

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. GEOLOGIA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE
TRATTA RONCHI DEI LEGIONARI-TRIESTE

DOCUMENTO DI RISPOSTA ALLE RICHIESTE DEL MATTM
COMMISSIONE TECNICA VIA - VAS (prot. CTVA-2012-0003680 del 16/10/2012)

ALLEGATO ALLA RISPOSTA DEL QUESITO 25

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

L 3 4 4 0 1 R 6 9 R G S A 2 5 0 X 0 0 1 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|-------------------------|------------|------------------------------|------------|--------------|------------|--|
| A | Emissione Esecutiva | S. Rodani P. Pitolli | Marzo 2013 | S. Polimeni N. Casagrande | Marzo 2013 | D. Fochesato | Marzo 2013 | F. Marchese A. Pigorini Marzo 2013 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: L344 01 R 69 RG SA250X 001 A.doc

n. Elab.:

Questo progetto è cofinanziato dalla Comunità Europea

INDICE

| | | |
|-------|---|---|
| 1 | PREMESSA..... | 3 |
| 2 | RISPOSTA AL QUESITO 25 | 4 |
| 2.1 | INTRODUZIONE..... | 4 |
| 2.1.1 | <i>Indagini geologiche</i> | 4 |
| 2.1.2 | <i>Indagini indirette</i> | 4 |
| 2.1.3 | <i>Indagini dirette</i> | 5 |
| 2.1.4 | <i>Indagini speleologiche</i> | 6 |
| 2.1.5 | <i>Indagini idrogeologiche</i> | 6 |
| 2.1.6 | <i>Ubicazione indagini</i> | 6 |
| 2.2 | INDAGINI E MONITORAGGIO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO IN FASE ESECUTIVA..... | 7 |

1 PREMESSA

Il presente documento è stato emesso in risposta alle integrazioni richieste dal MATTM - COMMISSIONE TECNICA VIA – VAS (PROT.CTVA-2012-0003680 del 16/10/2012).

In particolare esso intende rispondere al quesito 25:

Con riferimento alla fase di Monitoraggio, si richiede al Proponente di:

- a) *produrre una specifica relazione con allegate apposite cartografie, indicando con un maggior dettaglio il Piano delle Indagini (dirette e indirette di dettaglio, studi geologici – strutturali e petrografici, geotecnici e idrogeologici) che il Proponente intende attuare nella successiva fase progettuale sulla base degli elementi di criticità e approfondimento emersi durante le precedenti fasi di indagini e studi geologici, propedeutici alla progettazione preliminare, per aumentare il grado di affidabilità del modello geologico – geotecnico e idrogeologico di riferimento, specie nei tratti a maggiore complessità geologico – strutturale, idrogeologica e geomorfologica (aree carsiche, attraversamento Flysch di Trieste) e, quindi, per una valutazione degli effettivi rischi e delle misure da adottare per la tutela della sicurezza delle maestranze impegnate nei lavori, dei residenti e dell’ambiente, e di limitare le interferenze e gli impatti temuti sul patrimonio naturale e le risorse idriche del Carso e sulle componenti suolo, sottosuolo e acque sotterranee a seguito dell’esecuzione delle opere in progetto.*

2 RISPOSTA AL QUESITO 25

2.1 Introduzione

Il piano delle indagini che potranno essere eseguite nelle successive fasi di progetto comprende indagini geologiche, geomorfologiche, speleologiche ed idrogeologiche sul terreno e in cavità, misure piezometriche in piezometri ed in cavità con acqua, indagini indirette superficiali ed in pozzo (gravimetria e geoelettrica), indagini dirette (carotaggi in terreni ed in roccia, terebrazione di piezometri, campionamenti di acque).

2.1.1 Indagini geologiche

Si potrà eseguire nella fase di progettazione definitiva:

- Rilevamento geologico tradizionale sul terreno alla scala 1:5000 delle caratteristiche litologiche e strutturali lungo una fascia di circa 900 metri a monte e 200 m a valle del tracciato;
- Riconoscimento sul terreno e rilevamento delle faglie minori con controllo sul terreno dei master joint riscontrati dalle immagini di remote sensing e laser scanner ad approfondimento del quadro strutturale;
- Esecuzione di stazioni di misura delle discontinuità secondo i protocolli RMR di Bieniawski e SMR di Romana, a definizione della qualità degli ammassi rocciosi e a integrazione statistica dei dati speleologici;
- Analisi in chiave geologico strutturale e geomorfologico carsica delle immagini remote sensing aeree e laser scanner.

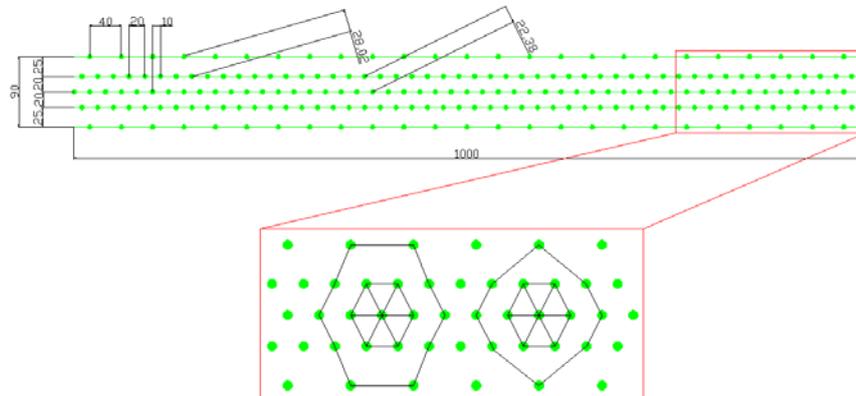
2.1.2 Indagini indirette

Si potrà eseguire nella fase di progettazione definitiva:

- Microgravimetria di dettaglio da eseguire lungo tutti i tratti in superficie o con piano ferro ubicato a meno di 15 metri dal piano campagna. In concomitanza con la geoelettrica, sarà propedeutica all'eventuale ubicazione di sondaggi meccanici a carotaggio continuo da eseguire per controllo.

Con specifico riferimento alle indagini geofisiche da esperire, si ipotizza un rilievo consequenziale microgravimetria – tomografia elettrica – sondaggi meccanici di taratura, che ha come obiettivo iniziale la localizzazione dei pattern principali di deficit di massa lungo il tracciato (cavità singole o sistemi) situati nei primi 10-20 m mediante la microgravimetria. Va in cascata la caratterizzazione dei deficit di massa con le proprietà elettriche del mezzo roccioso (essenzialmente la conducibilità) mediante tomografia elettrica al fine di riconoscere le “anomalie” per pianificare successivamente i sondaggi mirati in corrispondenza delle supposte cavità per verificarne esistenza, dimensioni e tipo di riempimenti.

Si prevede uno schema di acquisizione distribuito lungo un corridoio di larghezza complessiva di circa 90 metri, indagato mediante un fascio di 5 profili paralleli. I tre profili centrali sono previsti indagare il tracciato mentre i due laterali sono previsti definire le condizioni del sottosuolo, al contorno della fascia di interesse. Le stazioni microgravimetriche saranno distanziate fra loro di 20 m, lungo i tre profili centrali, mentre saranno distanziate di 40 metri sui due profili esterni, come illustrato di seguito.



Una configurazione di questo tipo ha una copertura sufficientemente densa e omogenea, tale da poter discriminare deficit significativi di massa entro i primi 10-20 m di sottosuolo. Per ogni km di lunghezza del corridoio, si prevedono pertanto 200 stazioni di misura.

Le stazioni gravimetriche prevedono una determinazione della posizione (soprattutto quota) con un errore dell'ordine di 1-2 cm e la disponibilità di un ottimo modello digitale del terreno, con un passo di griglia di qualche metro.

Ricordando che l'accessibilità logistica e la copertura vegetale sono un problema pratico e a volte difficilmente risolvibile, nella misura microgravimetrica e una complicazione nel posizionamento di precisione, a causa della scarsa visibilità dei satelliti rispetto all'antenna GPS, viene previsto che il posizionamento avvenga anche mediante GPS differenziale, relativo ad una rete di stazioni fisse (tipo la rete GPS della Regione FVG) con errori di quota entro qualche cm.

Le misure microgravimetriche verranno eseguite con un gravimetro relativo, identificando un caposaldo di riferimento per la rete di 1° ordine e, successivamente per tutti gli altri punti di misura. La densità e lo sviluppo della rete di 1° ordine saranno studiati in funzione della specificità del sito, ma comunque, con un nodo di maglia ogni 100 m circa. Le stazioni microgravimetriche avranno una numerosità minima di circa 200/km di lunghezza del tracciato da investigare. Infatti serviranno anche alcune misure esterne al corridoio per verificare la consistenza del survey con le misure regionali disponibili.

- Tomografia elettrica da eseguire lungo tutti i tratti in superficie o con piano ferro ubicato a meno di 70 metri dal piano campagna. In concomitanza con la microgravimetria di dettaglio sarà propedeutica all'eventuale ubicazione di sondaggi meccanici a carotaggio continuo da eseguire per controllo.

- Esecuzione di una serie di MASW per una caratterizzazione sismica di dettaglio su alcune specifiche opere ricadenti sui depositi alluvionali e della morfologia sepolta del substrato roccioso nel tratto di passaggio pianura - calcari.

2.1.3 Indagini dirette

Nella fase di progettazione definitiva si potranno eseguire sondaggi geognostici nel tratto carbonatico, nel flysch e nella piana alluvionale, prove in foro e piezometri.

Saranno eseguiti, in numero e tipologia da definire nella fase successiva progettuale, una serie di sondaggi a carotaggio continuo che, in via semplificativa ma non assolutamente definita e vincolante potrà seguire il seguente schema:

- Tratto Pieris - S. Polo: n. 5-7 sondaggi geognostici
- Tratto S.Polo-Lisert: n. 4-6 sondaggi
- Tratto Lisert-Sablici: n. 3-5 sondaggi

ALLEGATO ALLA RISPOSTA DEL QUESITO 25

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|---------|
| L344 | 01 | R 69 RG | SA 250X 001 | A | 6 di 10 |

- Tratto Sablici-Foci Timavo: n. 2-4 sondaggi
- Stazione di Aurisina Est e Ovest: n. 6-8 sondaggi
- Area S. Croce: n. 1-3 sondaggi verticali profondi
- Sondaggi nel tratto in flysch per controllo della geometria del sovrascorrimento e della fascia di contatto calcari eocenici - marne eoceniche

2.1.4 Indagini speleologiche

Potranno essere eseguiti nella fase di Progetto Definitivo:

- Studi specialistici di settore al fine di georeferenziare l'interno delle cavità potenzialmente interferenti e rilievi geomorfologico strutturali;
- Ricerca approfondita di indizi di cavità e ubicazione mediante GPS a stazione remota degli ingressi delle cavità potenzialmente interferenti e/o ricadenti nella fascia ristretta;
- Rilievi planimetrici e geologico geomorfologici di controllo dei rilievi speleologici e delle condizioni geostatiche nelle circa 30 cavità potenzialmente interferenti e delle circa 10 cavità non potenzialmente interferenti ma dimensionalmente significative agli effetti della definizione della carsificazione.

2.1.5 Indagini idrogeologiche

Le indagini idrogeologiche sono pensate in parte per continuare a monitorare l'altezza della falda freatica e carsica (anche per studiare soluzioni di allarme in presenza di repentini innalzamenti della falda di base), in parte per consentire nel tempo prelievi chimici ed isotopici di controllo della qualità delle acque prima, durante e dopo i lavori (nonostante l'alta diluizione consentita dall'abbondanza delle acque di falda sembra opportuno un monitoraggio cautelativo).

Si potrà eseguire:

- Rilievo delle falde acquifere e delle sorgenti/pozzi con particolare riferimento all'area S. Polo–Foci Timavo.
- Sondaggio profondo a carotaggio continuo attrezzato a piezometro in corrispondenza del M. San Paolo per monitoraggio acque di falda in prossimità del passaggio calcari –Flysch.
- Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato a piezometro in corrispondenza del km 18 circa per monitoraggio acque di falda a monte delle opere di presa dell'acquedotto di Trieste.
- Ispezione e riattivazione dei piezometri già terebrati.
- Monitoraggio della strumentazione installata nei fori di sondaggio per una durata non inferiore a 24 mesi.
- Riattivazione della rete di monitoraggio ipogea attrezzata a cura del DMG punti acqua ipogei nell'Abisso di Trebiciano, nell'Abisso Massimo, nella Grotta Gigante, nella Grotta Lindner, nella Grotta dei Colombi, nella Grotta di Comarie, e, ex novo, nella Grotta della Stazione ferroviaria di Monfalcone per una durata non inferiore ai 24 mesi.
- Prove di pompaggio nei piezometri a caratterizzazione idrodinamica delle acque e della conducibilità idraulica del sottosuolo;

2.1.6 Ubicazione indagini

Poiché le posizioni e la distribuzione areale delle indagini non può che essere definita in sito attraverso la verifica dell'accessibilità dei luoghi, l'assenso degli Enti competenti nonché dei proprietari dei fondi, non è possibile in questa fase ubicare su cartografia, come richiesto, con sufficiente affidabilità le postazioni delle indagini dirette e indirette.

2.2 Indagini e monitoraggio delle opere in sottterraneo in fase esecutiva

Durante la realizzazione delle opere in sottterraneo sarà posto in opera un adeguato programma di monitoraggio, volto a verificare il modello geologico-geotecnico e idrogeologico di riferimento desunto dalle campagne di indagini condotte in fase progettuale e ad ottimizzare le scelte progettuali effettuate in termini di modalità di avanzamento, di applicazione delle sezioni tipo di scavo e consolidamento, di successione delle fasi esecutive e di controllo degli effetti indotti dagli scavi sulle strutture interferenti (i.e. cedimenti, vibrazioni, rumore).

Nel caso specifico, tale campagna di monitoraggio avrà anzitutto lo scopo di individuare anticipatamente le possibili interferenze con le cavità carsiche non evidenziate dalla campagna di indagini di superficie, di valutare la tipologia di intervento più idonea per il superamento delle medesime e di tarare le modalità di avanzamento.

In corrispondenza di zone caratterizzate dalla presenza di cavità note, il sistema di scavo tradizionale, adottato nei calcari, prevederà pertanto un continuo monitoraggio dell'ammasso, sia diretto che indiretto, mediante:

- sondaggi sub orizzontali in avanzamento, a distruzione di nucleo, della lunghezza di 50 metri, sovrapposizione 10 metri e inclinazione radiale variabile sino ad un max. di 45°, secondo lo schema riportato nella fig. 1;

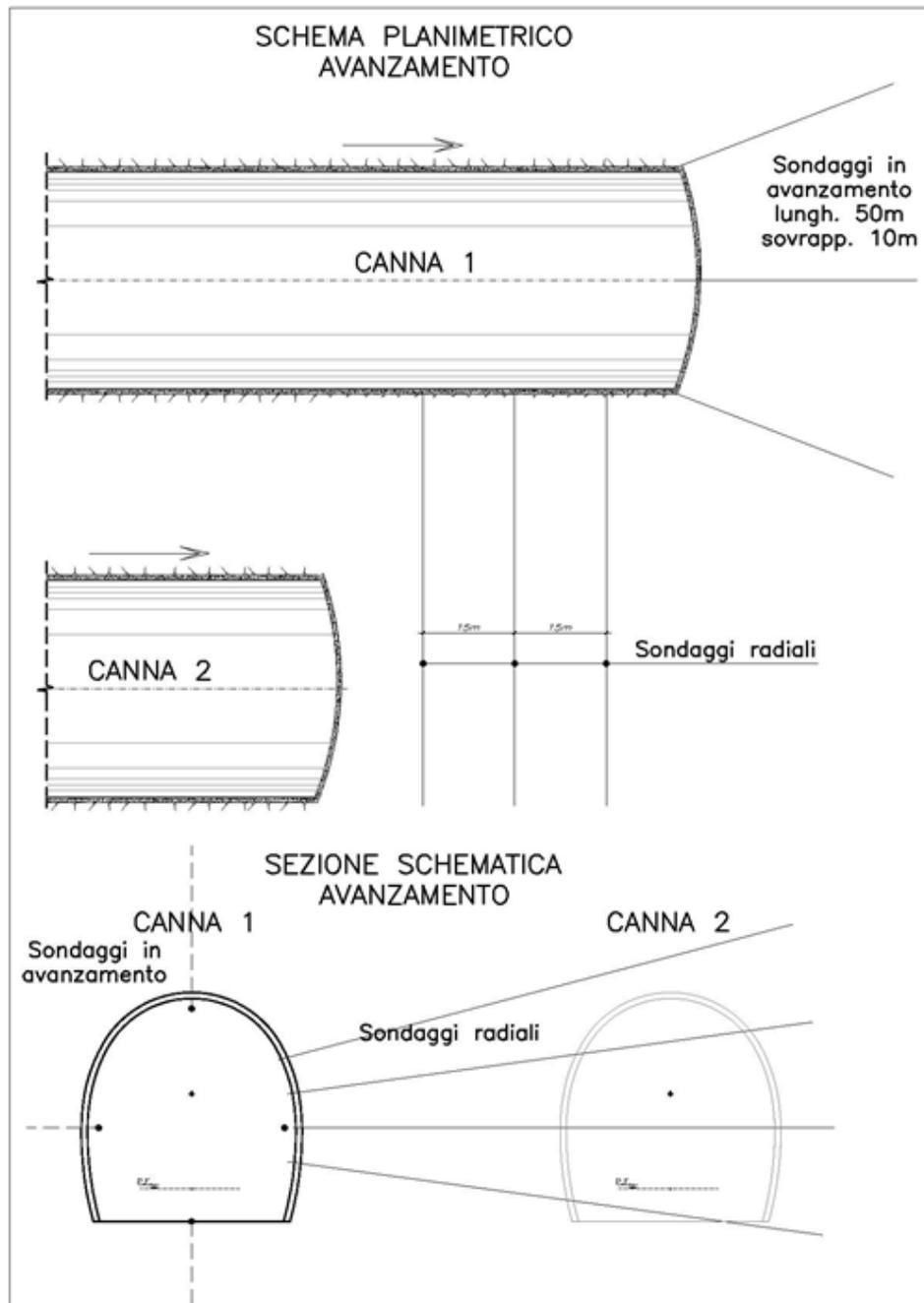


Figura 1- Schema di monitoraggio per l'individuazione delle cavità carsiche.

- per le gallerie a singolo binario a doppia canna, eventuali ulteriori sondaggi radiali eseguiti dalla canna che avanza per prima, secondo lo schema riportato in fig. 1, per indagare in anticipo sulle possibili interferenze con le cavità carsiche presenti sul tracciato della seconda galleria;
- indagine geoleitriche eseguite sia in avanzamento, con campo di rilievo variabile da 2 a 3 diametri, sia trasversalmente per un raggio di 20 metri. Tale sistema di indagine è stato sperimentato con successo in alcune gallerie ferroviarie eseguite in Germania (linea AV Norimberga-Ingolstadt) in ammassi che presentavano caratteristiche simili. L'esame a consuntivo dei dati permette, allo stato attuale, di definire un utilizzo del sistema entro distanze di circa 20 m dal paramento, con individuazione di cavità di lunghezza superiore a 5 metri.

In affiancamento al monitoraggio in avanzamento sarà previsto anche un accurato monitoraggio interno volto a verificare l'entità degli interventi previsti (consolidamento e confinamento) e la successione delle fasi esecutive (in particolare: cadenze di scavo e distanze di getto dal fronte dei rivestimenti definitivi in funzione dei livelli deformativi del fronte e del cavo), mediante:

- Rilievi del fronte di scavo, per la restituzione delle caratteristiche geologiche-geostrutturali dell'ammasso al fronte di scavo; andranno previsti rilievi di tipo speditivo-pittorico ogni 20-30 m, con rilievi più dettagliati, di tipo analitico, ogni 150-200 o in corrispondenza di passaggi particolarmente significativi.
- Stazioni di misura delle convergenze a cinque chiodi, per il rilevamento tridimensionale degli spostamenti del profilo di scavo, disposte ad un interasse di 50-100 m in funzione del contesto geomeccanico; nelle tratte caratterizzate da ammassi alquanto scadenti, dove si prevede la esecuzione di consolidamenti in avanzamento, andranno ubicate ogni campo di avanzamento, al fine di calibrare l'intensità dei trattamenti.
- Stazioni di misura dell'estrusione al fronte mediante estrusometro, solo in ammassi spingenti con significative deformazioni estrusometriche al fronte; tale misura viene condotta mediante la posa di una colonna estensimetrica, del tipo "sliding deformer", per una lunghezza in avanzamento di 30-40 m.
- Stazioni di misura dello stato tensionale nei rivestimenti mediante celle di carico al di sotto del piede della centina e/o barrette estensimetriche da posizionarsi sull'anima del profilato centinato.
- Stazioni di misura dello stato tensionale nei rivestimenti definitivi mediante prove di martinetto piatto o mediante barrette estensimetriche annegate nei getti.
- Stazioni di misura delle deformazioni e del livello di plasticizzazione al contorno del cavo, mediante estensimetri multibase, ubicati in corrispondenza della calotta e delle reni.
- Stazioni di misura delle pressioni neutre al contorno del cavo, mediante posa di piezometri radiali con celle piezometriche; al fine di stimare le portate d'acqua in galleria si prevede infine l'impiego di misuratori di portata.

Le scelte progettuali in termini di sezioni di scavo e consolidamento e di fasi realizzative, supportate dalle risultanze del monitoraggio in avanzamento e del monitoraggio interno di cui sopra, garantiranno la stabilità dell'opera e dei lavori in condizioni statiche. Nelle fasi dinamiche di lavoro al fronte (scavo di avanzamento, perforazioni, consolidamento, posa centine...) al fine di tutelare la sicurezza delle maestranze impegnate nei lavori dovrà essere pertanto osservato quanto segue:

- utilizzare sempre mezzi di lavoro e macchinari non solo pienamente rispondenti alle norme di prevenzione, ma anche idonei ed adeguati allo specifico lavoro da effettuare in concreto;
- preallertare ed istruire le maestranze riguardo le norme di sicurezza da rispettare;
- istituire delle zone di rispetto al fine di mantenere il personale non indispensabile lontano dal fronte e comunque evitare che vi sostì per periodi di tempo eccessivamente lunghi;
- tenere sempre sotto controllo visivo diretto il fronte di scavo, prevedendo in tal senso la presenza di un responsabile durante la permanenza del personale presso il fronte stesso;
- prevedere per ogni singolo sfondo di avanzamento la sagomatura del fronte a forma concava e, qualora il fronte presentasse fenomeni di instabilità con locali distacchi, provvedere alla sua stabilizzazione temporanea con uno strato di spritz-beton fibrorinforzato di spessore pari o superiore a 5 cm, prima che il personale si avvicini.

Qualore le operazioni di scavo vengano interrotte per un tempo di circa 24 ore è necessario porre in opera uno strato di spritz-beton di 10 cm al fronte. Se il fermo delle lavorazioni risulta maggiore di 48 ore (festività o altro) il ciclo delle lavorazioni dovrà necessariamente terminare con i consolidamenti appena eseguiti (eventualmente incrementati se necessario), con il fronte sagomato a forma concava e protetto da uno strato di spritz-beton di almeno 15 cm, ben appoggiato al priverivestimento posto fino a ridosso del fronte stesso. In considerazione del livello deformativo dei priverivestimenti effettivamente misurato potrà rendersi necessario anche il getto dell'arco rovescio a ridosso del fronte di scavo.



NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE

TRATTA RONCHI DEI LEGIONARI-TRIESTE

**DOCUMENTO DI RISPOSTA ALLE RICHIESTE DEL MATTM
COMMISSIONE TECNICA VIA – VAS (PROT.CTVA-2012-0003680 del 16/10/2012)**

ALLEGATO ALLA RISPOSTA DEL QUESITO 25

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| L344 | 01 | R 69 RG | SA 250X 001 | A | 10 di 10 |

Ulteriori dettagli finalizzati alla scrupolosa osservanza ed attuazione delle prescrizioni di salute e sicurezza, con particolare riferimento all'utilizzo delle macchine ed attrezzature da lavoro, alle eventuali sovrapposizioni ed interferenze tra le diverse lavorazioni, saranno esplicitate da parte del CpP (CSP) e contenute all'interno del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) che sarà allegato al progetto.