilizzato durante il getto del calcestruzzo.											
PROVA SCLEROMETRICA													
FACCIA 1 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	lr	60	54	50	54	58	54	50	50	58	52	60	54
	lr,max	60											
	lr,min	50											
	lr,medio	54											
FACCIA 2 - LATO SCAVO	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	lr	62	56	54	46	50	54	60	58	60	52	60	52
	lr,max	62											
	lr,min	46											
	lr,medio	56											
lr, medio 1-2		55											
PROVA ULTRASONICA													
Tipo	Semidiretta							Distanza percorsa					
								L1 (cm)	40	L2 (cm)	60	D (cm)	72,11
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Velocità misurata (m/s)	5210	5045	4959	4994	5063	5028	4908	4766	4959	5099		
	Tempo misurato (µs)	138,4	142,9	145,4	144,4	142,4	143,9	146,4	157,9	145,4	141,4		
	Velocità teorica (m/s)	5210	5046	4959	4994	5064	5011	4926	4567	4959	5100		
	V,m (m/s)	5003,1											
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE													
Formula di J.Gasparik (1984)		82,88	Mpa										
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		93,07	Mpa										
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		87,24	Mpa										
Formula E. Del Monte et all. (2004)		71,94	Mpa										
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		83,54	Mpa										
Rilem (1989)		105,10	Mpa										



Prova SONREB sito d'indagine n.		2		Distante circa 18,5 m dal confine con Italcementi. Prova eseguita secondo la modalità indiretta per la presenza del cassero da lato mare.											
PROVA SCLEROMETRICA															
FACCIA 1=2 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Ir	58	68	54	64	50	46	54	60	62	56	56	60		
	Ir,max	68													
	Ir,min	46													
	Ir,medio	57													
Ir, medio 1-2	57														
PROVA ULTRASONICA															
Tipo	Indiretta														
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	Tratti	1,2	1,3	1,4	1,5	2,3	2,4	2,5	3,4	3,5	4,5				
	Distanze (cm)	10	20	30	40	10	20	30	10	20	10				
	Tempo misurato (µs)	23,4	41,9	74,4	105,4	17,9	54,9	89,4	31,4	59,4	24,4				
	V,m (m/s) stimata	3342													
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE															
Formula di J.Gasparik (1984)		41,45	Mpa												
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		36,30	Mpa												
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		32,45	Mpa												
Formula E. Del Monte et all. (2004)		38,17	Mpa												
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		32,40	Mpa												
Rilem (1989)		39,09	Mpa												

SICUREZZA IN QUALITÀ

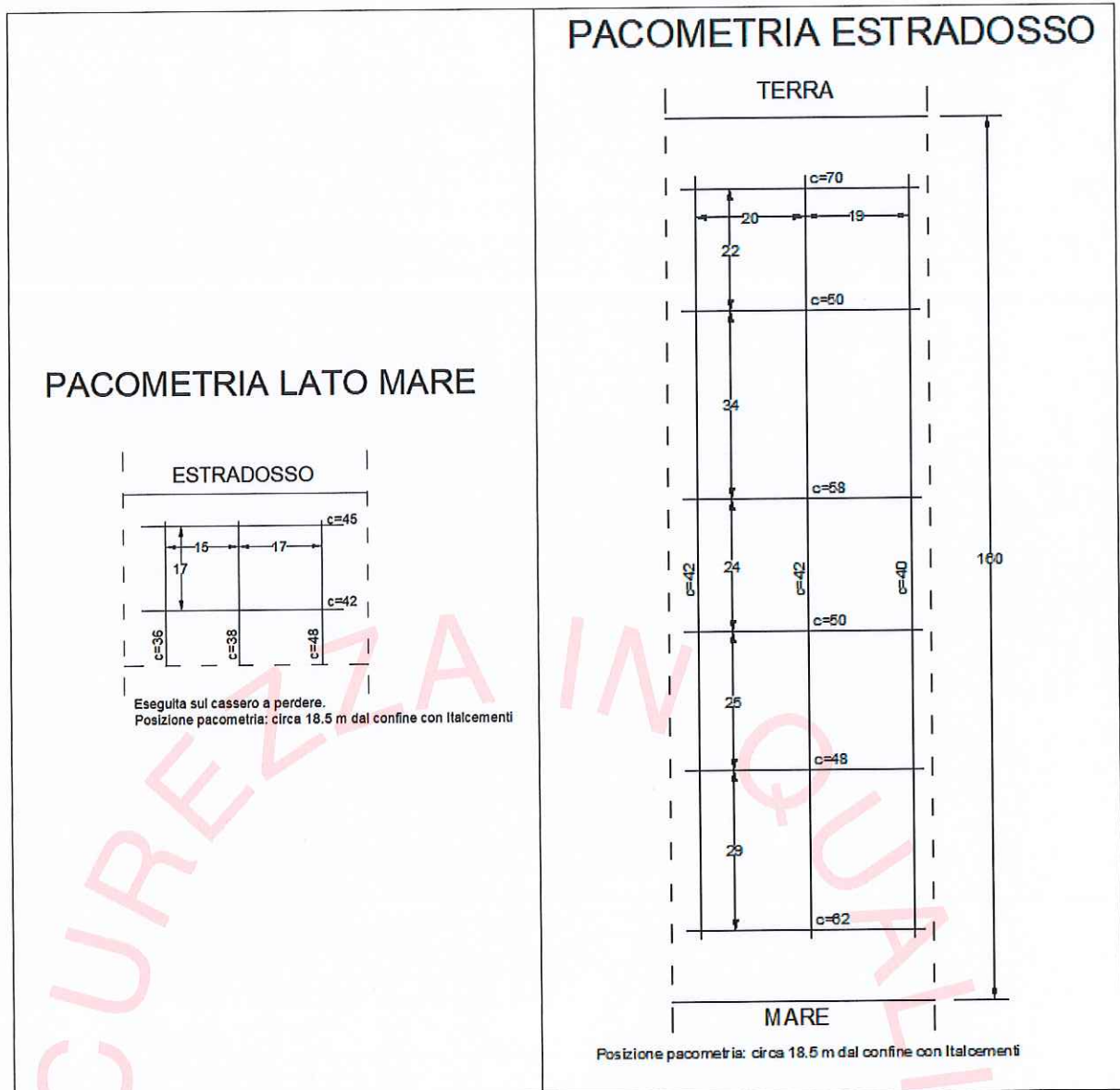
8. PACOMETRIE

SITO 1.





SITO 2.



SICUREZZA IN QUALITÀ

9. PROVA CON GEORADAR

L'indagine georadar è eseguita con strumentazione IDS HI MODE e l'impiego di una antenna APT_TRMF_Hi-Mod a frequenza centrale di 200-600 MHz montata su un carrello dotato di encoder. Il software di acquisizione è RIS K2 FAST WAVE, un software multicanale dalle alte prestazioni progettato per la raccolta di dati tramite georadar. I parametri di acquisizione sono impostati in modo da ottenere un dato per centimetro lungo profili paralleli.

I dati sono acquisiti in maniera unidirezionale, trascinando l'antenna sul terreno alla velocità di passeggio.

Una volta acquisiti i dati è stato necessario eseguire le opportune trasformazioni e correzioni in modo tale che fosse possibile "leggere" le discontinuità presenti nel substrato indagato.

I dati GPR acquisiti e registrati nel formato *.msi, sono stati visualizzati ed elaborati con l'ausilio del software Launch GRED, per ridurre sia quello che molti chiamano "rumore" o "interferenze" (riflessioni estranee) sia errori sistematici tipici di investigazioni di questo tipo.

I profili radar sono elaborati attraverso una sequenza di operazioni che riguardano: la visualizzazione dei singoli radargrammi, filtraggio dei dati, ed equalizzazione del gain, osservazione e interpretazione delle anomalie rilevate.

Inoltre, ogni profilo GPR esprime l'intensità degli impulsi riflessi dal substrato in funzione del tempo di arrivo e della posizione sulla superficie, ed essendo il risultato della giustapposizione di molteplici cicli di trasmissione e ricezione degli impulsi radar, le diverse tonalità di colore (o di grigio), sono funzione dell'intensità della radiazione riflessa.

In seguito ci si occupa di enfatizzare i segnali acquisiti secondo le seguenti operazioni:

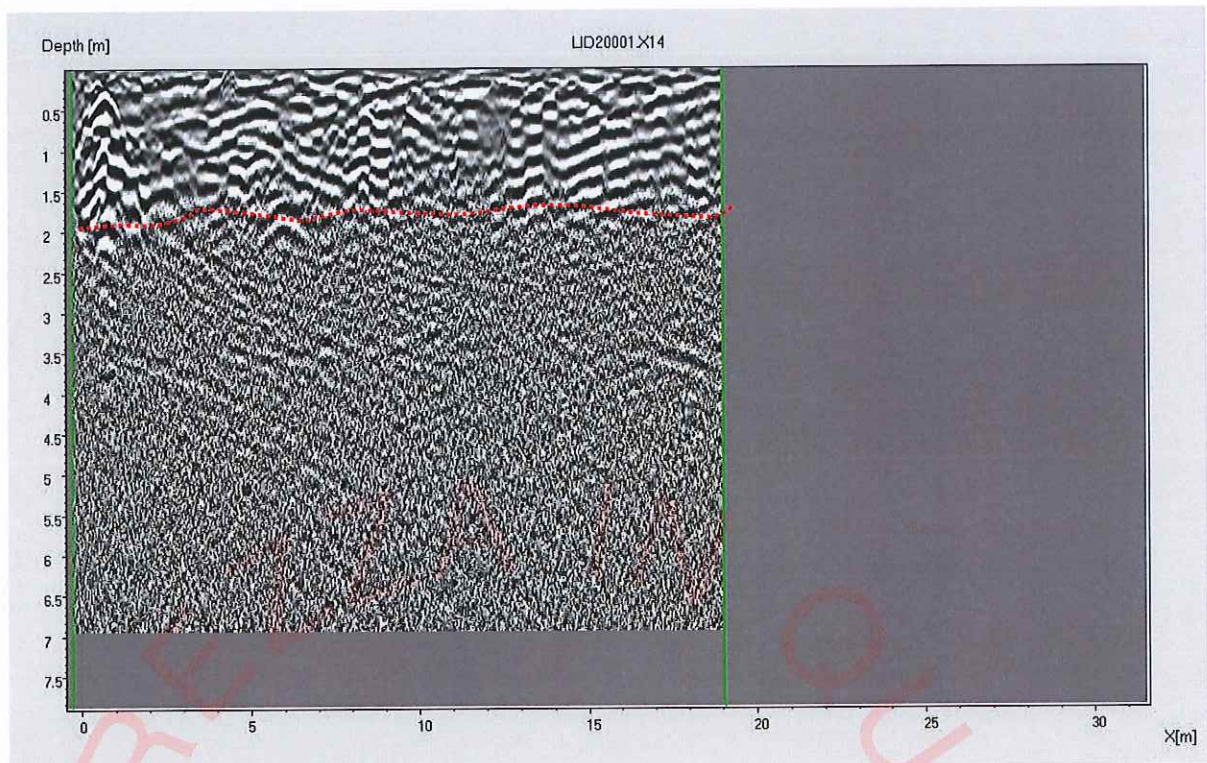
- Rimozione dell'offset;
- Filtri che rimuovono il background;
- Applicazione dei filtri passa alto e passa basso;
- Migrazione;
- Gain restoration.

L'elaborazione dei dati, riduce notevolmente i disturbi menzionati, e rende molto più evidenti e nitidi i segnali d'interesse.

Le procedure di elaborazione sono compiute per ciascuno dei profili.

In questo report si riporta la sezione rappresentativa per ogni banchina oggetto di acquisizione con relativo commento.

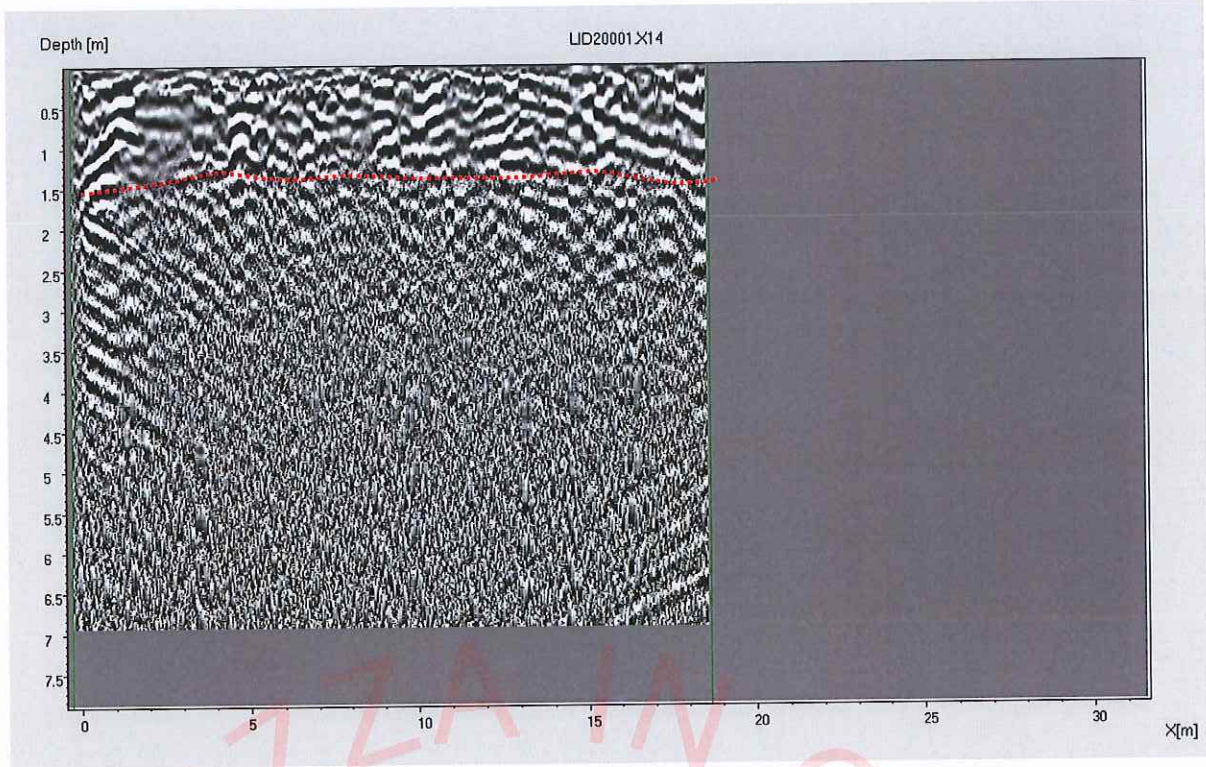
Banchina "Trattaroli Nord" sito 1



Commenti

Il radargramma, sezione R2 del sito 1, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta disturbato a causa della presenza di interventi antropici. Inoltre, il segnale è attenuato dalla profondità di ca. 1,70 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R1 e R3, mostrano lo stesso risultato.

Banchina "Trattaroli Nord" sito 2



Commenti

Il radargramma, sezione R1 del sito 2, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta disturbato a causa della presenza di interventi antropici. Inoltre, il segnale è attenuato dalla profondità di ca. 1,60 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R2 e R3, mostrano lo stesso risultato.

Il tecnico addetto alle prove Ing. Roberto Crapanzano	Rapporto redatto da Ing. Roberto Crapanzano	Il Direttore del Laboratorio Dot. Ing. Vittoria Vaselli
---	---	---



Bologna, 24/07/2017

RAPPORTO DI PROVA:	STR009/2017
COMMITTENTE:	Autorità Portuale di Ravenna Via Antico Squero, 31 48122 Ravenna
OGGETTO DEI LAVORI:	Indagini e verifiche finalizzate all'accertamento dello stato di consistenza delle palancole in acciaio e le relative strutture (cordolo di collegamento, tiranti, etc...) del Porto di Ravenna sulla sponda ovest del Canale Candiano ed aventi lo scopo di accertare il loro stato di conservazione e le loro caratteristiche geometriche-meccaniche, propedeutica alla progettazione definitiva dell'intervento "Hub Portuale di Ravenna: approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo materiale estratto in attuazione al PRP vigente 2007
PROVE ESEGUITE:	N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a Trazione N.4 Pacometrie N.2 Indagini SONREB N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica delle teste di ancoraggio dei tiranti N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione N.1 Prova di trazione su provino in acciaio delle palancole N.1 Prova con Georadar
CANTIERE:	Porto di Ravenna, Banchina TRATTAROLI SUD – SITI 9 E 10
RIFERIMENTO:	ACC. INT. 336-E DEL 16/06/2017
DATA DELLE PROVE:	Dal 12/06/2017 al 30/06/2017

(il presente rapporto di prova si compone di n. 21 pagine)

Pagina 1 di 21 rapporto di prova STR009/17 del 24/07/2017

È vietata la riproduzione del rapporto di prova o di singole parti senza l'approvazione del laboratorio Tecnocontrolli s.r.l.



1. PREMESSA

Dal 12 Giugno 2017 al 30 Giugno 2017 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito indagini strutturali e prove su materiali presso le banchine ALMA, BUNGE, TRATTAROLI SUD E NORD e IFA e del Porto di Ravenna, lungo il canale Candiano, le seguenti prove:

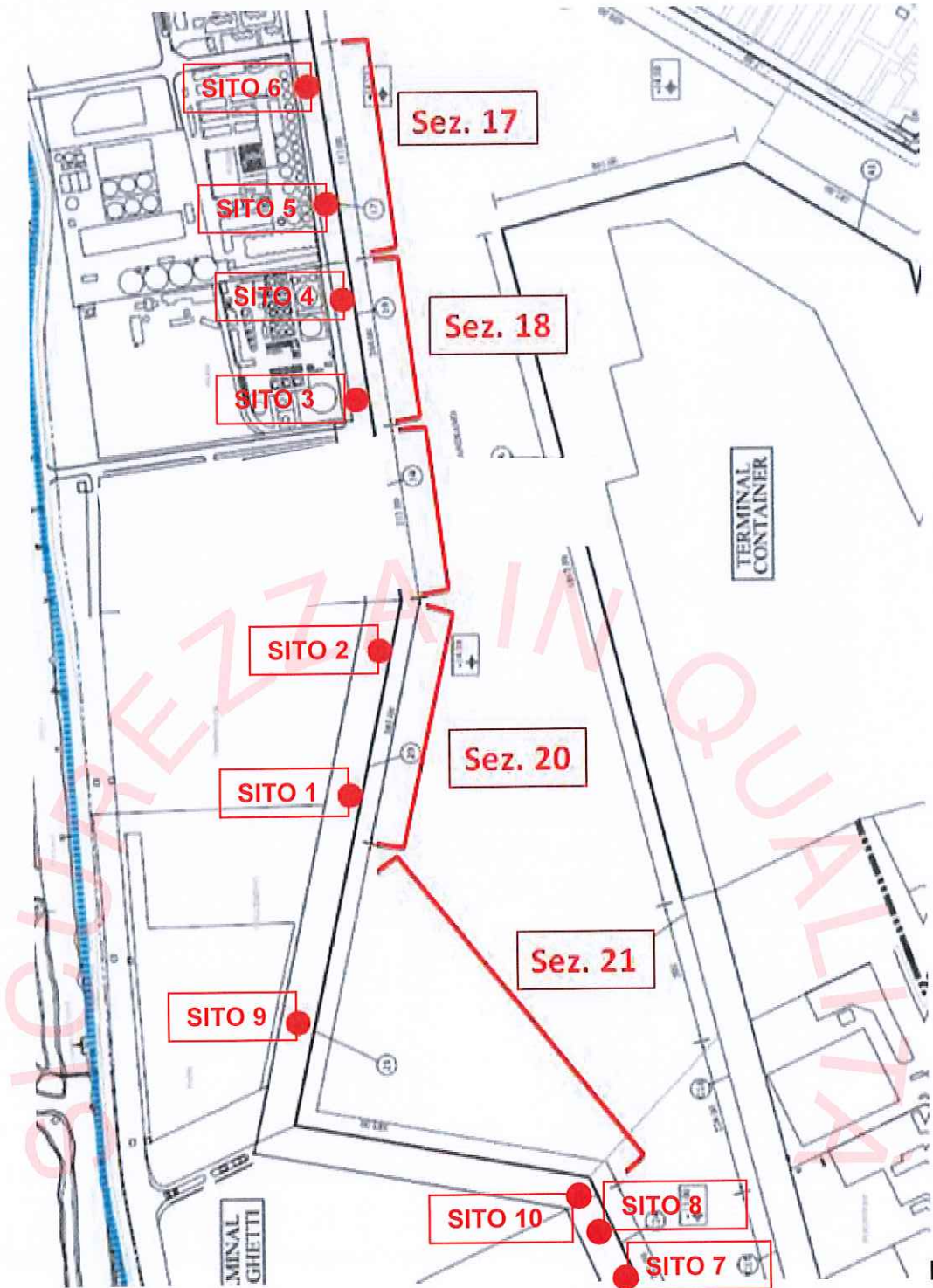
- N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione
- N.4 Pacometrie
- N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a trazione
- N.2 Indagini SONREB
- N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica dei tiranti
- N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo
- N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione
- N.1 Prova con Georadar composta da due sezioni di indagine ciascuna della lunghezza totale di 50 m
- N.1 Prova di trazione su provino in acciaio delle palancole

Alle prove erano presenti i tecnici del Genio Civile OO.PP., Geom. Bruno Perna e Geom. Arturo Castiglione.

Nel presente rapporto vengono esposti i risultati delle indagini e delle prove relative alla banchina Trattaroli Sud – siti d'indagine 9 (Terminal Nord SPA) e 10 (Terminal T&C).



2. PLANIMETRIE ED INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI PROVA





**3. ESTRAZIONE DI CAROTE, PROVE DI CARBONATAZIONE E RISULTATI
DELLE PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE**

CAROTA LATO MARE – circa 18 m dal confine con IFA	
<p>SIGLA CAROTA: C3</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 92.5 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 18.6 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità.</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><i>Figura 1/ – Schema misura carbonatazione</i></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_c, b) Rilevare sia il valore medio d_c, che quello massimo $d_{c,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_c, che quello massimo $d_{c,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 16 (mm)</p> <p>DK,MAX: 22 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO – circa 18 m dal confine con IFA	
<p>SIGLA CAROTA: C1</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 20 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><i>Figura 1/ – Schema misura carbonatazione</i></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_c, b) Rilevare sia il valore medio d_c, che quello massimo $d_{c,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_c, che quello massimo $d_{c,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 5 (mm)</p> <p>DK,MAX: 14 (mm)</p>

SICUREZZA IN QUALITÀ



CAROTA LATO MARE – circa 18 m dal confine con T&C	
<p>SIGLA CAROTA: C4</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 19.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccoli pori</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><small>Figura 1f – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_i, b) Rilevare sia il valore medio d_i che quello massimo $d_{i,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_i che quello massimo $d_{i,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 20 (mm)</p> <p>DK,MAX: 20 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO – circa 18 m dal confine con T&C	
<p>SIGLA CAROTA: C2</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 30 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e pori</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><small>Figura 1f – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_i, b) Rilevare sia il valore medio d_i che quello massimo $d_{i,max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d_i che quello massimo $d_{i,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 10 (mm)</p>

Sito d'indagine	Sigla	Diametro (cm)	Altezza (cm)	Area (cm ²)	Volume (m ³)	Massa (Kg)	Massa volumica (Kg/mc)	Carico di rottura (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm ²)	Tipo di rottura	Tipo di estrazione
9 (Terminal Nord spa)	C2-Estradosso	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,435	2199,8	117,100	16,87	1	1:1
	C4-Mare	9,4	9,5	69,40	0,0006593	1,500	2275,2	216,639	31,21	1	1:1
10 (Terminal T&C)	C3-Mare	9,4	9,5	69,40	0,0006593	1,496	2269,1	240,100	34,60	1	1:1
	C1-Estradosso	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,435	2199,8	200,800	28,93	1	1:1



SICUREZZA

QUALITÀ



SICUREZZA

4. ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A TRAZIONE

Sito d'indagine	Sigla	Diametro nominale (mm)	massa	lunghezza	toll. sez.	Sezione effettiva	Diametro virtuale (mm)	Carico di Snervam. fy	Carico di Rottura ft	Allungam. A _s
			g	mm	%	(mm ²)		Unitario (N/mm ²)	Unitario (N/mm ²)	
9 (Terminal Nord spa)	B1	20	1006	404	0,97	317,21	20,10	537,8	620,4	15,16
10 (Terminal T&C)	B2	20	1026	413	0,73	316,47	20,07	552,1	627	14,71





5. VERIFICHE VISIVE E DI PROTEZIONE ELETTRICA DELLE TESTE DEI TIRANTI

Sito d'indagine	Sigla	Valore max misurato (kΩ)	Metodo	Note	Stato testa/tirante
9 (Terminal Nord spa)	Testa tirante 1	194,4	ERM II	Misurati anche alcuni valori inferiori a 100 kΩ	Piastra di appoggio in buono stato, ruggine superficiale
10 (Terminal T&C)	Testa tirante 2	145,0	ERM II	Misurati anche alcuni valori inferiori a 100 kΩ.	Piastra leggermente ossidata

La testa del tirante 1 è ubicata a circa 18 m dal confine con T&C.

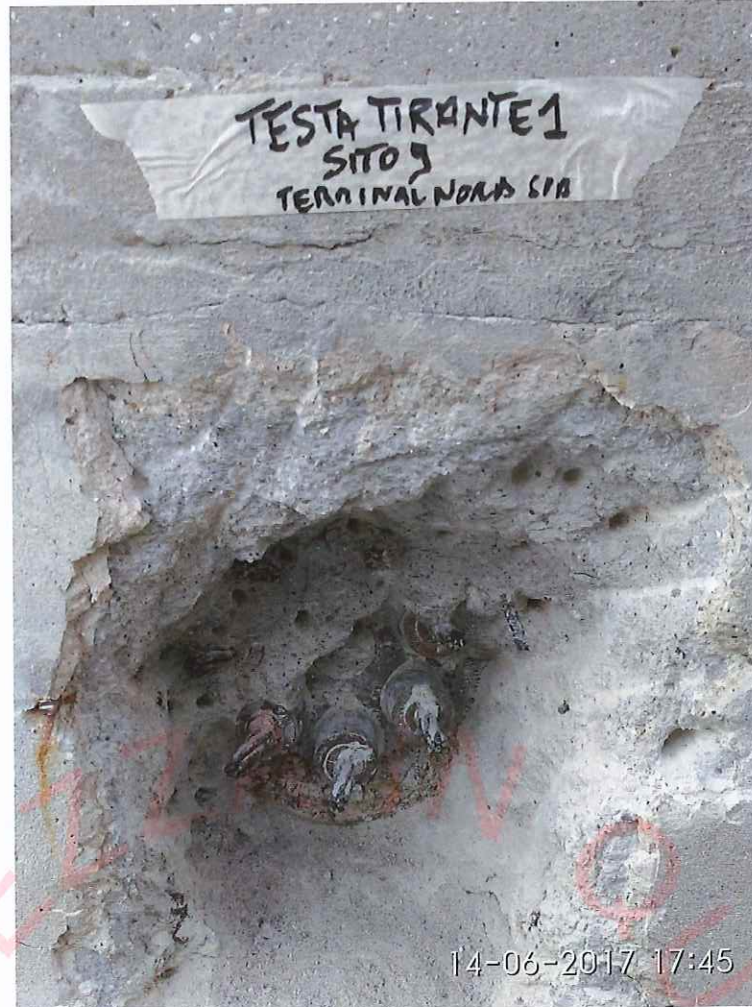
La testa del tirante 2 è ubicata a circa 18 m dal confine con IFA.





SICURE

ALITÀ



SICUREZZA

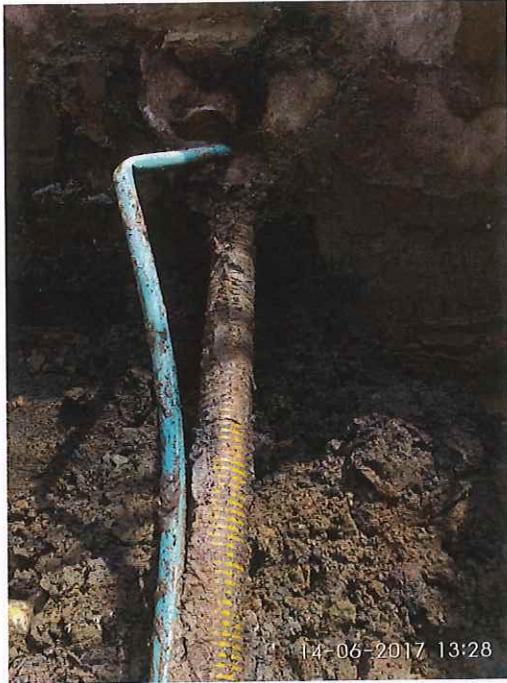
ALTA



6. VERIFICA VISIVA DEI TIRANTI, PRELIEVO DI TREFOLO E RISULTATI DELLA PROVA DI RESISTENZA A TRAZIONE

Il tirante ispezionato è ubicato a circa 18 m dal confine con IFA. La parte ispezionata risulta integra, con tubo corrugato esterno integro.

Sito d'indagine	massa (kg)	lunghezza (mm)	Diametro (mm)	tolleranza sezione (%)	Sezione (mm ²)	fpt (kN)	fpt (N/mm ²)
10 (Terminal T&C)	0,456	415	139	1,32	140,84	237,31	1685



SICUREZZA IN QUALITÀ



7. RISULTATI DELLE PROVE SONREB

Prova SONREB sito d'indagine n.		10	Distante circa 18 m dal confine con IFA											
PROVA SCLEROMETRICA														
FACCIA 1 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	40	44	44	46	44	48	48	50	48	48	46	44	
	Ir,max	50												
	Ir,min	40												
	Ir,medio	46												
FACCIA 2 - LATO MARE	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	46	44	48	46	60	56	46	52	50	48	52	50	
	Ir,max	60												
	Ir,min	44												
	Ir,medio	49												
Ir, medio 1-2		48												
PROVA ULTRASONICA														
Tipo	Semidiretta							Distanza percorsa						
								L1 (cm)	45	L2 (cm)	50	D (cm)	67,27	
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	Velocità misurata (m/s)	3512	3572	3731	3815	3620	3620	3826	3870	3848	3591			
	Tempo misurato (µs)	191,4	188,4	180,4	176,8	185,9	185,9	175,9	173,9	174,9	187,4			
	Velocità teorica (m/s)	3515	3570	3729	3805	3619	3619	3824	3868	3846	3590			
	V,m (m/s)	3700,5												
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE														
Formula di J.Gasparik (1984)		39,73	Mpa											
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		38,28	Mpa											
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		32,63	Mpa											
Formula E. Del Monte et all. (2004)		36,80	Mpa											
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		32,74	Mpa											
Rilem (1989)		39,31	Mpa											
Prova SONREB sito d'indagine n.		9	Distante circa 18 m dal confine con T&C											
PROVA SCLEROMETRICA														
FACCIA 1 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ir	38	42	42	34	32	38	34	38	38	36	44	38	
	Ir,max	44												



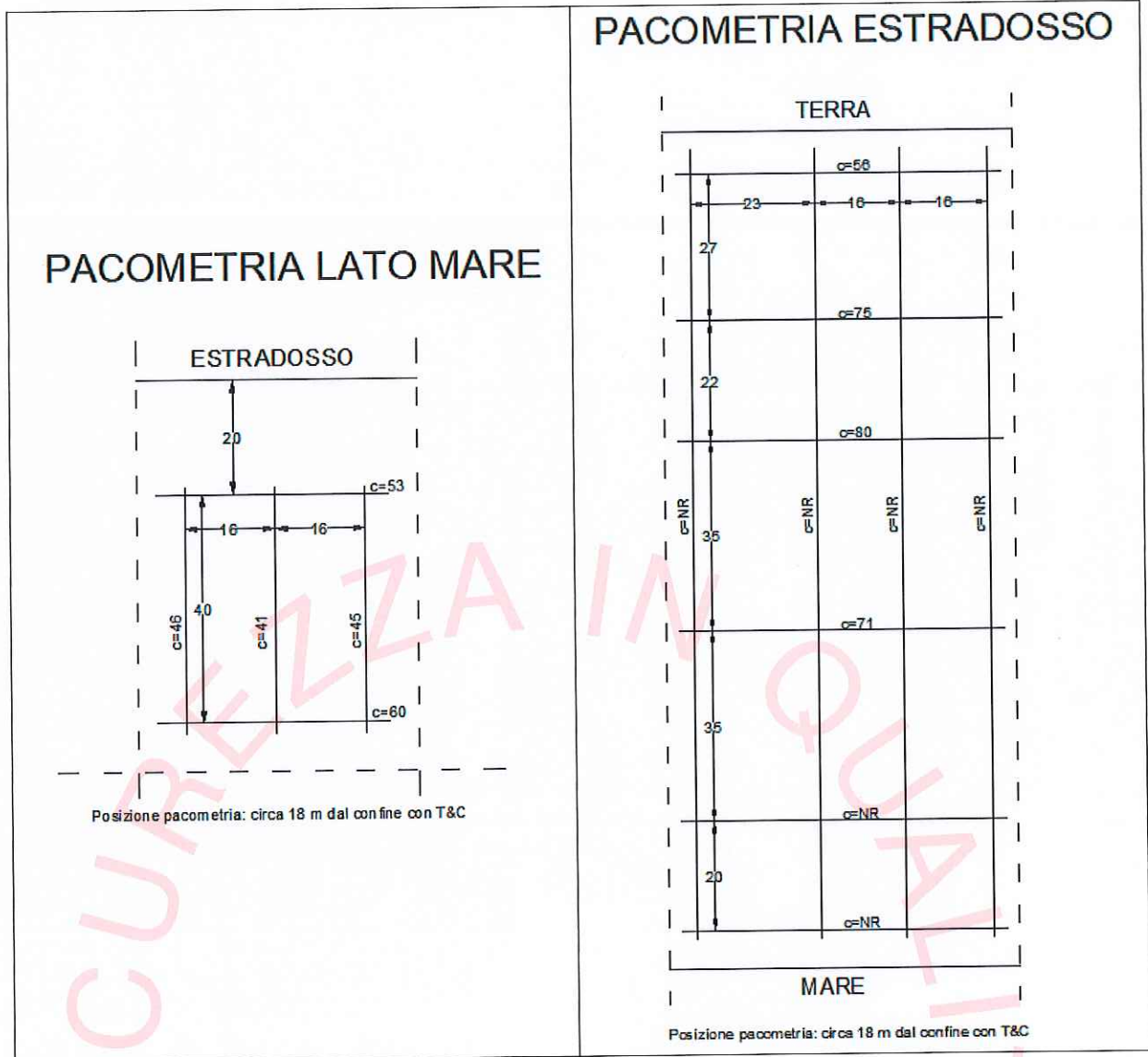
	Ir,min	32											
	Ir,medio	38											
FACCIA 2 - LATO MARE	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ir	52	48	44	48	48	46	44	38	44	50	42	48
	Ir,max	52											
	Ir,min	38											
	Ir,medio	46											
	Ir, medio 1-2	42											
PROVA ULTRASONICA													
Tipo	Semidiretta								Distanza percorsa				
								L1 (cm)	60	L2 (cm)	40	D (cm)	72,11
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Velocità misurata (m/s)	3047	3096	2584	2865	3082	2019	2350	3074	2750	3237		
	Tempo misurato (µs)	221,0	217,0	269,0	235,0	218,0	333,0	286,0	219,0	244,0	208,0		
	Velocità teorica (m/s)	3263	3323	2681	3069	3308	2165	2521	3293	2955	3467		
	V,m (m/s)	2810,4											
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE													
	Formula di J.Gasparik (1984)	20,38	Mpa										
	Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)	17,07	Mpa										
	Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)	13,35	Mpa										
	Formula E. Del Monte et all. (2004)	20,03	Mpa										
	Formula di Bocca e Cianfrone (1983)	13,98	Mpa										
	Rilem (1989)	16,09	Mpa										

SICUREZZA IN QUALITÀ



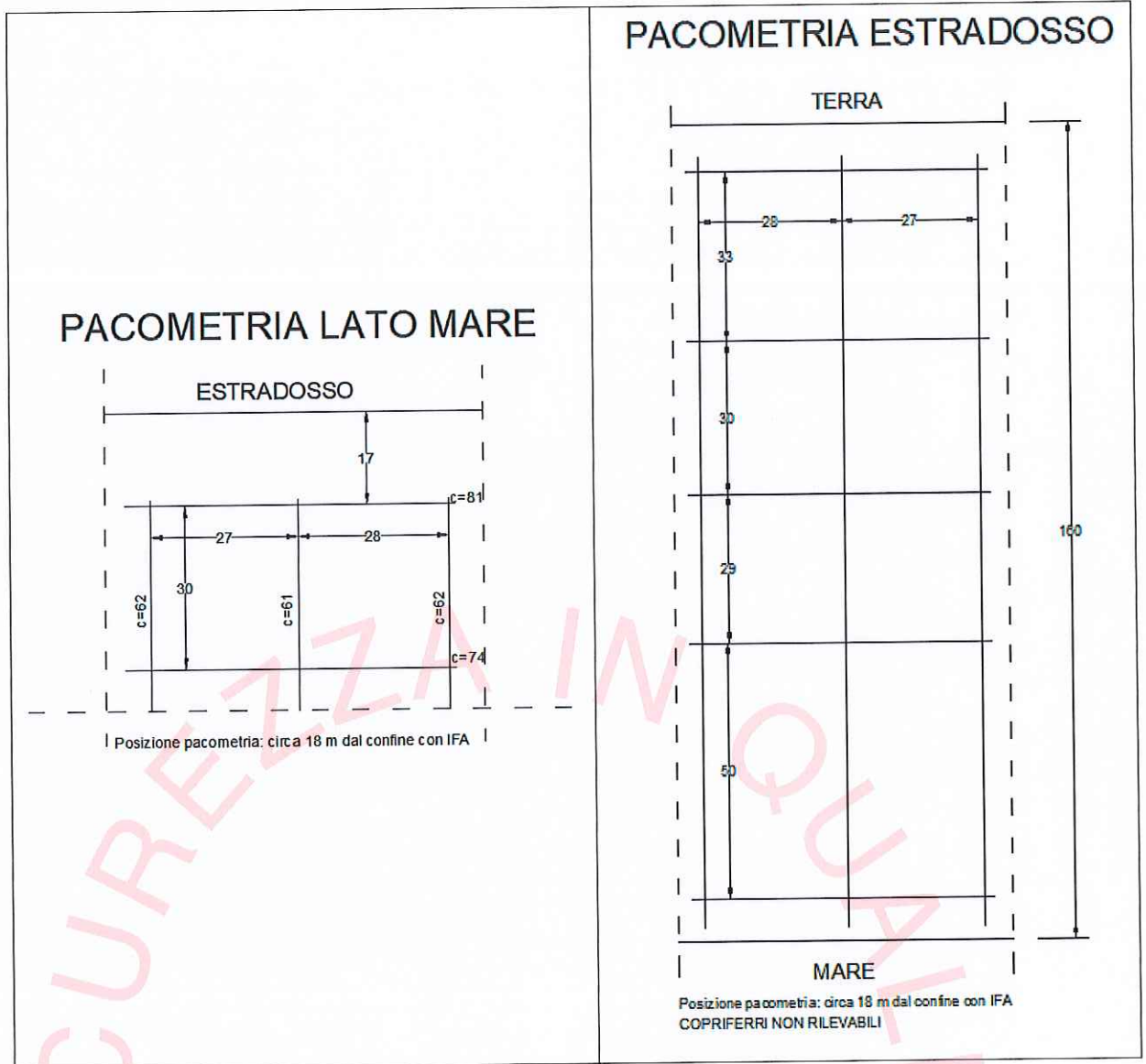
8. PACOMETRIE

SITO 9.





SITO 10.





9. PROVA CON GEORADAR

L'indagine georadar è eseguita con strumentazione IDS HI MODE e l'impiego di una antenna APT_TRMF_Hi-Mod a frequenza centrale di 200-600 MHz montata su un carrello dotato di encoder. Il software di acquisizione è RIS K2 FAST WAVE, un software multicanale dalle alte prestazioni progettato per la raccolta di dati tramite georadar. I parametri di acquisizione sono impostati in modo da ottenere un dato per centimetro lungo profili paralleli.

I dati sono acquisiti in maniera unidirezionale, trascinando l'antenna sul terreno alla velocità di passeggio.

Una volta acquisiti i dati è stato necessario eseguire le opportune trasformazioni e correzioni in modo tale che fosse possibile "leggere" le discontinuità presenti nel substrato indagato.

I dati GPR acquisiti e registrati nel formato *.msi, sono stati visualizzati ed elaborati con l'ausilio del software Launch GRED, per ridurre sia quello che molti chiamano "rumore" o "interferenze" (riflessioni estranee) sia errori sistematici tipici di investigazioni di questo tipo.

I profili radar sono elaborati attraverso una sequenza di operazioni che riguardano: la visualizzazione dei singoli radargrammi, filtraggio dei dati, ed equalizzazione del gain, osservazione e interpretazione delle anomalie rilevate.

Inoltre, ogni profilo GPR esprime l'intensità degli impulsi riflessi dal substrato in funzione del tempo di arrivo e della posizione sulla superficie, ed essendo il risultato della giustapposizione di molteplici cicli di trasmissione e ricezione degli impulsi radar, le diverse tonalità di colore (o di grigio), sono funzione dell'intensità della radiazione riflessa.

In seguito ci si occupa di enfatizzare i segnali acquisiti secondo le seguenti operazioni:

- Rimozione dell'offset;
- Filtri che rimuovono il background;
- Applicazione dei filtri passa alto e passa basso;
- Migrazione;
- Gain restoration.

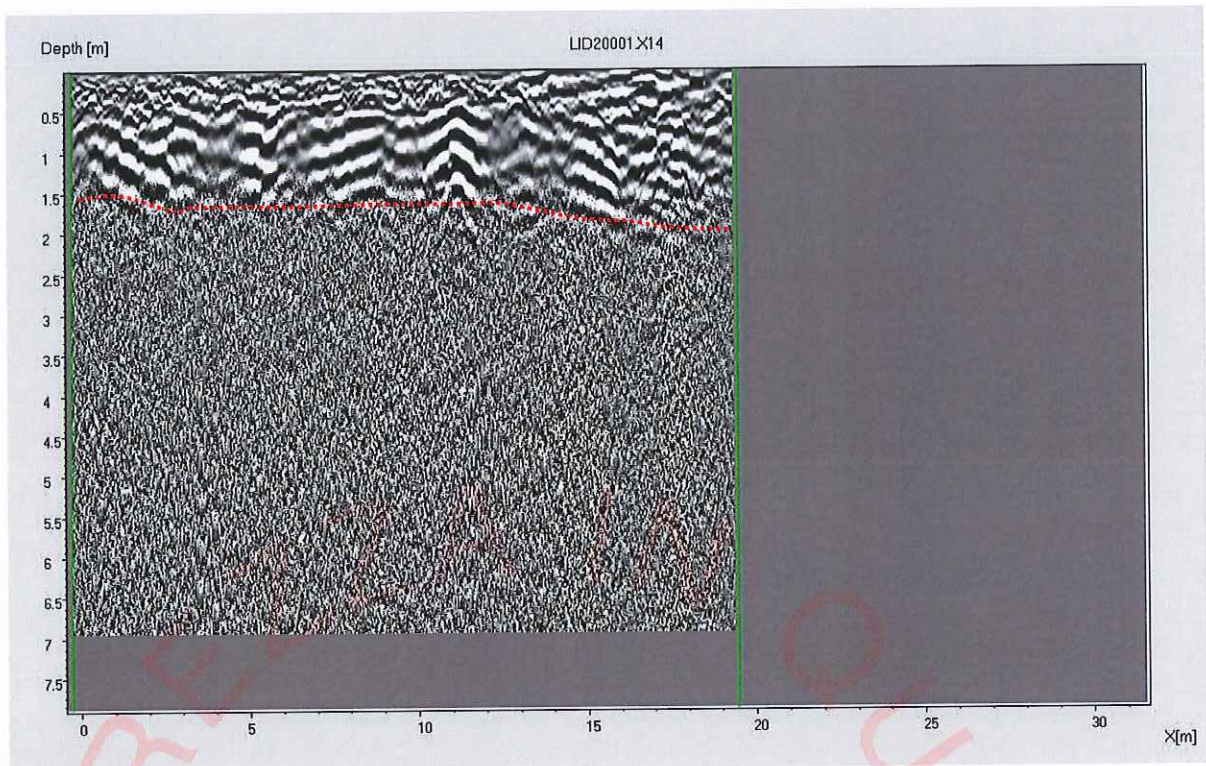
L'elaborazione dei dati, riduce notevolmente i disturbi menzionati, e rende molto più evidenti e nitidi i segnali d'interesse.

Le procedure di elaborazione sono compiute per ciascuno dei profili.



In questo report si riporta la sezione rappresentativa per ogni banchina oggetto di acquisizione con relativo commento.

Banchina "Trattaroli Sud" sito 10

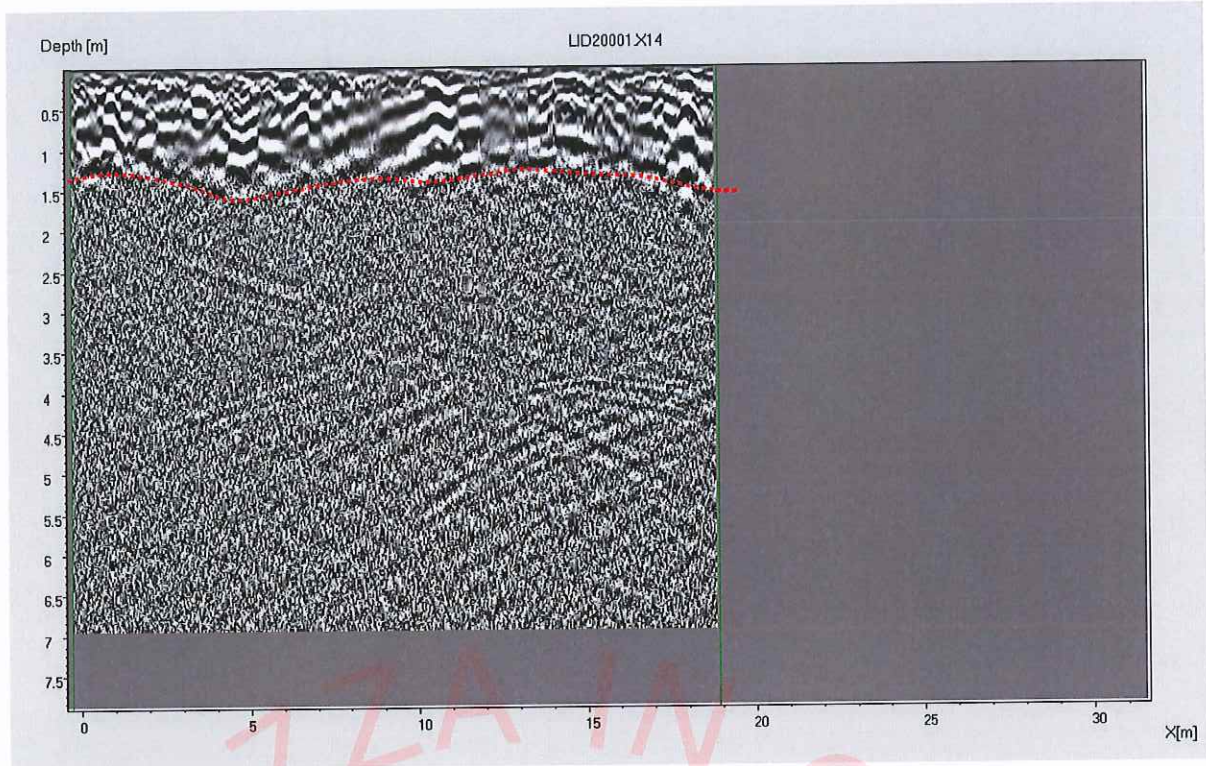


Commenti

Il radargramma, sezione R2 del sito 10, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta disturbato a causa della presenza di interventi antropici. Inoltre, il segnale è attenuato dalla profondità di ca. 1,50 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R1 e R3, mostrano lo stesso risultato.



Banchina "Trattaroli Sud" sito 9



Commenti

Il radargramma, sezione R1 del sito 9, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta disturbato a causa della presenza di interventi antropici. Inoltre, il segnale è attenuato dalla profondità di ca. 1,20 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R2 e R3, mostrano lo stesso risultato.



10. RISULTATI DELLE PROVE DI TRAZIONE SULLE PALANCOLE

Banchine	Sito d'indagine	Sigla	Spessore (mm)	Dimensioni provino		Sezione effettiva (mm ²)	Carico di Snervam. fy		Carico di Rottura ft		Allungam. (%)
				A (mm)	B (mm)		Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	
Trattaroli Sud - Terminal T&C	10	Sito 10	20	16,46	30,10	495,45	20392,56	411,60	27155,40	548,10	26,19

(*) ai fini dell'esecuzione della prova di trazione, lo spessore di questi campioni è stato ridotto secondo quanto consentito dalle norme (UNI EN 10025-1:2005, UNI EN 10002-1:2004 e UNI EN ISO 377)

Il tecnico addetto alle prove Ing. Roberto Crapanzano	Rapporto redatto da Ing. Roberto Crapanzano	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. Vittoria Vaselli
---	---	--

**Bologna, 24/07/2017**

RAPPORTO DI PROVA:	STR009/2017
COMMITTENTE:	Autorità Portuale di Ravenna Via Antico Squero, 31 48122 Ravenna
OGGETTO DEI LAVORI:	Indagini e verifiche finalizzate all'accertamento dello stato di consistenza delle palancole in acciaio e le relative strutture (cordolo di collegamento, tiranti, etc...) del Porto di Ravenna sulla sponda ovest del Canale Candiano ed aventi lo scopo di accertare il loro stato di conservazione e le loro caratteristiche geometriche-meccaniche, propedeutica alla progettazione definitiva dell'intervento "Hub Portuale di Ravenna: approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo materiale estratto in attuazione al PRP vigente 2007
PROVE ESEGUITE:	N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a Trazione N.4 Pacometrie N.2 Indagini SONREB N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica delle teste di ancoraggio dei tiranti N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione N.1 Prova con Georadar
CANTIERE:	Porto di Ravenna, Banchina IFA – SITI 7 E 8
RIFERIMENTO:	ACC. INT. 336-E DEL 16/06/2017
DATA DELLE PROVE:	Dal 12/06/2017 al 30/06/2017

(il presente rapporto di prova si compone di n. 21 pagine)

Pagina 1 di 21 rapporto di prova STR009/17 del 24/07/2017

È vietata la riproduzione del rapporto di prova o di singole parti senza l'approvazione del laboratorio Tecnocontrolli s.r.l.



1. PREMESSA

Dal 12 Giugno 2017 al 30 Giugno 2017 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito indagini strutturali e prove su materiali presso le banchine ALMA, BUNGE, TRATTAROLI SUD E NORD e IFA e del Porto di Ravenna, lungo il canale Candiano, le seguenti prove:

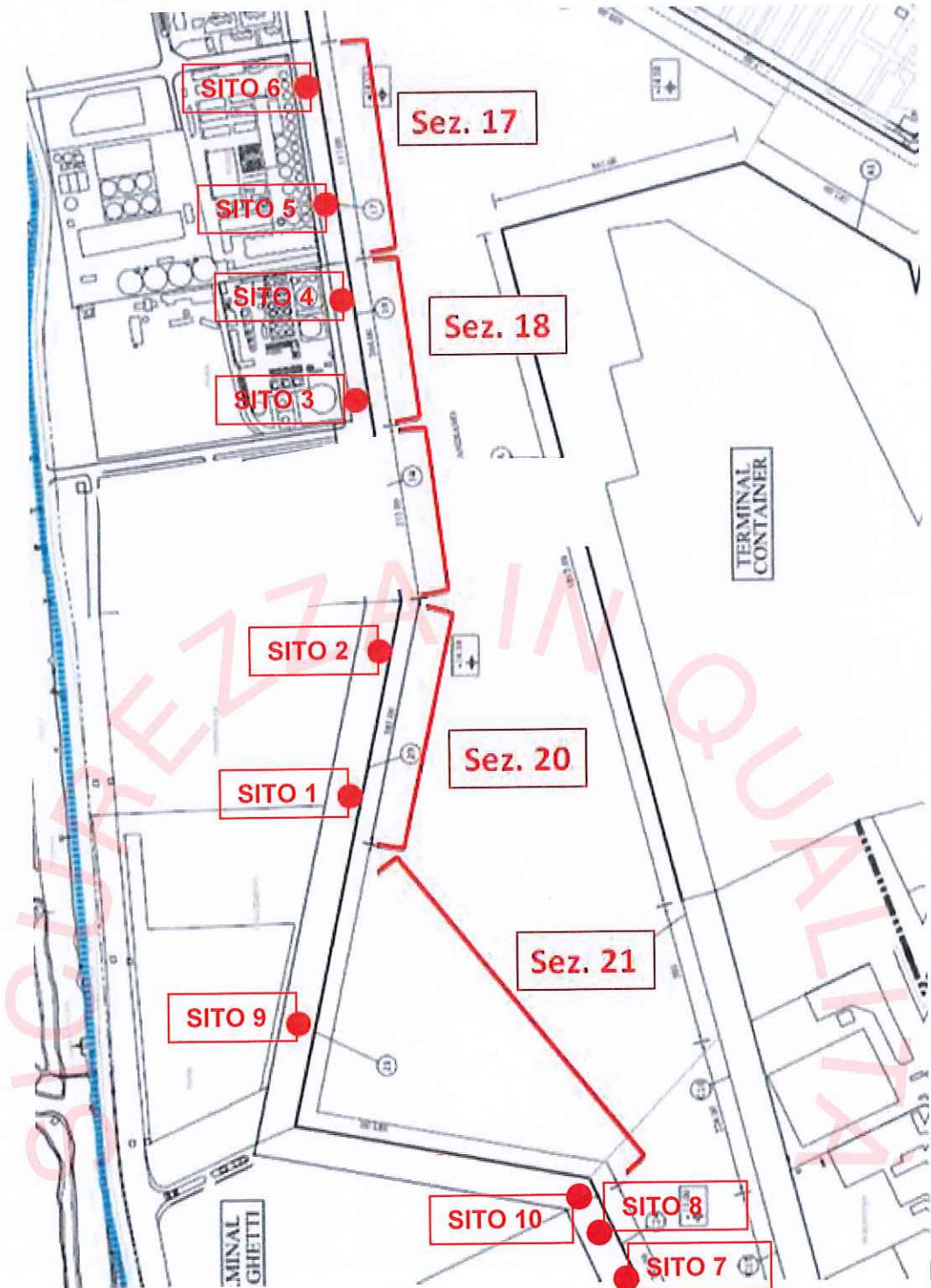
- N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione
- N.4 Pacometrie
- N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a trazione
- N.2 Indagini SONREB
- N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica dei tiranti
- N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo
- N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione
- N.1 Prova con Georadar composta da due sezioni di indagine ciascuna della lunghezza totale di 50 m

Alle prove erano presenti i tecnici del Genio Civile OO.PP., Geom. Bruno Perna e Geom. Arturo Castiglione.

Nel presente rapporto vengono esposti i risultati delle indagini e delle prove relative alla banchina IFA – siti d'indagine 7 e 8.



2. PLANIMETRIE ED INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI PROVA



3. ESTRAZIONE DI CAROTE, PROVE DI CARBONATAZIONE E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

CAROTA LATO MARE – circa 10 m dal confine con T&C	
<p>SIGLA CAROTA: C4</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 31.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e distacco superficiale del copri ferro con lesione doppia a circa 3.5 cm dalla sommità.</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><i>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</i></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_i</p> <p>b) Rilevare sia il valore medio d_i che quello massimo $d_{i,max}$</p> <p>c) Rilevare sia il valore più probabile d_i che quello massimo $d_{i,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 25 (mm)</p> <p>DK,MAX: 30 (mm)</p>

CAROTA ESTRADOSSO – circa 10 m dal confine con T&C	
<p>SIGLA CAROTA: C2</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 92.5 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 22.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e distacco superficiale del copri ferro con lesione doppia a circa 5 cm dalla sommità.</p>	<p>CARBONATAZIONE</p> <p><i>Figura 17 – Schema misura carbonatazione</i></p> <p>a) Rilevare solo il valore d_i</p> <p>b) Rilevare sia il valore medio d_i che quello massimo $d_{i,max}$</p> <p>c) Rilevare sia il valore più probabile d_i che quello massimo $d_{i,max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 25 (mm)</p> <p>DK,MAX: 30 (mm)</p>



CAROTA LATO MARE – circa 13 m dal confine con Mercegaglia

<p>SIGLA CAROTA: C3</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 27.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Stato di degrado ed ammaloramento notevole del calcestruzzo</p>	<p>CARBONATAZIONE <small>Figura 1f – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d, b) Rilevare sia il valore medio d, che quello massimo $d_{k, max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d, che quello massimo $d_{k, max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 0 (mm)</p> <p>DK,MAX: 24 (mm)</p>
--	---

CAROTA ESTRADOSSO – circa 13 m dal confine con Mercegaglia

<p>SIGLA CAROTA: C1</p> <p>DIAMETRO CAROTA: 93 (mm)</p> <p>LUNGHEZZA CAROTA: 28.5 (cm)</p> <p>ANNOTAZIONI (STATO, ARMATURE): Piccole cavità e lesione a circa 4.5 cm dalla sommità.</p>	<p>CARBONATAZIONE <small>Figura 1f – Schema misura carbonatazione</small></p> <p>a) Rilevare solo il valore d, b) Rilevare sia il valore medio d, che quello massimo $d_{k, max}$ c) Rilevare sia il valore più probabile d, che quello massimo $d_{k, max}$</p> <p>TIPO DI FRONTE: A – B – C</p> <p>DK: 27 (mm)</p> <p>DK,MAX: 0 (mm)</p>
---	---

Sito d'indagine	Sigla	Diametro (cm)	Altezza (cm)	Area (cm ²)	Volume (m ³)	Massa (Kg)	Massa volumica (Kg/mc)	Carico di rottura (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm ²)	Tipo di rottura	Tipo di estrazione
7	C3-Mare	9,4	9,3	69,40	0,0006454	1,426	2209,5	121,084	17,45	1	1:1
	C1-Estradosso	9,4	9,4	69,40	0,0006523	1,447	2218,2	134,900	19,44	1	1:1
8	C2-Estradosso	9,4	9,6	69,40	0,0006662	1,532	2299,5	142,406	20,52	1	1:1
	C4-Mare	9,4	9,5	69,40	0,0006593	1,474	2235,8	170,800	24,61	1	1:1



SICUREZZA
QUALITÀ



SICUREZZA

QUALITÀ



4. ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA E RISULTATI DELLE PROVE DI RESISTENZA A TRAZIONE

Sito d'indagine	Sigla	Diametro nominale (mm)	massa	lunghezza	toll. sez.	Sezione effettiva	Diametro virtuale (mm)	Carico di Snervam. fy	Carico di Rottura ft	Allungam. A _s
			g	mm	%	(mm ²)		Unitario (N/mm ²)	Unitario (N/mm ²)	
7	B1	10	163	394	-32,90	52,70	8,19	OSSID.	167,6	NC
8	B2	10	187	410	-26,02	58,10	8,60	248,9	346,3	NC





5. VERIFICHE VISIVE E DI PROTEZIONE ELETTRICA DELLE TESTE DEI TIRANTI

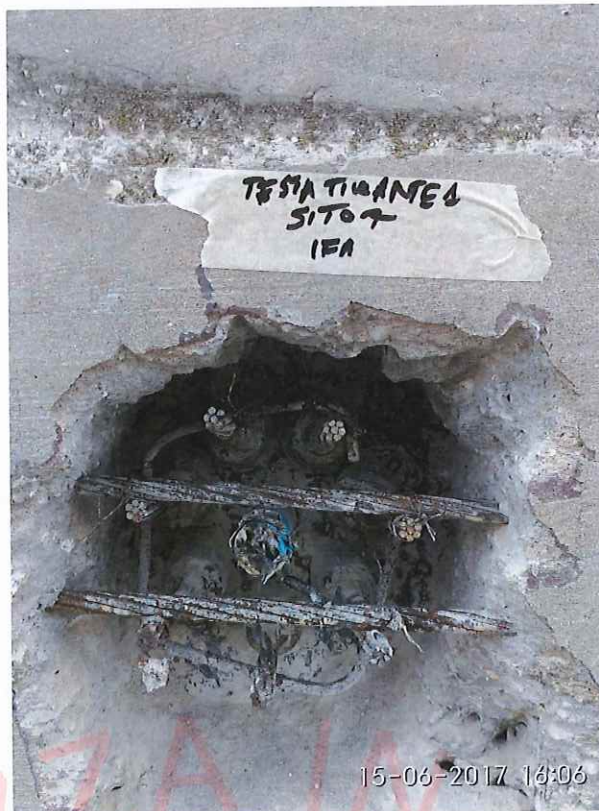
Sito d'indagine	Sigla	Valore max misurato (kΩ)	Metodo	Note	Stato testa/tirante
7	Testa tirante 1	141,4	ERM II	Valori sempre inferiori a 100 kΩ, tranne in un punto dove ha dato 141,4 kΩ	Testa leggermente ossidata
8	Testa tirante 2	190,4	ERM II	Misurati anche alcuni valori inferiori a 100 kΩ	Testa leggermente ossidata

La testa del tirante 1 è ubicata a circa 13 m dal confine con Mercegaglia.

La testa del tirante 2 è ubicata a circa 10 m dal confine con T&C.



SICUREZZA



SICUREZZA



6. VERIFICA VISIVA DEI TIRANTI, PRELIEVO DI TREFOLO E RISULTATI DELLA PROVA DI RESISTENZA A TRAZIONE

Il tirante ispezionato è ubicato a circa 13 m dal confine con Mercegaglia. Risultano danneggiati la boiaccia e la guaina esterni ed è possibile osservare evidenti segni di ruggine ed umidità all'interno del gruppo di cavi.

Sito d'indagine	massa (kg)	lunghezza (mm)	Diametro (mm)	tolleranza sezione (%)	Sezione (mm ²)	fpt (kN)	fpt (N/mm ²)
7	0,678	630	139	-0,79	137,9	241,19	1749





SICURE

ALTA



SICURE

ALITÀ



7. RISULTATI DELLE PROVE SONREB

Sulla banchina in questione le prove sono state eseguite secondo la modalità indiretta, poiché il calcestruzzo della faccia della trave lato mare è fortemente degradato, con copriferro espulso e barre esposte. L'estradosso della trave, invece, presenta un calcestruzzo in condizioni più favorevoli per eseguire la prova, anche se molto spesso il copriferro risulta staccato, come si evince anche dalle foto delle carote estratte lesionate.

Prova SONREB sito d'indagine n.		8	Distante circa 10 m dal confine con T&C										
PROVA SCLEROMETRICA													
FACCIA 1=2 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ir	34	32	36	30	36	28	30	42	34	38	38	28
	Ir,max	42											
	Ir,min	28											
	Ir,medio	34											
	Ir, medio 1-2	34											
PROVA ULTRASONICA													
Tipo	Indiretta												
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Tratti	1,2	1,3	1,4	1,5	2,3	2,4	2,5	3,4	3,5	4,5		
	Distanze (cm)	10	20	30	40	10	20	30	10	20	10		
	Tempo misurato (µs)	33,9	72,9	95,9	107,4	17,4	40,4	63,9	21,9	42,9	18,4		
	V,m (m/s) stimata	4382											
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE													
Formula di J.Gasparik (1984)		35,09	Mpa										
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)		39,95	Mpa										
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)		31,00	Mpa										
Formula E. Del Monte et all. (2004)		32,99	Mpa										
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)		31,48	Mpa										
Rilem (1989)		37,34	Mpa										
Prova SONREB sito d'indagine n.		7	Distante circa 13 m dal confine con Mercegaglia										
PROVA SCLEROMETRICA													
FACCIA 1=2 - ESTRADOSSO BANCHINA	Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ir	36	36	32	28	36	32	34	30	30	30	28	34
	Ir,max	36											
	Ir,min	28											
	Ir,medio	32											



	Ir, medio 1-2	32										
PROVA ULTRASONICA												
Tipo	Indiretta											
FACCE 1-2	Percorso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Tratti	1,2	1,3	1,4	1,5	2,3	2,4	2,5	3,4	3,5	4,5	
	Distanze (cm)	10	20	30	40	10	20	30	10	20	10	
	Tempo misurato (µs)	20,4	61,4	85,9	167,9	21,9	50,4	108,9	21,4	77,9	29,4	
	V,m (m/s) stimata	2034										
STIMA DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE												
Formula di J.Gasparik (1984)	8,05	Mpa										
Formula di A.Di Leo, G. Pascale (1994)	5,85	Mpa										
Formula di R.Giacchetti, L.Lacquaniti (1980)	3,97	Mpa										
Formula E. Del Monte et all. (2004)	8,60	Mpa										
Formula di Bocca e Cianfrone (1983)	4,42	Mpa										
Rilem (1989)	4,79	Mpa										

SICUREZZA IN QUALITÀ



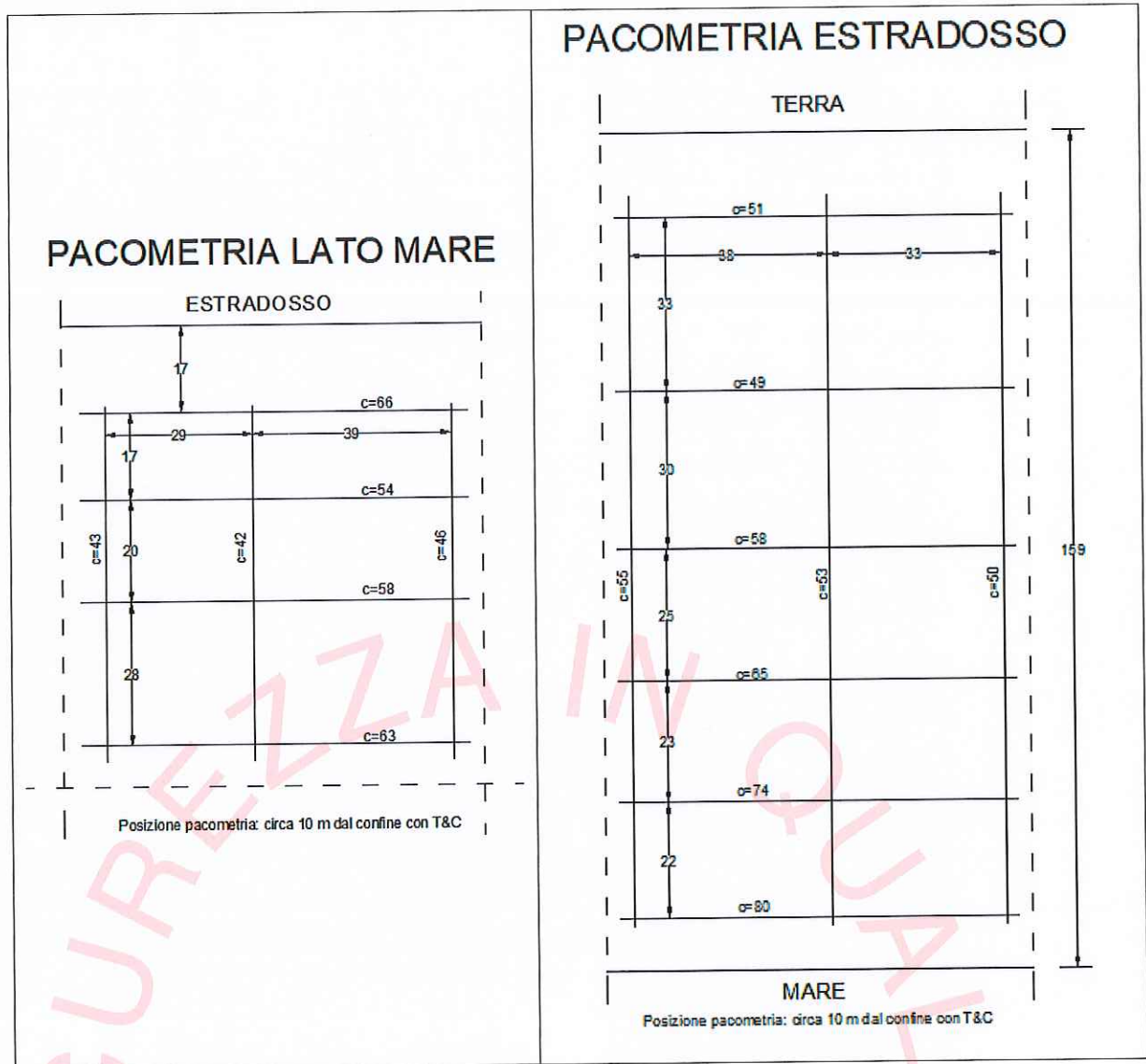
8. PACOMETRIE

SITO 7.





SITO 8.





9. PROVA CON GEORADAR

L'indagine georadar è eseguita con strumentazione IDS HI MODE e l'impiego di una antenna APT_TRMF_Hi-Mod a frequenza centrale di 200-600 MHz montata su un carrello dotato di encoder. Il software di acquisizione è RIS K2 FAST WAVE, un software multicanale dalle alte prestazioni progettato per la raccolta di dati tramite georadar. I parametri di acquisizione sono impostati in modo da ottenere un dato per centimetro lungo profili paralleli.

I dati sono acquisiti in maniera unidirezionale, trascinando l'antenna sul terreno alla velocità di passeggio.

Una volta acquisiti i dati è stato necessario eseguire le opportune trasformazioni e correzioni in modo tale che fosse possibile "leggere" le discontinuità presenti nel substrato indagato.

I dati GPR acquisiti e registrati nel formato *.msi, sono stati visualizzati ed elaborati con l'ausilio del software Launch GRED, per ridurre sia quello che molti chiamano "rumore" o "interferenze" (riflessioni estranee) sia errori sistematici tipici di investigazioni di questo tipo.

I profili radar sono elaborati attraverso una sequenza di operazioni che riguardano: la visualizzazione dei singoli radargrammi, filtraggio dei dati, ed equalizzazione del gain, osservazione e interpretazione delle anomalie rilevate.

Inoltre, ogni profilo GPR esprime l'intensità degli impulsi riflessi dal substrato in funzione del tempo di arrivo e della posizione sulla superficie, ed essendo il risultato della giustapposizione di molteplici cicli di trasmissione e ricezione degli impulsi radar, le diverse tonalità di colore (o di grigio), sono funzione dell'intensità della radiazione riflessa.

In seguito ci si occupa di enfatizzare i segnali acquisiti secondo le seguenti operazioni:

- Rimozione dell'offset;
- Filtri che rimuovono il background;
- Applicazione dei filtri passa alto e passa basso;
- Migrazione;
- Gain restoration.

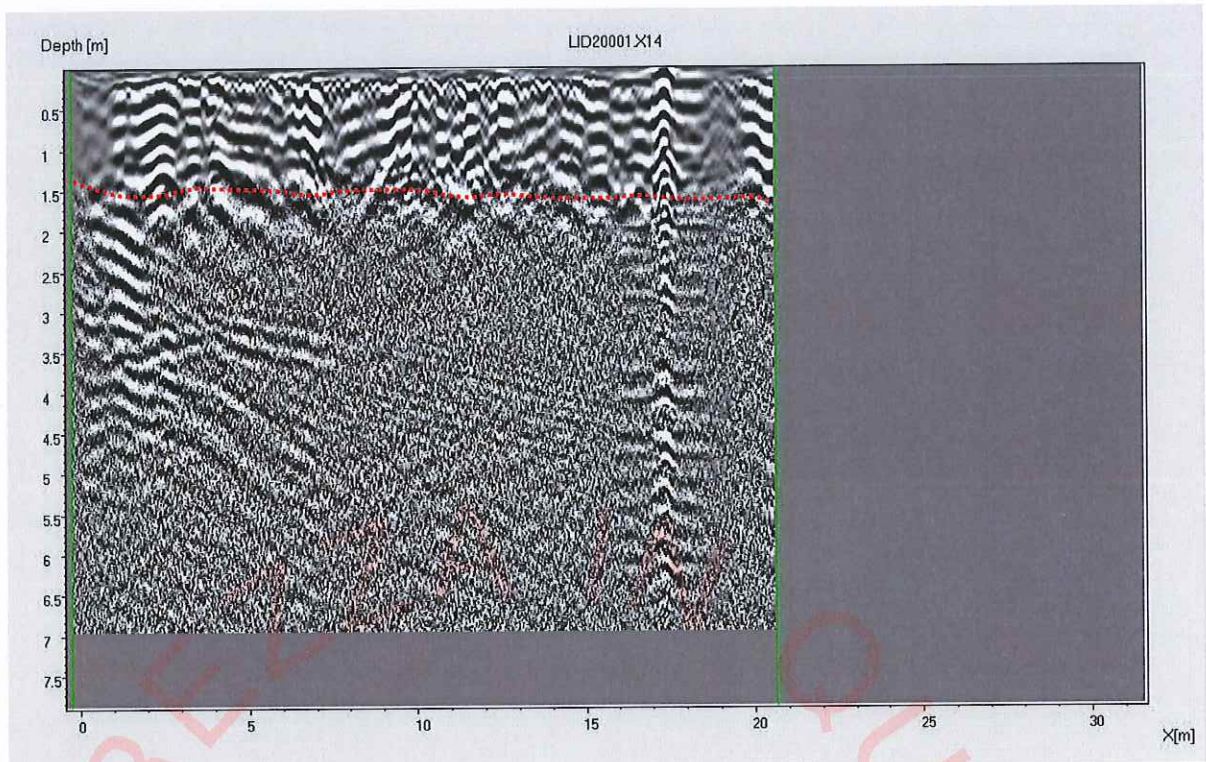
L'elaborazione dei dati, riduce notevolmente i disturbi menzionati, e rende molto più evidenti e nitidi i segnali d'interesse.

Le procedure di elaborazione sono compiute per ciascuno dei profili.



In questo report si riporta la sezione rappresentativa per ogni banchina oggetto di acquisizione con relativo commento.

Banchina "IFA" sito 7

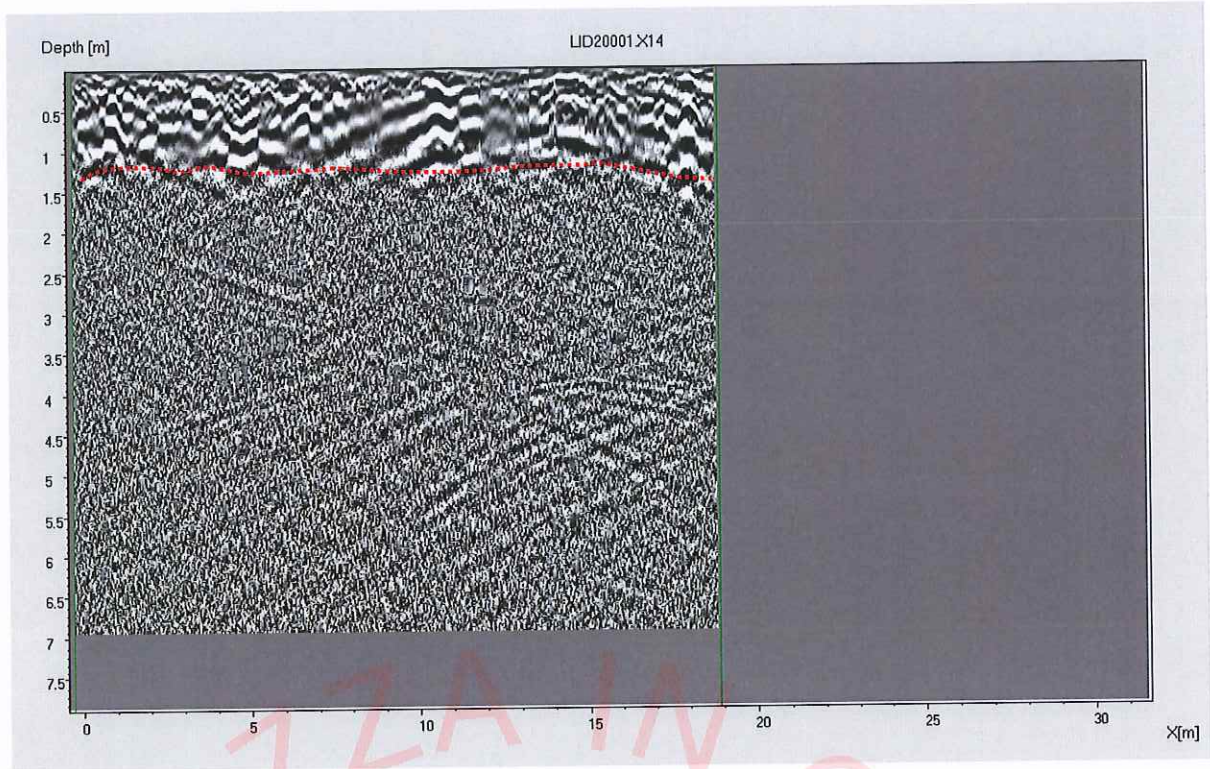


Commenti

Il radargramma, sezione R2 del sito 7, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta disturbato a causa della presenza di interventi antropici. Inoltre, il segnale è attenuato dalla profondità di ca. 1,30 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R1 e R3, mostrano lo stesso risultato.



Banchina "IFA" sito 8



Commenti

Il radargramma, sezione R3 del sito 8, non mette in evidenza la presenza di segnali riferibili all'ubicazione dei tiranti, in quanto il segnale risulta disturbato a causa della presenza di interventi antropici. Inoltre, il segnale è attenuato dalla profondità di ca. 1,30 m (linea rossa tratteggiata) a causa della presenza di acqua. I radargrammi ottenuti dalle sezioni R1 e R2, mostrano lo stesso risultato.

Il tecnico addetto alle prove Ing. Roberto Crapanzano	Rapporto redatto da Ing. Roberto Crapanzano	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. Vittoria Vaselli
---	---	--

**Bologna, 24/07/2017**

RAPPORTO DI PROVA:	STR009/2017
COMMITTENTE:	Autorità Portuale di Ravenna Via Antico Squero, 31 48122 Ravenna
OGGETTO DEI LAVORI:	Indagini e verifiche finalizzate all'accertamento dello stato di consistenza delle palancole in acciaio e le relative strutture (cordolo di collegamento, tiranti, etc...) del Porto di Ravenna sulla sponda ovest del Canale Candiano ed aventi lo scopo di accertare il loro stato di conservazione e le loro caratteristiche geometriche-meccaniche, propedeutica alla progettazione definitiva dell'intervento "Hub Portuale di Ravenna: approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo materiale estratto in attuazione al PRP vigente 2007
PROVE ESEGUITE:	N.1 Prova di trazione su provino in acciaio delle palancole
CANTIERE:	Porto di Ravenna, Banchina EURODOKS SUD E NORD - SITI 11 E 12
RIFERIMENTO:	ACC. INT. 336-E DEL 16/06/2017
DATA DELLE PROVE:	Dal 12/06/2017 al 30/06/2017

(il presente rapporto di prova si compone di n. 3 pagine)



1. PREMESSA

Dal 12 Giugno 2017 al 30 Giugno 2017 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito indagini strutturali e prove su materiali presso le banchine ALMA, BUNGE, TRATTAROLI SUD E NORD e IFA e del Porto di Ravenna, lungo il canale Candiano, le seguenti prove:

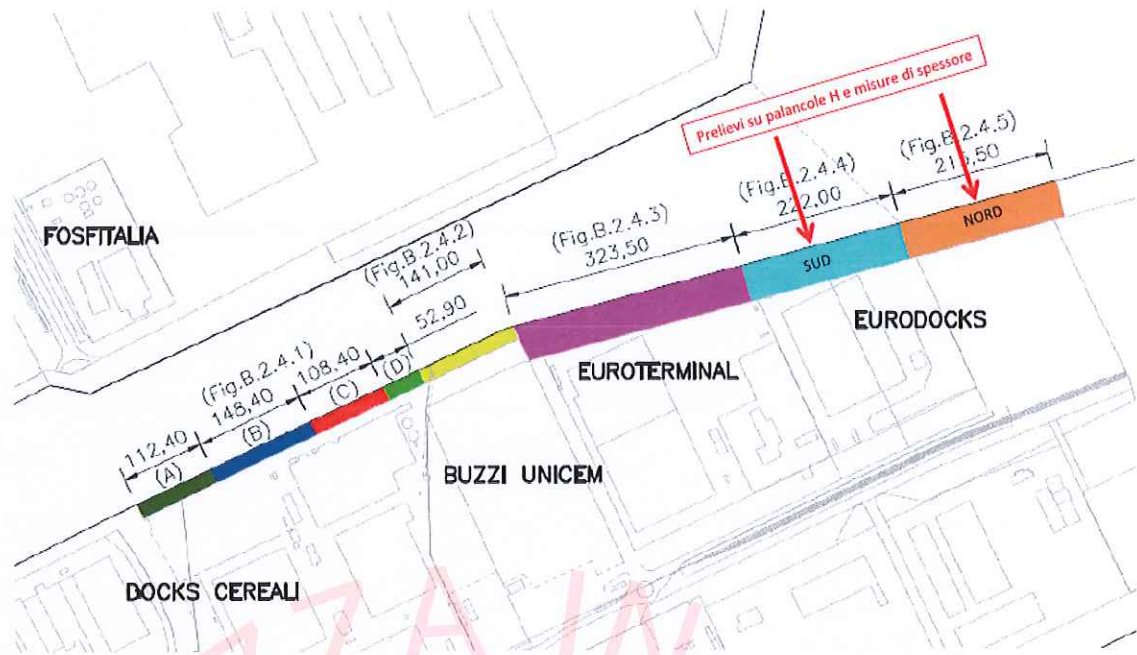
- N.4 Estrazioni di carote di calcestruzzo per prova di carbonatazione e prova di resistenza a compressione
- N.4 Pacometrie
- N.2 Estrazione di barre d'armatura e prova di resistenza a trazione
- N.2 Indagini SONREB
- N.2 Indagini visive e prove di protezione elettrica dei tiranti
- N.1 Indagine visiva stato tiranti in scavo
- N.1 Prelievo di trefolo tirante per prova di resistenza a trazione
- N.1 Prova con Georadar composta da due sezioni di indagine ciascuna della lunghezza totale di 50 m

Oltre alle prove sopra menzionate, sulle banchine BUNGE, ALMA e TRATTAROLI SUD è stato prelevato anche un campione rettangolare di acciaio dalle palancole da parte di una ditta specializzata, campioni sottoposti successivamente a prova di trazione da parte del nostro Laboratorio autorizzato; il suddetto prelievo (e la prova di trazione) non ha interessato invece le banchine IFA e TRATTAROLI NORD (dove sono state fatte le sole prove elencate sopra), ma è stato effettuato, in sostituzione, sulla banchina EURODOCKS SUD E NORD (interessate solo dal prelievo e non dalle prove di cui sopra). In definitiva, le palancole prelevate e sottoposte a prova di trazione sono state in totale 5.

I campioni di palancole sono stati consegnati dai tecnici del Genio Civile OO.PP., Geom. Bruno Perna e Geom. Arturo Castiglione.

Nel presente rapporto vengono esposti i risultati delle prove di trazione sulle palancole relative alla banchina EURODOCKS SUD E NORD – siti 11 e 12.

2. PLANIMETRIA DELLA BANCHINA EURODOCKS SUD E NORD



3. RISULTATI DELLE PROVE DI TRAZIONE SULLE PALANCOLE

Banchine	Sito d'indagine	Sigla	Spessore (mm)	Dimensioni provino		Sezione effettiva (mm ²)	Carico di Snervam. fy		Carico di Rottura ft		Allungam. (%)
				A (mm)	B (mm)		Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	Totale (daN)	Unitario (N/mm ²)	
Eurodocks	11	Sito 11	18	16,35	29,82	487,56	17244,89	353,70	23802,53	488,20	34,40
Eurodocks	12	Sito 12	18	16,55	29,94	495,51	17050,40	344,10	23828,93	480,90	30,95

(*) ai fini dell'esecuzione della prova di trazione, lo spessore di questi campioni è stato ridotto secondo quanto consentito dalle norme (UNI EN 10025-1:2005, UNI EN 10002-1:2004 e UNI EN ISO 377)

Il tecnico addetto alle prove Ing. Roberto Crapanzano	Rapporto redatto da Ing. Roberto Crapanzano	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. Vittoria Vaselli
---	---	--