


ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS. 318 DI "VALFABBRICA". TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA
SS. 76 "VAL D'ESINO". TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO
"PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

PROGETTO ESECUTIVO

<p>CONTRAENTE</p>  <p>GENERALE:</p>	<p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p> <p style="text-align: center;">Ing. Federico Montanari</p>	<p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p> <p style="text-align: center;">Ing. Salvatore Lieto</p>
--	---	--

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese

Mandatario:

PROGETTAZIONE
GRANDI
INFRASTRUTTURE
PROGIN S.p.A.

LOMBARDI SA
INGEGNERI CONSULENTI

LOMBARDI-REIC
INGEGNERIA S.r.l.

SGAI s.r.l.
di E. Forlani & C.
Studio di Ingegneria e Geologia Applicata
Via Marconi, 21 - 47039 Montecassiano (FC) - ITALY
P. IVA 03030420401 - Tel. 0542/480077 - e-mail sgai@sgai.com
www.sgai.com

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'ATI

Ing. Antonio Grimaldi

GEOLOGO

Dott. Geol. Fabrizio Pontoni

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Michele Curiale



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Iginio Farotti

2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

Relazione descrittiva delle indagini per la definizione dei livelli di aggressività delle Acque e delle Terre

SCALA:

DATA:

Settembre 2020

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Codice Elaborato:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. Doc.	N. prog.	Rev
L0703	213	E	01	000000	REL	05	A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto	Controllato	Approvato
A	Settembre 2020	Emissione a seguito istruttoria Anas	PROGIN Valente	S. Lieto	A. Grimaldi

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 01	WBS 000000	Id. doc. REL	N. progr. 03	REV. A	Pag. di Pag. 2 di 23
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------

INDICE

1. PREMESSA	3
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3. INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO	6
4. INTERPRETAZIONE RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE E DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ESPOSIZIONE.....	11

	2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord Relazione descrittiva delle indagini per la definizione dei livelli di aggressività delle Acque e delle Terre							
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 01	WBS 000000	Id. doc. REL	N. progr. 03	REV. A

1. PREMESSA

La presente relazione viene emessa nell'ambito del Progetto Esecutivo della strada Pedemontana Marchigiana, che costituisce l'elemento di completamento tra le due direttrici "S.S.76" Vallesina e "S.S.77" Val di Chienti, con riferimento ai seguenti stralci funzionali:

3° stralcio funzionale: compreso tra lo svincolo di Castelraimondo nord e lo svincolo di Castelraimondo sud;

4° stralcio funzionale: compreso tra lo svincolo di Castelraimondo sud e l'innesto con la S.S. 77 a Muccia.

Gli stralci funzionali di cui sopra rientrano nell'ambito degli interventi di completamento della Pedemontana delle Marche definiti e finanziati nella Delibera CIPE 64/2016 - "Aggiornamento del quadro infrastrutturale della delibera n. 13/2004".

Il documento illustra in particolare i risultati della campagna di indagine eseguita nel periodo Marzo – Giugno 2017 lungo il tracciato di progetto dell'infrastruttura, al fine di caratterizzare i livelli di aggressività dei terreni e delle acque nei confronti dei calcestruzzi delle opere d'arte a contatto con il terreno.

Tale campagna ha consentito, sulla base delle risultanze nel seguito descritte, una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, al fine di garantire la durabilità dell'opera intesa non solo come il mantenimento dei coefficienti di sicurezza stabiliti in fase di progetto, ma anche come la conservazione dell'efficienza iniziale per tutta la vita di servizio.

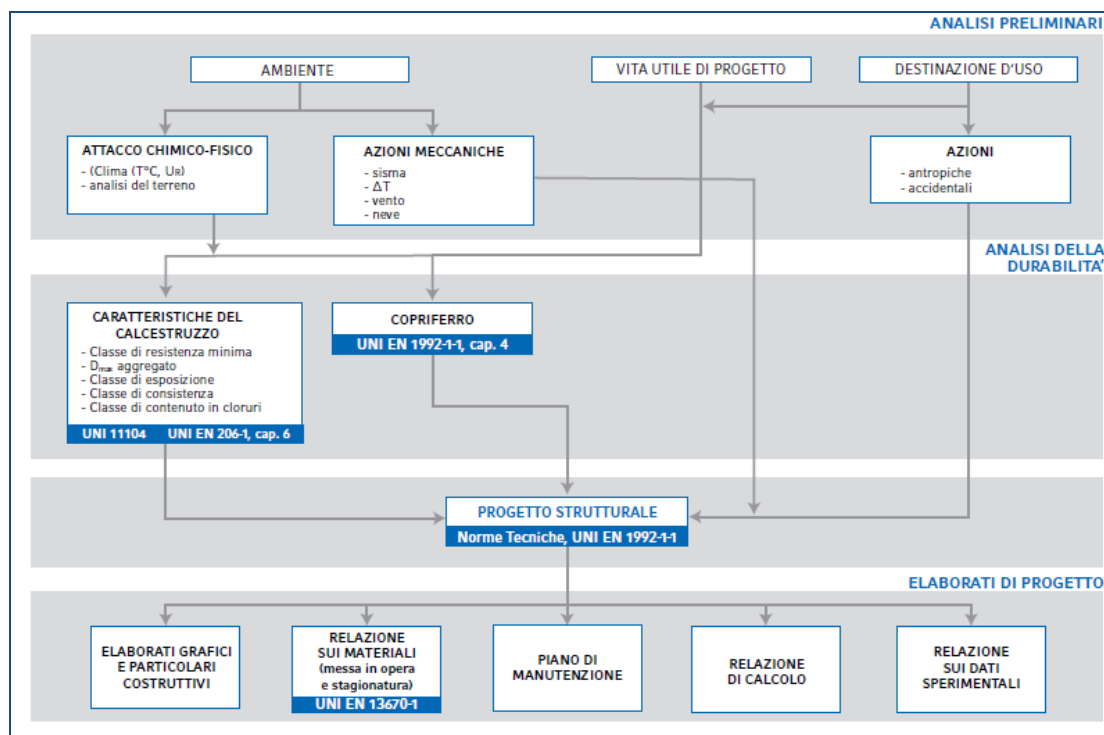
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente capitolo riassume quanto proposto dalle norme italiane ed europee, e sintetizza il percorso logico che il progettista deve seguire per adempiere alle nuove esigenze di durabilità delle opere.

Tramite le norme UNI EN 1992-1-1 (cap.4), UNI EN 206-1 (cap.6) è possibile definire le caratteristiche minime dei materiali e dei copriferri, parametri essenziali per procedere al dimensionamento degli elementi strutturali attraverso la modellazione di calcolo. Il concetto di durabilità riguarda, in modo diretto, il progetto delle strutture verificate allo Stato Limite. L'ambiente, la Vita Utile dell'opera e la Destinazione d'uso definiscono infatti non solo le azioni meccaniche ed ambientali gravanti sulla struttura bensì anche le caratteristiche minime del calcestruzzo strutturale e del copriferri da garantire alle armature utili a garantire, nello spirito degli "Stati Limite", i requisiti prestazionali richiesti alla struttura.

Lo schema che segue illustra l'interazione di tali parametri indicando la normativa applicabile.

Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 01	WBS 000000	Id. doc. REL	N. progr. 03	REV. A	Pag. di Pag. 4 di 23
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------



Il prospetto F1 di norma UNI EN 206-1 di seguito riportato, consente di individuare le caratteristiche minime che deve possedere il calcestruzzo per preservare le caratteristiche dell'opera in base alla classe di esposizione ambientale relative ai diversi agenti chimico-fisici cui la stessa risulta esposta, in termini di classe di resistenza minima, rapporto acqua/cemento massimo e contenuto minimo di cemento.

La scelta della combinazione di classi di esposizione/caratteristiche del calcestruzzo va eseguita per ogni famiglia di elementi strutturali, in base alla loro posizione nella costruzione.

prospetto F1 Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																					
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi						
		XC0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3			
						XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3											
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45				
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45		
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360				
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	-	-	-				
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati ^{b)}						

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.
 b) Qualora la presenza di SO₄²⁻ comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.

Prospetto F1 estratto dalla UNI EN 206 – 1 in cui vengono elencati i requisiti minimi del calcestruzzo per ciascuna classe di esposizione ambientale.

Per le parti d'opera a contatto con il terreno (Fondazioni/Sottofondazioni) è necessario procedere ad una valutazione delle classi di esposizione nei confronti di “Ambienti Chimici Aggressivi”, attraverso specifiche analisi chimiche da effettuare sul terreno e/o sull'acqua in esso contenuta, in base alle indicazioni del prospetto 2 della norma UNI EN 206-1 di cui in seguito:

<small>Gli ambienti chimicamente aggressivi classificati di seguito sono basati sul suolo naturale e per acqua nel terreno a temperature dell'acqua/terreno comprese tra 5° e 25°C ed una velocità dell'acqua sufficientemente bassa da poter essere approssimata a condizioni statiche. La condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe di esposizione. Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.</small>				
Caratteristica chimica	Metodo di prova chimica di riferimento	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/l	EN 196-2	≥200 e ≤600	>600 e ≤3000	>3000 e ≤6000
pH	ISO 4316	≤6,5 e ≥5,5	<5,5 e ≥4,5	<4,5 e ≥4,0
CO ₂ mg/l aggressiva	prEN 13577:199-9	≥15 e ≤40	>40 e ≤100	>100 fino a saturazione
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1 oppure ISO 7150-2	≥15 e ≤30	>30 e ≤60	>60 e ≤100
Terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{a)} totale	EN 196-2 ^{a)}	≥2000 e ≤3000 ^{d)}	>3000 ^{d)} e ≤12000	>12000 e ≤24000
Acidità ml/kg	DIN 4030-2	>200 Baumann Gully	Non incontrato in pratica	
<small>^{a)} I terreni argillosi con una permeabilità minore di 10⁻⁴ m/s possono essere classificati in una classe inferiore ^{b)} Il metodo di prova prescrive l'estrazione di SO₄²⁻ mediante acido cloridrico; in alternativa si può usare l'estrazione con acqua se nel luogo di impiego del calcestruzzo c'è questa pratica. ^{c)} Il limite di 3000 mg/kg, deve essere ridotto a 2000 mg/kg se esiste il rischio di accumulo di ioni solfato nel calcestruzzo causato da cicli di essiccamento/bagnatura oppure suzione capillare.</small>				

Prospetto 2 estratto dalla norma UNI EN 206-1 in cui vengono elencati i valori limite per ogni agente aggressivo contemplato dalla classe di esposizione XA.

	2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord Relazione descrittiva delle indagini per la definizione dei livelli di aggressività delle Acque e delle Terre							
	Opera L0703	Tratto 2 13	Settore E	CEE 01	WBS 000000	Id. doc. REL	N. progr. 03	REV. A

3. INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO

Per la determinazione dei livelli di aggressività dei terreni e delle acque in esso contenute, sono stati effettuati numerosi prelievi lungo il tracciato di progetto, in zone prossime a quelle di futura realizzazione delle principali opere in progetto.

I prelievi sono stati effettuati in particolare in corrispondenza di Sondaggi ubicati in prossimità delle seguenti opere:

- Galleria Artificiale Feggiano II
- Viadotto Castelraimondo
- Viadotto Vallone
- Galleria Naturale Mecciano
- Galleria Naturale S. Anna
- Viadotto San Pietro
- Galleria Naturale Santa Barbara
- Viadotto Sant'Anna
- Viadotto Potenza
- Galleria Artificiale Seano
- Viadotto Cesara
- Viadotto Palente
- Viadotto Potenza

I dettagli di tutti i prelievi e risultati delle indagini di laboratorio effettuate sugli stessi, sono raccolti nelle tabelle n1 e n2 di cui alle pagine seguenti, dove sono riportati i seguenti dati, con riferimento ad una numerazione delle Colonne da 1 ad n, procedendo da sinistra verso destra:

Tabella 1: (Aggressività dei Terreni)

Colonna 1: Identificativo del codice del sondaggio in corrispondenza del quale è stato effettuato il prelievo.

Colonna 2: Pk di progetto del sondaggio di riferimento.

Colonna 3: Riferimento dell'opera principale di Linea più a ridosso della zona di prelievo/Sondaggio.

Colonna 4: Data prelievo.

Colonna 5 : Profondità del prelievo.

Colonne 6-10: Risultati dei test effettuati per la determinazione delle diverse caratteristiche fisico-chimiche di interesse per la valutazione della classe di aggressività XA secondo specifiche del prospetto 2 della UNI-EN 206-1

Colonne 11-13: Classe di Esposizione risultante (XA1/XA2/XA3)

	2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Secondo stralcio funzionale Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord Relazione descrittiva delle indagini per la definizione dei livelli di aggressività delle Acque e delle Terre								
	Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 01	WBS 000000	Id. doc. REL	N. progr. 03	REV. A	Pag. di Pag. 7 di 23

Tabella 2: (Aggressività delle acque contenute nei Terreni)

Colonna 1: Identificativo del codice del sondaggio in corrispondenza del quale è stato effettuato il prelievo.

Colonna 2: Pk di progetto del sondaggio di riferimento.

Colonna 3: Riferimento dell'opera principale di Linea più a ridosso della zona di prelievo/Sondaggio.

Colonna 4: Data prelievo.

Colonna 5 : Profondità del prelievo.

Colonne 6-12: Risultati dei test effettuati per la determinazione delle diverse caratteristiche fisico-chimiche di interesse per la valutazione della classe di aggressività XA secondo specifiche del prospetto 2 della UNI-EN 206-1

Colonne 13-15: Classe di Esposizione risultante (XA1/XA2/XA3)

Per ciò che concerne infine i risultati delle indagini di laboratorio effettuate su ciascun campione richiamato in tabella, si rimanda al documento di progetto "Raccolta dei Certificati delle analisi chimico-fisiche dei terreni e delle acque (Campagna 2017) – Cod L0703 213 E 02 GE 00 00 REL 10 A", incluso nel capitolo del Progetto "Geologia e Geotecnica".

TABELLA 1_Parte1/2 : RIEPILOGO TEST PER LA VALUTAZIONE DELL'AGGRESSIVITA' DEI TERRENI


CAMPIONE					TERRENO					ESPOSIZIONE		
					Umidità	Terra fine	Scheletro	Acidità	Solfati	XA1	XA2	XA3
Nome	pk	Profilo geologico	OPERA	DATA	z [m]	%	%	%	ml/kg s.s.			
						DM 13/09/1999 GU n°248 21/10/1999 SO n°185 Met.II.2	DM 13/09/1999 SO n°185 GU n°248 21/10/1999 Met.II.1	DM 13/09/1999 SO n°185 GU n°248 21/10/1999 Met.II.1	DIN 4030-2:2008	DIN EN 196- 2:2005		
X3.5	1254,15	GALL. ARTIFICIALE FEGGIANO 2 - IMB NORD	30/03/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 6.00-6.30 m	13,0	96,0	4,00	65,6	6970	-	v	-
X3.3	776,93	VIADOTTO CASTELRAIMONDO	30/03/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 5.70-6.00 m	12,7	100,0	<0,10	63,2	3830	-	v	-
X3.3	776,93	VIADOTTO CASTELRAIMONDO	30/03/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 15.00-15.25 m	11,1	100,0	<0,10	50	4760	-	v	-
X3.6	1445,77	GALL. ARTIFICIALE FEGGIANO 2 - IMB SUD	31/03/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.00-7.30 m	12,7	72,4	27,60	50	5320	-	v	-
X3.4	933,96	VIADOTTO CASTELRAIMONDO	05/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.00-7.30 m	11,8	100,0	<0,10	50	3680	-	v	-
X3.7	1674,44	VIADOTTO VALLONE	05/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.50-8.00 m	14,4	100,0	<0,10	104	4200	-	v	-
A4.3	4858,05	GALLERIA NATURALE MECCIANO	11/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 67.00-67.30 m	6,8	100,0	<0,10	50	1560	-	-	-
A4.3	4858,05	GALLERIA NATURALE MECCIANO	12/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 77.00-77.30 m	1,5	100,0	<0,10	50	1960	-	-	-
A1.3	2355,07	GALLERIA NATURALE SANT'ANNA	11/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 14.70-15.20 m	4,5	100,0	<0,10	50	2480	v	-	-
A1.3	2355,07	GALLERIA NATURALE SANT'ANNA	13/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 25.60-26.10 m	5,8	100,0	<0,10	50	2210	v	-	-
A2.3	2431,09	GALLERIA NATURALE SANT'ANNA	13/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.75-8.25 m	6,8	100,0	<0,10	50	2560	v	-	-
A2.3	2431,09	GALLERIA NATURALE SANT'ANNA	13/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 18.00-18.50 m	5,6	100,0	<0,10	50	2640	v	-	-
X3.10	2663,19	VIADOTTO SAN PIETRO	13/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.00-7.30 m	18,7	100,0	<0,10	56,9	3010	-	v	-
X3.4	933,96	VIADOTTO CASTELRAIMONDO	20/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 16.00-16.25 m	11,8	100,0	<0,10	50	3680	-	v	-
A10.3	11459,4	GALLERIA NATURALE SANTA BARBARA	20/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 28.65-29.15 m	8,4	100,0	<0,10	50	4080	-	v	-
A10.3	11459,4	GALLERIA NATURALE SANTA BARBARA	21/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 38-70-39-20 m	7,7	100,0	<0,10	50	3160	-	v	-
X3.9	2066,54	VIADOTTO SANT'ANNA	20/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 6.70-7.00 m	15,1	100,0	<0,10	50	2780	v	-	-
X3.9	2066,54	VIADOTTO SANT'ANNA	21/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 18.00-18.30 m	13,2	100,0	<0,10	50	4810	-	v	-
X3.16	4104,25	VIADOTTO POTENZA	20/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 5.00-5.30 m	9,7	65,4	34,60	50	2630	v	-	-
X3.16	4104,25	VIADOTTO POTENZA	21/04/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 18.00-18.30 m	9,9	100,0	<0,10	50	3790	-	v	-
A7.3	5147,86	GALLERIA NATURALE MECCIANO	02/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 18.00-18.30 m	10,6	100,0	<0,10	50	617	-	-	-

TABELLA 1_Parte 2/2 : RIEPILOGO TEST PER LA VALUTAZIONE DELL'AGGRESSIVITA' DEI TERRENI

CAMPIONE					TERRENO					ESPOSIZIONE		
					Umidità	Terra fine	Scheletro	Acidità	Solfati	XA1	XA2	XA3
Nome	pk	OPERA	DATA	z	%	%	%	ml/kg s.s.	mg/kg s.s			
	Profilo geologico			[m]	DM 13/09/1999 GU n°248 21/10/1999 SO n°185 Met.II.2	DM 13/09/1999 SO n°185 GU n°248 21/10/1999 Met.II.1	DM 13/09/1999 SO n°185 GU n°248 21/10/1999 Met.II.1	DIN 4030-2:2008	DIN EN 196-2:2005			
A7.3	5147,86	GALLERIA NATURALE MECCIANO	02/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 28.00-28.30 m	8,6	100,0	<0,10	50	544	-	-	-
A9.3	11319,59	GALLERIA NATURALE SANTA BARBARA	02/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 38.70-39.20 m	10,0	100,0	<0,10	50	717	-	-	-
A9.3	11319,59	GALLERIA NATURALE SANTA BARBARA	02/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 48.70-49.20 m	13,7	100,0	<0,10	50	801	-	-	-
X3.18	5375,35	IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE MECCIANO	03/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 5.70-6.00 m	10,6	78,5	21,50	50	229	-	-	-
A5.3	4899,7	GALLERIA NATURALE MECCIANO	05/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 60.00-60.30 m	9,2	100,0	<0,10	50	553	-	-	-
A5.3	4899,7	GALLERIA NATURALE MECCIANO	05/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 70.00-70.30 m	3,26	100,0	<0,10	50	640	-	-	-
X3.14	3576,31	GALLERIA ARTIFICIALE SEANO	10/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.10-7.40 m	11,9	100,0	<0,10	50	4270	-	v	-
X4.1	8989,36	VIADOTTO CESARA	10/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.70-8.00 m	9,8	43,3	56,7	50	5080	-	v	-
X3.22	8047,77	NUOVO SOTTOVIA SP. 94	12/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 8.00-8.30 m	10,2	36,7	63,3	50	3880	-	v	-
X3.17	4267,24	VIADOTTO POTENZA	12/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 8.00-8.30 m	7,75	32,9	67,1	50	1790	-	-	-
X3.17	4267,24	VIADOTTO POTENZA	12/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 18.00-18.30 m	18,8	100,0	<0,10	50	1440	-	-	-
X4.3	9423,05	VIADOTTO PALENTE	16/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 6.50-6.80 m	17,3	100,0	<0,10	50	8560	-	v	-
X3.13	3359,83	GALLERIA ARTIFICIALE SEANO	16/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.00-7.30 m	12,1	100,0	<0,10	50	1920	-	-	-
X4.6	11690,33	IMBOCCO SUD GN SANTA BARBARA	17/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 6.60-7.00 m	14,5	100,0	<0,10	50	2340	v	-	-
X4.5	11037,83	IMBOCCO NORD GN SANTA BARBARA	15/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 7.00-7.30 m	23,6	100,0	<0,10	50	2730	v	-	-
X3.20	6960,51	NUOVO SOTTOVIA VIA BERTA	17/05/2017	PROFONDITA' PRELIEVO 6.80-7.10 m	17,2	100,0	<0,10	50	2540	v	-	-

TABELLA 2 : RIEPILOGO TEST PER LA VALUTAZIONE DELL'AGGRESSIVITA' DELLE ACQUE CONTENUTE NEI TERRENI

CAMPIONE					ACQUA NEL TERRENO							ESPOSIZIONE		
					pH	Magnesio	Azoto ammoniacale	Solfati	Anidride Carbonica	Magnesio	Azoto ammoniacale	XA1	XA2	XA3
Nome	pk	OPERA	DATA	z	-	mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l		mg/l	mg/l			
	profilo geologico			[m]	ISO 4316	EPA 6010C 2007	ISO 7150/1-1984	DIN EN 196 - 2:2005	DIN EN 13577:1999	UNI EN ISO 7980:2002	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003			
X3.5	1254,15	G. ARTIFICIALE FEGGIANO 2 - Imb Nord	27/03/2017	PROF. - 18,00 m	7,43	21	1,72	108	8,8	26,7	1,74	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X3.3	776,93	VIADOTTO CASTELRAIMONDO	31/03/2017	PROF. 25,50 m	9,16	70	0,02	168	13,2	8	0,02	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X3.6	1445,77	G. ARTIFICIALE FEGGIANO 2 - Imb Sud	31/03/2017	PROF. 15,00 m	7,42	46	0,02	147	29,7	24,4	0,02	v	-	-
					-	//	-	-	XA1	//	-			
X3.4	933,96	VIADOTTO CASTELRAIMONDO	05/04/2017	PROF. 11,00 m	7,48	20	0,02	107	35,2	15,5	0,02	v	-	-
					-	//	-	-	XA1	//	-			
X3.7	1674,44	VIADOTTO VALLONE	05/04/2017	PROF. 20,00 m	7,75	12	4,19	52,6	49,5	11	4,19	-	v	-
					-	//	-	-	XA2	//	-			
A4.3	4858,05	GALLERIA NATURALE MECCIANO	12/04/2017	PROF. 73,00 m	8,65	3	3,17	43,6	26,4	2,4	3,17	v	-	-
					-	//	-	-	XA1	//	-			
A1.3	2355,07	GALLERIA NATURALE SANT'ANNA	12/04/2017	PROF. 21,00 m	6,8	227	0,0586	128	38,5	179	0,0586	v	-	-
					-	//	-	-	XA1	//	-			
A2.3	2431,09	GALLERIA NATURALE SANT'ANNA	13/04/2017	PROF. 17,00 m	7,05	62	1,39	88,9	19,8	35	1,39	v	-	-
					-	//	-	-	XA1	//	-			
X3.10	2663,19	VIADOTTO SAN PIETRO	14/04/2017	PROF. 14,50 m	7	22	1,83	92,2	154	21,9	1,83	-	v	-
					-	//	-	-	XA3	//	-			
A10.3	11459,4	GALLERIA NATURALE SANTA BARBARA	21/04/2017	PROF. 36,00 m	7,82	78	11	114	16,5	33	11	v	-	-
					-	//	-	-	XA1	//	-			
X3.9	2066,54	VIADOTTO SANT'ANNA	21/04/2017	PROF. 20,00 m	7,4	53	0,02	81,5	9,9	31	0,02	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X3.16	4104,25	VIADOTTO POTENZA	21/04/2017	PROF. 20,00 m	7,89	12	0,384	85,2	11	5,2	0,384	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
A7.3	5147,86	GALLERIA NATURALE MECCIANO	02/05/2017	PROF. 25,50 m	8,65	56,5	4,56	148	48,4	1,98	4,56	-	v	-
					-	//	-	-	XA2	//	-			
A9.3	11319,59	GALLERIA NATURALE SANTA BARBARA	02/05/2017	PROF. 44,50 m	9,78	1,1	0,971	86,3	1	<1,0	0,97	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X3.18	5375,35	IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE MECCIANO	04/05/2017	PROF. 15,00 m	8,23	61,2	2,69	65,9	4,4	9,3	2,69	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
A5.3	4899,7	GALLERIA NATURALE MECCIANO	05/05/2017	PROF. 65,00 m	9,2	31	7,38	518	1	6,6	7,4	v	-	-
					-	//	-	XA1	-	//	-			
X3.14	3576,31	GALLERIA ART. SEANO	11/05/2017	PROF. 18,00 m	8,2	36	0,268	296	28,6	31	0,268	v	-	-
					-	//	-	XA1	XA1	//	-			
X4.1	8989,36	VIADOTTO CESARA	11/05/2017	PROF. 15,00 m	8,69	55	0,135	65,8	6,6	1,75	0,135	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X3.17	4267,24	VIADOTTO POTENZA	12/05/2017	PROF. 27,00 m	8,08	5	0,0998	57,5	4,4	5,1	0,1	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X4.3	9423,05	VIADOTTO PALENTE	16/05/2017	PROF. 10,00 m	7,33	26	1,26	51	2,64	10,7	1,26	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X3.13	3359,83	GALLERIA ARTIFICIALE SEANO	16/05/2017	PROF. 18,00 m	7,45	8	0,776	152	5,5	26,8	0,78	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			
X4.6	11690,33	IMBOCCO SUD GN SANTA BARBARA	18/05/2017	PROF. 10,00 m	8,26	9	0,631	113	19,8	2,06	0,63	v	-	-
					-	//	-	-	XA1	//	-			
X4.5	11037,83	IMBOCCO NORD GN SANTA BARBARA	18/05/2017	PROF. 15,00 m	8,24	9	1,32	22,6	4,4	4,5	1,32	-	-	-
					-	//	-	-	-	//	-			

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Relazione descrittiva delle indagini per la definizione dei livelli di aggressività delle acque e delle terre								
	Opera L0703	Tratto 2 12	Settore E	CEE 01	WBS 000000	Id. doc. REL	N. progr. 03	REV. B	Pag. di Pag. 11 di 23

4. INTERPRETAZIONE RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE E DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ESPOSIZIONE

Sulla scorta dei risultati delle analisi effettuate sui diversi campioni prelevati, si è proceduto alla determinazione delle classi di esposizione da considerare ai fini progettuali per le opere d'arte di riferimento.

Il riferimento per l'attribuzione della classe di esposizione di progetto dei calcestruzzi, è costituito dal prospetto 2 della norma UNI EN 206-1 già esposto al precedente paragrafo 2, che per comodità espositiva, si riporta nuovamente nel seguito:

<p>Gli ambienti chimicamente aggressivi classificati di seguito sono basati sul suolo naturale e per acqua nel terreno a temperature dell'acqua/terreno comprese tra 5° e 25°C ed una velocità dell'acqua sufficientemente bassa da poter essere approssimata a condizioni statiche. La condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe di esposizione. Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.</p>				
Caratteristica chimica	Metodo di prova chimica di riferimento	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/l	EN 196-2	≥200 e ≤600	>600 e ≤3000	>3000 e ≤6000
pH	ISO 4316	≤6,5 e ≥5,5	<5,5 e ≥4,5	<4,5 e ≥4,0
CO ₂ mg/l aggressiva	prEN 13577:199-9	≥15 e ≤40	>40 e ≤100	>100 fino a saturazione
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1 oppure ISO 7150-2	≥15 e ≤30	>30 e ≤60	>60 e ≤100
Terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{a)} totale	EN 196-2 ^{b)}	≥2000 e ≤3000 ^{d)}	>3000 ^{d)} e ≤12000	>12000 e ≤24000
Acidità ml/kg	DIN 4030-2	>200 Baumann Gully	Non incontrato in pratica	
<p>^{a)} I terreni argillosi con una permeabilità minore di 10⁻⁴ m/s possono essere classificati in una classe inferiore ^{b)} Il metodo di prova prescrive l'estrazione di SO₄²⁻ mediante acido cloridrico; in alternativa si può usare l'estrazione con acqua se nel luogo di impiego del calcestruzzo c'è questa pratica. ^{c)} Il limite di 3000 mg/kg, deve essere ridotto a 2000 mg/kg se esiste il rischio di accumulo di ioni solfato nel calcestruzzo causato da cicli di essiccamento/bagnatura oppure suzione capillare.</p>				

Nello specifico, considerando quanto riportato nel prospetto della norma la classe di esposizione per le opere a contatto con il terreno è rappresentata dalla condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche sopra esposte. Inoltre, se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe l'esposizione da utilizzare è quella relativa alla classe più elevata successiva.

Tenendo conto pertanto delle indicazioni della norma di riferimento e dei risultati esposti nelle Tabelle 1 e 2 di cui ai precedenti paragrafi, sono state determinate, per le parti strutturali delle opere maggiori di linea a contatto con il terreno, le seguenti classi di esposizione nei confronti degli "Ambienti chimici aggressivi" (Prospetto F1 della UNI EN 206 come già riportato al precedente paragrafo 2) e, conseguentemente, le classi di resistenza minima da considerare per il calcestruzzo strutturale:

TABELLA DI RIEPILOGO CLASSI DI ESPOSIZIONE STUTTURE A CONTATTO COL TERRENO DI OPERE
 MAGGIORI DI LINEA NEI CONFRONTI DEGLI
 “Ambienti chimici aggressivi”

OPERA		CET	CEA	CE_P	CR min
VIADOTTO	CASTELRAIMONDO	XA2	XA1	XA2	30/37
VIADOTTO	VALLONE	XA2	XA2	XA2	30/37
VIADOTTO	S.PIETRO	XA2	XA2	XA2	30/37
VIADOTTO	S.ANNA	XA2	-	XA2	30/37
VIADOTTO	POTENZA	XA2	-	XA2	30/37
VIADOTTO	CESARA	XA2	-	XA2	30/37
VIADOTTO	PALENTE	XA2	-	XA2	30/37
GALLERIA NATURALE	MECCIANO	-	XA2	XA2	30/37
GALLERIA NATURALE	S.ANNA	XA1	XA1	XA2	30/37
GALLERIA NATURALE	S.BARBARA	XA2	XA1	XA2	30/37
GALLERIA ARTIFICIALE	FEGGIANO II	XA2	XA1	XA2	30/37
GALLERIA ARTIFICIALE	SEANO	XA2	XA1	XA2	30/37

Legenda:

CET : Classe di esposizione risultante dall'analisi dell'aggressività dei terreni

CEA : Classe di esposizione risultante dall'analisi dell'aggressività delle acque contenute nei terreni

CEP : Classe di esposizione risultante ai fini progettuali

CR : Classe di resistenza minima richiesta per il calcestruzzo strutturale ai sensi di quanto indicato nel prospetto F1 della Norma UNI-EN 206-1