

Progettazione esecutiva del piano di indagini e sistema di monitoraggio aggiuntivo per la frana in sponda destra della diga di Campolattaro nell'ambito degli interventi previsti dall'accordo per la definizione degli interventi per l'incremento della sicurezza della diga di Campolattaro, ai sensi delle delibere CIPE N. 54/2016 e N. 12/2018



IMPIANTO DI RITENUTA DI CAMPOLATTARO



TITOLO

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

CODICE OPERA

C989

CODICE ELABORATO

R006

REVISIONE	DATA	NOTE
2	26/03/24	Terza emissione

Contratto: C.I.G.: Z653948EB0 CUP: E44G18000040001

Oggetto: Progettazione esecutiva del piano di indagini e sistema di monitoraggio addizionale per la frana in sponda destra della diga di Campolattaro nell'ambito degli interventi previsti dall'accordo per la definizione degli interventi per l'incremento della sicurezza della diga di Campolattaro, ai sensi delle delibere CIPE N. 54/2016 e N. 12/2018 – Servizi di ingegneria

Cliente: ASEA | agenzia sannita energia ambiente

Rappresentante: R.U.P. Ing. Vincenzo Rosiello

Affidatario: STUDIO SPERI SOCIETÀ DI INGEGNERIA S.r.l.

PM: Gianluca Gatto

Staff: Edoardo Costantini, Marzia Cavallaro, Chiara Tersigni, Valentina Saravo, Giorgio Caputo, Marco Mastruzzi, Alessandro Scherino.

Storia del documento

Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato	Note
0	06/03/23	Marzia Cavallaro Arianna Fantini	Gianluca Gatto	Giorgio Lupoi	Seconda emissione
1	07/04/23	Marzia Cavallaro Arianna Fantini	Gianluca Gatto	Giorgio Lupoi	Seconda emissione a seguito delle raccomandazioni espresse dalla Div. VII DGD con parere N. Arch. 1391 del 13/03/2023.
2	26/03/24	Marzia Cavallaro Arianna Fantini	Gianluca Gatto	Giorgio Lupoi	Terza emissione

INDICE

INTRODUZIONE	4
I. CAPO I - OGGETTO, FORMA E AMMONTARE DELL'APPALTO - AFFIDAMENTO E CONTRATTO - VARIAZIONI DELLE OPERE	5
ART. 1.1 – OGGETTO DELL'APPALTO	5
ART. 1.2 – SUDDIVISIONE IN LOTTI	5
ART. 1.3 – FORMA DELL'APPALTO	6
ART. 1.4 – AMMONTARE DELL'APPALTO	7
ART. 1.5 – AFFIDAMENTO E CONTRATTO	9
ART. 1.6 – FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE.....	9
ART. 1.7 – OGGETTO VARIAZIONI DELLE OPERE PROGETTATE.....	10
CAPO II – DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO	12
ART. 2.1 – OSSERVANZA DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO E DI PARTICOLARI DISPOSIZIONE DI LEGGE	12
ART. 2.1 – DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO E DISCORDANZE	12
ART. 2.3 – QUALIFICAZIONE DELL'APPALTATORE	15
ART. 2.4 – FALLIMENTO DELL'APPALTATORE.....	16
ART. 2.5 – RISOLUZIONE DEL CONTRATTO	16
ART. 2.6 – GARANZIA PROVVISORIA	20
ART. 2.7 – GARANZIA DEFINITIVA	21
ART. 2.8 – COPERTURE ASSICURATIVE.....	23
ART. 2.9 – DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO.....	24
ART. 2.10 – CONSEGNA DEI LAVORI – CONSEGNE PARZIALI – INIZIO E TERMINE PER L'ESECUZIONE.....	29
ART. 2.11 – PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI – SOSPENSIONI – PIANO DI QUALITÀ DI COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE.....	31
ART. 2.12 – RAPPORTI CON LA DIREZIONE DEI LAVORI	35
ART. 2.13 – ISPETTORI DI CANTIERE ED ALTRI RUOLI	38
ART. 2.14 – PENALI.....	40
ART. 2.16 – SICUREZZA DEI LAVORI	40
ART. 2.16 – OBBLIGHI DELL'APPALTATORE RELATIVI ALLA TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI	43
ART. 2.17 – ANTICIPAZIONE E PAGAMENTI IN ACCONTO.....	44

ART. 2.18 – CONTO FINALE – AVVISO AI CREDITORI	47
ART. 2.19 – ULTIMAZIONE LAVORI – COLLAUDO/ CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE	47
ART. 2.20 – ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE – RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE	50
ART. 2.21 – CARTELLI ALL'ESTERNO DEL CANTIERE	53
ART. 2.22 – PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE	53
ART. 2.23 – RINVENIMENTI.....	53
ART. 2.24 – BREVETTI DI INVENZIONE	54
ART. 2.25 – GESTIONE DELLE CONTESTAZIONI E RISERVE.....	54
ART. 2.26 – DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI E CLAUSOLE DI REVISIONE	56
ART. 2.27 – OSSERVANZA REGOLAMENTO UE SUI MATERIALI.....	59
CAPO III - PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE	60
ART. 3 - APPRONTAMENTO DEL CANTIERE E INSTALLAZIONE DELL'ATTREZZATURA SU CIASCUN PUNTO DI PERFORAZIONE E/O PROVE IN SITO	64
ART. 4 - SONDAGGI GEOGNOSTICI	65
ART. 5 – INSTALLAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO.....	68
ART. 6 – CROSS-HOLE	72
ART. 7 – STENDIMENTI SISMICI RIFRAZIONE	73
ART. 8 – PROVA DI PERMEABILITÀ LEFRANC.....	74
ART. 9 – PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO (C.P.T.U.)	75
ART. 11 – TRATTAMENTO DEI CAMPIONI IN LABORATORIO.....	77
ART. 12 – CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI.....	83
ART. 13 – ANALISI GRANULOMETRICA.....	89
ART. 14 – PESO SPECIFICO.....	92
ART. 15 – CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	92
ART. 16 – LIMITI DI CONSISTENZA	93
ART. 17 – PROVA EDOMETRICA	96
ART. 18 – PROVA TRIASSIALE – GENERALITÀ	99
ART. 19 – PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA	104
ART. 20 – PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA	105
ART. 21 – PROVA DI COLONNA RISONANTE	106
ART. 22 – PROVA BRASILIANA	107

ART. 23 – PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE	108
ART. 24 – PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE (PLT)	110
ART. 25 – PROVA DI TAGLIO DIRETTO.....	114
ART. 26 – PROVA BHTV/OPTV	117
ART. 27 – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	118

INTRODUZIONE

Il presente documento supera quello precedentemente trasmesso in data 06/03/2023 in quanto recepisce le raccomandazioni espresse dalla Div. VII DGD con parere N. Arch. 1391. Al fine di facilitare la lettura del rapporto, le variazioni introdotte sono riportate con il colore blu.

I. CAPO I - OGGETTO, FORMA E AMMONTARE DELL'APPALTO - AFFIDAMENTO E CONTRATTO - VARIAZIONI DELLE OPERE

Art. 1.1 – Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per eseguire e dare completamente ultimati i lavori di **realizzazione di un sistema di monitoraggio aggiuntivo per la frana in sponda destra della diga di Campolattaro nell'ambito degli interventi previsti dall'accordo per la definizione degli interventi per l'incremento della sicurezza della diga di Campolattaro, ai sensi delle delibere CIPE N. 54/2016 e N. 12/2018.**

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo dell'opera e relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

Sono altresì compresi, se recepiti dalla Stazione appaltante, i miglioramenti e le previsioni migliorative e aggiuntive contenute nell'offerta tecnica presentata dall'appaltatore, senza ulteriori oneri per la Stazione appaltante.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Ai fini dell'art. 3 comma 5 della Legge 136/2010 e s.m.i. il Codice identificativo della gara (CIG) relativo all'intervento è [...] e il Codice Unico di Progetto (CUP) dell'intervento è [...].

Art. 1.2 – Suddivisione in lotti

Nel rispetto dell'articolo 51 del Codice e della disciplina comunitaria in materia di appalti pubblici, al fine di favorire l'accesso delle microimprese, piccole e medie imprese, la stazione appaltante ha suddiviso l'appalto in lotti funzionali di cui all'articolo 3, comma 1, lettera qq) del d.lgs. 50/2016.

Di seguito, la forma, l'ammontare e tutte le caratteristiche del Lotto n. [...].

Art. 1.3 – Forma dell'appalto

Il presente appalto è dato **A MISURA** con offerta [...]

Nell'appalto a misura il corrispettivo consisterà in una somma determinata, sulla base delle lavorazioni effettuate.

In linea generale, si dovranno avere i seguenti criteri di offerta in base alla tipologia di appalto:

Tipo di appalto	Criteri di offerta
A MISURA	[...]
	[...]

Nell'ambito della contabilizzazione di tali tipologie di appalto potranno comunque contemplarsi anche eventuali somme a disposizione per lavori in economia, la cui contabilizzazione è disciplinata dal successivo articolo Norme Generali per la misurazione e valutazione dei lavori.

L'importo a base dell'affidamento per l'esecuzione delle lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza) è sintetizzato come segue:

Quadro economico di sintesi	
a) Per lavori a misura	Euro 192.639,23
b) Per costi della sicurezza	Euro 9.468,88
Totale dei Lavori	Euro 202.108,11

La stazione appaltante al fine di determinare l'importo di gara, ha inoltre individuato i costi della manodopera sulla base di quanto previsto all'articolo 23, comma 16 del d.lgs. 50/2016 e s.m.i., per un totale di Euro **37.775,86** (diconsi Euro trentasettemilasettecentosettantacinque/86).

Si rimanda al Quadro Economico generale per l'individuazione delle somme a disposizione della stazione appaltante.

Art. 1.4 – Ammontare dell'appalto

L'importo complessivo dei lavori, escluso di oneri ed IVA, ammonta ad Euro **202.108,11** (diconsi Euro duecentoduemilacentootto/11).

Tale valore è ricavato dall'importo totale dei lavori pari ad Euro **192.639,23** (diconsi Euro centonovantaduemilaseicentotrentanove/23), di cui per la sicurezza (non soggetti a ribasso), ai sensi dell'art. 100, del d.lgs. 81/2008 e s.m.i., di Euro **9.468,88** (diconsi Euro novemilaquattrocentosessantotto/88).

Saranno riconosciuti, a valere sulle somme a disposizione della stazione appaltante indicate nei quadri economici dell'intervento e, ove necessario, utilizzando anche le economie derivanti dai ribassi d'asta, i maggiori costi derivanti dall'adeguamento e dall'integrazione, da parte del coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, del piano di sicurezza e coordinamento, in attuazione delle misure di contenimento di cui agli articoli 1 e 2 del decreto-legge 23 febbraio 2020, n. 6, convertito, con modificazioni, dalla legge 5 marzo 2020, n. 13, e all'articolo 1 del decreto-legge 25 marzo 2020, n. 19, convertito, con modificazioni, dalla legge 22 maggio 2020, n. 35, e il rimborso di detti oneri avviene in occasione del pagamento del primo stato di avanzamento successivo all'approvazione dell'aggiornamento del piano di sicurezza e coordinamento recante la quantificazione degli oneri aggiuntivi.

Gli operatori economici partecipanti alla gara d'appalto dovranno indicare espressamente nella propria offerta i propri costi della manodopera e gli oneri aziendali concernenti l'adempimento delle disposizioni in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro ad esclusione delle forniture senza posa in opera così come richiesto dall'art. 95, comma 10, del d.lgs. 50/2016 e s.m.i. per la verifica di congruità dell'offerta.

Le categorie di lavoro previste nell'appalto sono le seguenti:

a) CATEGORIA PREVALENTE

Cod.	Descrizione	Importo (Euro)		
		in cifre	in lettere	%
OS 20-B	INDAGINI GEOGNOSTICHE	202.108,11	duecentoduemilacentootto/11	100

b) CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI

Cod.	Descrizione	Importo (Euro)		
		in cifre	in lettere	%
O...		0,00		0,00

Cod.	Descrizione	Importo (Euro)		
		in cifre	in lettere	%
O...		0,00		0,00

Cod.	Descrizione	Importo (Euro)		
		in cifre	in lettere	%
O...		0,00		0,00

I lavori appartenenti alla/e categoria/e diversa/e da quella prevalente con i relativi importi, sono riportati nella tabella sopra. Tali lavori sono scorporabili e, a scelta dell'appaltatore, preventivamente autorizzata dalla stazione appaltante, possono essere subappaltate secondo le condizioni del Codice degli appalti e del presente capitolato speciale.

Restano esclusi dall'appalto i lavori che la Stazione Appaltante si riserva di affidare in tutto od in parte ad altra ditta senza che l'Appaltatore possa fare alcuna eccezione o richiedere compenso alcuno.

Art. 1.5 – Affidamento e contratto

Divenuta efficace l'aggiudicazione ai sensi dell'articolo 32 comma 8 del d.lgs. n.50/2016 e fatto salvo l'esercizio dei poteri di autotutela nei casi consentiti dalle norme vigenti, la stipulazione del contratto di appalto deve avere luogo entro i successivi **sessanta** giorni, salvo diverso termine previsto nel bando o nell'invito ad offrire, ovvero l'ipotesi di differimento espressamente concordata con l'aggiudicatario purché comunque giustificata dall'interesse alla sollecita esecuzione del contratto. La mancata stipulazione del contratto nel termine previsto deve essere motivata con specifico riferimento all'interesse della stazione appaltante e a quello nazionale alla sollecita esecuzione del contratto e viene valutata ai fini della responsabilità erariale e disciplinare del dirigente preposto. Non costituisce giustificazione adeguata per la mancata stipulazione del contratto nel termine previsto, salvo quanto previsto dai commi 9 e 11, la pendenza di un ricorso giurisdizionale, nel cui ambito non sia stata disposta o inibita la stipulazione del contratto. Le stazioni appaltanti hanno facoltà di stipulare contratti di assicurazione della propria responsabilità civile derivante dalla conclusione del contratto e dalla prosecuzione o sospensione della sua esecuzione.

Se la stipulazione del contratto non avviene nel termine fissato, l'aggiudicatario può, mediante atto notificato alla stazione appaltante, sciogliersi da ogni vincolo o recedere dal contratto. All'aggiudicatario non spetta alcun indennizzo, salvo il rimborso delle spese contrattuali documentate.

Il contratto è stipulato, a pena di nullità, con atto pubblico notarile informatico, ovvero, in modalità elettronica secondo le norme vigenti per ciascuna Stazione Appaltante, in forma pubblica amministrativa a cura dell'Ufficiale rogante della Stazione Appaltante o mediante scrittura privata; in caso di procedura negoziata ovvero per gli affidamenti di importo non superiore a 40.000 euro mediante corrispondenza secondo l'uso del commercio consistente in un apposito scambio di lettere, anche tramite posta elettronica certificata o strumenti analoghi negli altri Stati membri.

I capitolati e il computo metrico estimativo, richiamati nel bando o nell'invito, fanno parte integrante del contratto.

Art. 1.6 – Forma e principali dimensioni delle opere

La forma e le dimensioni delle opere, oggetto dell'appalto, risultano dai disegni allegati al contratto, che dovranno essere redatti in conformità alle norme UNI vigenti in materia. Inoltre per tutte le indicazioni di grandezza presenti sugli elaborati di progetto ci si dovrà attenere alle norme UNI CEI ISO 80000-1 e UNI CEI ISO 80000-6.

Art. 1.7 – Oggetto Variazioni delle opere progettate

Le eventuali modifiche, nonché le varianti, del contratto di appalto potranno essere autorizzate dal RUP con le modalità previste dall'ordinamento della stazione appaltante cui il RUP dipende e potranno essere attuate senza una nuova procedura di affidamento nei casi contemplati dal Codice dei contratti, all'art. 106, comma 1⁽¹⁾.

Nel caso sopraggiungano circostanze **impreviste ed imprevedibili**, ai sensi dell'art. 106, comma 1, lett. c), DLgs 50/2016, **comprese quelle che alterano in maniera significativa il costo dei materiali necessari alla realizzazione delle opere**, la Stazione Appaltante o l' Aggiudicatario propone, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica e senza che sia alterata la natura generale del contratto e ferma restando la piena funzionalità dell'opera, una variante in corso d'opera che assicuri risparmi, da utilizzare esclusivamente in compensazione per far fronte alle variazioni in aumento dei costi dei materiali⁽²⁾.

Dovranno, essere rispettate le disposizioni di cui al d.lgs. n. 50/2016 s.m.i. ed i relativi atti attuativi.

Le varianti saranno ammesse anche a causa di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, senza necessità di una nuova procedura a norma del Codice, se il valore della modifica risulti al di sotto di entrambi i seguenti valori:

- a) le soglie fissate all'articolo 35 del Codice dei contratti;
- b) il 15 per cento del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori sia nei settori ordinari che speciali.

Tuttavia la modifica non potrà alterare la natura complessiva del contratto. In caso di più modifiche successive, il valore sarà accertato sulla base del valore complessivo netto delle successive modifiche.

Qualora in corso di esecuzione si renda necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza del quinto dell'importo del contratto, la stazione appaltante può imporre all'appaltatore l'esecuzione alle stesse condizioni previste nel contratto originario. Le eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica presentata dall'appaltatore s'intendono non incidenti sugli importi e sulle quote percentuali delle categorie di lavorazioni omogenee ai fini dell'individuazione del quinto d'obbligo di cui al periodo precedente. In tal caso l'appaltatore non può far valere il diritto alla risoluzione del contratto.

La violazione del divieto di apportare modifiche comporta, salva diversa valutazione del Responsabile del Procedimento, la rimessa in pristino, a carico dell'esecutore, dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, fermo restando che in nessun caso egli può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi.

Le varianti alle opere in progetto saranno ammesse solo per le motivazioni e nelle forme previste dall'art. 106 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

Le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto; ove per altro debbano essere eseguite categorie di lavori non previste in contratto o si debbano impiegare materiali per i quali non risulti fissato il prezzo contrattuale si procederà alla determinazione ed al concordamento di nuovi prezzi secondo quanto previsto all'articolo Disposizioni generali relative ai prezzi e clausole di revisione.

CAPO II – DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

Art. 2.1 – Osservanza del capitolato speciale d'appalto e di particolari disposizione di legge

L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e nel Capitolato Generale d'Appalto.

L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi stradali, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle AUSL, alle norme CEI, UNI, CNR.

Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al d.P.C.M. 1 marzo 1991 e s.m.i. riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla legge 447/95 e s.m.i (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al d.m. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i. (Regolamento concernente ...attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici), al d.lgs. 03 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.

Art. 2.1 – Documenti che fanno parte del contratto e discordanze

Sono parte integrante del contratto di appalto, oltre al presente Capitolato speciale d'appalto, il Capitolato generale d'appalto, di cui al d.m. 145/2000 per quanto non in contrasto con il presente capitolato o non previsto da quest'ultimo, e la seguente documentazione:

- a) l'elenco dei prezzi unitari ovvero il modulo compilato e presentato dall'appaltatore in caso di offerta prezzi;
- b) il cronoprogramma;
- c) le polizze di garanzia;

- d) il Piano di Sicurezza e di Coordinamento ed i piani di cui all'art. 100 del d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i.;
- e) l'eventuale offerta tecnica dell'Appaltatore, in caso di procedura con OEPV che la preveda;
- f) i seguenti elaborati di progetto:

ELABORATI RELAZIONALI

- 1) Relazione generale;
- 2) Relazione geologica;
- 3) Relazione geotecnica;
- 4) Computo metrico estimativo e quadro economico;
- 5) Cronoprogramma;
- 6) Capitolato speciale di appalto;
- 7) Schema di contratto;
- 8) Piano di manutenzione;
- 9) Piano di sicurezza e di coordinamento;
- 10) Elenco ditte.

ELABORATI GRAFICI

- 1) Corografia;
- 2) Geologia - Carta geologica;
- 3) Geologia - Carta delle pendenze;
- 4) Stato di fatto - Monitoraggio;
- 5) Stato di progetto - Sondaggi e monitoraggio;
- 6) Stato di progetto - Piezometro e inclinometro;
- 7) Piano di sicurezza e di coordinamento;
- 8) Piano occupazioni temporanee.

Alcuni documenti sopra elencati possono anche non essere materialmente allegati, fatto salvo il capitolato speciale d'appalto e l'elenco prezzi unitari, purché conservati dalla stazione appaltante e controfirmati dai contraenti.

Sono contrattualmente vincolanti per le Parti le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

- il Codice dei contratti (d.lgs. n.50/2016);
- il d.P.R. n.207/2010, per gli articoli non abrogati;
- le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori nonché le norme vincolanti in specifici ambiti territoriali, quali la Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
- delibere, pareri e determinazioni emanate dall'Autorità Nazionale AntiCorruzione (ANAC);
- le norme tecniche emanate da C.N.R., U.N.I., C.E.I.

Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta alla stazione appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica.

Se le discordanze dovessero riferirsi a caratteristiche di dimensionamento grafico, saranno di norma ritenute valide le indicazioni riportate nel disegno con scala di riduzione minore. In ogni caso dovrà ritenersi nulla la disposizione che contrasta o che in minor misura collima con il contesto delle norme e disposizioni riportate nei rimanenti atti contrattuali.

Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto, fermo restando quanto stabilito nella seconda parte del precedente capoverso, l'appaltatore rispetterà, nell'ordine, quelle indicate dagli atti seguenti: contratto - capitolato speciale d'appalto - elenco prezzi (ovvero modulo in caso di offerta prezzi) - disegni.

Nel caso di discordanze tra le descrizioni riportate in elenco prezzi unitari e quelle brevi riportate nel computo metrico estimativo, se presenti, è da intendersi prevalente quanto prescritto nell'elenco prezzi, anche in relazione al fatto che tale elaborato avrà valenza contrattuale in sede di stipula, diventando allegato al contratto.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei lavori.

L'appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

Art. 2.3 – Qualificazione dell'appaltatore

Per i lavori indicati dal presente Capitolato è richiesta la qualificazione dell'Appaltatore per le seguenti categorie e classifiche, così come richiesto dal bando di gara, dall'avviso o dall'invito a partecipare redatto dalla Stazione Appaltante e disciplinato dal Codice Appalti e dalla norma vigente.

Cat.	Descrizione	Importo	Classifica	% sul totale
OG 5	DIGHE	0,00		
O...		0,00		
O...		0,00		

Nel caso l'Appaltatore concorrente voglia soddisfare la richiesta relativa al possesso dei requisiti di carattere economico, finanziario, tecnico e professionale di cui all'articolo 83, comma 1, lettere b) e c) del d.lgs 50/2016, può avvalersi delle capacità di altri soggetti, anche partecipanti al raggruppamento, a prescindere dalla natura giuridica dei suoi legami con questi ultimi.

L'Appaltatore concorrente che, ai sensi dell'articolo 89 del citato Codice dei contratti, vuole avvalersi delle capacità di altri soggetti, alleggerà oltre all'eventuale attestazione SOA dell'impresa ausiliaria, una dichiarazione sottoscritta dalla stessa attestante il possesso da parte di quest'ultima dei requisiti generali di cui all'articolo 80, nonché il possesso dei requisiti tecnici e delle risorse oggetto di **avvalimento**.

L'Appaltatore concorrente dimostrerà alla stazione appaltante che dispone dei mezzi necessari mediante presentazione di una dichiarazione sottoscritta dall'impresa ausiliaria con cui quest'ultima si obbliga verso il concorrente e verso la stazione appaltante a mettere a disposizione per tutta la durata dell'appalto le risorse necessarie di cui è carente il concorrente.

Nel caso di dichiarazioni mendaci, ferma restando l'applicazione dell'articolo 80 del Codice dei contratti nei confronti dei sottoscrittori, la stazione appaltante escluderà il concorrente ed escluderà la garanzia.

L'Appaltatore concorrente allega, altresì, alla domanda di partecipazione in originale o copia autentica il contratto in virtù del quale l'impresa ausiliaria si obbliga nei confronti del concorrente a fornire i requisiti e a mettere a disposizione le risorse necessarie per tutta la durata dell'appalto. A tal fine, il contratto di avvalimento contiene, a pena di nullità, la specificazione dei requisiti forniti e delle risorse messe a disposizione dall'impresa ausiliaria.

Art. 2.4 – Fallimento dell'appaltatore

Fatto salvo quanto previsto dai commi 3 e seguenti dell'art. 110 del d.lgs. n. 50/2016, la stazione appaltante, in caso di liquidazione giudiziale, di liquidazione coatta e concordato preventivo, ovvero di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 108 ovvero di recesso dal contratto ai sensi dell'articolo 88, comma 4-ter, del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, ovvero in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento dell'esecuzione o del completamento dei lavori, servizi o forniture.

L'affidamento avviene alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede di offerta.

Il curatore della procedura di liquidazione giudiziale, autorizzato all'esercizio dell'impresa, può eseguire i contratti già stipulati dall'impresa assoggettata alla liquidazione giudiziale su autorizzazione del giudice delegato.

Art. 2.5 – Risoluzione del contratto

Qualora risulti che un operatore economico, si trovi, a causa di atti compiuti o omessi prima o nel corso della procedura di aggiudicazione, in una delle situazioni di cui ai commi 1, 2, 4 e 5 dell'articolo 80 del d.lgs. n.50/2016 e s.m.i., le stazioni appaltanti possono escludere un operatore in qualunque momento della procedura ed hanno facoltà di risolvere il contratto con l'esecutore per le motivazioni e con le procedure di cui all'art. 108 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

In particolare, si procederà in tal senso se una o più delle seguenti condizioni sono soddisfatte:

- a) il contratto ha subito una modifica sostanziale che avrebbe richiesto una nuova procedura di appalto ai sensi dell'articolo 106 del d.lgs. n.50/2016 e s.m.i.;
- b) con riferimento alle modifiche di cui all'articolo 106, comma 1, lettere b) e c) del Codice, nel caso in cui risulti impraticabile per motivi economici o tecnici quali il rispetto dei requisiti di intercambiabilità o interoperabilità tra apparecchiature, servizi o impianti esistenti forniti nell'ambito dell'appalto iniziale e comportamenti per l'amministrazione aggiudicatrice o l'ente aggiudicatore notevoli disguidi o una consistente duplicazione dei costi, siano state superate le soglie di cui al comma 7 del predetto articolo:
 - con riferimento a modifiche non "sostanziali" sono state superate eventuali soglie stabilite dall'amministrazione aggiudicatrice ai sensi dell'articolo 106, comma 1, lettera e);
 - con riferimento alle modifiche dovute a causa di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, sono state superate le soglie di cui al comma 2, lettere a) e b) dell'articolo 106;
- c) l'aggiudicatario si è trovato, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto in una delle situazioni di esclusione di cui all'articolo 80, comma 1 del d.lgs. n.50/2016 e s.m.i.⁽¹⁾, sia per quanto riguarda i settori ordinari, sia per quanto riguarda le concessioni e avrebbe dovuto pertanto essere escluso dalla procedura di appalto o di aggiudicazione della concessione, ovvero ancora per quanto riguarda i settori speciali avrebbe dovuto essere escluso a norma dell'articolo 136, comma 1;
- d) l'appalto non avrebbe dovuto essere aggiudicato in considerazione di una grave violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento ai sensi dell'articolo 258 TFUE.

Ulteriori motivazioni per le quali la Stazione Appaltante ha facoltà di risolvere il contratto con l'esecutore, sono:

- a) l'inadempimento accertato alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, sicurezza sul lavoro e assicurazioni obbligatorie del personale ai sensi dell'articolo 92 del d.lgs. n.81/2008 e s.m.i.;
- b) il subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione delle norme regolanti il subappalto.

Le stazioni appaltanti dovranno risolvere il contratto qualora:

- a) nei confronti dell'esecutore sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
- b) nei confronti dell'esecutore sia intervenuto un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui al codice delle leggi antimafia e delle relative misure di prevenzione, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui all'articolo 80 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i..

Fermo restando quanto previsto in materia di informativa antimafia dagli articoli 88, comma 4-ter e 92, comma 4, del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, la stazione appaltante può recedere dal contratto in qualunque tempo previo il pagamento dei lavori eseguiti nonché del valore dei materiali utili esistenti in cantiere nel caso di lavoro, oltre al decimo dell'importo delle opere, dei servizi o delle forniture non eseguite.

Il direttore dei lavori o il responsabile dell'esecuzione del contratto, se nominato, quando accerta un grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'esecutore, tale da comprometterne la buona riuscita delle prestazioni, invia al responsabile del procedimento una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'esecutore. Egli formula, altresì, la contestazione degli addebiti all'esecutore, assegnando un termine non inferiore a quindici giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al responsabile del procedimento. Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'esecutore abbia risposto, la stazione appaltante su proposta del responsabile del procedimento dichiara risolto il contratto.

Qualora l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'esecutore rispetto alle previsioni del contratto, il direttore dei lavori o il responsabile unico dell'esecuzione del contratto, se nominato, gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'esecutore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'esecutore, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali.

Nel caso in cui la prosecuzione dei lavori, per qualsiasi motivo, ivi incluse la crisi o l'insolvenza dell'esecutore anche in caso di concordato con continuità aziendale ovvero di autorizzazione all'esercizio provvisorio dell'impresa, non possa procedere con il soggetto designato, né, in caso di esecutore plurisoggettivo, con altra impresa del raggruppamento designato, ove in possesso dei requisiti adeguati ai lavori ancora da realizzare, la stazione appaltante, previo parere del collegio consultivo tecnico, salvo che per gravi motivi tecnici ed economici sia comunque, anche in base al citato parere, possibile o preferibile proseguire con il medesimo soggetto, dichiara senza indugio, in deroga alla procedura di cui all'articolo 108, commi 3 e 4, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, la risoluzione del contratto, che opera di diritto, e provvede secondo una delle seguenti alternative modalità:

- a) procede all'esecuzione in via diretta dei lavori, anche avvalendosi, nei casi consentiti dalla legge, previa convenzione, di altri enti o società pubbliche nell'ambito del quadro economico dell'opera;
- b) interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato alla originaria procedura di gara come risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento del completamento dei lavori, se tecnicamente ed

economicamente possibile e alle condizioni proposte dall'operatore economico interpellato;

- c) indice una nuova procedura per l'affidamento del completamento dell'opera;
- d) propone alle autorità governative la nomina di un commissario straordinario per lo svolgimento delle attività necessarie al completamento dell'opera ai sensi dell'articolo 4 del decreto-legge 18 aprile 2019, n. 32, convertito, con modificazioni, dalla legge 14 giugno 2019, n. 55. Al fine di salvaguardare i livelli occupazionali e contrattuali originariamente previsti, l'impresa subentrante, ove possibile e compatibilmente con la sua organizzazione, prosegue i lavori anche con i lavoratori dipendenti del precedente esecutore se privi di occupazione.
- e) Le disposizioni di cui ai periodi precedenti si applicano anche in caso di ritardo dell'avvio o dell'esecuzione dei lavori, non giustificato dalle esigenze descritte all'articolo "Programma di esecuzione dei lavori - Sospensioni", nella sua compiuta realizzazione per un numero di giorni pari o superiore a un decimo del tempo previsto o stabilito per la realizzazione dell'opera e, comunque, pari ad almeno trenta giorni per ogni anno previsto o stabilito per la realizzazione dell'opera.

Nel caso di risoluzione del contratto l'esecutore ha diritto soltanto al pagamento delle prestazioni relative ai lavori, servizi o forniture regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

Nei casi di risoluzione del contratto di appalto dichiarata dalla stazione appaltante l'esecutore dovrà provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnato dalla stessa stazione appaltante; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'esecutore i relativi oneri e spese.

Nei casi di risoluzione del contratto dichiarata dalla Stazione appaltante la comunicazione della decisione assunta sarà inviata all'esecutore nelle forme previste dal Codice, anche mediante posta elettronica certificata (PEC), con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.

In contraddittorio fra la Direzione lavori e l'esecutore o suo rappresentante oppure, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, si procederà quindi alla redazione del verbale di stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, all'accertamento di quali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo.

Art. 2.6 – Garanzia provvisoria

La garanzia provvisoria, ai sensi di quanto disposto dall'art. 93 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i., copre la mancata sottoscrizione del contratto dopo l'aggiudicazione, dovuta ad ogni fatto riconducibile all'affidatario o all'adozione di informazione antimafia interdittiva emessa ai sensi degli articoli 84 e 91 del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159 ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto.

La garanzia provvisoria è pari al 2 per cento del prezzo base indicato nel bando o nell'invito, sotto forma di cauzione (in contanti, con bonifico, in assegni circolari o in titoli del debito pubblico garantiti dallo Stato) o di fideiussione, a scelta dell'offerente. Al fine di rendere l'importo della garanzia proporzionato e adeguato alla natura delle prestazioni oggetto del contratto e al grado di rischio ad esso connesso, la stazione appaltante può motivatamente ridurre l'importo della cauzione sino all'1 per cento ovvero incrementarlo sino al 4 per cento. Nei casi degli affidamenti diretti di cui all'articolo 36, comma 2, lettera a) del Codice, è facoltà della stazione appaltante non richiedere tali garanzie.

Nel caso di procedure di gara realizzate in forma aggregata da centrali di committenza, l'importo della garanzia è fissato nel bando o nell'invito nella misura massima del 2 per cento del prezzo base.

Tale garanzia provvisoria potrà essere prestata anche a mezzo di fidejussione bancaria od assicurativa, e dovrà coprire un arco temporale almeno di 180 giorni decorrenti dalla presentazione dell'offerta e prevedere l'impegno del fidejussore, in caso di aggiudicazione, a prestare anche la cauzione definitiva. Il bando o l'invito possono richiedere una garanzia con termine di validità maggiore o minore, in relazione alla durata presumibile del procedimento, e possono altresì prescrivere che l'offerta sia corredata dall'impegno del garante a rinnovare la garanzia, su richiesta della stazione appaltante nel corso della procedura, per la durata indicata nel bando, nel caso in cui al momento della sua scadenza non sia ancora intervenuta l'aggiudicazione.

Salvo nel caso di microimprese, piccole e medie imprese e di raggruppamenti di operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da microimprese, piccole e medie imprese, l'offerta dovrà essere corredata, a pena di esclusione, dall'impegno di un fideiussore, anche diverso da quello che ha rilasciato la garanzia provvisoria, a rilasciare la garanzia fideiussoria per l'esecuzione del contratto, di cui agli articoli 103 e 104, qualora l'offerente risultasse affidatario.

La fidejussione bancaria o assicurativa di cui sopra dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione Appaltante.

L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo, nei contratti relativi a lavori, è ridotto secondo le modalità indicate dall'articolo 93 comma 7 del Codice, per gli operatori economici

in possesso delle certificazioni alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000, la registrazione al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), la certificazione ambientale ai sensi della norma UNI EN ISO 14001 o che sviluppano un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma UNI EN ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) di prodotto ai sensi della norma UNI ISO/TS 14067. La stessa riduzione è applicata nei confronti delle microimprese, piccole e medie imprese e dei raggruppamenti di operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da microimprese, piccole e medie imprese. In caso di avvalimento del sistema di qualità ai sensi dell'articolo 89 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., per beneficiare della riduzione di cui ai periodi precedenti, il requisito deve essere espressamente oggetto del contratto di avvalimento con l'impresa ausiliaria.

Per fruire delle citate riduzioni l'operatore economico dovrà segnalare, in sede di offerta, il possesso dei relativi requisiti e lo documenta nei modi prescritti dalle norme vigenti.

Per le modalità di "affidamento diretto" e "procedura negoziata, senza bando", di cui all'articolo 1 del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, la stazione appaltante non richiede le garanzie provvisorie di cui sopra, salvo che, in considerazione della tipologia e specificità della singola procedura, ricorrano particolari esigenze che ne giustifichino la richiesta, che la stazione appaltante indica nell'avviso di indizione della gara o in altro atto equivalente. Nel caso in cui sia richiesta la garanzia provvisoria, il relativo ammontare è dimezzato rispetto a quello sopra previsto.

Art. 2.7 – Garanzia definitiva

L'appaltatore per la sottoscrizione del contratto deve costituire una garanzia definitiva a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione con le modalità di cui all'articolo 93, commi 2 e 3 e 103 del d.lgs. n.50/2016 e s.m.i., pari al 10 per cento dell'importo contrattuale. Nel caso di procedure di gara realizzate in forma aggregata da centrali di committenza, l'importo della garanzia è indicato nella misura massima del 10 per cento dell'importo contrattuale.

Al fine di salvaguardare l'interesse pubblico alla conclusione del contratto nei termini e nei modi programmati in caso di aggiudicazione con ribassi superiori al dieci per cento la garanzia da costituire è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento. Ove il ribasso sia superiore al venti per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al venti per cento. La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore.

La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione. La stazione appaltante può richiedere al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'esecutore.

L'importo della garanzia nei contratti relativi a lavori, è ridotto secondo le modalità indicate dall'articolo 93 comma 7 del Codice, per gli operatori economici in possesso delle certificazioni alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000, la registrazione al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), la certificazione ambientale ai sensi della norma UNI EN ISO 14001 o che sviluppano un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma UNI EN ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) di prodotto ai sensi della norma UNI ISO/TS 14067. La stessa riduzione è applicata nei confronti delle microimprese, piccole e medie imprese e dei raggruppamenti di operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da microimprese, piccole e medie imprese. In caso di avvalimento del sistema di qualità ai sensi dell'articolo 89 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., per beneficiare della riduzione di cui ai periodi precedenti, il requisito deve essere espressamente oggetto del contratto di avvalimento con l'impresa ausiliaria.

La garanzia definitiva è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo dell'80 per cento dell'iniziale importo garantito. L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante. Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. Sono nulle le pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

Il pagamento della rata di saldo è subordinato alla costituzione di una cauzione o di una garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa pari all'importo della medesima rata di saldo maggiorato del tasso di interesse legale applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di collaudo o della verifica di conformità nel caso di appalti di servizi o forniture e l'assunzione del carattere di definitività dei medesimi.

Le stazioni appaltanti hanno il diritto di valersi della cauzione fideiussoria per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore. Le stazioni appaltanti hanno inoltre il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'esecutore per le inadempienze

derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

Le stazioni appaltanti possono incamerare la garanzia per provvedere al pagamento di quanto dovuto dal soggetto aggiudicatario per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori addetti all'esecuzione dell'appalto.

In caso di raggruppamenti temporanei le garanzie fideiussorie e le garanzie assicurative sono presentate, su mandato irrevocabile, dalla mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti ferma restando la responsabilità solidale tra le imprese.

La mancata costituzione della garanzia definitiva di cui all'articolo 103 comma 1 del d.lgs. n.50/2016 e s.m.i. determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della stazione appaltante, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria.

È facoltà dell'amministrazione in casi specifici non richiedere la garanzia per gli appalti da eseguirsi da operatori economici di comprovata solidità nonché nel caso degli affidamenti diretti di cui all'articolo 36, comma 2, lettera a) del Codice Appalti. L'esonero dalla prestazione della garanzia deve essere adeguatamente motivato ed è subordinato ad un miglioramento del prezzo di aggiudicazione.

Art. 2.8 – Coperture assicurative

A norma dell'art. 103, comma 7, del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. l'Appaltatore è obbligato a costituire e consegnare alla stazione appaltante almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori anche una polizza di assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori.

L'importo della somma da assicurare è individuato da quello di contratto.

Tale polizza deve assicurare la stazione appaltante contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori il cui massimale è pari al cinque per cento della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro. La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. Qualora sia previsto un periodo di garanzia, la polizza assicurativa è sostituita da una polizza che tenga indenni le stazioni appaltanti da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento.

Per i lavori di importo superiore al doppio della soglia di cui all'articolo 35 del Codice (periodicamente rideterminate con provvedimento della Commissione europea), il titolare del contratto per la liquidazione della rata di saldo è obbligato a stipulare, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato, una polizza indennitaria decennale a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi. La polizza deve contenere la previsione del pagamento dell'indennizzo contrattualmente dovuto in favore del committente non appena questi lo richieda, anche in pendenza dell'accertamento della responsabilità e senza che occorranza consensi ed autorizzazioni di qualunque specie. Il limite di indennizzo della polizza decennale non deve essere inferiore al venti per cento del valore dell'opera realizzata e non superiore al 40 per cento, nel rispetto del principio di proporzionalità avuto riguardo alla natura dell'opera. L'esecutore dei lavori è altresì obbligato a stipulare, una polizza di assicurazione della responsabilità civile per danni cagionati a terzi, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e per la durata di dieci anni e con un indennizzo pari al 5 per cento del valore dell'opera realizzata con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro.

La garanzia è prestata per un massimale assicurato non inferiore a quello di contratto.

Le garanzie fideiussorie e le polizze assicurative di cui sopra devono essere conformi agli schemi tipo approvati con decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e previamente concordato con le banche e le assicurazioni o loro rappresentanze.

Art. 2.9 – Disciplina del subappalto

L'affidamento in subappalto è subordinato al rispetto delle disposizioni di cui all'art. 105 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e deve essere sempre autorizzato dalla Stazione Appaltante.

A pena di nullità, fatto salvo quanto previsto dall'art. 106, comma 1, lettera d), il contratto non può essere ceduto, non può essere affidata a terzi l'integrale esecuzione delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto, nonché la prevalente esecuzione delle lavorazioni relative al complesso delle categorie prevalenti e dei contratti ad alta intensità di manodopera.

Il subappalto è il contratto con il quale l'appaltatore affida a terzi l'esecuzione di parte delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto. Costituisce comunque subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività del contratto di appalto ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2 per cento dell'importo delle prestazioni affidate o di

importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50 per cento dell'importo del contratto.

L'affidatario può subappaltare a terzi l'esecuzione delle prestazioni o dei lavori oggetto del contratto secondo le disposizioni del presente articolo.

Ai sensi dell'art. 105, comma 2 d.lgs. n. 50/2016, le stazioni appaltanti, hanno l'obbligo di indicare nei documenti di gara le prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto d'appalto che dovranno essere eseguite direttamente a cura dell'aggiudicatario, indicazione che farà seguito ad una adeguata motivazione contenuta nella determina a contrarre e all'eventuale parere delle Prefetture competenti. L'individuazione delle prestazioni che dovranno essere necessariamente eseguite dall'aggiudicatario viene effettuata dalla stazione appaltante sulla base di specifici elementi:

- le caratteristiche dell'appalto, ivi comprese quelle di cui all'articolo 89 comma 11 (ove si prevede il divieto di avvalimento in caso di opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali);
- tenuto conto della natura o della complessità delle prestazioni o delle lavorazioni da effettuare, di rafforzare il controllo delle attività di cantiere e più in generale dei luoghi di lavoro e di garantire una più intensa tutela delle condizioni di lavoro e della salute e sicurezza dei lavoratori ovvero di prevenire il rischio di infiltrazioni criminali, a meno che i subappaltatori siano iscritti nell'elenco dei fornitori, prestatori di servizi ed esecutori di lavori di cui al comma 52 dell'articolo 1 della legge 6 novembre 2012, n. 190, ovvero nell'anagrafe antimafia degli esecutori istituita dall'articolo 30 del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229.

L'affidatario comunica alla stazione appaltante, prima dell'inizio della prestazione, per tutti i sub-contratti che non sono subappalti, stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati. Sono, altresì, comunicate alla stazione appaltante eventuali modifiche a tali informazioni avvenute nel corso del sub-contratto. È altresì fatto obbligo di acquisire nuova autorizzazione integrativa qualora l'oggetto del subappalto subisca variazioni e l'importo dello stesso sia incrementato nonché siano variati i requisiti di qualificazione del subappaltatore di cui all'articolo 105 comma 7, del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

I soggetti affidatari dei contratti possono affidare in subappalto le opere o i lavori, compresi nel contratto, previa autorizzazione della stazione appaltante purché:

- a) il subappaltatore sia qualificato nella relativa categoria e non sussistano a suo carico i motivi di esclusione di cui all'art. 80;
- b) all'atto dell'offerta siano stati indicati i lavori o le parti di opere ovvero i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture che si intende subappaltare.

L'affidatario può subappaltare a terzi l'esecuzione di opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali di cui all'articolo 89, comma 11 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

Si considerano strutture, impianti e opere speciali ai sensi del citato articolo 89, comma 11, del codice, le opere corrispondenti alle categorie individuate dall'articolo 2 del d.m. 10 novembre 2016, n. 248 con l'acronimo OG o OS di seguito elencate:

- OG 11 - impianti tecnologici;
- OS 2-A - superfici decorate di beni immobili del patrimonio culturale e beni culturali mobili di interesse storico, artistico, archeologico, etnoantropologico;
- OS 2-B - beni culturali mobili di interesse archivistico e librario;
- OS 4 - impianti elettromeccanici trasportatori;
- OS 11 - apparecchiature strutturali speciali;
- OS 12-A - barriere stradali di sicurezza;
- OS 12-B - barriere paramassi, fermaneve e simili;
- OS 13 - strutture prefabbricate in cemento armato;
- OS 14 - impianti di smaltimento e recupero di rifiuti;
- OS 18 -A - componenti strutturali in acciaio;
- OS 18 -B - componenti per facciate continue;
- OS 21 - opere strutturali speciali;
- OS 25 - scavi archeologici;
- OS 30 - impianti interni elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi;
- OS 32 - strutture in legno.

L'affidatario deposita il contratto di subappalto presso la stazione appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni. Al momento del deposito del contratto di subappalto presso la stazione appaltante, l'affidatario trasmette altresì la dichiarazione del subappaltatore attestante l'assenza dei motivi di esclusione di cui all'articolo 80 e il possesso dei requisiti speciali di cui agli articoli 83 e 84. La stazione appaltante verifica la dichiarazione tramite la Banca dati nazionale di cui all'articolo 81. Il contratto di subappalto, corredato della documentazione tecnica, amministrativa e grafica, direttamente derivata dagli atti del contratto affidato, indicherà puntualmente l'ambito operativo del subappalto sia in termini prestazionali che economici.

Il contraente principale e il subappaltatore sono responsabili in solido nei confronti della stazione appaltante in relazione alle prestazioni oggetto del contratto di subappalto.

L'aggiudicatario è responsabile in solido con il subappaltatore in relazione agli obblighi retributivi e contributivi tranne nel caso in cui la stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore l'importo dovuto per le prestazioni dagli stessi, quando il subappaltatore o il cottimista è una microimpresa o piccola impresa ovvero su richiesta del subappaltatore e la natura del contratto lo consente. Il pagamento diretto del subappaltatore da parte della stazione appaltante avviene anche in caso di inadempimento da parte dell'appaltatore.

Il subappaltatore, per le prestazioni affidate in subappalto, deve garantire gli stessi standard qualitativi e prestazionali previsti nel contratto di appalto. Il subappaltatore riconosce, altresì, ai lavoratori un trattamento economico e normativo non inferiore a quello che avrebbe garantito il contraente principale, inclusa l'applicazione dei medesimi contratti collettivi nazionali di lavoro, qualora le attività oggetto di subappalto coincidano con quelle caratterizzanti l'oggetto dell'appalto ovvero riguardino le lavorazioni relative alle categorie prevalenti e siano incluse nell'oggetto sociale del contraente principale. L'affidatario corrisponde i costi della sicurezza e della manodopera, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso; la stazione appaltante, sentito il direttore dei lavori, il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ovvero il direttore dell'esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione. L'affidatario è solidalmente responsabile con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.

L'affidatario è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni. E', altresì, responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto. L'affidatario e, per suo tramite, i subappaltatori, trasmettono alla stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, ove presente, assicurativi e antinfortunistici, nonché copia dei piani di sicurezza. Ai fini del pagamento delle prestazioni rese nell'ambito dell'appalto o del subappalto, la stazione appaltante acquisisce il documento unico di regolarità contributiva in corso di validità relativo all'affidatario e a tutti i subappaltatori. Al fine di contrastare il fenomeno del lavoro sommerso ed irregolare, il documento unico di regolarità contributiva sarà comprensivo della verifica della congruità della incidenza della mano d'opera relativa allo specifico contratto affidato. Per i contratti relativi a lavori, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'esecutore o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, nonché in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva, si applicheranno le disposizioni di cui all'articolo 30, commi 5 e 6 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici.

L'affidatario che si avvale del subappalto o del cottimo deve allegare alla copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di

collegamento a norma dell'articolo 2359 del codice civile con il titolare del subappalto o del cottimo. Analoga dichiarazione deve essere effettuata da ciascuno dei soggetti partecipanti nel caso di raggruppamento temporaneo, società o consorzio. La stazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione al subappalto entro trenta giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2 per cento dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a 100.000 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono ridotti della metà.

Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del d.lgs. n. 81/2008, nonché dell'articolo 5, comma 1, della Legge n. 136/2010, l'appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore, i dati identificativi del datore di lavoro e la data di assunzione del lavoratore. L'appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per i lavoratori dipendenti dai subappaltatori autorizzati che deve riportare gli estremi dell'autorizzazione al subappalto. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nel medesimo luogo di lavoro, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.

L'esecuzione delle prestazioni affidate in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto.

I piani di sicurezza di cui al decreto legislativo del 9 aprile 2008, n.81 saranno messi a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. L'affidatario sarà tenuto a curare il coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dai singoli subappaltatori compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'affidatario. Nell'ipotesi di raggruppamento temporaneo o di consorzio, detto obbligo incombe al mandatario. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. Con riferimento ai lavori affidati in subappalto, il direttore dei lavori, con l'ausilio dei direttori operativi e degli ispettori di cantiere, ove nominati, svolge le seguenti funzioni:

- a) verifica la presenza in cantiere delle imprese subappaltatrici autorizzate, nonché dei subcontraenti, che non sono subappaltatori, i cui nominativi sono stati comunicati alla stazione appaltante;
- b) controlla che i subappaltatori e i subcontraenti svolgano effettivamente la parte di prestazioni ad essi affidata nel rispetto della normativa vigente e del contratto stipulato;
- c) registra le contestazioni dell'esecutore sulla regolarità dei lavori eseguiti dal subappaltatore e, ai fini della sospensione dei pagamenti all'esecutore, determina la misura della quota corrispondente alla prestazione oggetto di contestazione;

- d) provvede, senza indugio e comunque entro le ventiquattro ore, alla segnalazione al RUP dell'inosservanza, da parte dell'esecutore, delle disposizioni relative al subappalto di cui all'articolo 105 del codice.

Art. 2.10 – Consegna dei lavori – Consegne parziali – Inizio e termine per l'esecuzione

La consegna dei lavori all'esecutore verrà effettuata per le amministrazioni statali, non oltre **quarantacinque** giorni dalla data di registrazione alla Corte dei conti del decreto di approvazione del contratto, e non oltre quarantacinque giorni dalla data di approvazione del contratto quando la registrazione della Corte dei conti non è richiesta per legge; per le altre stazioni appaltanti il termine di quarantacinque giorni decorre dalla data di stipula del contratto.

Per le procedure disciplinate dal decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 avviate a decorrere dalla data di entrata in vigore del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76 e fino alla data del 30 giugno 2023 è sempre autorizzata la consegna dei lavori in via di urgenza e, nel caso di servizi e forniture, l'esecuzione del contratto in via d'urgenza ai sensi dell'articolo 32, comma 8, del citato decreto legislativo, nelle more della verifica dei requisiti di cui all'articolo 80 del medesimo decreto legislativo, nonché dei requisiti di qualificazione previsti per la partecipazione alla procedura.

Il Direttore dei Lavori comunicherà con un congruo preavviso all'esecutore il giorno e il luogo in cui deve presentarsi, munita del personale idoneo, nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. Qualora l'esecutore non si presenti, senza giustificato motivo, nel giorno fissato dal direttore dei lavori per la consegna, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione oppure, di fissare una nuova data per la consegna, ferma restando la decorrenza del termine contrattuale dalla data della prima convocazione. All'esito delle operazioni di consegna dei lavori, il direttore dei lavori e l'esecutore sottoscrivono il relativo verbale e da tale data decorre utilmente il termine per il compimento dei lavori.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per causa imputabile alla stazione appaltante, l'esecutore può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso l'esecutore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate, ma in misura non superiore ai limiti indicati all'articolo 5, commi 12 e 13 del d.m. 49/2018. Ove l'istanza di recesso dell'esecutore non sia accolta e si proceda tardivamente alla consegna, lo stesso ha diritto ad un indennizzo (previa riserva formulata sul verbale di consegna) per i maggiori oneri dipendenti dal ritardo, le cui modalità di calcolo sono stabilite sempre al medesimo articolo, comma 14 del d.m. 49/2018.

Nel caso sia intervenuta la consegna dei lavori in via di urgenza, l'esecutore potrà ottenere l'anticipazione come eventualmente indicato nell'articolo "Anticipazione e pagamenti in acconto" e avrà diritto al rimborso delle spese sostenute per l'esecuzione dei lavori ordinati dal direttore dei lavori, ivi comprese quelle per opere provvisoriale. L'esecuzione d'urgenza è ammessa esclusivamente nelle ipotesi di eventi oggettivamente imprevedibili, per ovviare a situazioni di pericolo per persone, animali o cose, ovvero per l'igiene e la salute pubblica, ovvero per il patrimonio storico, artistico, culturale ovvero nei casi in cui la mancata esecuzione immediata della prestazione dedotta nella gara determinerebbe un grave danno all'interesse pubblico che è destinata a soddisfare, ivi compresa la perdita di finanziamenti comunitari.

Nel caso in cui i lavori in appalto fossero molto estesi, ovvero mancasse l'intera disponibilità dell'area sulla quale dovrà svilupparsi il cantiere o comunque per qualsiasi altra causa ed impedimento, la Stazione Appaltante potrà disporre la consegna anche in più tempi successivi, con verbali parziali, senza che per questo l'appaltatore possa sollevare eccezioni o trarre motivi per richiedere maggiori compensi o indennizzi.

La data legale della consegna dei lavori, per tutti gli effetti di legge e regolamenti, sarà quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.

In caso di consegna parziale a causa di temporanea indisponibilità delle aree e degli immobili, l'appaltatore è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili.

Nei casi di consegna d'urgenza, il verbale indicherà le lavorazioni che l'esecutore deve immediatamente eseguire, comprese le opere provvisoriale.

L'esecutore, al momento della consegna dei lavori, acquisirà dal coordinatore per la sicurezza la valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi o, in alternativa, l'attestazione di liberatoria rilasciata dalla competente autorità militare dell'avvenuta conclusione delle operazioni di bonifica bellica del sito interessato. L'eventuale verificarsi di rinvenimenti di ordigni bellici nel corso dei lavori comporterà la sospensione immediata degli stessi con la tempestiva integrazione del piano di sicurezza e coordinamento e dei piani operativi di sicurezza, e l'avvio delle operazioni di bonifica ai sensi dell'articolo 91, comma 2-bis, del decreto legislativo del 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i.

L'esecutore è tenuto a trasmettere alla stazione appaltante, prima dell'effettivo inizio dei lavori, la documentazione dell'avvenuta denuncia agli Enti previdenziali (inclusa la Cassa Edile) assicurativi ed infortunistici nonché copia del piano di sicurezza di cui al decreto legislativo del 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i.

Lo stesso obbligo fa carico all'esecutore, per quanto concerne la trasmissione della documentazione di cui sopra da parte delle proprie imprese subappaltatrici, cosa che dovrà avvenire prima dell'effettivo inizio dei lavori.

L'esecutore dovrà comunque dare inizio ai lavori entro il termine improrogabile di **quindici** giorni dalla data del verbale di consegna fermo restando il rispetto del termine per la presentazione del programma di esecuzione dei lavori di cui al successivo articolo.

L'esecutore è tenuto, quindi, non appena avuti in consegna i lavori, ad iniziarli, proseguendoli attenendosi al programma operativo di esecuzione da esso redatto in modo da darli completamente ultimati nel numero di giorni naturali consecutivi previsti per l'esecuzione, decorrenti dalla data di consegna dei lavori, eventualmente prorogati in relazione a quanto disposto dai precedenti punti.

L'esecutore dovrà dare ultimate tutte le opere appaltate entro il termine di giorni **duecentotrentuno** naturali e consecutivi dalla data del verbale di consegna dei lavori. In caso di appalto con il criterio di selezione dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa), il termine contrattuale vincolante per ultimare i lavori sarà determinato applicando al termine a base di gara la riduzione percentuale dell'offerta di ribasso presentata dall'esecutore in sede di gara, qualora questo sia stato uno dei criteri di scelta del contraente.

L'esecutore dovrà comunicare, per iscritto a mezzo PEC alla Direzione dei Lavori, l'ultimazione dei lavori non appena avvenuta.

Art. 2.11 – Programma di esecuzione dei lavori – Sospensioni – Piano di qualità di costruzione e installazione

Entro 10 giorni dalla consegna dei lavori, l'appaltatore presenterà alla Direzione dei lavori una proposta di programma di esecuzione dei lavori, di cui all'art. 43 comma 10 del d.P.R. n. 207/2010 e all'articolo 1, lettera f) del d.m. 49/2018, elaborato in coerenza con il cronoprogramma predisposto dalla stazione appaltante, con l'offerta tecnica presentata in gara e con le obbligazioni contrattuali, in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa, in cui siano graficamente rappresentate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

Entro dieci giorni dalla presentazione, la Direzione dei lavori d'intesa con la stazione appaltante comunicherà all'appaltatore l'esito dell'esame della proposta di programma; qualora esso non abbia conseguito l'approvazione, l'appaltatore entro 10 giorni, predisporrà una nuova proposta oppure adeguerà quella già presentata secondo le direttive che avrà ricevuto dalla Direzione dei lavori.

Decorsi 10 giorni dalla ricezione della nuova proposta senza che il Responsabile del Procedimento si sia espresso, il programma esecutivo dei lavori si darà per approvato fatte salve indicazioni erronee incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

La proposta approvata sarà impegnativa per l'appaltatore che dovrà rispettare i termini previsti, salvo modifiche al programma esecutivo in corso di attuazione per comprovate esigenze non prevedibili che dovranno essere approvate od ordinate dalla Direzione dei lavori.

Nel caso di sospensione dei lavori, parziale o totale, per cause non attribuibili a responsabilità dell'appaltatore, il programma dei lavori viene aggiornato in relazione all'eventuale incremento della scadenza contrattuale.

Eventuali aggiornamenti legati a motivate esigenze organizzative dell'appaltatore e che non comportino modifica delle scadenze contrattuali, sono approvate dalla Direzione dei Lavori, subordinatamente alla verifica della loro effettiva necessità ed attendibilità per il pieno rispetto delle scadenze contrattuali.

In tutti i casi in cui ricorrano circostanze speciali che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, e che non siano prevedibili al momento della stipulazione del contratto, il direttore dei lavori può disporre la sospensione dell'esecuzione del contratto, compilando, se possibile con l'intervento dell'esecutore o di un suo legale rappresentante, il verbale di sospensione, con l'indicazione delle ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori, nonché dello stato di avanzamento dei lavori, delle opere la cui esecuzione rimane interrotta e delle cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri, della consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione. Il verbale è inoltrato al responsabile del procedimento entro cinque giorni dalla data della sua redazione.

La sospensione può essere disposta anche dal RUP per il tempo strettamente necessario e per ragioni di necessità o di pubblico interesse, tra cui l'interruzione di finanziamenti, per esigenze sopravvenute di finanza pubblica, disposta con atto motivato delle amministrazioni competenti. Ove successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento dei lavori, l'esecutore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili, dandone atto in apposito verbale.

Qualora si verificano sospensioni totali o parziali dei lavori disposte per cause diverse da quelle di cui sopra, l'appaltatore sarà dovutamente risarcito sulla base dei criteri riportati all'articolo 10 comma 2 del d.m. 49/2018.

Non appena siano venute a cessare le cause della sospensione il direttore dei lavori lo comunica al RUP affinché quest'ultimo disponga la ripresa dei lavori e indichi il nuovo termine contrattuale. La sospensione parziale dei lavori determina, altresì, il differimento dei termini contrattuali pari ad un numero di giorni determinato dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra ammontare dei lavori non eseguiti per effetto della sospensione parziale e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il cronoprogramma. Entro cinque giorni dalla disposizione di ripresa dei lavori effettuata dal RUP, il direttore dei lavori procede alla redazione del verbale di ripresa dei lavori, che deve essere sottoscritto anche dall'esecutore e deve riportare il nuovo termine contrattuale indicato dal RUP. Nel caso in cui l'esecutore ritenga cessate le cause che hanno determinato la sospensione temporanea dei lavori e il RUP non abbia disposto la ripresa dei lavori stessi, l'esecutore può diffidare il RUP a dare le opportune disposizioni al direttore dei lavori perché provveda alla ripresa; la diffida proposta ai fini sopra indicati, è condizione necessaria per poter iscrivere riserva all'atto della

ripresa dei lavori, qualora l'esecutore intenda far valere l'illegittima maggiore durata della sospensione.

Qualora la sospensione, o le sospensioni, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. Nessun indennizzo è dovuto all'esecutore negli altri casi.

Le contestazioni dell'esecutore in merito alle sospensioni dei lavori sono iscritte a pena di decadenza nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, salvo che per le sospensioni inizialmente legittime, per le quali è sufficiente l'iscrizione nel verbale di ripresa dei lavori; qualora l'esecutore non intervenga alla firma dei verbali o si rifiuti di sottoscriverli, deve farne espressa riserva sul registro di contabilità. Quando la sospensione supera il quarto del tempo contrattuale complessivo il responsabile del procedimento dà avviso all'ANAC.

L'esecutore che per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato può richiederne la proroga, con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale. In ogni caso la sua concessione non pregiudica i diritti spettanti all'esecutore per l'eventuale imputabilità della maggiore durata a fatto della stazione appaltante. Sull'istanza di proroga decide il responsabile del procedimento, sentito il direttore dei lavori, entro trenta giorni dal suo ricevimento. L'esecutore deve ultimare i lavori nel termine stabilito dagli atti contrattuali, decorrente dalla data del verbale di consegna ovvero, in caso di consegna parziale dall'ultimo dei verbali di consegna. L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, è comunicata dall'esecutore per iscritto al direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.

L'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

Fino al 30 giugno 2023, in deroga all'articolo 107 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, la sospensione, volontaria o coattiva, dell'esecuzione di lavori diretti alla realizzazione delle opere pubbliche di importo pari o superiore alle soglie di cui all'articolo 35 del medesimo decreto legislativo, anche se già iniziati, può avvenire, esclusivamente, per il tempo strettamente necessario al loro superamento, per le seguenti ragioni:

- a) cause previste da disposizioni di legge penale, dal codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione di cui al decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, nonché da vincoli inderogabili derivanti dall'appartenenza all'Unione europea;
- b) gravi ragioni di ordine pubblico, salute pubblica o dei soggetti coinvolti nella realizzazione delle opere, ivi incluse le misure adottate per contrastare l'emergenza sanitaria globale da COVID-19;

- c) gravi ragioni di ordine tecnico, idonee a incidere sulla realizzazione a regola d'arte dell'opera, in relazione alle modalità di superamento delle quali non vi è accordo tra le parti;
- d) gravi ragioni di pubblico interesse.

La sospensione è in ogni caso disposta dal responsabile unico del procedimento e gestita secondo i casi disciplinati all'articolo 5, Legge n. 120/2020.

Nelle ipotesi di sospensione di cui alla lettera a), si provvede alla risoluzione del contratto che opera di diritto, secondo le modalità previste dall'art. 5, comma 4, Legge n. 120/2020.

Nelle ipotesi di sospensione di cui alle lettere b) e d), su parere del Collegio Consultivo Tecnico, le stazioni appaltanti o le autorità competenti, previa proposta della stazione appaltante, da adottarsi entro il termine di quindici giorni dalla comunicazione allo stesso collegio della sospensione dei lavori, autorizzano nei successivi dieci giorni la prosecuzione dei lavori nel rispetto delle esigenze sottese ai provvedimenti di sospensione adottati, salvi i casi di assoluta e motivata incompatibilità tra causa della sospensione e prosecuzione dei lavori.

Per quanto riguarda i casi di sospensione previsti dalla lettera c), il collegio consultivo tecnico, entro quindici giorni dalla comunicazione della sospensione dei lavori ovvero della causa che potrebbe determinarla, adotta una determinazione con cui accerta l'esistenza di una causa tecnica di legittima sospensione dei lavori e indica le modalità, con cui proseguire i lavori e le eventuali modifiche necessarie da apportare per la realizzazione dell'opera a regola d'arte. La stazione appaltante provvede nei successivi cinque giorni.

Salva l'esistenza di uno dei casi di sospensione di cui ai periodi precedenti, le parti non possono invocare l'inadempimento della controparte o di altri soggetti per sospendere l'esecuzione dei lavori di realizzazione dell'opera ovvero le prestazioni connesse alla tempestiva realizzazione dell'opera.

Il rispetto delle misure di contenimento COVID-19, ove impediscano, anche solo parzialmente, il regolare svolgimento dei lavori ovvero la regolare esecuzione dei servizi o delle forniture costituisce causa di forza maggiore, ai sensi dell'articolo 107, comma 4, del decreto legislativo n. 50 del 2016 e, qualora impedisca di ultimare i lavori, i servizi o le forniture nel termine contrattualmente previsto, costituisce circostanza non imputabile all'esecutore ai sensi del comma 5 del citato articolo 107 ai fini della proroga di detto termine, ove richiesta.

Ai sensi dell'art. 43, comma 4 del d.P.R. n. 207/2010, nel caso di opere e impianti di speciale complessità o di particolare rilevanza sotto il profilo tecnologico, l'appaltatore ha l'obbligo di redigere e consegnare alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, di un Piano di qualità di costruzione e di installazione.

Tale documento prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da porre in essere durante l'esecuzione dei lavori, anche in funzione della loro classe di importanza. Il piano definisce i

criteri di valutazione dei fornitori e dei materiali ed i criteri di valutazione e risoluzione delle non conformità.

Art. 2.12 – Rapporti con la direzione dei lavori

Il direttore dei lavori riceve dal RUP *disposizioni di servizio* mediante le quali quest'ultimo impartisce le indicazioni occorrenti a garantire la regolarità dei lavori, fissa l'ordine da seguirsi nella loro esecuzione, quando questo non sia regolato dal contratto.

Fermo restando il rispetto delle disposizioni di servizio impartite dal RUP, il direttore dei lavori opera in autonomia in ordine al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento.

Nell'ambito delle disposizioni di servizio impartite dal RUP al direttore dei lavori resta di competenza l'emanazione di *ordini di servizio* all'esecutore in ordine agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto. Nei casi in cui non siano utilizzati strumenti informatici per il controllo tecnico, amministrativo e contabile dei lavori, gli ordini di servizio dovranno comunque avere forma scritta e l'esecutore dovrà restituire gli ordini stessi firmati per avvenuta conoscenza. L'esecutore è tenuto ad uniformarsi alle disposizioni contenute negli ordini di servizio, fatta salva la facoltà di iscrivere le proprie riserve.

Il direttore dei lavori controlla il rispetto dei tempi di esecuzione dei lavori indicati nel cronoprogramma allegato al progetto esecutivo e dettagliato nel programma di esecuzione dei lavori a cura dell'appaltatore.

Il direttore dei lavori, oltre a quelli che può disporre autonomamente, esegue, altresì, tutti i controlli e le prove previsti dalle vigenti norme nazionali ed europee, dal Piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione e dal capitolato speciale d'appalto.

Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non risultano conformi alla normativa tecnica, nazionale o dell'Unione europea, alle caratteristiche tecniche indicate nei documenti allegati al contratto, con obbligo per l'esecutore di rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese; in tal caso il rifiuto è trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabile utile. Ove l'esecutore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. L'accettazione definitiva dei materiali e dei componenti si ha solo dopo la loro posa in opera. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'esecutore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

Il direttore dei lavori o l'organo di collaudo dispongono prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, con spese a carico dell'esecutore.

I materiali previsti dal progetto sono campionati e sottoposti all'approvazione del direttore dei lavori, completi delle schede tecniche di riferimento e di tutte le certificazioni in grado di giustificare le prestazioni, con congruo anticipo rispetto alla messa in opera. Il direttore dei lavori verifica altresì il rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, tra cui le modalità poste in atto dall'esecutore in merito al riuso di materiali di scavo e al riciclo entro lo stesso confine di cantiere.

Il direttore dei lavori accerta che i documenti tecnici, prove di cantiere o di laboratorio, certificazioni basate sull'analisi del ciclo di vita del prodotto (LCA) relative a materiali, lavorazioni e apparecchiature impiantistiche rispondano ai requisiti di cui al Piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione.

Il direttore dei lavori esegue le seguenti attività di controllo:

- a) in caso di risoluzione contrattuale, cura, su richiesta del RUP, la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna;
- b) fornisce indicazioni al RUP per l'irrogazione delle penali da ritardo previste nel contratto, nonché per le valutazioni inerenti la risoluzione contrattuale ai sensi dell'articolo 108, comma 4, del Codice;
- c) accerta che si sia data applicazione alla normativa vigente in merito al deposito dei progetti strutturali delle costruzioni e che sia stata rilasciata la necessaria autorizzazione in caso di interventi ricadenti in zone soggette a rischio sismico;
- d) determina in contraddittorio con l'esecutore i nuovi prezzi delle lavorazioni e dei materiali non previsti dal contratto;
- e) redige apposita relazione laddove avvengano sinistri alle persone o danni alla proprietà nel corso dell'esecuzione di lavori e adotta i provvedimenti idonei a ridurre per la stazione appaltante le conseguenze dannose;
- f) redige processo verbale alla presenza dell'esecutore dei danni cagionati da forza maggiore, al fine di accertare:
 - 1) lo stato delle cose dopo il danno, rapportandole allo stato precedente;
 - 2) le cause dei danni, precisando l'eventuale causa di forza maggiore;
 - 3) l'eventuale negligenza, indicandone il responsabile;
 - 4) l'osservanza o meno delle regole dell'arte e delle prescrizioni del direttore dei lavori;

- 5) l'eventuale omissione delle cautele necessarie a prevenire i danni.

Il direttore dei lavori effettua il controllo della spesa legata all'esecuzione dell'opera o dei lavori, attraverso la compilazione con precisione e tempestività dei documenti contabili, che sono atti pubblici a tutti gli effetti di legge, con i quali si realizza l'accertamento e la registrazione dei fatti producenti spesa.

Tali documenti contabili sono costituiti da:

- giornale dei lavori
- libretto delle misure
- registro di contabilità
- sommario del registro di contabilità
- stato di avanzamento dei lavori (SAL)
- conto finale dei lavori.

Secondo il principio di costante progressione della contabilità, le predette attività di accertamento dei fatti producenti spesa devono essere eseguite contemporaneamente al loro accadere e, quindi, devono procedere di pari passo con l'esecuzione affinché la Direzione lavori possa sempre:

- a) rilasciare gli stati d'avanzamento dei lavori entro il termine fissato nella documentazione di gara e nel contratto, ai fini dell'emissione dei certificati per il pagamento degli acconti da parte del RUP;
- b) controllare lo sviluppo dei lavori e impartire tempestivamente le debite disposizioni per la relativa esecuzione entro i limiti dei tempi e delle somme autorizzate.

Nel caso di utilizzo di programmi di contabilità computerizzata, la compilazione dei libretti delle misure può essere effettuata anche attraverso la registrazione delle misure rilevate direttamente in cantiere dal personale incaricato, in apposito brogliaccio ed in contraddittorio con l'esecutore.

Nei casi in cui è consentita l'utilizzazione di programmi per la contabilità computerizzata, preventivamente accettati dal responsabile del procedimento, la compilazione dei libretti delle misure può essere effettuata sulla base dei dati rilevati nel brogliaccio, anche se non espressamente richiamato.

Il direttore dei lavori può disporre modifiche di dettaglio non comportanti aumento o diminuzione dell'importo contrattuale, comunicandole preventivamente al RUP.

Art. 2.13 – Ispettori di cantiere ed altri ruoli

Ai sensi dell'art. 101, comma 2, del Codice, in relazione alla complessità dell'intervento, il Direttore dei Lavori può essere coadiuvato da uno o più direttori operativi e ispettori di cantiere, che devono essere dotati di adeguata competenza e professionalità in relazione alla tipologia di lavori da eseguire. In tal caso, si avrà la costituzione di un "ufficio di direzione dei lavori" ai sensi dell'art. 101, comma 3, del Codice.

Gli assistenti con funzioni di ispettori di cantiere collaboreranno con il direttore dei lavori nella sorveglianza dei lavori in conformità delle prescrizioni stabilite nel presente capitolato speciale di appalto.

La posizione di ispettore sarà ricoperta da una sola persona che esercita la sua attività in un turno di lavoro. La stazione appaltante sarà tenuta a nominare più ispettori di cantiere affinché essi, mediante turnazione, possano assicurare la propria presenza a tempo pieno durante il periodo di svolgimento di lavori che richiedono controllo quotidiano, nonché durante le fasi di collaudo e delle eventuali manutenzioni.

Gli ispettori risponderanno della loro attività direttamente al Direttore dei lavori. Agli ispettori saranno affidati fra gli altri i seguenti compiti:

- a) la verifica dei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali per assicurare che siano conformi alle prescrizioni ed approvati dalle strutture di controllo di qualità del fornitore;
- b) la verifica, prima della messa in opera, che i materiali, le apparecchiature e gli impianti abbiano superato le fasi di collaudo prescritte dal controllo di qualità o dalle normative vigenti o dalle prescrizioni contrattuali in base alle quali sono stati costruiti;
- c) il controllo sulla attività dei subappaltatori;
- d) il controllo sulla regolare esecuzione dei lavori con riguardo ai disegni ed alle specifiche tecniche contrattuali;
- e) l'assistenza alle prove di laboratorio;
- f) l'assistenza ai collaudi dei lavori ed alle prove di messa in esercizio ed accettazione degli impianti;
- g) la predisposizione degli atti contabili e l'esecuzione delle misurazioni quando siano stati incaricati dal direttore dei lavori;
- h) l'assistenza al coordinatore per l'esecuzione.

Il Direttore dei Lavori e i componenti dell'ufficio di direzione dei lavori, ove nominati, saranno tenuti a utilizzare la diligenza richiesta dall'attività esercitata ai sensi dell'art. 1176, comma 2, codice civile e a osservare il canone di buona fede di cui all'art. 1375 codice civile.

Il Direttore dei Lavori potrà delegare le attività di controllo dei materiali e la compilazione del giornale dei lavori agli ispettori di cantiere, fermo restando che l'accettazione dei materiali e la verifica dell'esattezza delle annotazioni, le osservazioni, le prescrizioni e avvertenze sul giornale, resta di sua esclusiva competenza.

Con riferimento ad eventuali lavori affidati in subappalto il Direttore dei Lavori, con l'ausilio degli ispettori di cantiere, svolgerà le seguenti funzioni:

- a) verifica della presenza in cantiere delle imprese subappaltatrici autorizzate, nonché dei subcontraenti, che non sono subappaltatori, i cui nominativi sono stati comunicati alla stazione appaltante;
- b) controllo che i subappaltatori e i subcontraenti svolgano effettivamente la parte di prestazioni ad essi affidate nel rispetto della normativa vigente e del contratto stipulato;
- c) accertamento delle contestazioni dell'impresa affidataria sulla regolarità dei lavori eseguiti dal subappaltatore e, ai fini della sospensione dei pagamenti all'impresa affidataria, determinazione della misura della quota corrispondente alla prestazione oggetto di contestazione;
- d) verifica del rispetto degli obblighi previsti dall'art. 105, comma 14, del Codice in materia di applicazione dei prezzi di subappalto e sicurezza;
- e) segnalazione al Rup dell'inosservanza, da parte dell'impresa affidataria, delle disposizioni di cui all'art. 105 del Codice.

Direzione lavori e attività accessorie

La direzione dei lavori, il supporto tecnico alle attività del responsabile unico del procedimento e del dirigente competente alla formazione del programma triennale comprendono un restauratore di beni culturali qualificato ai sensi della normativa vigente, ovvero, secondo la tipologia dei lavori, altro professionista di cui all'articolo 9-bis del D.lgs. 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio). In ambedue i casi sono richiesti un'esperienza almeno quinquennale e il possesso di specifiche competenze coerenti con l'intervento.

Per i lavori concernenti beni culturali mobili, superfici decorate di beni architettonici e materiali storicizzati di beni immobili di interesse storico artistico o archeologico, oppure scavi archeologici, il restauratore oppure altro professionista di cui sopra, all'interno dell'ufficio di direzione dei lavori, ricopre il ruolo di assistente con funzioni di direttore operativo.

Art. 2.14 – Penali

Ai sensi dell'articolo 113-bis del Codice, i contratti di appalto prevedono penali per il ritardo nell'esecuzione delle prestazioni contrattuali da parte dell'appaltatore commisurate ai giorni di ritardo e proporzionali rispetto all'importo del contratto.

Le penali dovute per il ritardato adempimento sono calcolate in misura giornaliera pari allo **uno** per mille (euro uno e zero centesimi ogni mille) dell'ammontare netto contrattuale da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate al ritardo e non possono comunque superare, complessivamente, il 10 per cento di detto ammontare netto contrattuale.

In caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, sarà applicata una penale giornaliera di **uno** per mille (euro uno e zero centesimi ogni mille) dell'importo netto contrattuale.

Relativamente alla esecuzione della prestazione articolata in più parti, come previsto dal progetto esecutivo e dal presente Capitolato speciale d'appalto, nel caso di ritardo rispetto ai termini di una o più d'una di tali parti, le penali su indicate si applicano ai rispettivi importi.

Tutte le penali saranno contabilizzate in detrazione, in occasione di ogni pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo, e saranno imputate mediante ritenuta sull'importo della rata di saldo in sede di collaudo finale.

Art. 2.16 – Sicurezza dei lavori

L'appaltatore è tenuto ad osservare le disposizioni del piano di sicurezza e coordinamento eventualmente predisposto dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione (CSP) e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 100 del d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i.

L'obbligo è esteso alle eventuali modifiche e integrazioni disposte autonomamente dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE) in seguito a sostanziali variazioni alle condizioni di sicurezza sopravvenute e alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dallo stesso CSE. I nominativi dell'eventuale CSP e del CSE sono comunicati alle imprese esecutrici e indicati nel cartello di cantiere a cura della Stazione appaltante.

L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori e, anche in caso di consegna d'urgenza, dovrà presentare al CSE (ai sensi dell'art. 100 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.) le eventuali proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato al progetto.

L'Appaltatore dovrà redigere il Piano Operativo di Sicurezza (POS), in riferimento al singolo cantiere interessato, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di

sicurezza sopra menzionato. Il POS deve essere redatto da ciascuna impresa operante nel cantiere e consegnato alla stazione appaltante, per il tramite dell'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori per i quali esso è redatto.

Qualora non sia previsto Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), l'Appaltatore sarà tenuto comunque a presentare un Piano di Sicurezza Sostitutivo (PSS) del Piano di Sicurezza e Coordinamento conforme ai contenuti dell'Allegato XV del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i..

Nei casi in cui è prevista la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, le imprese esecutrici possono presentare, per mezzo dell'impresa affidataria, al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al Piano di Sicurezza e di Coordinamento loro trasmesso al fine di adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Appaltatore e per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso.

Il piano di sicurezza dovrà essere rispettato in modo rigoroso. E' compito e onere dell'Appaltatore ottemperare a tutte le disposizioni normative vigenti in campo di sicurezza ed igiene del lavoro che gli concernono e che riguardano le proprie maestranze, mezzi d'opera ed eventuali lavoratori autonomi cui esse ritenga di affidare, anche in parte, i lavori o prestazioni specialistiche in essi compresi.

Ai sensi dell'articolo 90 del d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i. nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea, viene designato il coordinatore per la progettazione (CSP) e, prima dell'affidamento dei lavori, il coordinatore per l'esecuzione dei lavori (CSE), in possesso dei requisiti di cui all'articolo 98 del d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i. La disposizione di cui al periodo precedente si applica anche nel caso in cui, dopo l'affidamento dei lavori a un'unica impresa, l'esecuzione dei lavori o di parte di essi sia affidata a una o più imprese.

Anche nel caso di affidamento dei lavori ad un'unica impresa, si procederà alle seguenti verifiche prima della consegna dei lavori:

- a) verifica l'idoneità tecnico-professionale delle imprese affidatarie, delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi in relazione alle funzioni o ai lavori da affidare, con le modalità di cui all'allegato XVII del d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i.. Nei cantieri la cui entità presunta è inferiore a 200 uomini-giorno e i cui lavori non comportano rischi particolari di cui all'allegato XI, il requisito di cui al periodo che precede si considera soddisfatto mediante presentazione da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi del certificato di iscrizione alla Camera di commercio, industria e artigianato e del documento unico di regolarità contributiva, corredato da autocertificazione in ordine al possesso degli altri requisiti previsti dall'allegato XVII;
- b) dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni

sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti. Nei cantieri la cui entità presunta è inferiore a 200 uomini-giorno e i cui lavori non comportano rischi particolari di cui all'allegato XI, il requisito di cui al periodo che precede si considera soddisfatto mediante presentazione da parte delle imprese del documento unico di regolarità contributiva, fatta salva l'acquisizione d'ufficio da parte delle stazioni appaltanti pubbliche, e dell'autocertificazione relativa al contratto collettivo applicato;

- c) copia della notifica preliminare, se del caso, di cui all'articolo 99 del d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i. e una dichiarazione attestante l'avvenuta verifica della documentazione di cui alle lettere a) e b).

All'atto dell'inizio dei lavori, e possibilmente nel verbale di consegna, l'Appaltatore dovrà dichiarare esplicitamente di essere perfettamente a conoscenza del regime di sicurezza del lavoro, ai sensi del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., in cui si colloca l'appalto e cioè:

- il nome del committente o per esso in forza delle competenze attribuitegli, la persona che lo rappresenta;
- il nome del Responsabile dei Lavori, eventualmente incaricato dal suddetto Committente (ai sensi dell'art. 89 d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81);
- che i lavori appaltati non rientrano nelle soglie fissate dall'art. 90 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., per la nomina dei Coordinatori della Sicurezza;
- il nome del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione;
- il nome del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione;
- di aver preso visione del Piano di Sicurezza e Coordinamento in quanto facente parte del progetto e di avervi adeguato le proprie offerte, tenendo conto che i relativi oneri, non soggetti a ribasso d'asta, assommano all'importo di Euro **9.468,88** (diconsi Euro novemilaquattrocentosessantotto/88).

Nella fase di realizzazione dell'opera il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, ove previsto ai sensi dell'art. 92 d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.:

- verificherà, tramite opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione da parte delle imprese appaltatrici (e subappaltatrici) e dei lavoratori autonomi delle disposizioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento di cui all'art. 100, d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. ove previsto;
- verificherà l'idoneità dei Piani Operativi di Sicurezza;
- adeguerà il piano di sicurezza e coordinamento ove previsto e il fascicolo, in relazione all'evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche;
- organizzerà, tra tutte le imprese presenti a vario titolo in cantiere, la cooperazione ed il coordinamento delle attività per la prevenzione e la protezione dai rischi;

- sovrintenderà all'attività informativa e formativa per i lavoratori, espletata dalle varie imprese;
- controllerà la corretta applicazione, da parte delle imprese, delle procedure di lavoro e, in caso contrario, attuerà le azioni correttive più efficaci;
- segnalerà al Committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta, le inadempienze da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi;
- proporrà la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o la risoluzione del contratto.

Nel caso in cui la Stazione Appaltante o il responsabile dei lavori non adottino alcun provvedimento, senza fornire idonea motivazione, provvede a dare comunicazione dell'inadempienza alla ASL e alla Direzione Provinciale del Lavoro. In caso di pericolo grave ed imminente, direttamente riscontrato, egli potrà sospendere le singole lavorazioni, fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

Il piano (o i piani) dovranno comunque essere aggiornati nel caso di nuove disposizioni in materia di sicurezza e di igiene del lavoro, o di nuove circostanze intervenute nel corso dell'appalto, nonché ogni qualvolta l'Appaltatore intenda apportare modifiche alle misure previste o ai macchinari ed attrezzature da impiegare.

L'Appaltatore dovrà portare a conoscenza del personale impiegato in cantiere e dei rappresentanti dei lavori per la sicurezza il piano (o i piani) di sicurezza ed igiene del lavoro e gli eventuali successivi aggiornamenti, allo scopo di informare e formare detto personale, secondo le direttive eventualmente emanate dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori. Ai sensi dell'articolo 105, comma 14, del Codice dei contratti, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

Le gravi o ripetute violazioni dei piani di sicurezza da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

Art. 2.16 – Obblighi dell'appaltatore relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari

L'Appaltatore assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e s.m.i, a pena di nullità del contratto.

Tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento per pagamenti a favore dell'appaltatore, o di tutti i soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all'intervento, devono avvenire mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall'ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità. Tali pagamenti devono avvenire utilizzando i conti correnti dedicati.

Le prescrizioni suindicate dovranno essere riportate anche nei contratti sottoscritti con subappaltatori e/o subcontraenti a qualsiasi titolo interessati all'intervento.

L'Appaltatore si impegna, inoltre, a dare immediata comunicazione alla stazione appaltante ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia ove ha sede la stazione appaltante, della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria. Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto.

Art. 2.17 – Anticipazione e pagamenti in acconto

Ai sensi dell'art. 35 comma 18 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i., sul valore del contratto d'appalto verrà calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo pari al **venti** per cento da corrispondere all'appaltatore entro quindici giorni dall'effettivo inizio della prestazione.

L'erogazione dell'anticipazione, consentita anche nel caso di consegna in via d'urgenza, ai sensi dell'articolo 32, comma 8, del citato decreto, è subordinata alla costituzione di garanzia fidejussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma della prestazione. La predetta garanzia è rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, o assicurative autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'articolo 106 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385.

L'anticipazione sarà gradualmente recuperata mediante trattenuta sull'importo di ogni certificato di pagamento, di un importo percentuale pari a quella dell'anticipazione; in ogni caso all'ultimazione della prestazione l'importo dell'anticipazione dovrà essere compensato integralmente. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione della prestazione non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

Lo stato di avanzamento (SAL) dei lavori sarà rilasciato nei termini e modalità indicati nella documentazione di gara e nel contratto di appalto, ai fini del pagamento di una rata di acconto; a tal fine il documento dovrà precisare il corrispettivo maturato, gli acconti già corrisposti e di conseguenza, l'ammontare dell'acconto da corrispondere, sulla base della differenza tra le prime due voci.

Ai sensi dell'art. 113-bis del d.lgs. 50/2016, il termine per il pagamento relativo agli acconti del corrispettivo di appalto non può superare i trenta giorni decorrenti dall'adozione di ogni stato

di avanzamento dei lavori, salvo che sia diversamente ed espressamente concordato dalle parti e comunque entro un termine non superiore a 60 giorni e purché ciò sia giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.

L'esecutore comunica alla stazione appaltante il raggiungimento delle condizioni contrattuali per l'adozione dello stato di avanzamento dei lavori.

Il Direttore dei Lavori, accertata la conformità della merce o del servizio al contratto d'appalto e verificato, quindi, il raggiungimento delle condizioni contrattuali adotta lo stato di avanzamento, contestualmente al ricevimento della comunicazione fatta dall'esecutore. Laddove si dovesse verificare una difformità tra le valutazioni del direttore dei lavori e quelle dell'esecutore in merito al raggiungimento delle condizioni contrattuali, il direttore dei lavori, a seguito di accertamento in contraddittorio con l'esecutore, procede all'archiviazione della comunicazione ovvero all'adozione dello stato di avanzamento dei lavori.

Il direttore dei lavori trasmette lo stato di avanzamento al RUP, il quale previa verifica della regolarità contributiva dell'impresa esecutrice, emette il certificato di pagamento contestualmente allo stato di avanzamento e, comunque, non oltre sette giorni dalla data della sua adozione. Il RUP invia il certificato di pagamento alla stazione appaltante, la quale procede al pagamento.

L'esecutore può emettere fattura al momento dell'adozione dello stato di avanzamento dei lavori e l'emissione della stessa non è subordinata al rilascio del certificato di pagamento da parte del RUP.

Ogni certificato di pagamento emesso dal RUP è annotato nel registro di contabilità.

La Stazione Appaltante acquisisce d'ufficio, anche attraverso strumenti informatici, il documento unico di regolarità contributiva (DURC) dagli istituti o dagli enti abilitati al rilascio in tutti i casi in cui è richiesto dalla legge.

Il certificato per il pagamento dell'ultima rata del corrispettivo, qualunque sia l'ammontare, verrà rilasciato dopo l'ultimazione dei lavori.

Ai sensi dell'art. 4, comma 2, d.m. 143/2021, la congruità dell'incidenza della manodopera sull'opera complessiva, deve essere richiesta dal committente o dall'impresa affidataria, in occasione della presentazione dell'ultimo stato di avanzamento dei lavori da parte dell'impresa, prima di procedere al saldo finale dei lavori.

A tal fine l'impresa affidataria avrà l'obbligo di attestare la congruità dell'incidenza della manodopera mediante la presentazione del DURC di congruità riferito all'opera complessiva (art. 4, comma 3, d.m. 143/2021).

L'attestazione di congruità sarà rilasciata dalla Cassa Edile/Edilcassa territorialmente competente, entro dieci giorni dalla richiesta, su istanza dell'impresa affidataria.

Nel caso in cui la Cassa Edile/Edilcassa riscontrasse delle incongruità nei dati (art. 5, d.m. 143/2021), lo comunicherà all'impresa affidataria, la quale avrà 15 giorni di tempo, dalla ricezione dell'avviso, per regolarizzare la sua posizione, attraverso il versamento in Cassa

Edile/Edilcassa dell'importo pari alla differenza di costo del lavoro necessaria a raggiungere la percentuale stabilita per la congruità ed ottenere il rilascio del DURC di congruità.

Laddove invece, decorra inutilmente il termine di 15 giorni, la Cassa Edile comunicherà, l'esito negativo della verifica di congruità ai soggetti che hanno effettuato la richiesta, con l'indicazione dell'importo a debito e delle cause di irregolarità. Conseguentemente, la Cassa Edile/Edilcassa territorialmente competente procederà all'iscrizione dell'impresa affidataria nella Banca nazionale delle imprese irregolari (BNI).

Qualora lo scostamento rispetto agli indici di congruità sia accertato in misura pari o inferiore al 5% della percentuale di incidenza della manodopera, la Cassa Edile/Edilcassa rilascerà ugualmente l'attestazione di congruità previa dichiarazione del direttore dei lavori che giustifichi tale scostamento.

L'impresa affidataria che risulti non congrua può, altresì, dimostrare il raggiungimento della percentuale di incidenza della manodopera mediante l'esibizione di documentazione provante costi non registrati presso la Cassa Edile/Edilcassa, in base a quanto previsto dall'Accordo collettivo del 10 settembre 2020.

L'esito negativo della verifica di congruità inciderà, in ogni caso, sulle successive verifiche di regolarità contributiva finalizzate al rilascio, per l'impresa affidataria, del DURC ordinario.

Ai sensi dell'art. 30 del d.lgs. 50/2016 e s.m.i., in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile.

In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50 per cento; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.

In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale, il responsabile unico del procedimento invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi quindici giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore inadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento diretto.

Art. 2.18 – Conto finale – Avviso ai creditori

Si stabilisce che il conto finale verrà compilato entro **trenta** giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.

Il conto finale dei lavori è compilato dal Direttore dei Lavori a seguito della certificazione dell'ultimazione degli stessi e trasmesso al RUP unitamente ad una relazione, in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando tutta la relativa documentazione.

Il conto finale dei lavori dovrà essere sottoscritto dall'Appaltatore, su richiesta del Responsabile del procedimento entro il termine perentorio di trenta giorni. All'atto della firma, non potrà iscriverne domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e dovrà confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili. Se l'Appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il Responsabile del procedimento in ogni caso formula una sua relazione al conto finale.

All'atto della redazione del certificato di ultimazione dei lavori il responsabile del procedimento darà avviso al Sindaco o ai Sindaci del comune nel cui territorio si eseguiranno i lavori, i quali curano la pubblicazione, nei comuni in cui l'intervento sarà stato eseguito, di un avviso contenente l'invito per coloro i quali vantino crediti verso l'esecutore per indebite occupazioni di aree o stabili e danni arrecati nell'esecuzione dei lavori, a presentare entro un termine non superiore a sessanta giorni le ragioni dei loro crediti e la relativa documentazione. Trascorso questo termine il Sindaco trasmetterà al responsabile del procedimento i risultati dell'anzidetto avviso con le prove delle avvenute pubblicazioni ed i reclami eventualmente presentati. Il responsabile del procedimento inviterà l'esecutore a soddisfare i crediti da lui riconosciuti e quindi rimetterà al collaudatore i documenti ricevuti dal Sindaco o dai Sindaci interessati, aggiungendo il suo parere in merito a ciascun titolo di credito ed eventualmente le prove delle avvenute tacitazioni.

Art. 2.19 – Ultimazione lavori – Collaudo/ Certificato di regolare esecuzione

Conformemente all'articolo 12 del d.m. 49/2018, il direttore dei lavori, a fronte della comunicazione dell'esecutore di intervenuta ultimazione dei lavori, effettuerà i necessari accertamenti in contraddittorio con l'esecutore, elaborerà tempestivamente il certificato di ultimazione dei lavori e lo invierà al RUP, il quale ne rilascerà copia conforme all'esecutore.

Il certificato di ultimazione elaborato dal direttore dei lavori potrà prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di

piccola entità, accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamento delle lavorazioni sopraindicate.

In sede di collaudo il direttore dei lavori:

- a) fornirà all'organo di collaudo i chiarimenti e le spiegazioni di cui dovesse necessitare e trasmetterà allo stesso la documentazione relativa all'esecuzione dei lavori;
- b) assisterà i collaudatori nell'espletamento delle operazioni di collaudo;
- c) esaminerà e approverà il programma delle prove di collaudo e messa in servizio degli impianti.

La Stazione Appaltante entro **trenta** giorni dalla data di ultimazione dei lavori, ovvero dalla data di consegna dei lavori in caso di collaudo in corso d'opera, attribuisce l'incarico del collaudo a soggetti con qualificazione rapportata alla tipologia e caratteristica del contratto, in possesso dei requisiti di moralità, competenza e professionalità, iscritti all'albo dei collaudatori nazionale o regionale di pertinenza.

Il collaudo deve essere concluso entro sei mesi dalla data di ultimazione dei lavori, salvi i casi di particolare complessità dell'opera da collaudare, per i quali il termine può essere elevato sino ad un anno. Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo decorsi due anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia stato emesso entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

I termini di inizio e di conclusione delle operazioni di collaudo dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al d.P.R. n. 207/2010, nonché le disposizioni dell'art. 102 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.

L'esecutore, a propria cura e spesa, metterà a disposizione dell'organo di collaudo gli operai e i mezzi d'opera necessari ad eseguire le operazioni di riscontro, le esplorazioni, gli scandagli, gli esperimenti, compreso quanto necessario al collaudo statico. Rimarrà a cura e carico dell'esecutore quanto occorre per ristabilire le parti del lavoro, che sono state alterate nell'eseguire tali verifiche. Nel caso in cui l'esecutore non ottemperi a tali obblighi, l'organo di collaudo potrà disporre che sia provveduto d'ufficio, in danno all'esecutore inadempiente, deducendo la spesa dal residuo credito dell'esecutore.

Nel caso di collaudo in corso d'opera, l'organo di collaudo, anche statico, effettuerà visite in corso d'opera con la cadenza che esso ritiene adeguata per un accertamento progressivo della regolare esecuzione dei lavori. In particolare sarà necessario che vengano effettuati sopralluoghi durante l'esecuzione delle fondazioni e di quelle lavorazioni significative la cui verifica risulti impossibile o particolarmente complessa successivamente all'esecuzione. Di ciascuna visita, alla quale dovranno essere invitati l'esecutore ed il direttore dei lavori, sarà redatto apposito verbale.

Se i difetti e le mancanze sono di poca entità e sono riparabili in breve tempo, l'organo di collaudo prescriverà specificatamente le lavorazioni da eseguire, assegnando all'esecutore un termine; il certificato di collaudo non sarà rilasciato sino a che non risulti che l'esecutore abbia completamente e regolarmente eseguito le lavorazioni prescrittegli. Nel caso di inottemperanza da parte dell'esecutore, l'organo di collaudo disporrà che sia provveduto d'ufficio, in danno all'esecutore.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla stazione appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

Qualora la stazione appaltante, nei limiti previsti dalla vigente normativa, non ritenga necessario conferire l'incarico di collaudo dell'opera, si darà luogo ad un certificato di regolare esecuzione emesso dal direttore dei lavori contenente gli elementi di cui all'articolo 229 del d.P.R. n. 207/2010. Entro il termine massimo di **novanta** giorni dalla data di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori sarà tenuto a rilasciare il certificato di regolare esecuzione, salvo che sia diversamente ed espressamente previsto nella documentazione di gara e nel contratto e purché ciò non sia gravemente iniquo per l'impresa affidataria. Il certificato sarà quindi confermato dal responsabile del procedimento.

La data di emissione del certificato di regolare esecuzione costituirà riferimento temporale essenziale per i seguenti elementi:

- a) il permanere dell'ammontare residuo della cauzione definitiva (di solito il 20%), o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato;
- b) la decorrenza della copertura assicurativa prevista all'articolo 103 comma 7 del d.lgs. n. 50/2016, dalla data di consegna dei lavori, o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato;
- c) la decorrenza della polizza di assicurazione della responsabilità civile per danni cagionati a terzi che l'esecutore dei lavori è obbligato a stipulare, per i lavori di cui all'articolo 103 comma 8 del d.lgs. n. 50/2016, per la durata di dieci anni.

Per i lavori di importo inferiore a 40.000 euro potrà essere tenuta una contabilità semplificata, mediante apposizione sulle fatture di spesa di un visto del Direttore dei Lavori, volto ad attestare la corrispondenza del lavoro svolto con quanto fatturato, tenendo conto dei lavori effettivamente eseguiti. In questo caso, il certificato di regolare esecuzione potrà essere sostituito con l'apposizione del visto del direttore dei lavori sulle fatture di spesa.

All'esito positivo del collaudo o della verifica di conformità, e comunque entro un termine non superiore a sette giorni dagli stessi, il responsabile unico del procedimento rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'appaltatore; il relativo pagamento è effettuato nel termine di trenta giorni decorrenti dal suddetto esito positivo del collaudo o della verifica di conformità, salvo che sia espressamente concordato nel contratto

un diverso termine, comunque non superiore a sessanta giorni e purché ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.

Il certificato di pagamento non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

Art. 2.20 – Oneri ed obblighi diversi a carico dell'appaltatore – Responsabilità dell'appaltatore

Sono a carico dell'Appaltatore, gli oneri e gli obblighi di cui al d.m. 145/2000 Capitolato Generale d'Appalto, alla vigente normativa e al presente Capitolato Speciale d'Appalto, nonché quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori; in particolare anche gli oneri di seguito elencati:

- la nomina, prima dell'inizio dei lavori, del Direttore tecnico di cantiere, che dovrà essere professionalmente abilitato ed iscritto all'albo professionale e dovrà fornire alla Direzione dei Lavori apposita dichiarazione di accettazione dell'incarico del Direttore tecnico di cantiere;
- i movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni ed avanzati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite;
- la recinzione del cantiere con solido steccato in materiale idoneo, secondo le prescrizioni del Piano di Sicurezza ovvero della Direzione dei Lavori, nonché la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaimento ove possibile e la sistemazione dei suoi percorsi in modo da renderne sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone;
- la sorveglianza sia di giorno che di notte del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutti i beni di proprietà della Stazione Appaltante e delle piantagioni consegnate all'Appaltatore. Per la custodia di cantieri allestiti per la realizzazione di opere pubbliche, l'Appaltatore dovrà servirsi di personale addetto con la qualifica di guardia giurata;
- la costruzione, entro la recinzione del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei Lavori, di locali ad uso ufficio del personale, della Direzione ed assistenza, sufficientemente arredati, illuminati e riscaldati, compresa la relativa manutenzione. Tali locali dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici con relativi impianti di scarico funzionanti;
- la fornitura e manutenzione di cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro venisse particolarmente indicato dalla Direzione dei

Lavori o dal Coordinatore in fase di esecuzione, allo scopo di migliorare la sicurezza del cantiere;

- il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati latitanti le opere da eseguire;
- la fornitura di acqua potabile per il cantiere;
- l'osservanza delle norme, leggi e decreti vigenti, relative alle varie assicurazioni degli operai per previdenza, prevenzione infortuni e assistenza sanitaria che potranno intervenire in corso di appalto;
- la comunicazione all'Ufficio da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della manodopera;
- l'osservanza delle norme contenute nelle vigenti disposizioni sulla polizia mineraria di cui al d.P.R. 128/59 e s.m.i.;
- le spese per la realizzazione di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero indicato dalla Direzione dei Lavori;
- l'assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti;
- il pagamento delle tasse e di altri oneri per concessioni comunali (titoli abilitativi per la costruzione, l'occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente i materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per gli allacciamenti e gli scarichi;
- la pulizia quotidiana dei locali in costruzione e delle vie di transito del cantiere, col personale necessario, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre Ditte;
- il libero accesso ed il transito nel cantiere e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette ed a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori per conto diretto della Stazione Appaltante;
- l'uso gratuito parziale o totale, a richiesta della Direzione dei Lavori, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, ed apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori;
- il ricevimento, lo scarico ed il trasporto in cantiere e nei luoghi di deposito o a piè d'opera, a sua cura e spese, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre Ditte per conto della Stazione Appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati a tali materiali e manufatti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore;

- la predisposizione, prima dell'inizio dei lavori, del piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori di cui al comma 17 dell'art. 105 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i.;
- l'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nel d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. e di tutte le norme in vigore in materia di sicurezza;
- il consenso all'uso anticipato delle opere qualora venisse richiesto dalla Direzione dei Lavori, senza che l'Appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Egli potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potrebbero derivarne dall'uso;
- la fornitura e posa in opera nel cantiere, a sua cura e spese, delle apposite tabelle indicative dei lavori, anche ai sensi di quanto previsto dall'art. 105 comma 15 del d.lgs. 50/2016 e s.m.i.;
- la trasmissione alla Stazione Appaltante, a sua cura e spese, degli eventuali contratti di subappalto che dovesse stipulare, almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, ai sensi del comma 7 dell'art. 105 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. La disposizione si applica anche ai noli a caldo ed ai contratti similari;
- la disciplina e il buon ordine dei cantieri. L'appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore. In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. La Direzione dei Lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplinazione, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'amministrazione committente per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e nell'eventuale compenso di cui all'articolo "Ammontare dell'Appalto" del presente Capitolato. Detto eventuale compenso è fisso ed invariabile, essendo soggetto soltanto alla riduzione relativa all'offerto ribasso contrattuale.

L'Appaltatore si obbliga a garantire il trattamento dei dati acquisiti in merito alle opere appaltate, in conformità a quanto previsto dal Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 "REGOLAMENTO GENERALE SULLA PROTEZIONE DEI

DATI" e dal D.Lgs. 30 giugno 2003, n. 196 "Codice in materia di protezione dei dati personali" e s.m.i.

Art. 2.21 – Cartelli all'esterno del cantiere

L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire in opera a sua cura e spese e di esporre all'esterno del cantiere, come dispone la Circolare Min. LL.PP. 1 giugno 1990, n. 1729/UL, due cartelli di dimensioni non inferiori a m. 1,00 (larghezza) per m. 2,00 (altezza) in cui devono essere indicati la Stazione Appaltante, l'oggetto dei lavori, i nominativi dell'Impresa, del Progettista, della Direzione dei Lavori e dell'Assistente ai lavori; in detti cartelli, ai sensi dall'art. 105 comma 15 del d.lgs. 50/2016 e s.m.i., devono essere indicati, altresì, i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici nonché tutti i dati richiesti dalle vigenti normative nazionali e locali.

Art. 2.22 – Proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione

In attuazione dell'art. 36 del Capitolato generale d'appalto d.m. 145/2000, i materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della Stazione Appaltante.

L'Appaltatore dovrà trasportarli e regolarmente accatastarli nel sito di stoccaggio indicato dalla Stazione appaltante intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora detti materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi di contratto.

Art. 2.23 – Rinvenimenti

Nel caso la verifica preventiva di interesse archeologico di cui all'articolo 25 del d.lgs. 50/2016 risultasse negativa, al successivo eventuale rinvenimento di tutti gli oggetti di pregio intrinseco ed archeologico esistenti nelle demolizioni, negli scavi e comunque nella zona dei lavori, si applicherà l'art. 35 del Capitolato generale d'appalto (d.m. 145/2000); essi spettano di pieno diritto alla Stazione Appaltante, salvo quanto su di essi possa competere allo Stato. L'Appaltatore dovrà dare immediato avviso dei loro rinvenimento, quindi depositarli negli uffici

della Direzione dei Lavori, ovvero nel sito da questi indicato, che redigerà regolare verbale in proposito da trasmettere alle competenti autorità.

L'appaltatore avrà diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.

L'appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della stazione appaltante.

Per quanto detto, però, non saranno pregiudicati i diritti spettanti per legge agli autori della scoperta.

Art. 2.24 – Brevetti di invenzione

I requisiti tecnici e funzionali dei lavori da eseguire possono riferirsi anche allo specifico processo di produzione o di esecuzione dei lavori, a condizione che siano collegati all'oggetto del contratto e commisurati al valore e agli obiettivi dello stesso. A meno che non siano giustificati dall'oggetto del contratto, i requisiti tecnici e funzionali non fanno riferimento a una fabbricazione o provenienza determinata o a un procedimento particolare caratteristico dei prodotti o dei servizi forniti da un determinato operatore economico, né a marchi, brevetti, tipi o a una produzione specifica che avrebbero come effetto di favorire o eliminare talune imprese o taluni prodotti. Tale riferimento è autorizzato, in via eccezionale, nel caso in cui una descrizione sufficientemente precisa e intelligibile dell'oggetto del contratto non sia possibile: un siffatto riferimento sarà accompagnato dall'espressione «o equivalente».

Nel caso la Stazione Appaltante prescriva l'impiego di disposizioni o sistemi protetti da brevetti d'invenzione, ovvero l'Appaltatore vi ricorra di propria iniziativa con il consenso della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore deve dimostrare di aver pagato i dovuti canoni e diritti e di aver adempiuto a tutti i relativi obblighi di legge.

Art. 2.25 – Gestione delle contestazioni e riserve

Ai sensi degli articoli 9 e 21 del D.M. 7 marzo 2018, n. 49 si riporta la disciplina prevista dalla stazione appaltante relativa alla gestione delle contestazioni su aspetti tecnici e riserve.

L'esecutore, è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.

Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della sottoscrizione. Il registro di contabilità è sottoposto all'esecutore per la sua sottoscrizione in occasione di ogni stato di avanzamento.

Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore, ritiene gli siano dovute.

La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate.

Nel caso in cui l'esecutore, non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di quindici giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.

Se l'esecutore, ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della stessa, egli esplica, a pena di decadenza, nel termine di quindici giorni, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre di compenso cui crede aver diritto, e le ragioni di ciascuna domanda.

Il direttore dei lavori, nei successivi quindici giorni, espone nel registro le sue motivate deduzioni. Se il direttore dei lavori omette di motivare in modo esauriente le proprie deduzioni e non consente alla stazione appaltante la percezione delle ragioni ostative al riconoscimento delle pretese dell'esecutore, incorre in responsabilità per le somme che, per tale negligenza, la stazione appaltante dovesse essere tenuta a sborsare.

Nel caso in cui l'esecutore non ha firmato il registro nel termine di cui sopra, oppure lo ha fatto con riserva, ma senza esplicitare le sue riserve nel modo e nel termine sopraindicati, i fatti registrati si intendono definitivamente accertati, e l'esecutore decade dal diritto di far valere in qualunque termine e modo le riserve o le domande che ad essi si riferiscono.

Accordo bonario

Qualora in seguito all'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare tra il 5 ed il 15 per cento dell'importo contrattuale, si attiverà il procedimento dell'accordo bonario di tutte le riserve iscritte fino al momento dell'avvio del procedimento stesso.

Il procedimento dell'accordo bonario può essere reiterato quando le riserve iscritte, ulteriori e diverse rispetto a quelle già esaminate, raggiungano nuovamente l'importo di cui al periodo precedente, nell'ambito comunque di un limite massimo complessivo del 15 per cento dell'importo del contratto.

Prima dell'approvazione del certificato di collaudo ovvero del certificato di regolare esecuzione, qualunque sia l'importo delle riserve, il responsabile unico del procedimento attiverà l'accordo bonario per la risoluzione delle riserve e valuterà l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve ai fini dell'effettivo raggiungimento del limite di valore del 15 per cento del contratto.

Possono essere oggetto di riserva gli aspetti progettuali che sono stati oggetto di verifica ai sensi dell'art. 26, del DLgs n. 50/2016.

Il direttore dei lavori darà immediata comunicazione al responsabile unico del procedimento delle riserve, trasmettendo nel più breve tempo possibile una propria relazione riservata.

Il responsabile unico del procedimento, acquisita la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo, provvederà direttamente alla formulazione di una proposta di accordo bonario ovvero per il tramite degli esperti segnalati dalla Camera arbitrale istituita presso l'ANAC con le modalità previste dall'articolo 205 comma 5 del d.lgs. n. 50/2016.

Se la proposta è accettata dalle parti, entro quarantacinque giorni dal suo ricevimento, l'accordo bonario è concluso e viene redatto verbale sottoscritto dalle parti. L'accordo ha natura di transazione. Sulla somma riconosciuta in sede di accordo bonario sono dovuti gli interessi al tasso legale a decorrere dal sessantesimo giorno successivo alla accettazione dell'accordo bonario da parte della stazione appaltante. In caso di reiezione della proposta da parte del soggetto che ha formulato le riserve ovvero di inutile decorso del termine di cui al secondo periodo possono essere aditi gli arbitri o il giudice ordinario.

L'impresa, in caso di rifiuto della proposta di accordo bonario ovvero di inutile decorso del termine per l'accettazione, può instaurare un contenzioso giudiziario entro i successivi sessanta giorni, a pena di decadenza.

Art. 2.26 – Disposizioni generali relative ai prezzi e clausole di revisione

I prezzi unitari in base ai quali saranno pagati i lavori appaltati a misura comprendono e compensano:

- circa i materiali: ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;
- circa gli operai e mezzi d'opera: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;
- circa i noli: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;

- circa i lavori a misura ed a corpo: tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per tutti gli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente Capitolato.

I prezzi medesimi, per lavori a misura ed a misura, nonché il compenso a misura, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio e sono fissi ed invariabili.

Fino al 31 dicembre 2023 la Stazione appaltante può, dar luogo ad una revisione dei prezzi ai sensi dell'art. 106, comma 1, lettera a), del D.lgs. 50/2016.

Qualora nel corso dell'esecuzione del contratto d'appalto, i prezzi dei materiali da costruzione subiscano delle variazioni in aumento o in diminuzione, tali da determinare un aumento o una diminuzione dei prezzi unitari utilizzati, l'appaltatore avrà diritto ad un adeguamento compensativo.

Per i contratti relativi ai lavori, in deroga, all'art. 106, comma 1, lettera a), quarto periodo del DLgs 50/2016, qualora il prezzo dei singoli materiali da costruzione subisca variazioni di prezzo in aumento o in diminuzione superiori al 5% rispetto al prezzo, rilevato con decreto dal Ministero delle infrastrutture e mobilità sostenibili, nell'anno di presentazione dell'offerta, si dà luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il 5% e comunque in misura pari all'80% di detta eccedenza alle condizioni previste nell'apposita clausola di revisione dei prezzi.

La compensazione è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il 5% al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni, contabilizzate nei dodici mesi precedenti all'emanazione del decreto da parte del MIMS e nelle quantità accertate dal DL.

Le compensazioni sono liquidate previa presentazione da parte dell'appaltatore entro 60 giorni dalla pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale del decreto MIMS, di un'istanza di compensazione alla Stazione appaltante, per i lavori eseguiti nel rispetto del cronoprogramma⁽⁴⁾.

Il DL verificato il rispetto del cronoprogramma nell'esecuzione dei lavori e valutata la documentazione probante la maggiore onerosità subita dall'appaltatore riconosce la compensazione così come segue:

- se la maggiore onerosità provata dall'appaltatore è relativa ad una variazione percentuale inferiore a quella riportata nel decreto MIMS, la compensazione

viene riconosciuta limitatamente alla predetta inferiore variazione e per la sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza;

- se la maggiore onerosità provata dall'appaltatore è relativa ad una variazione percentuale superiore a quella riportata nel decreto MIMS, la compensazione viene riconosciuta per la sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza.

La compensazione non è soggetta al ribasso d'asta ed è al netto delle eventuali compensazioni precedentemente accordate, inoltre, restano esclusi dalla stessa i lavori contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta.

Se le variazioni ai prezzi di contratto comportino categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale si provvederà alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali saranno valutati:

- desumendoli dal prezzario della stazione appaltante o dal prezzario predisposti dalle regioni e dalle province autonome territorialmente competenti, ove esistenti;
- ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, e approvati dal RUP.

Ove da tali calcoli risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori saranno approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.

Se l'esecutore non accetterà i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungere l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'impresa affidataria non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intenderanno definitivamente accettati.

Art. 2.27 – Osservanza regolamento UE sui materiali

La progettazione, i materiali prescritti e utilizzati nell'opera dovranno essere conformi sia alla direttiva del Parlamento Europeo UE n.305/2011 sia a quelle del Consiglio dei LL.PP. Le nuove regole sulla armonizzazione e la commercializzazione dei prodotti da costruzione sono contenute nel Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106, riguardante il "Regolamento dei prodotti da costruzione".

L'appaltatore, il progettista, il direttore dei lavori, il direttore dell'esecuzione o il collaudatore, ognuno secondo la propria sfera d'azione e competenza, saranno tenuti a rispettare l'obbligo di impiego di prodotti da costruzione di cui al citato Regolamento UE.

Anche qualora il progettista avesse per errore prescritto prodotti non conformi alla norma, rendendosi soggetto alle sanzioni previste dal D.lgs. 106/2017, l'appaltatore è tenuto a comunicare per iscritto alla Stazione appaltante ed al Direttore dei lavori il proprio dissenso in merito e ad astenersi dalla fornitura e/o messa in opera dei prodotti prescritti non conformi.

Particolare attenzione si dovrà prestare alle certificazioni del fabbricante all'origine, che, redigendo una apposita dichiarazione, dovrà attestare la prestazione del prodotto secondo le direttive comunitarie.

CAPO III - PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE

Il presente capo è dedicato alle prescrizioni e specifiche tecniche relative all'oggetto del contratto. Si riportano di seguito le attività di sito e di laboratorio descritte nel progetto esecutivo:

IN SITO:

- n. 15 sondaggi a carotaggio continuo (L = 30 m);
- n. 15 sondaggi a distruzione di nucleo (L = 20 m);
- n. 7 prove CPTu (L = 20 m) per la caratterizzazione meccanica di UG-1 e per la determinazione delle pressioni interstiziali;
- n. 5 prove Cross-Hole in onde P e S;
- n. 3 stendimenti di sismica a rifrazione (L = 250 m) in onde P e S;
- n. 1 stendimento di sismica a rifrazione (L = 150 m) in onde P e S;
- raccolta di n. 36 campioni indisturbati per la caratterizzazione fisico-meccanica di laboratorio di UG-1;
- raccolta di n. 16 campioni da cassetta per la caratterizzazione fisico-meccanica di laboratorio di UL-1;
- n. 6 prove BHTV/OPTV per le determinazioni di eventuali famiglie di discontinuità nell'unità UL-1;
- n. 36 prove di permeabilità in foro a carico variabile del tipo *Lefranc* sulle unità UG1 e UL-1.

IN LABORATORIO:

UG-1:

- n. 36 analisi granulometriche effettuate sia tramite setacciatura che aerometria;
- n. 36 fotografie di dettaglio dei campioni indisturbati;
- n. 36 prove di peso per unità di volume;
- n. 36 prove di peso per unità di volume naturale;
- n. 36 prove per la determinazione dei limiti di consistenza;
- n. 36 prove per la determinazione del contenuto d'acqua naturale;
- n. 8 prove Tx CID su provini preventivamente saturati e consolidati a valori della tensione efficace maggiori o uguali a quello a cui era soggetto in sito il campione;

- n. 8 prove Tx CIU su provini preventivamente saturati e consolidati a valori della tensione efficace maggiori o uguali a quello a cui era soggetto in sito il campione;
- n. 12 prove edometriche eseguite in almeno 12 gradini di carico fino al raggiungimento della tensione verticale efficace massima di 600 kPa. Le prove saranno eseguite su provini ricavati dagli stessi campioni utilizzati per le prove triassiali;
- n. 6 prove di colonna risonante su provini precedentemente saturati e consolidati alla tensione media efficace a cui erano soggetti i campioni in sito.

UL-1:

- n. 16 prove di peso per unità di volume;
- n. 16 prove di peso per unità di volume naturale;
- n. 6 prove a compressione monoassiale per la caratterizzazione meccanica;
- n. 6 prove a punzonamento (PLT) per la caratterizzazione meccanica;
- n. 6 prove brasiliane per la caratterizzazione meccanica;
- n. 6 prove di taglio diretto per la caratterizzazione meccanica (parte pelitica).

Le prove di laboratorio, sulle terre e sulle rocce, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR 6 giugno 2001, n. 380 (come riportato al Par. 6.2.2 NTC18).

In Tabella 1 è riportato il codice assegnato ad ogni sondaggio geognostico. Tale codifica tiene conto della tecnica di perforazione (carotaggio continuo o distruzione di nucleo) e dello stato di utilizzo finale del foro (strumentazione di monitoraggio).

I sondaggi sono stati disposti lungo tre sezioni considerate maggiormente rappresentative del corpo frana (sezioni A-A, B-B e C-C, rif. "Relazione generale" codice elaborato: R001). In Figura 1 è rappresentato uno stralcio della tavola grafica allegata al presente progetto esecutivo.

Si sottolinea inoltre, che la programmazione delle prove penetrometriche statiche CPTu previste nella copertura detritica sarà definita a valle delle risultanze dei sondaggi e delle indagini geosismiche in modo da mirarne l'ubicazione al fine di caratterizzare particolari situazioni stratigrafico-geotecniche eventualmente accertate a conclusione delle suddette indagini. Pertanto l'ubicazione di tali prove riportata nella Figura 1 è orientativa.

Tabella 1 Codifica per la denominazione dei nuovi sondaggi

N.1	Sezione	Nuovo Codice Sondaggio			
		S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	
1	A-A	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	1
2	A-A	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	2
3	A-A	S	D ⁽²⁾		3
4	A-A	S	C ⁽¹⁾		4
5	A-A	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	5
6	A-A	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	6
7	A-A	S	C ⁽¹⁾		7
8	A-A	S	D ⁽²⁾		8
9	A-A	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	9
10	A-A	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	10
11	A-A	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	11
12	A-A	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	12
13	A-A	S	D ⁽²⁾		13
14	A-A	S	C ⁽¹⁾		14
15	B-B	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	15
16	B-B	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	16
17	B-B	S	D ⁽²⁾		17
18	B-B	S	C ⁽¹⁾		18
19	B-B	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	19
20	B-B	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	20
21	B-B	S	D ⁽²⁾		21
22	B-B	S	C ⁽¹⁾		22
23	B-B	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	23
24	B-B	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	24
25	B-B	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	25
26	B-B	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	26
27	C-C	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	27
28	C-C	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	28
29	C-C	S	D ⁽²⁾	P ⁽³⁾	29
30	C-C	S	C ⁽¹⁾	I ⁽⁴⁾	30

⁽¹⁾sondaggio a carotaggio continuo, ⁽²⁾sondaggio a distruzione nucleo, ⁽³⁾piezometro installato,
⁽⁴⁾inclinometro installato

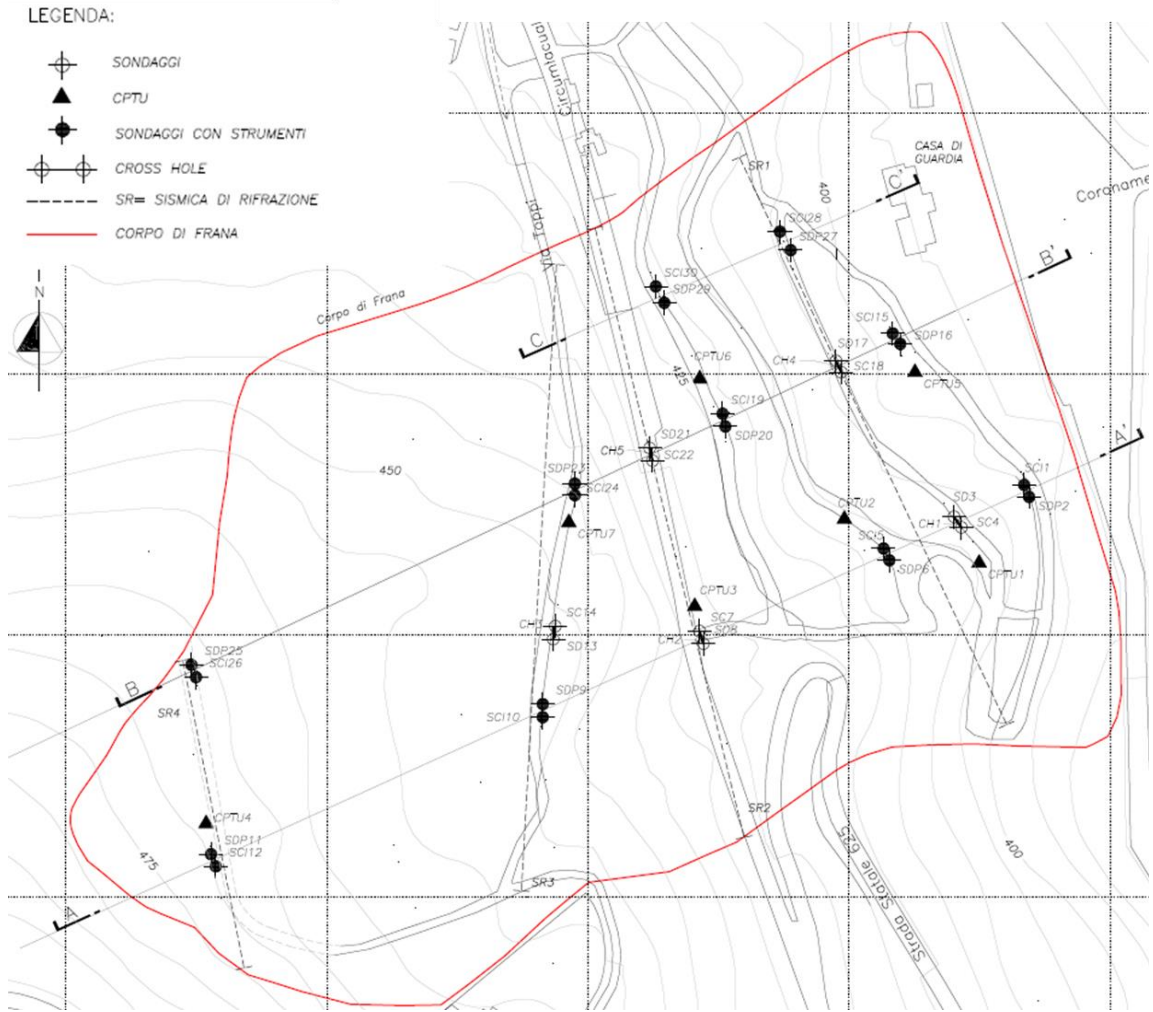


Figura 1 Stralcio della tavola "Progetto esecutivo- Stato di progetto-Sondaggi e monitoraggio", codice elaborato: D031

Per indagare in modo più dettagliato il comportamento del versante, è stato definito un programma di monitoraggio addizionale, specificatamente concentrato ad ottenere maggiori informazioni sugli spostamenti e sulla superficie freatica.

Si riportano di seguito gli strumenti di monitoraggio da installare:

- **n. 10 stazioni inclinometriche** (L = 30 m), ciascuna delle quali attrezzata con tubi dotati di 4 guide;
- **n. 10 stazioni piezometriche** attrezzate con piezometri di tipo Casagrande a doppio tubo (0,5 pollice e 1,5 pollice), con tratto di misura ubicato nella coltre detritica (UG-1), ad una distanza pari ad 2 m dal tetto della formazione di base (UL-1).

Art. 3 - Approntamento del cantiere e installazione dell'attrezzatura su ciascun punto di perforazione e/o prove in sito

Nel prezzo per l'approntamento del cantiere è compreso e compensato:

- ogni onere di revisione ed adattamento delle attrezzature in funzione del particolare impiego cui verranno destinate;
- ogni onere di trasporto in andata e ritorno delle attrezzature e di tutti gli accessori necessari all'esecuzione delle indagini;
- il trasporto da un piazzamento al successivo di tutti i macchinari ed attrezzi necessari all'esecuzione delle indagini (formazione di piste d'accesso, piazzali di manovra e lavoro, ecc);
- l'approvvigionamento dell'acqua necessaria all'esecuzione delle prestazioni, compreso l'eventuale trasporto con autobotte.

Art. 4 - Sondaggi geognostici

I sondaggi geognostici verranno realizzati al fine di costruire un modello geologico-geotecnico della sponda.

Le finalità degli stessi possono essere così sintetizzate:

- 1) ricostruzione di una stratigrafia di dettaglio;
- 2) costruzione di uno o più modelli per l'interpretazione delle indagini indirette (prove penetrometriche e indagini sismiche);
- 3) prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio;
- 4) installazione di strumentazione di misura.

I sondaggi andranno realizzati a **carotaggio continuo** con l'utilizzo del carotiere doppio, e a **distruzione di nucleo**.

Per evitare il franamento delle pareti dei fori di sondaggio saranno impiegati rivestimenti metallici il cui avanzamento seguirà quello della perforazione. Il diametro dei rivestimenti sarà tale da permettere l'uso dei campionatori previsti e di quant'altro necessario per effettuare le prove in sito.

Durante la perforazione si dovrà usare la sola acqua come fluido di perforazione al fine di non rischiare di intasare i piezometri una volta installati.

Sondaggi a carotaggio continuo

I fori realizzati tramite sondaggi a carotaggio continuo saranno attrezzati con inclinometri. La lunghezza di tali sondaggi dovrà essere tale da indagare la formazione di base per una lunghezza massima di 10 m ($L = 30$ m). Il materiale carotato andrà conservato in apposite cassette catalogatrici, sulle quali dovrà essere ben visibile:

- 1) numero del sondaggio;
- 2) numero della cassetta;
- 3) data;
- 4) profondità di prelievo;
- 5) prelievi di campioni;
- 6) prove in foro.

Le stesse dovranno essere fotografate separatamente e inserite nell'apposita relazione di consegna lavori unitamente alla documentazione fotografica dell'ubicazione della macchina e alle stratigrafie dei sondaggi. Le cassette catalogatrici, al loro completamento, dovranno essere coperte con apposito coperchio, trasportate in luogo chiuso e coperto, non esposte al sole nonché alle intemperie (ad esempio la casa di guardia o un deposito automezzi).

Nelle stratigrafie dovranno essere presenti:

- 1) coordinate piano-altimetriche del boccaforo;
- 2) quota della falda rinvenuta nel foro;
- 3) profondità delle diverse unità riconosciute;
- 4) descrizione dettagliata di ciascuno strato attraversato;
- 5) prelievo dei campioni e tipologia di campionatore utilizzato;
- 6) profondità e tipologia di prove in foro eseguite;
- 7) profondità del rivestimento e suo diametro;
- 8) tipologia di carotiere unitamente alla tipologia di corona utilizzata;
- 9) percentuale di carotaggio;
- 10) eventuale R.Q.D. per i tratti lapidei;
- 11) tipologia di fluidi di perforazione utilizzati;
- 12) caratteristiche della strumentazione utilizzata.

Per uniformità di rappresentazione dei profili stratigrafici si prescrive l'adozione di simboli grafici di cui alle norme A.G.I.

In riferimento al precedente punto 2), la descrizione dettagliata di ciascuno strato attraversato comprendente:

- 1) composizione granulometrica approssimata, nei termini correnti previsti dalle norme A.G.I.;
- 2) colori prevalenti dei terreni;
- 3) caratteristiche di addensamento dei terreni non coesivi, nei termini: sciolto, mediamente compatto, ecc.;
- 4) grado di arrotondamento, di appiattimento e natura della ghiaia e dei ciottoli;
- 5) grado di uniformità dei terreni non coesivi (ben gradato, uniforme, ecc.)
- 6) caratteristiche di consistenza dei terreni coesivi, nei termini: tenero, compatto, molto compatto;
- 7) presenza di sostanze organiche, torbe, fossili, legno, calcinacci, materiale di discarica, ecc.;
- 8) definizione della percentuale di recupero;

Il sondaggio, se non utilizzato per la posa in opera di strumentazione geotecnica, dovrà essere riempito con idoneo materiale, secondo le indicazioni del Direttore dell'esecuzione del contratto, con onere dell'Impresa.

Dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti atti a fornire una alta percentuale di recupero. Per raggiungere tale obiettivo, oltre ad utilizzare personale con esperienza in questi tipi di perforazione, sarà necessario:

- 1) utilizzare carotieri doppi con corona adeguata al tipo di roccia;
- 2) limitare la lunghezza della singola manovra;
- 3) ricorrere a diametri di perforazione maggiori.

I campioni dovranno essere prelevati con un campionatore idoneo ad avere campioni indisturbati (qualità Q.5). Gli stessi dovranno essere sigillati con paraffina e tappi per la chiusura delle fustelle al fine di non perdere l'umidità naturale del campione. I campioni rimaneggiati, prelevati da cassetta) potranno essere contenuti in sacchetti di nylon e sigillati con nastro adesivo. Tutti i campioni prelevati dovranno essere consegnati in breve tempo al laboratorio geotecnico incaricato dal Committente, e nel frattempo conservati in luogo fresco e riparato.

Sondaggi a distruzione nucleo

I fori realizzati tramite sondaggi a distruzione nucleo saranno attrezzati con piezometri. La lunghezza di tali sondaggi dovrà essere limitata alla sola UG-1 (L = 20 m). Per ogni sondaggio eseguito dovrà essere descritto:

- 1) ubicazione e denominazione del cantiere;
- 2) committente ed Impresa esecutrice;
- 3) quota dei sondaggi;
- 4) orientamento del sondaggio, inclinazione rispetto alla verticale e suo orientamento;
- 5) data di inizio e fine della perforazione;
- 6) metodi di perforazione impiegati;
- 7) caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione e diametro di perforazione del carotiere;
- 8) tipo e diametro degli eventuali rivestimenti;

Durante la perforazione potranno essere prelevati campioni di detrito uscente dal foro (cutting) mediante i quali dovrà essere ricostruita una approssimata descrizione dei terreni attraversati, fornendo inoltre notizie riguardanti:

- 1) perdite di fluidi di circolazione, eventuali franamenti delle pareti, rifluimenti dal fondo e quant'altro possa essere rilevato in campagna;
- 2) tutto quello che riguarda le prove in sito eventualmente eseguite (misure di permeabilità, prove in foro, ecc.);

Si evidenzia che l'esatta posizione dei sondaggi, dovrà seguire le indicazioni del presente piano di indagini.

Art. 5 – Installazione della strumentazione di monitoraggio

Durante la realizzazione dei sondaggi è prevista l'installazione di:

- piezometri Casagrande;
- inclinometri;
- tubazione in PVC per prove Cross-Hole.

È prevista l'installazione di un **piezometro Casagrande** per ogni stazione piezometrica.

Questo tipo di piezometro presenta le seguenti caratteristiche:

- un elemento filtrante, rappresentato da un cilindro in pietra porosa o in polietilene poroso ad alta densità del diametro di 30.0 ÷ 50.0 mm e della lunghezza di 200 ÷ 300 mm;
- due tubi in PVC o in nylon ricoperti da polietilene del diametro pari a 0,5 e 1,5 pollici, posti all'estremità superiore della pietra porosa per il raccordo in superficie.

L'installazione del piezometro seguirà le seguenti fasi, avendo cura, per ogni singolo step, di misurare la profondità del foro in modo da rispettare la profondità di posa di progetto:

- 1) saturazione del cilindro poroso con acqua deaerata;
- 2) posa in opera di uno strato di base costituito da malta di cemento – bentonite - acqua (50 – 10 - 100 parti in peso), fino alla profondità di 1,5 m al di sotto della quota di installazione del piezometro (spessore 0,5 m), con ritiro progressivo del rivestimento;
- 3) posa in opera di uno strato impermeabile (spessore 1 m), costituito da bentonite in pellets ($\varnothing = 1 \div 2$ cm) precedentemente confezionate, costipate con pestello, con ritiro ulteriore del rivestimento;
- 4) lavaggio del foro con acqua pulita;
- 1) posa in opera di uno strato (spessore 0,5 m) di sabbia grossa o ghiaietto pulito ($\varnothing = 1 \div 4$ mm);
- 2) discesa a quota della cella Casagrande, mantenuto fino a quel momento in acqua pulita e poi assemblata con i due tubi; i singoli spezzoni di tubo dovranno essere collegati tra loro mediante appositi manicotti di giunzione, opportunamente sigillati;
- 3) posa di sabbia grossa o ghiaietto pulito ($\varnothing = 1 \div 4$ mm) attorno e sopra il piezometro (spessore 0,5 m), ritirando man mano il rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che cella e tubicini non risalgano assieme al rivestimento;

- 4) posa di un secondo tappo impermeabile (spessore 1 m), costituito da bentonite in pellets ($\varnothing = 1\div 2$ cm) precedentemente confezionate, costipate con pestello, con ritiro ulteriore del rivestimento;
- 5) Cementazione del tratto di foro rimanente, come nel caso del primo riempimento, fino alla sommità;
- 6) nelle aree non interessate dal passaggio di automezzi la parte sommitale dei due tubi verrà protetta per mezzo di un tubo coassiale in metallo di lunghezza pari a 0,5 m e diametro pari a 140 mm (chiusino), ammorsato per circa 0,2 m all'interno di un piccolo scavo rettangolare (20x20x30 cm) colmato con cemento comune. Il chiusino sarà dotato di chiusura a lucchetto e chiavi che verranno consegnate alla Direzione Lavori.
- 7) nelle aree interessate dal passaggio di automezzi è richiesta la terminazione "a raso" per mezzo di pozzetto carrabile che potrà essere prefabbricato in calcestruzzo (di dimensioni 40x40x40 cm), sigillato tramite chiusino in ghisa e dotato di drenaggio sul fondo per evitare che le acque ruscellanti di superficie possano riempire il pozzetto;
- 8) al termine dell'installazione dovrà essere eseguito il rilievo topografico fornendo le coordinate piano-altimetriche della testa dello strumento;
- 9) ad esecuzione ultimata, si procederà con lo spurgo e il collaudo del piezometro con la determinazione della prima lettura significativa a seguito dell'esecuzione di una serie di almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di 2 ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra; successivamente l'impresa dovrà misurare e annotare giornalmente il livello della falda, per tutta la rimanente durata del cantiere.

Gli **strumenti inclinometrici** saranno costituiti da un tubo, installato permanentemente, in lega d'alluminio, la cui sezione presenta delle scanalature simmetriche, disposte a 90° l'una dall'altra, che guidano la sonda.

Al fine di garantire l'omogeneità delle misurazioni inclinometriche, si elencano le caratteristiche che i tubi inclinometrici devono rispettare:

- spezzoni di lunghezza non inferiore a 3 m, diametro interno tubo 76 mm, diametro interno in corrispondenza delle guide 82 mm, diametro esterno in corrispondenza delle guide 86 mm;
- materiale in alluminio (massa non inferiore a 1350 g/m e spessore minimo di 2 mm);
- eventuale protezione tramite anodizzazione o verniciatura con vernici epossidiche;
- angolo di spirallatura $< 0,5^\circ/m$;
- assoluta perpendicolarità delle sezioni terminali degli spezzoni di tubo rispetto all'asse, con la tolleranza di $\pm 1^\circ$.

La posa in opera dei tubi inclinometrici dovrà avvenire in accordo con le seguenti modalità:

- 1) lavaggio accurato con acqua pulita del foro di sondaggio;
- 2) montaggio della valvola di fondo sul primo spezzone di tubo, già munito di manicotto per l'iniezione della miscela cementizia dal fondo del foro;
- 3) pre-assemblaggio dei tubi inclinometrici in spezzoni di 6 m, terminanti ad un estremo con un manicotto.
- 4) inserimento del manicotto sul tubo per metà della sua lunghezza;
- 5) realizzazione dei fori per i rivetti (4 per ogni tubo) ove non siano già presenti, lungo generatrici equidistanti dalle guide e a circa 50 mm dall'estremità del manicotto;
- 6) con il manicotto tenuto in posizione mediante delle spine, inserimento di un altro tubo e realizzazione degli altri fori per i rivetti;
- 7) applicazione di una abbondante fasciatura con nastro adesivo autovulcanizzante, evitando assolutamente bruschi movimenti che possano causare torsioni;
- 8) inserimento del primo spezzone di tubo nel foro (in terreni sotto falda riempire il tubo di acqua per contrastare la spinta di Archimede e favorirne l'affondamento);
- 9) bloccaggio del tubo mediante apposita morsa, in modo che dal foro fuoriescano circa 40 ÷ 50 cm di tubo più il manicotto;
- 10) inserimento dello spezzone successivo; incollaggio, rivettatura e sigillatura del giunto;
- 11) allentamento della morsa per permettere di calare il tubo nel foro (riempiendolo d'acqua se necessario) fissando il tubo di iniezione;
- 12) bloccaggio del tubo con la morsa, in modo che dal foro fuoriescano circa 40 ÷ 50 cm di tubo più il manicotto;
- 13) prosecuzione delle operazioni descritte fino al completamento della colonna, annotando la lunghezza dei tratti di tubo e la posizione dei manicotti;
- 14) cementazione del tubo inclinometrico da fondo foro, da eseguire a bassa pressione (in ogni caso non superiore a 200 kPa) attraverso il tubo di iniezione, osservando la risalita della miscela costituita malta di cemento - bentonite - acqua (50 - 10 - 100 parti in peso) all'esterno del tubo inclinometrico; Il rivestimento di perforazione dovrà essere estratto, operando solo a trazione e senza rotazione, non appena la miscela appare in superficie. Nella fase di estrazione del rivestimento il rabbocco della miscela potrà essere eseguito da testa foro, per mantenere il livello costante a p.c.; qualora si noti l'abbassamento del livello della miscela il rabbocco dovrà continuare nei giorni successivi;
- 15) accurato lavaggio con acqua pulita dell'interno del tubo inclinometrico mediante attrezzo a fori radiali preferibilmente dotato di pattini zigrinati per la pulizia delle guide;

16) nelle aree non interessate dal passaggio di automezzi la parte sommitale del tubo verrà protetta per mezzo di un tubo coassiale in metallo di lunghezza pari a 0,5 m e diametro pari a 140 mm (chiusino), ammorsato per circa 0,2 m all'interno di un piccolo scavo rettangolare (20x20x30 cm) colmato con cemento comune. Il chiusino sarà dotato di chiusura a lucchetto e chiavi che verranno consegnate alla Direzione Lavori.

17) nelle are interessate dal passaggio di automezzi è richiesta la terminazione "a raso" per mezzo di pozzetto carrabile che potrà essere prefabbricato in calcestruzzo (di dimensioni 40x40x40 cm), sigillato tramite chiusino in ghisa e dotato di drenaggio sul fondo per evitare che le acque ruscellanti di superficie possano riempire il pozzetto;

Le operazioni di verifica sulla corretta installazione della tubazione inclinometrica sono le seguenti:

- a. controllo dell'accessibilità della tubazione mediante l'inserimento nel foro di una sonda testimone, lungo le guide del tubo fino a fondo foro; Nell'ambito di questa fase di verifica si rileva l'opportunità di ricorrere all'uso della sonda televisiva al fine di verificare lo stato di idoneità della tubazione inclinometrica e più in generale la sonda televisiva può essere usata prima di eseguire qualsiasi lettura;
- b. controllo della verticalità della tubazione (lettura zero) mediante l'inserimento nel foro di una sonda inclinometrica, lungo le guide del tubo fino a fondo foro;
- c. al termine dell'installazione dovrà essere eseguito il rilievo topografico fornendo le coordinate plano-altimetriche della testa dello strumento.

Il tubo inclinometrico sarà dichiarato idoneo, in via preliminare, se la sonda testimone sarà passata in tutte e quattro le guide senza incontrare ostacoli sia in discesa che in risalita e se la deviazione dell'asse del tubo dalla verticale è minore di $1,5 \div 2 \%$.

Art. 6 – Cross-Hole

Per l'esecuzione delle prove tipo cross- Hole, per le quali è prevista l'installazione di tubi in PVC da 80,0 mm, si seguiranno le stesse modalità di installazione dei tubi inclinometrici avendo cura di non utilizzare i rivetti o altri elementi passanti la parete del tubo.

La caratteristica peculiare della prova cross-hole è la sua configurazione in quanto il sistema di energizzazione è ubicato all'interno di un foro di sondaggio appositamente strumentato e cementato, mentre i geofoni si trovano ubicati su uno o più fori di sondaggio posti ad una certa distanza dal primo.

Per quanto riguarda i geofoni, a differenza di quelli utilizzati per gli stendimenti sismici a rifrazione, saranno di tipo 3D (idrofon) e garantiranno la misura sia delle onde di compressione VP che di quelle di taglio VS. L'energizzazione potrà essere effettuata utilizzando un dispositivo tipo *sparker*, mentre la registrazione dei dati sismici avverrà mediante "catene" di idrofon equispaziati di 2 m all'interno del foro di registrazione (preventivamente riempito di acqua). L'acquisizione dei dati avverrà tramite un sismografo ed i dati derivanti dalle registrazioni in foro saranno elaborati attraverso apposito programma.

Eseguendo l'indagine cross-hole con una sorgente sismica da foro posta a varie profondità e disponendo, in un altro foro di una catena di geofoni (ricevitori) per ricevere simultaneamente lungo il foro l'onda elastica generata, è possibile acquisire i dati che consentono di effettuare un'elaborazione stratigrafica attraverso la quale evidenziare variazioni di velocità orizzontali, fornendo il campo delle velocità delle onde VP e VS tra i due fori. I valori di velocità nella sezione vengono ottenuti mediante un processo di inversione applicato ai tempi di percorso misurati in campagna (*traveltime tomography*).

Per queste prove dovranno essere forniti:

- 1) geometria con posizione in profondità dei geofoni e dei punti di scoppio;
- 2) registrazione in formato grafico e in formato digitale del segnale acquisito;
- 3) grafico di andamento delle dromocrome;
- 4) sezione sismostratigrafica interpretativa;
- 5) caratteristiche della strumentazione e dei software utilizzati;
- 6) data e ora di inizio e fine prova;
- 7) copia dei certificati di taratura e/o calibrazione della strumentazione;
- 8) relazione con le metodologie di esecuzione, elaborazione e calcolo utilizzate.

Art. 7 – Stendimenti sismici a rifrazione

La metodologia d'indagine si basa sul generare onde sismiche in un punto preciso del terreno, attraverso un sistema di energizzazione (*energizzatore, sorgente o shot*), e misurare i tempi di arrivo dell'onda lungo una serie di sensori (*geofoni*) disposti a intervallo costante (*distanza intergeofonica*) lungo un determinato allineamento.

I punti di energizzazione verranno posti con i seguenti criteri:

- due punti esterni allo stendimento ad una distanza (offset) di 5,0 m;
- numero variabile di punti interni disposti ad una distanza pari a 2 volte la distanza intergeofonica a partire dal secondo geofono.

Il sistema di energizzazione sarà adeguato a produrre una perturbazione nel terreno in grado di viaggiare fino al geofono più lontano dello stendimento.

Si potranno così misurare l'arrivo delle onde *principali* o di *compressione P* e delle onde *secondarie* o di *taglio S* e diagrammare le stesse in funzione della distanza (*dromocrome*), ricavando per ogni tratto in cui i punti si allineano la relativa velocità V_P (onde di compressione) o V_S (onde di taglio).

Per ogni punto di shot verranno eseguite un numero minimo di tre energizzazioni e relative registrazioni ai geofoni, al fine di amplificare il segnale delle onde di compressione e ridurre il rumore di fondo (*noise*).

Per tutti gli stendimenti dovranno essere forniti:

- 1) geometria dello stendimento con posizione plano-altimetrica dei geofoni e dei punti di scoppio;
- 2) registrazione in formato grafico e in formato digitale del segnale acquisito;
- 3) grafico di andamento delle dromocrome;
- 4) sezione sismostratigrafica interpretativa;
- 5) caratteristiche della strumentazione e dei software utilizzati;
- 6) data e ora di inizio e fine prova;
- 7) copia dei certificati di taratura e/o calibrazione della strumentazione;
- 8) relazione con le metodologie di esecuzione, elaborazione e calcolo utilizzate.

Art. 8 – Prova di permeabilità Lefranc

Tale prova permette di determinare la permeabilità dei terreni al fondo di fori di sondaggio al di sopra o al di sotto del livello della falda eventualmente presente.

La prova verrà eseguita secondo le seguenti norme:

- A.G.I. – Associazione Geotecnica Italiana (1977): Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

Per l'esecuzione della prova è necessario che le pareti del foro siano rivestite con tubo di rivestimento per tutto il tratto non interessato alla prova.

La preparazione del tratto di terreno sarà effettuata secondo il tipo di schema prescelto:

Prova con filtro cilindrico:

- perforazione con carotiere fino alla quota di prova;
- rivestimento del foro fino alla quota raggiunta dalla perforazione, senza uso di fluido di circolazione almeno negli ultimi 100 cm di infissione;
- inserimento, nella colonna di rivestimento, di materiale drenante, fino a creare uno spessore di 60 cm dal fondo del foro;
- sollevamento della batteria di rivestimento di 50 cm, con solo tiro della sonda o comunque senza fluido di circolazione;
- misura ripetuta più volte del livello d'acqua nel foro.

Le prove di permeabilità previste devono essere eseguite secondo il metodo a carico idraulico variabile.

Tale metodo prevede le seguenti fasi:

- determinazione del livello di falda;
- riempimento del foro con acqua fino alla estremità del rivestimento;
- misura del livello dell'acqua all'interno del tubo (senza ulteriori immissioni) a distanza di 15'', 30'', 1', 2', 4', 8', 15', 20', 25', 30', 45', 60' dall'inizio dell'abbassamento, fino all'esaurimento del medesimo o al raggiungimento del livello di falda.

Le prove a carico variabile al di sotto del livello di falda possono essere eseguite abbassando il livello dell'acqua nel foro di un'altezza nota e misurando la velocità di risalita del livello (prove di risalita), oppure riempiendo il foro d'acqua di un'altezza nota e misurando la velocità di abbassamento del livello (prova di abbassamento).

La documentazione di ciascuna prova comprenderà:

- informazioni generali;
- schema geometrico della prova;

- livello della falda;
- tempo di saturazione (se eseguita);
- portata a regime;
- letture degli abbassamenti in relazione ai tempi progressivi;
- interpretazione dei dati ottenuti e calcolo della permeabilità.

Art. 9 – Prove penetrometriche statiche con piezocono (C.P.T.U.)

La prova penetrometrica statica CPTU consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta elettrica dotata di piezocono, di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($V = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$).

La prova verrà eseguita secondo le seguenti norme:

- ISO 22476-1;
- ISO 22476-12.

I principali componenti del penetrometro, relativo ad una prova CPTU, sono i seguenti:

- 1) piezocono;
- 2) sistema di spinta idraulico completo di aste;
- 3) cavo o dispositivo di trasmissione;
- 4) misuratore di profondità;
- 5) unità di acquisizione dati.

Il penetrometro viene montato su un autocarro, che agisce su una batteria di aste (aste cave con il cavo di trasmissione dati all'interno) e alla cui estremità inferiore è collegata la punta con piezocono.

Il penetrometro è inoltre dotato di un inclinometro che consente la misura dell'inclinazione (α) e di sensori di carico interni che rilevano (ogni 2 cm di infissione) le seguenti grandezze:

- 1) resistenza alla punta (Q_c);
- 2) attrito laterale (F_s);
- 3) pressione interstiziale (u_2).

La misura delle pressioni interstiziali è resa possibile tramite l'applicazione di un filtro poroso che dovrà essere saturato in un bagno di glicerina (24h). In alternativa il fluido di saturazione potrà essere l'olio di silicone. Successivamente il filtro sarà posizionato dietro la punta conica. Si raccomanda l'uso di filtri in acciaio inossidabile sinterizzato, poiché quelli in polipropilene derivano dal petrolio e possono influenzare le letture. Tali filtri per essere riutilizzati devono essere lavati in un bagno ad ultrasuoni dopo ogni sondaggio.

Sul campo, gli elementi filtranti dovranno essere installati in modo tale che si abbia continuità di fluido dalla faccia del filtro ai condotti del penetrometro, sino alla cavità che alloggia il trasduttore di pressione. Questi condotti a cavità dovranno essere continuamente rabboccati. Tale operazione sarà facilitata se si utilizza un penetrometro con spina maschio nella sezione della punta, per favorire lo scorrimento positivo quando la punta è avvitata sul telaio. Il fluido dovrà essere glicerina al 100 % (oppure olio di silicone) applicata agevolmente con una siringa di plastica. Una volta finito il montaggio, si dispone una protezione contenente il fluido di saturazione sopra l'estremità anteriore del penetrometro. Porre numerose fasce in gomma per proteggere la copertura e mantenere la condizione di saturazione. Durante l'infissione iniziale nel terreno questa leggera membrana in gomma si romperà automaticamente.

Prima di ciascuna prova si effettueranno la "letture zero". Si raccomanda inoltre di rieseguire le "letture zero" anche al termine della prova. Questi riferimenti dovranno essere annotati su un registro cartaceo e controllati periodicamente per rilevare qualsiasi scostamento elettronico dei valori registrati, frutto di possibili danneggiamenti o di errori di calibrazione.

Per ogni prova dovranno essere forniti:

- Profilo della resistenza alla punta ($q_c - z$);
- Profilo della resistenza alla punta corretta ($q_t - z$);
- Profilo della resistenza laterale ($f_s - z$);
- Profilo del rapporto tra le resistenze ($R_f - z$);
- Profilo delle pressioni interstiziali ($u - z$).

Art. 11 – Trattamento dei campioni in laboratorio

I campioni che arrivano in laboratorio devono essere corredati delle seguenti informazioni, fornite dall'impresa che ha eseguito il prelievo:

- 1) sigla di riferimento del campione;
- 2) profondità di prelievo;
- 3) tipologia e numero di indagine dove è stato prelevato il campione (sondaggio);
- 4) luogo di prelievo;
- 5) data di prelievo.

Ogni campione andrà quindi etichettato e sull'etichetta andrà riportata la sua sigla di riferimento, la relativa data di prelievo e la profondità.

Per ogni campione, una volta aperto, devono essere annotate le seguenti informazioni:

- 1) descrizione visiva delle caratteristiche del contenitore e del campione;
- 2) tipologia di campione (indisturbato, rimaneggiato, blocco, ...);
- 3) tipo di fustella o altro contenitore;
- 4) dimensioni;
- 5) qualità del campione secondo la Tabella 2 e in base alle osservazioni macroscopiche dello stesso.

Tabella 2 Qualità del campione in base alla tipologia di terreno e al sistema di infissione

Tipo di terreno	TIPO DI CAMPIONATORE				
	Pesante infisso a percussione	A parete sottile infisso a percussione	A parete sottile infisso a pressione	A pistone sottile infisso a pressione	A rotazione a parete doppia con scarpa avanzata
Coerenti poco consistenti		Q3	Q4	Q5	
Coerenti moderatamente consistenti o consistenti	Q3 ÷ Q4	Q4	Q5	Q5	
Coerenti molto consistenti	Q2 ÷ Q3	Q3 ÷ Q4	Q5		Q5
Sabbie fini al di sopra della falda	Q2	Q3	Q3	Q3 ÷ Q4	
Sabbie fini in falda	Q1	Q2	Q2	Q2 ÷ Q3	

Ogni campione deve essere conservato nell'armadio umido ad una temperatura di 20°C con una umidità del 100%. Una volta eseguite le prove richieste l'eventuale porzione di campione rimanente deve essere conservata nell'armadio umido all'interno di un idoneo contenitore per un periodo di almeno 6 mesi. Si evidenzia che i provini derivanti dall'esecuzione delle prove meccaniche devono essere conservati per un periodo minimo di 6 mesi.

Per ogni campione verrà eseguita una descrizione visiva accompagnata da adeguata documentazione fotografica.

Per i materiali grossolani è necessario definire *sfericità* e *arrotondamento* delle diverse particelle costituenti il terreno (Tabella 3, Figura 2):

Tabella 3 Descrizione della geometria delle particelle grossolane secondo le norme ASTM

TERMINOLOGIA		DESCRIZIONE
A	Angolari	Presentano spigoli vivi, facce relativamente piane, non levigate
B	Subangolari	Presentano spigoli arrotondati, facce relativamente piane, non levigate
C	Subarrotondate	Presentano facce pressoché piane con spigoli ben arrotondati
D	Arrotondate	Presentano facce incurvate e assenza di spigoli
E	Ben arrotondate	Presentano facce tondeggianti

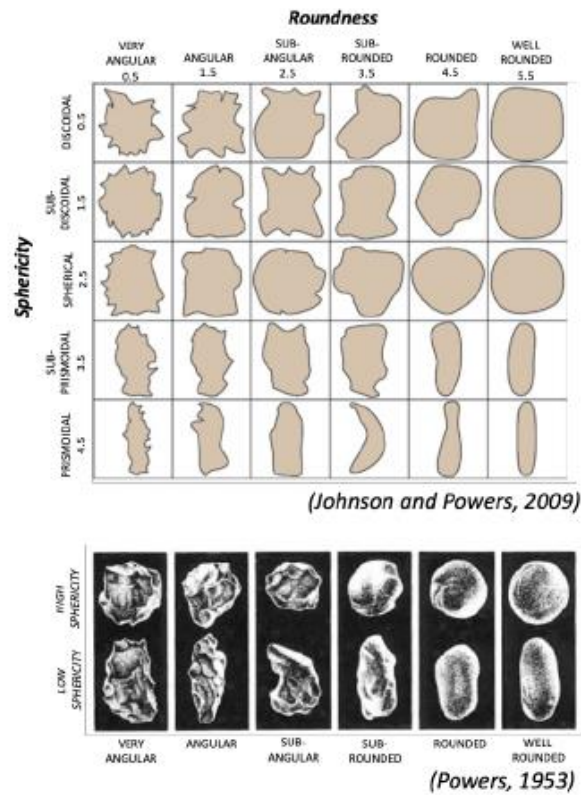


Figura 2 Sfericità e arrotondamento delle particelle grossolane

Per i clasti più grossolani si determinano le tre dimensioni principali, approssimabili agli assi principali di un ellissoide, dalla più grande alla più piccola di seguito denominate: asse maggiore *a*, asse intermedio *b* e asse minore *c* e se ne calcolano i rapporti. I clasti possono essere classificati in base alla loro forma (Figura 3, Tabella 4).

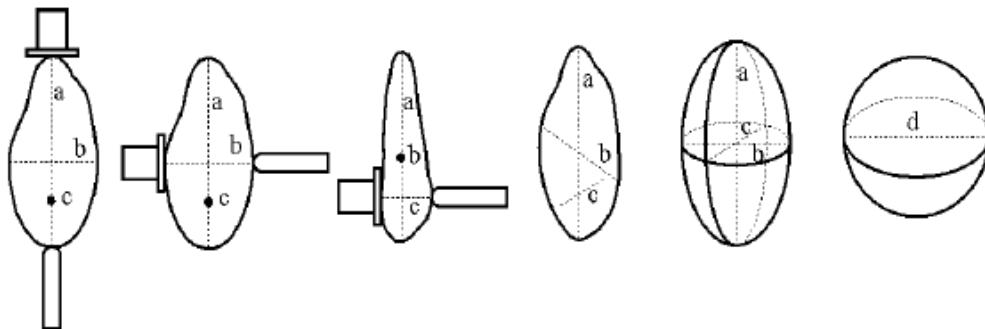


Figura 3 Sfericità e arrotondamento delle particelle grossolane (Wadell, 1932)

Tabella 4 Descrizione delle particelle grossolane secondo la forma

TERMINOLOGIA	DESCRIZIONE
Piatte	Rapporto $\frac{b}{c} > 3$
Allungate	Rapporto $\frac{a}{c} > 3$
Piatte e allungate	Rapporto $\frac{a}{c} > 3$ e $\frac{b}{c} > 3$

In alternativa si potranno utilizzare i modelli proposti da Zingg (1935) e Sneed & Folk (1958) come riportato nelle Figura 4 e Figura 5.

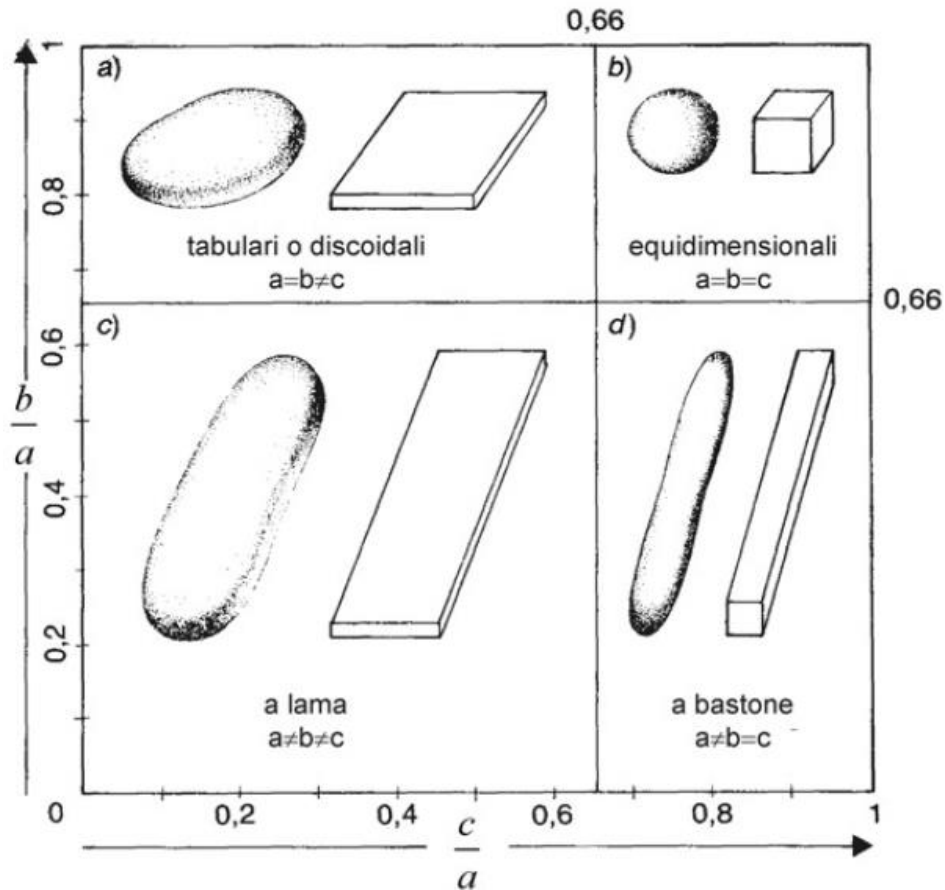
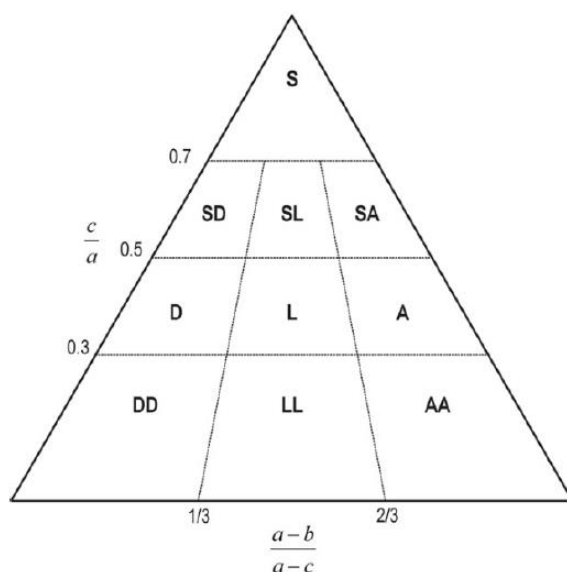


Figura 4 Forme fondamentali delle particelle grossolane (Zingg, 1935)



- S** Sferica o compatta
- SD** Sferico - discoidale
- SL** Sferico - lamellare
- SA** Sferico - allungata
- D** Discoidale o appiattita
- L** Lamellare
- A** Allungata
- DD** Molto appiattita
- LL** Molto lamellare
- AA** Molto allungata

Figura 5 Forme fondamentali delle particelle grossolane (Sneed & Folk, 1958)

Per i terreni a grana fine si darà una valutazione speditiva del grado di plasticità (Tabella 5).

Tabella 5 Classificazione del materiale in base al grado di plasticità

TERMINOLOGIA	DESCRIZIONE
Non plastico	Per qualsiasi contenuto di acqua non è possibile plasmare bastoncini di 3 mm di diametro.
Di bassa plasticità	I bastoncini possono appena essere plasmati ma non rimpastati in zolle quando al di sotto del limite di Plasticità.
Di media plasticità	bastoncini vengono plasmati facilmente e in breve tempo si raggiunge il limite di plasticità.
Di alta plasticità	I bastoncini vengono plasmati facilmente ma occorre parecchio tempo per raggiungere il limite di plasticità. Possono essere rimpastati in zolle.

Si darà infine una descrizione sulla presenza di strutture e sulla tessitura del campione sulla base (Tabella 6 e Tabella 7).

Tabella 6 Descrizione della tessitura presentata dal campione

TESSITURA	DESCRIZIONE
Omogenea	Costituito da un solo componente
Eterogenea	Costituito da materiali di diversa origine, senza una netta stratificazione
Stratificata	Strati alternati di materiali di diversa origine

Tabella 7 Descrizione delle diverse strutture presenti in un campione indisturbato

STRUTTURA	DESCRIZIONE
Stratificata	Alternanze di terreno a granulometria o con colore diverso con spessori superiori a 6 mm
Laminata	Alternanze di terreno a granulometria o con colore diverso con spessori inferiori a 6 mm
Fessurata	Presenza di piani di fratture ben definiti
Levigata	Presenza di piani di fratture levigati e traslucidi, a volte striati
Scagliosa	Materiale coesivo che si frantuma in scaglie spigolose o subangolari che presentano una certa resistenza
Lenticolare	Presenza di piccole inclusioni di materiale diverso dalla matrice
Omogenea	Non si notano diversità di struttura o di colore

Nel caso sia presente un certo grado di cementazione si provvederà a darne una descrizione in base alla resistenza alla frantumazione offerta dal campione (Tabella 8).

Tabella 8 Descrizione del grado di cementazione di un campione indisturbato

CEMENTAZIONE	DESCRIZIONE
Debole	Il campione si frantuma con le mani o con una debole pressione delle dita
Moderato	Il campione si frantuma con una certa pressione delle dita
Elevato	Il campione non si frantuma con la pressione delle dita

Devono essere inoltre forniti: colore, odore, presenza di elementi organici o carboniosi, presenza e breve descrizione di eventuali elementi fossiliferi ed eventuale reazione all'acido cloridrico.

Art. 12 – Classificazione dei terreni

Per quanto riguarda la classificazione dei terreni si può fare riferimento alla classi granulometriche proposte dall'A.G.I., al più noto sistema di classificazione U.S.C.S. e al sistema di classificazione stradale HRB-AASHTO.

Per la classificazione dei terreni, in base alle norme A.G.I. (1994), si identificano le percentuali di passante in peso relative alle diverse classi, dalla percentuale maggiore alla percentuale minore (ad esempio A, B e C con percentuali $p_A > p_B > p_C$). Il terreno prende la nomenclatura della classe avente percentuale maggiore, seguito dai nomi delle altre classi granulometriche secondo il seguente schema:

- se il corrispondente p è compreso tra il 50% e il 25% il nome della classe sarà preceduto dalla congiunzione “**con**”;
- se il corrispondente p è compreso tra il 25% e il 10% il nome della classe sarà seguito dal suffisso “**oso**”;
- se il corrispondente p è compreso tra il 10% e il 5% il nome della classe sarà preceduto dal dall'aggettivo “**debolmente**” e seguito dal suffisso “**oso**”;
- se il corrispondente p è minore del 5% il nome della classe sarà omissivo.

Per la classificazione del Sistema Unificato U.S.C.S. (Unified Soil Classification System) si adotta la scala granulometrica definita dalle norme ASTM D2488-84 e la relativa carta di plasticità. In base a questa scala si definiscono sei gruppi identificati ognuno da una lettera:

- **Grossolani** **G** - Ghiaie
 S - Sabbie
- **Fini** **M** - Limi inorganici
 C - Argille inorganiche
 O - Limi e argille organiche
- **Organici** **PT** - Torba

I terreni grossolani vengono suddivisi in 6 sottogruppi in base alla distribuzione granulometrica, al coefficiente di uniformità e di curvatura e all'indice plastico del passante al setaccio N°40 per percentuali di fine maggiore del 12%.

Si hanno così:

- **W** - Ben assortiti con una buona rappresentazione granulometrica di tutte le dimensioni di particelle;
- **P** - Poco assortiti, uniformi con molte particelle della stessa dimensione, a volte con l'assenza di una o più classi intermedie;
- **M** - Con limo;

- **C** - Con argilla.

I terreni fini vengono suddivisi in 2 sottogruppi in base ai valori dei limiti di Atterberg, così come definiti dalla carta di plasticità (Figura 6):

- **L** - Bassa plasticità;
- **H** - Alta plasticità.

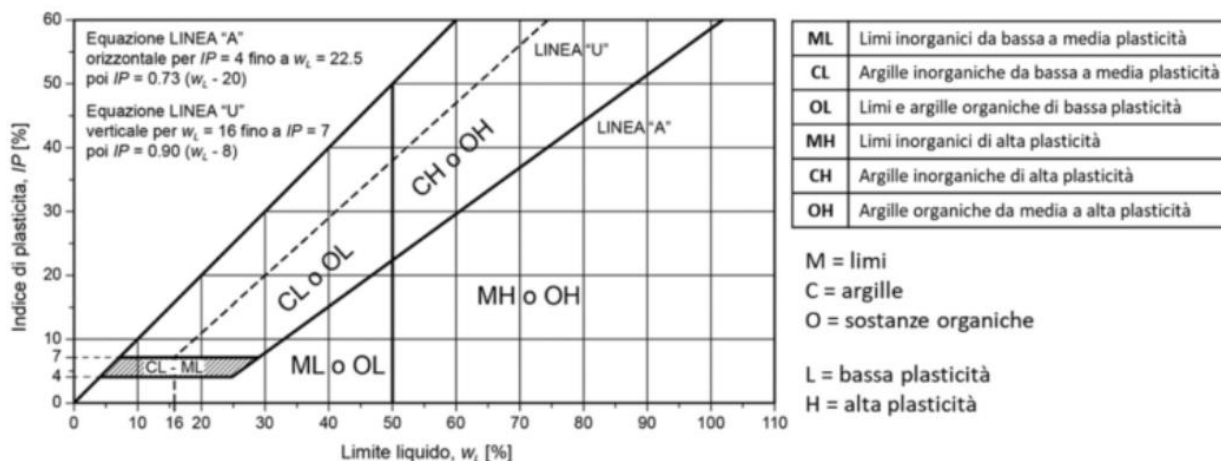


Figura 6 Carta di plasticità o di Casagrande secondo le norme ASTM

Utilizzando la metodologia U.S.C.S., si effettua una prima classificazione fra terreni grossolani (passante al setaccio N°200 $\leq 50\%$) e terreni fini (passante al setaccio N°200 $> 50\%$), e si procede alla classificazione in maniera diversa per i due gruppi.

Per i terreni grossolani con una percentuale di passante al setaccio N°200 $P(0,075) \leq 5\%$, si calcolano i coefficienti di uniformità C_u e di curvatura C_c e si determina il passante al setaccio N° 4 (4,75 mm).

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} ; C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{60}d_{10}}$$

dove d_i rappresenta il diametro corrispondente al passante in peso pari ad una percentuale del $i\%$. In base ai valori di C_u , C_c e la percentuale di passante $P(4,75)$, il terreno si classifica come riportato in Tabella 9.

Tabella 9 Classificazione U.S.C.S. per terreni con $P(0,075) \leq 5\%$

$P_{(4,75)}$	C_u	C_c	Sigla	Descrizione
< 50%	≥ 4	$1 \div 3$	GW	Ghiaia ben gradata
	< 4	$< 1 ; > 3$	GP	Ghiaia poco gradata
> 50%	≥ 6	$1 \div 3$	SW	Sabbia ben gradata
	< 6	$< 1 ; > 3$	SP	Sabbia poco gradata

Per terreni grossolani con una percentuale di passante al setaccio N°200 $P(0,075) > 12\%$, si determinano i limiti di Atterberg sul materiale passante al setaccio N°40 (0,475 mm) e si confrontano con la carta di Casagrande, e si determina il passante al setaccio N°4 (4,75 mm). Sulla base di tali valori si classifica il terreno come riportato in Tabella 10:

Tabella 10 Classificazione U.S.C.S. per terreni con $P(0,075) > 12\%$

$P_{(4,75)}$	Carta di Casagrande	I_p	Sigla	Descrizione
< 50%	Sopra la linea A	≥ 7	GC	Ghiaia argillosa
	Sotto la linea A	≤ 4	GM	Ghiaia limosa
> 50%	Sopra la linea A	≥ 7	SC	Sabbia argillosa
	Sotto la linea A	≤ 4	SM	Sabbia limosa

Per terreni grossolani con una percentuale di passante al setaccio N°200 $P(0,075)$ compresa tra il 5% e il 12%, si classifica la parte grossolana in base ai coefficienti C_u e C_c ; si classifica la parte fine in base alla carta di plasticità; si determina la percentuale di sabbia e di ghiaia e, a seconda se la percentuale maggiore è quella della sabbia o della ghiaia si procede alla classificazione seguendo una delle seguenti tabelle (Tabella 11 e Tabella 12):

Tabella 11 Classificazione U.S.C.S. per terreni con percentuale della ghiaia maggiore della sabbia

$P_{(0,075)}$	C_u	C_c	Parte fine	Sigla	Sabbia	Descrizione
< 5%	≥ 4	$1 \div 3$		GW	< 15%	Ghiaia ben gradata
					$\geq 15\%$	Ghiaia ben gradata con sabbia
	< 4	<1 ; >3		GP	< 15%	Ghiaia poco gradata
					$\geq 15\%$	Ghiaia poco gradata con sabbia
5 ÷ 12 %	≥ 4	$1 \div 3$	ML o MH	GW-GM	< 15%	Ghiaia ben gradata con limo
			CL o CH o CL-ML	GW-GC	$\geq 15\%$	Ghiaia ben gradata con limo e sabbia
	< 4	<1 ; >3	ML o MH	GP-GM	< 15%	Ghiaia ben gradata con argilla
			CL o CH o CL-ML	GP-GC	$\geq 15\%$	Ghiaia ben gradata con argilla e sabbia
> 12%			ML o MH	GM	< 15%	Ghiaia limosa
					$\geq 15\%$	Ghiaia limosa con sabbia
			CL o CH	GC	< 15%	Ghiaia argillosa
					$\geq 15\%$	Ghiaia argillosa con sabbia
			CL-ML	GC-GM	< 15%	Ghiaia limo-argillosa
					$\geq 15\%$	Ghiaia limo-argillosa con sabbia

Tabella 12 Classificazione U.S.C.S. per terreni con percentuale della ghiaia minore della sabbia

$P_{(0,075)}$	C_u	C_c	Parte fine	Sigla	Ghiaia	Descrizione
< 5%	≥ 4	$1 \div 3$		SW	< 15%	Sabbia ben gradata
					$\geq 15\%$	Sabbia ben gradata con sabbia
	< 4	<1 ; >3		SP	< 15%	Sabbia poco gradata
					$\geq 15\%$	Sabbia poco gradata con sabbia
5 ÷ 12 %	≥ 4	$1 \div 3$	ML o MH	SW-SM	< 15%	Sabbia ben gradata con limo
			CL o CH o CL-ML	SW-SC	$\geq 15\%$	Sabbia ben gradata con limo e sabbia
	< 4	<1 ; >3	ML o MH	SP-SM	< 15%	Sabbia ben gradata con argilla
			CL o CH o CL-ML	SP-SC	$\geq 15\%$	Sabbia ben gradata con argilla e sabbia
> 12%			ML o MH	SM	< 15%	Sabbia limosa
					$\geq 15\%$	Sabbia limosa con sabbia
			CL o CH	SC	< 15%	Sabbia argillosa
					$\geq 15\%$	Sabbia argillosa con sabbia
			CL-ML	SC-SM	< 15%	Sabbia limo-argillosa
					$\geq 15\%$	Sabbia limo-argillosa con sabbia

Per i terreni a grana fine è necessario verificare la presenza di sostanze organiche e si classifica il materiale in base alla carta di plasticità di Casagrande. Si determinano le percentuali di passante al setaccio N°200 e le percentuali di sabbia e ghiaia; successivamente il terreno si classifica in base alle seguenti tabelle (Tabella 13 e Tabella 14).

Tabella 13 Classificazione U.S.C.S. per terreni fini inorganici

Carta di plasticità	$T_{(0,075)}$		Ghiaia	Sabbia	Descrizione	
CL	< 15				Argilla di bassa plasticità	
	15 ÷ 29	$S \geq G$			Argilla di bassa plasticità con sabbia	
		$S < G$			Argilla di bassa plasticità con ghiaia	
	≥ 30	$S \geq G$	< 15 %			Argilla sabbiosa di bassa plasticità
			$\geq 15 \%$			Argilla sabbiosa di bassa plasticità con ghiaia
		$S < G$	< 15 %			Argilla ghiaiosa di bassa plasticità
$\geq 15 \%$					Argilla ghiaiosa di bassa plasticità con sabbia	
CL-ML	< 15				Argilla limosa di bassa plasticità	
	15 ÷ 29	$S \geq G$			Argilla limosa di bassa plasticità con sabbia	
		$S < G$			Argilla limosa di bassa plasticità con ghiaia	
	≥ 30	$S \geq G$	< 15 %			Argilla sabbiosa e limo di bassa plasticità
			$\geq 15 \%$			Argilla sabbiosa e limo di bassa plasticità con ghiaia
		$S < G$	< 15 %			Argilla ghiaiosa e limo di bassa plasticità
$\geq 15 \%$					Argilla ghiaiosa e limo di bassa plasticità con sabbia	
ML	< 15				Limo di bassa plasticità	
	15 ÷ 29	$S \geq G$			Limo di bassa plasticità con sabbia	
		$S < G$			Limo di bassa plasticità con ghiaia	
	≥ 30	$S \geq G$	< 15 %			Limo sabbiosa di bassa plasticità
			$\geq 15 \%$			Limo sabbiosa di bassa plasticità con ghiaia
		$S < G$	< 15 %			Limo ghiaiosa di bassa plasticità
$\geq 15 \%$					Limo ghiaiosa di bassa plasticità con sabbia	
CH	< 15				Argilla di alta plasticità	
	15 ÷ 29	$S \geq G$			Argilla di alta plasticità con sabbia	
		$S < G$			Argilla di alta plasticità con ghiaia	
	≥ 30	$S \geq G$	< 15 %			Argilla sabbiosa di alta plasticità
			$\geq 15 \%$			Argilla sabbiosa di alta plasticità con ghiaia
		$S < G$	< 15 %			Argilla ghiaiosa di alta plasticità
$\geq 15 \%$					Argilla ghiaiosa di alta plasticità con sabbia	
MH	< 15				Limo di alta plasticità	
	15 ÷ 29	$S \geq G$			Limo di alta plasticità con sabbia	
		$S < G$			Limo di alta plasticità con ghiaia	
	≥ 30	$S \geq G$	< 15 %			Limo sabbiosa di alta plasticità
			$\geq 15 \%$			Limo sabbiosa di alta plasticità con ghiaia
		$S < G$	< 15 %			Limo ghiaiosa di alta plasticità
$\geq 15 \%$					Limo ghiaiosa di alta plasticità con sabbia	

Tabella 14 Classificazione U.S.C.S. per terreni fini organici

Carta di plasticità	$T_{(0,075)}$		Ghiaia	Sabbia	Descrizione
OL o OH Sopra la retta A	< 15				Argilla organica
	15 ÷ 29	$S \geq G$			Argilla organica con sabbia
		$S < G$			Argilla organica con ghiaia
	≥ 30	$S \geq G$	< 15 %		Argilla organica sabbiosa
			$\geq 15 \%$		Argilla organica sabbiosa con ghiaia
		$S < G$	< 15 %		Argilla organica ghiaiosa
$\geq 15 \%$				Argilla organica ghiaiosa con sabbia	
OL o OH Sotto la retta A	< 15				Limo organica
	15 ÷ 29	$S \geq G$			Limo organica con sabbia
		$S < G$			Limo organica con ghiaia
	≥ 30	$S \geq G$	< 15 %		Limo organica sabbiosa
			$\geq 15 \%$		Limo organica sabbiosa con ghiaia
		$S < G$	< 15 %		Limo organica ghiaiosa
$\geq 15 \%$				Limo organica ghiaiosa con sabbia	

Art. 13 – Analisi granulometrica

Per la determinazione della curva granulometrica si fa riferimento a quanto riportato nelle seguenti norme:

- AASHTO T27, T88;
- ASTM D2216-80, D2974-87;
- BS 1377: Part 2:1990;
- UNI CEN ISO/TS 17892-4.

L'obiettivo dell'analisi granulometrica è quello di raggruppare, in diverse classi le particelle costituenti il terreno, e di determinare le percentuali in peso di ciascuna classe, riferendole al peso secco del campione. La quantità di materiale da utilizzare durante la prova, e la sensibilità della bilancia, dipendono dalle dimensioni dei granuli più grandi (Tabella 15). Per l'analisi dei materiali con diametro dei granuli minore di 0,425 mm possono bastare 50 g di materiale secco.

Tabella 15 Quantità minima di materiale da utilizzare e sensibilità della bilancia da usare in base al diametro massimo dei granuli presenti

Diametro max granuli (mm)	Peso minimo del campione (g)	Sensibilità bilancia (g)
2.0	115	0.01 ÷ 0.1
9.5	500	
19.0	1000	
25.4	2000	
38.1	3000	
50.88	4000	0.1
76.2	5000	

Il metodo di analisi differisce a seconda delle dimensioni del materiale:

- Stacciatura per via secca per materiali prevalentemente sabbiosi e/o ghiaiosi sciolti e privi di materiale fine;
- Stacciatura per via umida per materiali prevalentemente sabbiosi e/o ghiaiosi con possibile presenza di fine;
- Sedimentazione per materiali limosi e argillosi.

Se il campione presenta sia la frazione grossolana sia la frazione fine, esso sarà sottoposto alla stacciatura al setaccio di maglia 0,425 mm. La porzione di campione trattenuta sarà analizzata per via umida, mentre il passante sarà analizzato per sedimentazione.

Per la rappresentazione della curva granulometrica si potrà utilizzare una delle scale proposte dalle diverse normative esistenti, con particolare riguardo a quella proposta dall'Associazione Geotecnica Italiana A.G.I. (Figura 7).

<i>Unified</i>											
ARGILLA o LIMO		SABBIA			GHIAIA		CIOTTOLI				
[mm]		F	M	G	F	G					
		0.05	0.42	2	5	19	71				
<i>U.S.D.A.</i>											
ARGILLA	LIMO	SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI			
[mm]		MF	F	M	G	MG	F	M	G		
	0.002	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2	6	20	60	
<i>AASHTO</i>											
ARGILLA	LIMO	SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI			
[mm]		F	G	F	M	G					
	0.005	0.05	0.42	2	10	25	71				
<i>DIN 4022 (1969)</i>											
ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI	
[mm]	F	M	G	F	M	G	F	M	G		
	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	10	25	71	
<i>CNR-UNI 10006 (1963)</i>											
ARGILLA	LIMO	SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI e PIETRE			
[mm]					Brecciolino	Breccetta	Breccia				
	0.005	0.05			2	10	25	71			
<i>ASTM D2488-84</i>											
ARGILLA e LIMO		SABBIA			GHIAIA		CIOTTOLI	MASSI			
[mm]		F	M	G	F	G					
		0.075	0.425	2	4.75	19	75	300			
<i>BS 5930 : 1981</i>											
ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI	MASSI
[mm]	F	M	G	F	M	G	F	M	G		
	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	200
<i>M.I.T. (1931)</i>											
ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA		CIOTTOLI		
[mm]	F	M	G	F	M	G					
	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2		60		
<i>A.G.I. (1990)</i>											
ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI	
[mm]	F	M	G	F	M	G	F	M	G		
	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	

Figura 7 Scale granulometriche di riferimento rielaborate da Raviolo (1993)

Le diverse porzioni di curva granulometrica, determinate con i metodi sopra esposti, dovranno essere raccordate e diagrammate come nell'esempio di Figura 8. I valori numerici dovranno essere anche forniti in formato tabellare.

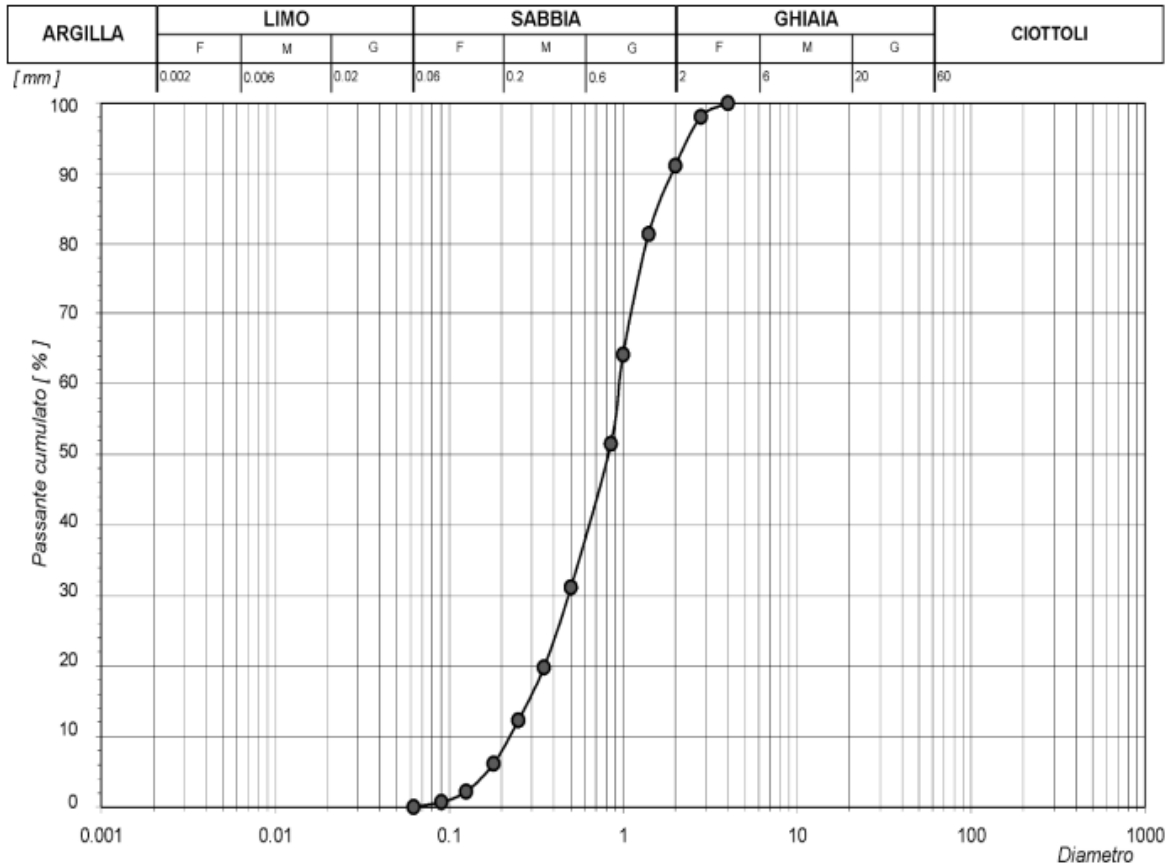


Figura 8 Esempio di rappresentazione grafica della curva granulometrica

Art. 14 – Peso specifico

Per la determinazione del peso specifico dei terreni (UG-1) si fa riferimento a quanto riportato nelle seguenti norme:

- ASTM D854.
- ASTM D2937.

Per la determinazione del peso specifico della roccia intatta (UL-1) si fa riferimento a quanto riportato nelle seguenti norme:

- ISRM 1979.
- Racc. ISRM.

Art. 15 – Contenuto naturale d'acqua

Per la determinazione del contenuto naturale d'acqua si fa riferimento a quanto riportato nelle seguenti norme:

- ASTM D2216-80; D2974-87.

Il contenuto naturale d'acqua di un terreno è definito come il rapporto tra il peso della fase liquida e il peso della fase solida e viene solitamente espresso in percentuale:

$$w = \frac{P_w}{P_s} * 100$$

dove:

w = contenuto d'acqua

P_w = peso della fase liquida

P_s = peso della fase solida

La procedura deve essere ripetuta per almeno tre campioni distinti e separati. Il contenuto naturale d'acqua sarà la media delle diverse determinazioni.

Art. 16 – Limiti di Consistenza

Per la determinazione dei limiti di consistenza o di Atterberg si fa riferimento a quanto riportato nelle seguenti norme:

- AASHTO T89; T90; T92;
- ASTM D2216-80; D2974-87;
- BS 1377: Part 2:1990;
- CNR-UNI 10014.

I limiti di Atterberg, di seguito elencati, definiscono il passaggio tra le diverse tipologie di consistenza in cui può trovarsi un terreno come mostrato in Figura 9:

- W_S , limite di ritiro (di cui non è richiesta l'esecuzione);
- W_P , limite di plasticità;
- W_L , limite di liquidità.

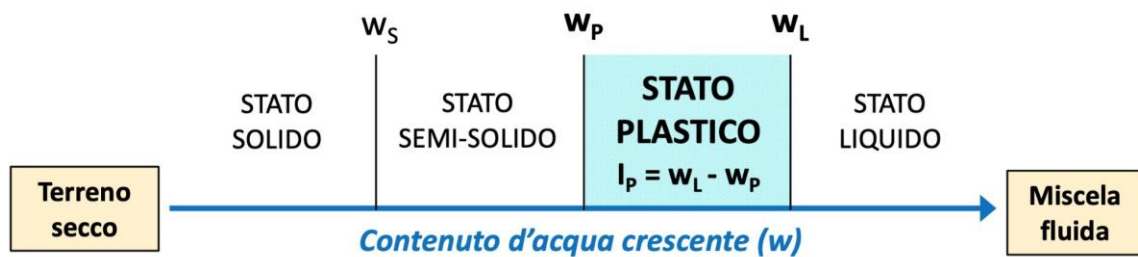


Figura 9 Definizione dei limiti di consistenza

Il limite di liquidità è definito come quel contenuto d'acqua per il quale un campione di argilla, posto in una coppa di ottone di dimensioni normalizzate (Figura 10), suddiviso in due parti da un apposito utensile solcatore e fatto rimbalzare da una altezza di 10 mm per 25 volte, determina la chiusura del solco per una lunghezza di 13 mm.

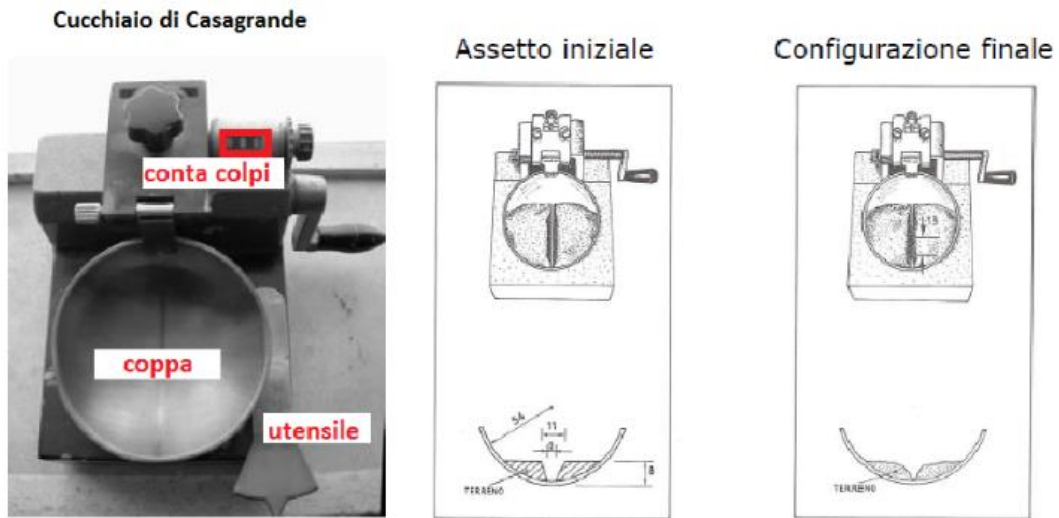


Figura 10 Strumentazione per la determinazione di W_L

Al fine di ottenere il valore del limite di liquidità si effettueranno diverse prove a contenuti d'acqua differenti misurando il numero di colpi necessari alla chiusura del solco. Se le prove sono ben eseguite, i punti relativi si dispongono lungo una retta, pertanto può essere determinato il valore di W_L sulle ordinate, in corrispondenza del valore di 25 colpi riportato in ascissa (Figura 11). Per evitare un'eccessiva dispersione dei punti nel diagramma si ritengono valide le prove comprese tra un numero minimo di colpi pari a 10 ed un numero massimo di 50.

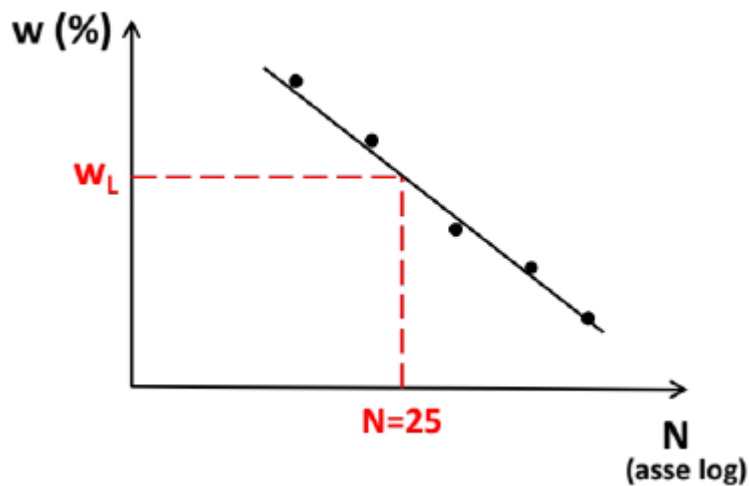


Figura 11 Determinazione di W_L

Il limite di plasticità è il contenuto d'acqua per il quale un bastoncino di argilla, plasmato più volte manualmente fino a portarlo al diametro di 3 mm, tende a sbriciolarsi e a sviluppare delle fessure a causa della riduzione di umidità (Figura 12). Sulle determinazioni eseguite si effettua quindi una media.



Figura 12 Esecuzione del limite di plasticità

I valori del limite di liquidità dei materiali dovranno essere riportati sulla Carta di plasticità di Casagrande. A tale scopo andrà determinato il valore dell'indice di plasticità **IP**:

$$I_P = W_L - W_P$$

Art. 17 – Prova edometrica

Per l'esecuzione della *prova di compressione edometrica* si fa riferimento a quanto riportato nelle seguenti norme:

- ASTM D2435; D4186; D4546;
- AGI 1994.

La prova consiste nell'applicare una sequenza di carichi verticali ad un provino cilindrico confinato lateralmente per mezzo di un anello metallico, in modo che le deformazioni e il flusso dell'acqua avvengano solo in direzione verticale. Il metodo prevede l'applicazione di una sequenza di carichi, ciascuno dei quali mantenuto costante per un periodo di tempo (di norma 24h) sufficiente a garantire la completa dissipazione delle sovrappressioni dell'acqua interstiziale generate dal carico stesso. Nel corso del processo di consolidazione viene rilevata l'altezza del provino a vari istanti di tempo, e i dati così ottenuti sono utilizzati per determinare i parametri di compressibilità e la velocità di consolidazione.

In Figura 13 si riporta il classico schema dell'apparecchiatura edometrica.

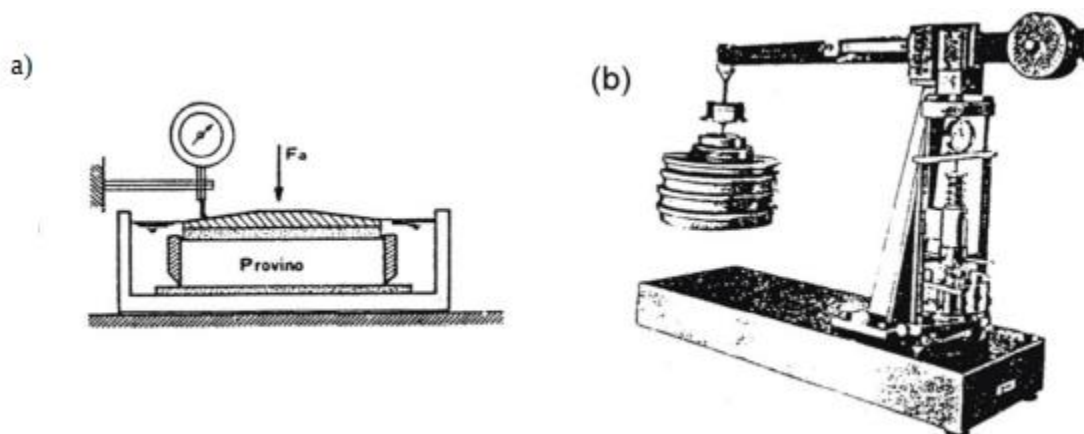


Figura 13 Prova edometrica: Provino (a); Schema dell'apparecchiatura (b)

Il provino deve avere diametro minimo di 50 mm e altezza minima di 13 mm, con rapporto D/H non inferiore a 2,5 e non superiore a 6. In nessun caso l'altezza del provino può essere inferiore a dieci volte la massima dimensione delle particelle costituenti il materiale sottoposto alla prova.

Per il campionamento del provino, il diametro del campione deve essere maggiore del diametro interno dell'anello edometrico, di almeno 10 mm. Si infigge in tale campione l'anello, e si rendono le estremità superiore e inferiore del provino complanari a quelle dell'anello. Se il provino risulta danneggiato per la presenza di inclusioni, esso va rimosso e sostituito.

Il provino va preparato in una camera con umidità controllata, in modo da minimizzare fenomeni di evaporazione. In ogni caso le condizioni ambientali devono essere tali da assicurare che durante la preparazione il provino non subisca variazioni del contenuto d'acqua maggiori dell'1%.

Nel corso della prova la temperatura ambiente deve essere mantenuta, per quanto possibile, costante e comunque le sue escursioni devono essere contenute in un intervallo di ≈ 4 °C.

L'acqua immessa nel contenitore dovrebbe idealmente avere la stessa concentrazione ionica dell'acqua contenuta nel campione. Se questa non è stata preventivamente accertata va usata acqua distillata.

Gli incrementi di pressione verticale σ_v sono applicati secondo la seguente progressione geometrica:

10 – 20 – 50 – 100 – 200 – 400 – 800 – 1600 – 3200 – 6400 kPa

A seconda del caso la prova può essere terminata a 3200 kPa o 6400 kPa.

La fase di scarico non potrà essere effettuata in un unico step e di norma va attuata con un numero di gradini pari ad almeno la metà di quelli relativi agli incrementi di carico effettuati.

Cicli di carico differenti da quelli proposti dovranno essere espressamente richiesti e concordati con l'ente. Ogni incremento di carico va mantenuto costante nel tempo finché non si sviluppa completamente la consolidazione primaria, e vengano così garantiti la dissipazione delle sovrappressioni neutre ed il trasferimento dell'incremento di tensioni totali in tensioni effettive. A tale scopo, generalmente è sufficiente una durata di 24h dell'applicazione del carico.

Le letture dei cedimenti vanno eseguite ad intervalli di tempo secondo la seguente progressione geometrica:

0,10 – 0,25 – 0,5 – 1 – 2 – 4 – 8 – 15 – 30 – 60 – 120 – 240 – 480 – 1440 min

Nel caso in cui i materiali presentino fenomeni di rigonfiamento alle condizioni di carico applicate, detti fenomeni devono essere contrastati passando al gradino di carico successivo prima delle 24 h.

L'ente potrà richiedere l'esecuzione di un ciclo di scarico-ricarico per una più attendibile determinazione dei parametri relativi alla fase di ricompressione.

I risultati sperimentali devono in genere essere depurati degli abbassamenti prodotti dalla deformabilità dell'apparecchiatura e dai difetti di planarità delle superfici di carico e delle pietre porose.

Per la prova edometrica si dovrà pertanto produrre:

- 1) profondità, posizione e orientamento del provino all'interno del campione;
- 2) identificazione dell'apparecchiatura (anello fisso/flottante, drenaggio doppio/singolo, uso di carta da filtro, lubrificazione dell'anello, taratura della deformabilità del sistema, ecc...);
- 3) dimensioni iniziali del provino e metodo di preparazione;
- 4) contenuto d'acqua iniziale, peso di volume umido e secco;
- 5) indice dei vuoti e grado di saturazione iniziali;
- 6) temperatura di esecuzione della prova;
- 7) grafico della curva di compressibilità, rappresentando in scala semi-logaritmica la tensione applicata in funzione della variabile prescelta per la deformazione, inclusi eventuali rami di scarico e ricarico;
- 8) curve di consolidazione (cedimenti in funzione del logaritmo o della radice quadrata del tempo) per ogni incremento di carico;
- 9) parametri di compressibilità e rigonfiamento, insieme al metodo di calcolo;
- 10) coefficienti di consolidazione primaria CV e metodo usato per la determinazione;
- 11) coefficienti di compressione secondaria CS e metodo usato per la determinazione;
- 12) tensione di preconsolidazione e metodo usato per la determinazione;
- 13) permeabilità calcolata in maniera indiretta e relazione usata per la determinazione.

Art. 18 – Prova triassiale – Generalità

Per l'esecuzione delle *prove di compressione triassiale*, si fa riferimento a quanto riportato nelle seguenti norme:

- ASTM D2850; D4767;
- AGI 1994 – cap. 4;
- ASTM D5311; D3999.

La prova triassiale viene eseguita con lo scopo di determinare le caratteristiche di resistenza a taglio e deformabilità di un terreno, descrivendone lo stato tensionale nell'intero corso della prova.

In questo tipo di prova, un provino cilindrico posto in una membrana di lattice viene messo in una cella a tenuta stagna nella quale viene sottoposto ad una pressione sferica per mezzo di un fluido (in genere acqua). Si applica quindi un carico assiale per mezzo di un pistone situato nella parte superiore della cella. In queste condizioni la tensione assiale è la principale massima che, com'è noto, si indica con σ_1 ; la tensione principale intermedia σ_2 e la principale minima σ_3 sono tra di loro uguali e pari alla pressione esercitata dal fluido.

Il provino, attraverso dei tubicini e delle connessioni munite di rubinetti, può essere messo in comunicazione con l'esterno in modo da permettere il drenaggio o la misura delle pressioni neutre. L'apparecchiatura di prova è rappresentata in Figura 14.

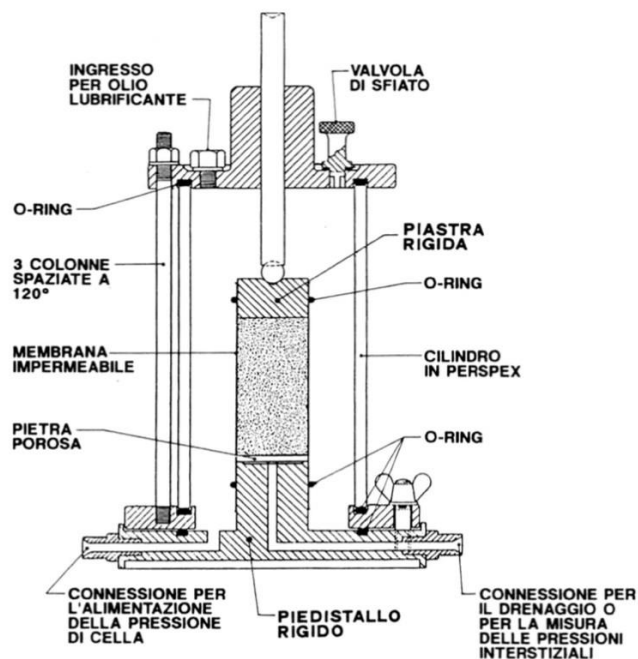


Figura 14 Apparecchiatura triassiale standard

La prova si articola in tre fasi:

- 1) **fase applicazione della back pressure e saturazione del provino;**
- 2) **fase di compressione isotropa** effettuata mediante applicazione di uno stato tensionale sferico;
- 3) **fase di rottura**, effettuata tramite compressione ed estensione assiale (in caso di prova ciclica).

In base alle condizioni di drenaggio sono classificate in:

- **Prove non consolidate non drenate (UU):** il drenaggio è impedito, e quindi non si ha dissipazione delle pressioni neutre, sia nella fase isotropa che nella fase di rottura;
- **Prove consolidate non drenate (CU):** il drenaggio è consentito durante la fase isotropa, mentre è impedito durante la fase di rottura;
- **Prove consolidate drenate (CD):** il drenaggio è consentito sia durante la fase isotropa sia durante la fase di rottura.

Le dimensioni del provino devono avere un diametro minimo di 30 mm e le particelle più grandi contenute nel campione di prova devono essere più piccole di un decimo del diametro del campione. Per provini che hanno un diametro di 72 mm o maggiore, il diametro della particella più grande deve essere più piccolo di un sesto del diametro del provino. Il rapporto altezza-diametro deve essere compreso tra 2,0 e 2,5. Se, dopo il completamento della prova su un campione indisturbato, si accerta, sulla base di osservazione visiva, che sono presenti particelle più grandi di quelle consentite, lo si deve indicare nella sezione commenti del rapporto di prova.

I campioni indisturbati vanno maneggiati con cura per prevenire disturbi (variazioni della sezione, o perdita di contenuto di acqua).

La saturazione del campione viene effettuata mantenendo costante la tensione efficace iniziale, attraverso piccoli incrementi della pressione di cella e della back pressure, fino a raggiungere la back pressure desiderata. La saturazione del provino viene verificata calcolando il parametro B di Skempton (Tabella 16):

$$\delta U = B \cdot [\delta \sigma_3 + A \cdot (\delta \sigma_1 - \delta \sigma_3)] \quad \text{in condizioni sferiche} \quad \delta U = B \cdot \delta \sigma_3 \quad \rightarrow \quad B = \frac{\delta U}{\delta \sigma_3}$$

in cui:

δU = variazione pressione interstiziale

σ_1 = tensione verticale

σ_3 = pressione di confinamento

A, B = parametri delle pressioni interstiziali

Tabella 16 Parametro B di Skempton per le diverse litologie

Terreno	Grado di saturazione (%)		
	100	99.5	99.0
Argille normalmente consolidate	0.9998	0.992	0.986
Argille debolmente sovraconsolidate Limi e argille compatte	0.9988	0.963	0.930
Argille consistente Sabbie mediamente addensate	0.9877	0.690	0.510
Argille molto consistenti Sabbie fortemente addensate Argille compatte Argille fessurate Terreni cementati	0.913	0.200	0.100

Terminata la fase di saturazione si incrementa la pressione di cella σ_3 fino ad ottenere la pressione efficace richiesta; si attende fino alla stabilizzazione della pressione dei pori e si avvia la fase di consolidazione in cui avverrà la dissipazione delle sovrappressioni neutre sviluppatesi.

$$\sigma'_3 = \sigma_3 - PB$$

in cui

PB= back pressure

Per le prove consolidate la velocità con cui eseguire la fase di rottura può essere calcolata in funzione del t_{100} , del coefficiente di consolidazione C_v , calcolati in fase di consolidazione e il tempo di rottura del provino t_f come riportato nell'equazione e nella tabella che segue:

$$V = \frac{L_c \varepsilon_f}{100 * t_f}$$

Tabella 17 Determinazione del coefficiente C_v e del tempo di rottura t_f

Prova CD		Prova CU _{FN}	
Una base	Due basi	Una base	Due basi
$C_v = \frac{\pi \cdot h^2}{t_{100}}$	$C_v = \frac{\pi \cdot h^2}{4 \cdot t_{100}}$	$C_v = 5.236 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{4 \cdot r^2}{t_{100}}$	
$t_f = \frac{20 \cdot h^2}{0.75 \cdot C_v}$	$t_f = \frac{3 \cdot h^2}{0.75 \cdot C_v}$	$t_f = \frac{1.6 \cdot h^2}{C_v}$	

dove:

t_f = deformazione assiale prevista a rottura

L_C = lunghezza dopo la consolidazione

V = velocità di deformazione

r = raggio del provino

h = altezza del provino

Pertanto, sostituendo i rispettivi valori all'interno delle varie formule si ottiene il valore della velocità in funzione del t_{100} :

- **prova CD** $V = \frac{L_C \varepsilon_f}{100 * 8,488 * t_{100}}$
- **prova CU** $V = \frac{L_C \varepsilon_f}{100 * 0,509 * t_{100}}$

La deformazione assiale a rottura, si può dedurre dalla Tabella 18:

Tabella 18 Deformazione assiale prevista per le diverse litologie

Terreno	ε_f (%)
Argilla normalconsolidata	15 ÷ 20
Argilla sovraconsolidata	4 ÷ 15
Argilla fortemente sovraconsolidata	4 ÷ 6
Argilla rimaneggiata	20 ÷ 25
Limo sabbioso compatto	10 ÷ 15
Sabbia addensata satura	5 ÷ 7
Sabbia sciolta satura	15 ÷ 20

Terminata la fase di consolidazione si portano i provini (in numero minimo di 3 a differenti pressioni di cella) a rottura o fino alla deformazione massima ammissibile. Per ogni provino si tracciano i cerchi di Mohr in termini di tensioni totali e/o efficaci.

Andranno inoltre calcolati e diagrammati i valori dello stress path (percorso di carico) definito dalle seguenti formule (LAMBE, 1967).

$$\text{Tensioni totali } t = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}; s = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$$

$$\text{Tensioni totali } t = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}; s = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$$

con t = raggio del cerchio di Mohr e s = centro del cerchio di Mohr

Per ogni prova è necessario restituire grafici e tabelle in formato editabile con tutti i valori registrati durante la specifica prova, quali:

- 1) tipo di apparecchiatura usato (incluso condizioni di drenaggio, tipo di connessione pistonetesta di carico, possibili cinematismi di quest'ultima, ecc.);
- 2) profondità, posizione e orientamento del provino all'interno del campione;
- 3) modalità di prova;
- 4) metodo di preparazione dei provini;
- 5) dimensioni iniziali del provino;
- 6) contenuto d'acqua iniziale e finale;
- 7) peso di volume umido e secco iniziali;
- 8) indice dei vuoti iniziale;
- 9) valore dei parametri di Skempton;
- 10) valore della back pressure;
- 11) tensioni di consolidazione applicate;
- 12) velocità di deformazione assiale (possibilmente in %/h) e criteri utilizzati per la determinazione;
- 13) i parametri di resistenza in termini di tensioni effettive;
- 14) schizzo o foto che mostra il tipo di meccanismo di rottura;
- 15) il modulo secante E_{50} ;

Il report di prova andrà completato con elaborati grafici:

- 16) curve di consolidazione;
- 17) deformazioni volumetriche;
- 18) tensione deviatorica (t o q) in funzione della deformazione assiale (ϵ_a);
- 19) deformazione di volume (prove CD) o sovrappressione neutra (prove CU) in funzione della deformazione assiale (ϵ_a);
- 20) percorso di tensioni effettive in uno dei piani: (σ'_3, σ'_1) ; (σ', τ) ; (s', t) ; (p', q) .

Art. 19 – Prova triassiale consolidata drenata

Come detto in precedenza la fase isotropa e quella deviatorica vengono eseguite in condizioni drenate. La prova viene condotta con velocità ridotta in modo che possa essere considerata effettivamente drenata, le sollecitazioni sono applicate in modo così lento che le tensioni interstiziali hanno modo di dissiparsi.

Durante l'esecuzione della fase di rottura si determinano molteplici parametri, tra cui la deformazione assiale, la sezione media e la tensione deviatorica.

Le letture vanno eseguite/registrate a intervalli prestabiliti o almeno ogni 0,5 mm di deformazione.

La prova si considera conclusa quando tutti i provini hanno raggiunto una delle tre condizioni:

- 1) lettura del carico decrescente in maniera sensibile;
- 2) il carico rimane costante per almeno quattro letture consecutive;
- 3) si è raggiunta una deformazione superiore al 20%.

Terminata la prova si effettua uno schizzo, o una fotografia, dei tre provini dopo la rottura.

A completamento della prova vanno costruiti e diagrammati i cerchi di Mohr e lo stress path per ogni provino.

Art. 20 – Prova triassiale consolidata non drenata

Nelle prove CU la fase isotropa avviene in condizioni drenate: con l'applicazione della pressione di cella, essa immediatamente si trasferisce sull'acqua, i rubinetti sono aperti e l'acqua incomincia a defluire; quando le sovrappressioni sono completamente dissipate il fenomeno cessa e contestualmente si ha una riduzione di volume.

Nella fase a rottura, in cui si ha l'applicazione della compressione deviatorica, i rubinetti vengono chiusi, realizzando così le condizioni non drenate con deformazioni volumetriche nulle e viene registrata la variazione delle pressioni neutre nel provino. Il taglio è applicato attraverso un deviatore: lo sforzo assiale risulta maggiore di quello radiale.

Durante l'esecuzione della fase di rottura si determinano molteplici parametri, tra cui la deformazione assiale, la sezione media, la tensione deviatorica, la variazione della pressione interstiziale, tensioni principali efficaci, parametro A di Skempton.

Le letture vanno eseguite/registrate a intervalli prestabiliti o almeno ogni 0,5 mm di deformazione.

La prova si considera conclusa quando tutti i provini hanno raggiunto una delle tre condizioni:

- 1) lettura del carico decrescente in maniera sensibile;
- 2) il carico rimane costante per almeno quattro letture consecutive;
- 3) si è raggiunta una deformazione superiore al 20%.

Art. 21 – Prova di colonna risonante

La colonna risonante è una prova dinamica di laboratorio che viene utilizzata per investigare il comportamento del provino a valori deformativi medio bassi ($\epsilon = 10^{-6} \div 10^{-2}$). Per la sua esecuzione si può fare riferimento alla norma:

- ASTM D4015-07

In funzione della tipologia di carichi applicati si potranno utilizzare due tipologie di apparecchiatura:

- 1) *apparecchio di Hardin* (HARDIN & MUSIC, 1965) dove è possibile applicare al provino sia vibrazioni longitudinali e sia torsionali; e dove è possibile effettuare una consolidazione anisotropa del provino.
- 2) *apparecchio di Stokoe* (ISENHOWER, 1979) dove si applicano delle vibrazioni torsionale e la consolidazione è di tipo isotropo.

in tutti i casi non è possibile portare il provino a rottura.

Nel report di prova andranno riportati i grafici e i dati relativi:

- 1) alla fase di consolidazione;
- 2) all'incremento delle pressioni interstiziali;
- 3) ai cicli di isteresi per ogni carico;
- 4) al numero di cicli che ha determinato la liquefazione (nel caso di prova triassiale ciclica per ottenere il potenziale di liquefazione).

Il report di prova sarà completo con dati e parametri come espressamente presenti nelle normative sopracitate.

Art. 22 – Prova Brasiliana

La prova Brasiliana o prova di Trazione indiretta consente di misurare la resistenza a trazione di una roccia. Per la sua esecuzione si può fare riferimento alla seguente norma:

- ASTM D 3967.

La prova consente di valutare indirettamente la resistenza a trazione della roccia tramite lo schiacciamento del provino. Il provino deve essere un disco circolare il cui rapporto tra spessore e diametro deve ricadere nell'intervallo $0,2 \div 0,75$. In generale il diametro del provino deve essere almeno dieci volte maggiore del grano più grosso della roccia. Per avere un valore significativo di resistenza della roccia è consigliabile eseguire il test su più provini.

La resistenza a trazione mediante la prova Brasiliana viene determinata inserendo il provino di roccia tra due ganasce ricurve, che distribuiscono al provino un carico che viene loro applicate tramite due piastre (Figura 15).

L'applicazione del carico deve avvenire a velocità costante e continuare fino a rottura del provino. Una volta avvenuta la rottura, la prova Brasiliana è conclusa ed è possibile ricavare, la resistenza a trazione della roccia tramite la seguente formula:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi DL}$$

Dove

σ_t è la resistenza a trazione (MPa)

P è il carico a rottura (N)

L è la lunghezza del provino (mm)

D è il diametro del provino (mm)



Figura 15 Esempio di apparecchiatura per Prova Brasiliana(scheda tecnica GCTS)

Art. 23 – Prova di compressione monoassiale

La prova a compressione monoassiale ha lo scopo di fornire la resistenza del materiale soggetto ad un certo carico. La prova deve essere eseguita secondo la seguente norma:

- ASTM-D 7012.

Dalla prova devono essere ricavate le seguenti grandezze:

- 1) Modulo di Young;
- 2) modulo di Poisson;
- 3) la deformabilità;
- 4) il comportamento del materiale stesso in presenza di anisotropia.

La prova consiste nell'estrarre dalla carota uno o più provini con rapporto altezza-diametro in genere compreso fra 2,5 e 3. Successivamente viene resa liscia la superficie del provino e viene condotto un controllo affinché non vi siano evidenti irregolarità sulla superficie stessa.

La misura del carico a rottura viene effettuata con una pressa oleodinamica che sottopone i provini a carico di compressione uniassiale incrementato uniformemente fino a produrre la loro rottura.

Si sistema il provino fra le due piastre di contrasto, le quali entrano a contatto col provino e lo comprimono. La compressione delle piastre cessa automaticamente a seguito della rottura del provino (Figura 16).



Figura 16 Esempio di apparecchiatura per Prova a compressione monoassiale

Il provino rotto viene estratto dal macchinario. I valori del carico di compressione (e quindi della resistenza alla compressione) per provini non rispondenti alla condizione che prevede un rapporto lunghezza/diametro =2, devono modificati usando la seguente espressione:

$$C = \frac{C_a}{0,88 + (0,24 d/h)}$$

Dove

C è il carico di compressione calcolato per un campione equivalente con rapporto h/d=2;

C_a è il carico di compressione misurato;

h e d sono rispettivamente la lunghezza ed il diametro del provino.

Avendo apportato le dovute correzioni, considerando positive le sollecitazioni di compressione, la tensione di compressione σ (in MPa) di ogni provino si calcola dividendo il carico di compressione P (in N) agente sul campione per l'area iniziale della sezione trasversale A₀ (in mm²) misurata prima della prova:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

La deformazione assiale del provino viene poi così determinata:

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta l}{l_0}$$

dove:

l₀ è la misura iniziale della lunghezza assiale;

Δl è la variazione della misura della lunghezza assiale.

Dal diagramma tensione di compressione-deformazione assiale è possibile calcolare il modulo di Young, definito come rapporto tra la variazione della tensione assiale e la conseguente variazione di deformazione assiale prodotta.

Di seguito sono riportati i metodi di calcolo più usati:

- Modulo di Young tangente E_t, calcolato sulla curva ad una percentuale prefissata della resistenza ultima, in genere il 50%;
- Modulo di Young Medio E_m, calcolato considerando la parte quasi rettilinea della curva;
- Modulo di Young secante E_s, calcolato dalla tensione nulla sino ad una percentuale prefissata, in genere il 50%.

Art. 24 – Prova di compressione monoassiale (PLT)

La prova di compressione monoassiale PLT consente di valutare la resistenza a punzonamento fornendo un indice di resistenza per la classificazione del materiale roccioso.

La prova viene eseguita secondo la seguente normativa:

- ASTM-D5731.

La prova misura l'indice di resistenza al punzonamento dei provini in roccia ($I_{s(50)}$) e il loro indice di anisotropia ($I_{a(50)}$).

I provini in roccia, che possono essere spezzoni di caroti, blocchi tagliati o pezzi di forma irregolare, sono rotti tramite l'applicazione di un carico concentrato applicato tramite due punzoni conici con la punta sferica.

Il sistema di caricamento dei due punzoni dovrebbe essere dotato della possibilità di regolazione della distanza tra di essi, che permetta di eseguire la prova su provini di dimensioni che variano all'interno di un intervallo definito.

Le punte coniche con terminazione sferica devono avere la forma illustrata in Figura 17. Il cono deve avere un angolo al vertice di 60° e le punte sferiche di raggio 5mm; il cono deve raccordarsi lungo una tangente alla sfera.

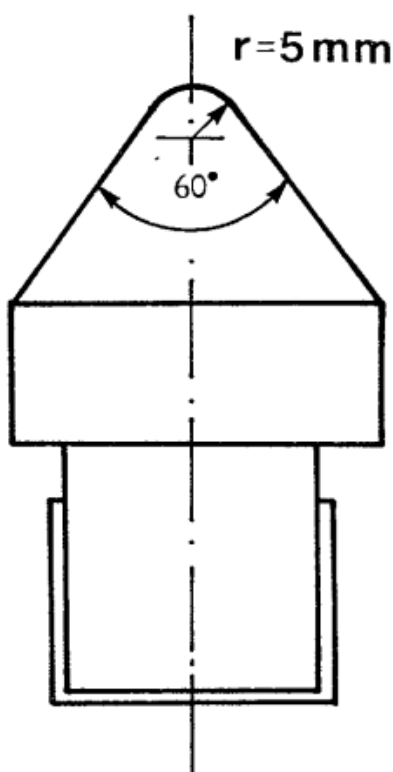


Figura 17 Forma dei punzoni e curvatura delle punte

Il sistema di misura del carico P deve rispettare i seguenti requisiti:

- 1) la misura di P effettuata con precisione di $+ o - 5\%P$ o meglio in maniera indipendente dalle dimensioni e dalla resistenza del provino in esame;
- 2) il sistema deve essere resistente a sollecitazioni idrauliche e vibrazioni;
- 3) la rottura è spesso improvvisa e quindi è necessario l'utilizzo di uno strumento che indichi il carico massimo e lo registri al termine di ogni prova.

Il sistema di misura della distanza D deve rispettare i seguenti requisiti:

- 1) la misura di D effettuata con precisione di $+ o - 2\%D$ o meglio in maniera indipendente dalle dimensioni del provino in esame;
- 2) il sistema deve essere resistente a sollecitazioni idrauliche e vibrazioni;
- 3) il sistema di misura deve permettere il controllo del valore di "zero" quando le due punte vengono a contatto e dovrebbe permettere la calibrazione del valore di zero;
- 4) Deve essere disponibile un calibro per la misura della larghezza W dei provini;

Un campione di prova è costituito da una serie di provini di roccia di resistenza analoga per il quale è determinabile un singolo valore di resistenza a carico puntuale. Il campione di prova deve contenere un numero sufficiente di provini adeguati ai requisiti di dimensioni e forma per la prova diametrale, assiale, su blocco o pezzo irregolare come specificato oltre. Per prove di routine e classificazione, i provini vanno sottoposti a prova sia in condizioni di completa saturazione in acqua, sia nelle condizioni di contenuto naturale d'acqua.

Prova diametrale

La prova si articola nei seguenti punti:

- 1) preparare i campioni da caroti in modo che il rapporto lunghezza/diametri sia maggiore di 1;
- 2) se possibile effettuare 20 prove per campione;
- 3) collocare il provino nell'apparecchiatura e accostare i punzoni lungo un diametro della carota;
- 4) assicurarsi che la distanza L tra i punti di contatto e la più vicina estremità libera sia almeno 0,5 volte il diametro della carota; si annota la distanza con uno scarto del $+ o - 2\%$;
- 5) Incrementare il carico uniformemente in modo da provocare la rottura in un periodo di tempo da 10 a 60 secondi;
- 6) registrare il valore del carico di rottura P;
- 7) la prova viene ritenuta valida se la superficie della frattura passa per entrambi i punti di applicazione del carico.

Prova assiale

La prova si articola nei seguenti punti:

- 1) preparare i campioni da caroti in modo che il rapporto lunghezza/diametri sia compreso tra 0,3 e 1;
- 2) se possibile effettuare 20 prove per campione;
- 3) collocare il provino nell'apparecchiatura e accostare i punzoni lungo la direzione perpendicolare alle superfici terminali della carota (nel caso di rocce isotrope all'asse della carota, nel caso di rocce anisotrope parallelamente e perpendicolarmente ai piani di anisotropia);
- 4) annotare la distanza L tra i punti di contatto dei punzoni; D viene con uno scarto di + o - il 2%; la larghezza W del provino, perpendicolarmente alla direzione di carico, viene misurata a meno di + o - il 5%;
- 5) Incrementare il carico uniformemente in modo da provocare la rottura in un periodo di tempo da 10 a 60 secondi;
- 6) registrare il valore del carico di rottura P;
- 7) la prova viene ritenuta valida se la superficie della frattura passa solo attraverso uno dei punti di applicazione del carico.

Prova su blocchetti e spezzoni irregolari

La prova si articola nei seguenti punti:

- 1) preparare i campioni da caroti in modo che il rapporto D/W sia nell'intorno di 1 e la distanza L almeno 0,5 volte W;
- 2) collocare il provino nell'apparecchiatura e accostare i punzoni lungo la dimensione minore del blocchetto;
- 3) annotare la distanza D tra i punti di contatto dei punzoni; D viene con uno scarto di + o - il 2%; la larghezza minore W del provino, perpendicolarmente alla direzione di carico, viene misurata a meno di + o - il 5%;
- 4) Incrementare il carico uniformemente in modo da provocare la rottura in un periodo di tempo da 10 a 60 secondi;
- 5) registrare il valore del carico di rottura P;
- 6) la prova viene ritenuta valida se la superficie della frattura passa solo attraverso uno dei punti di applicazione del carico.

La Figura 18 riporta le forme dei provini richieste per le diverse prove appena descritte.

La valutazione della resistenza a punzonamento I_s viene determinata dalla seguente espressione:

$$I_s = \frac{P}{D_E^2}$$

Dove D_E è il diametro equivalente della carota ed è dato da:

$$D_E^2 = D^2 \text{ per prove di tipo diametrali;}$$

$$D_E^2 = 4A/\pi \text{ per prove assiali, su blocchi, su campioni di forma irregolare;}$$

$A = WD$ valore della minima superficie del fascio di piani passanti attraverso i punti di contatto delle punte.

Poiché I_s varia nelle prove diametrali in funzione del diametro D e nelle prove assiali e su blocchi in funzione di D_E , viene apportata una correzione allo scopo di ottenere un unico valore di resistenza a punzonamento per un dato tipo di roccia. Si ottiene così il valore della resistenza a punzonamento corretto ($I_{s(50)}$) di un campione o di un provino di roccia, definito come il valore di I_s riferito ad un provino standard di dimensioni $D = 50$ mm.

In particolare, nel caso in cui vengano testati provini di diametro uguale o prossimo a 50 mm non si ha bisogno di correzioni, e I_s corrisponde a $I_{s(50)}$. I valori di P , D , o D_E vengono inseriti in un diagramma bilogaritmico ($P - D_E^2$). Il valore di P_{50} viene, corrispondente al $D_E^2 = 2500$ mm² ($D_E = 50$ mm) viene ottenuto per interpolazione o, se necessario, per estrapolazione. In questo caso il fattore correttivo di forma dell'indice di punzonamento è ottenuto tramite $P_{50}/50^2$.

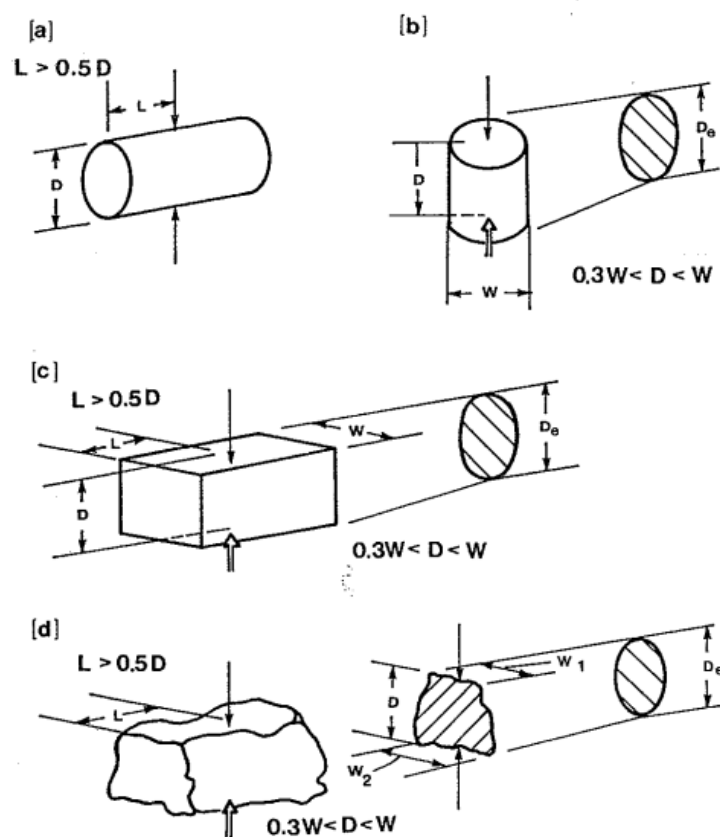


Figura 18 Forma dei provini richieste per: a) prove diametrali; b) prove assiali; c) prove su blocco; d) prove su pezzi di forma irregolare

Art. 25 – Prova di taglio diretto

Obiettivo di questa prova è determinare le caratteristiche di resistenza a taglio di un terreno in condizioni drenate, mediante interpretazione della relazione $\tau : \sigma'$ nel piano di Mohr.

La prova viene eseguita secondo la seguente normativa:

- UNI CEN ISO/TS 17892.

Gli strumenti sperimentali convenzionalmente adoperati allo scopo sono l'attrezzatura di taglio diretto piano (scatola di Casagrande) riportata in Figura 19.

La prova per essere completa deve essere eseguita su almeno tre provini consolidati a tensioni σ'_v diverse. I provini adoperati sono in genere prismatici a sezione quadrata (ma talora anche cilindrici) e, devono soddisfare requisiti dimensionali (Tabella 19).

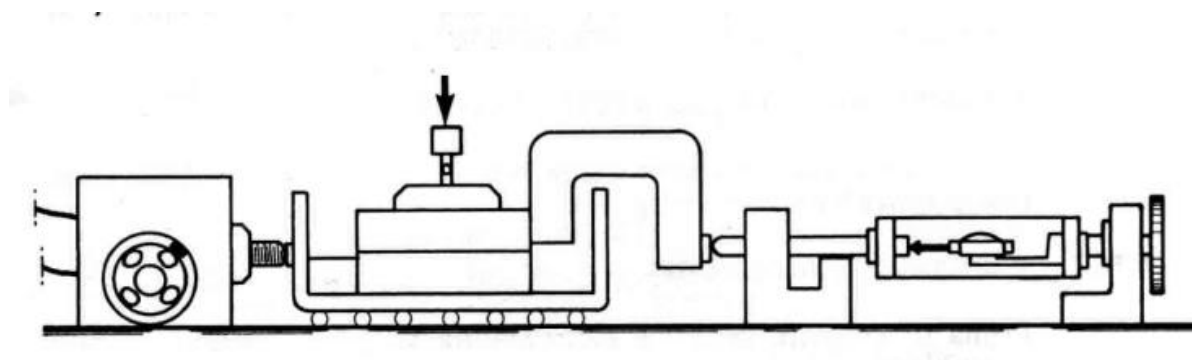


Figura 19 Scatola di Casagrande

Tabella 19 Requisiti dimensionali dei provini per prove di taglio diretto piano

Raccomandazioni AGI			Raccomandazioni ETC5		
H_{min} (mm)	L_{min} (mm)	$(L/H)_{min}$	H_{min}/d_{max}	Dimensioni tipiche provino $L \times L \times H$ (mm)	Massa minima di terreno W_{min} (g)
12.5	50	2	10	60 × 60 × 20 100 × 100 × 20 300 × 300 × 150	150 450 30000

Prima della prova, occorre registrare le dimensioni ed il peso umido di ciascun provino. Questo, una volta introdotto nell'apparecchiatura tra le due semi-scatole inferiore (mobile) e superiore (fissa e solidale con il sistema di carico verticale), viene poi sottoposto a condizioni di compressione di tipo ' K_0 ', mediante l'applicazione di una forza verticale, N , generata da un sistema di leve e pesi analogo a quello dell'edometro. La tensione effettiva di consolidazione, $\sigma'_v (= N/A$, con $A =$ area del provino), non deve di norma risultare inferiore a quella geostatica

alla profondità di prelievo del campione. Nella fase di consolidazione, si registra la relazione cedimenti-tempi, che viene poi interpretata nel piano $w - \sqrt{t}$ ottenendo il valore di t_{100} come indicato in Figura 20a.

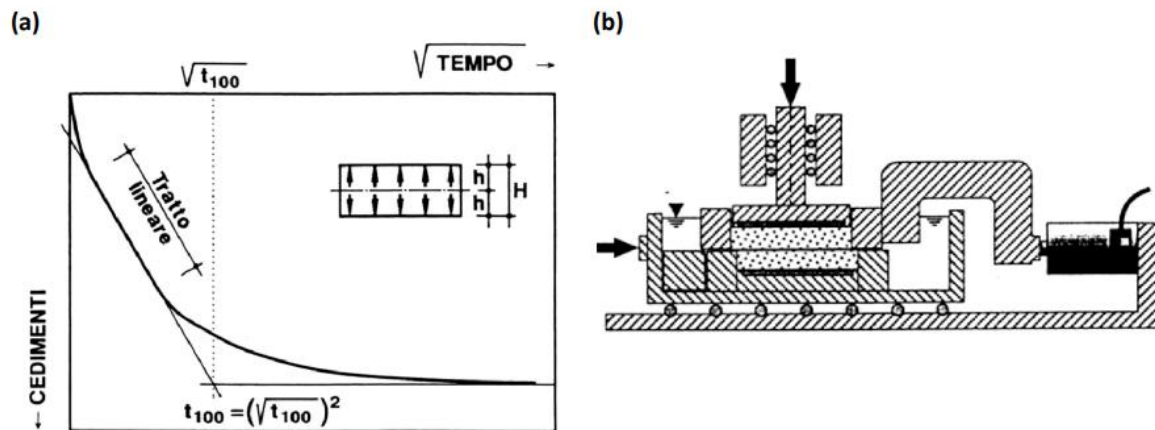


Figura 20 Curva di consolidazione a) e schema di controllo delle sollecitazioni nella fase di taglio b)

Nella fase di rottura, viene azionato un motore passo-passo che produce uno scorrimento relativo δ tra le due semi-scatole, agendo su quella inferiore (Figura 20b). Per garantire condizioni di drenaggio libero, la velocità di scorrimento δ viene mantenuta non superiore al valore:

$$\dot{\delta} = \frac{\delta_f}{FT_{100}}$$

essendo δ_f lo scorrimento prevedibile a rottura (Tabella 20);

F è una costante che assume il valore 10 secondo le Raccomandazioni AGI 12.7 e secondo ETC5.

Tabella 20 Valori orientativi dello scorrimento a rottura δ_f secondo AGI

Terreno	Scorrimento δ_f (mm)
argille tenere	8
argille sovraconsolidate	2 ÷ 5
argille marnose	1 ÷ 2
sabbie	1 ÷ 5

In questa fase, vengono registrati nel tempo i seguenti parametri:

- 1) lo scorrimento δ (letto da un micrometro o da un trasduttore di spostamento);
- 2) la forza di taglio orizzontale T (misurata da un anello dinamometrico o una cella di carico);
- 3) e lo spostamento verticale w (rilevato con un sistema analogo a δ).

Il sistema di carico verticale deve quindi rendere possibili anche gli spostamenti verticali e, per evitare il disassamento di N e T, si adottano a volte sistemi di controllo del parallelismo (p. es. cuscinetti a sfera lungo l'asta che trasmette il carico verticale. Le letture simultanee di spostamenti orizzontali e verticali, nonché del carico orizzontale, vanno condotte fino all'evidenza del raggiungimento della resistenza del materiale.

Al termine della prova, il provino va smontato con cura, pesato, e poi fatto essiccare in stufa a 105°-110° per almeno 24 h, dopodiché ne viene registrato il peso secco.

Art. 26 – Prova BHTV/OPTV

È un'indagine visiva effettuata sulle pareti del foro di sondaggio con lo scopo di individuare eventuali fratture e cavità.

Lo strumento BHTV (Borehole televiewer) è uno strumento di acquisizione ad ultrasuoni. Le immagini della parete laterale del foro sono create misurando le variazioni nei tempi di percorrenza e le ampiezze relative degli impulsi acustici riflessi, mentre il dispositivo BHTV risale dal foro di sondaggio. Una colonna d'acqua funge da mezzo per il passaggio e la ricezione dei segnali acustici dalla parete del foro di perforazione. Le immagini del foro di sondaggio sono presentate a colori in 2-D e orientate rispetto al nord magnetico.

Lo strumento è equipaggiato con un sistema di orientazione e necessita della centralizzazione e della presenza di fluidi nel foro di sondaggio. È operativo anche in presenza di acque torbide e fanghi di perforazione.

Art. 27 – Riferimenti bibliografici

A.G.I. – ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (1963). *Nomenclatura geotecnica e classifica delle terre. Geotecnica, V 10.*

A.G.I. – ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (1977). *Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche.*

A.G.I. – ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (1994). *Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio.*

ALBARELLO D. & CASTELLARO S. (2011). *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Ingegneria Sismica Anno XXVIII, 32-49.*

A.A.S.H.T.O. - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (2020). *T27 Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.*

A.A.S.H.T.O. - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (2020). *T88 Standard Method of Test for Particle Size Analysis of Soils.*

A.A.S.H.T.O. - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (2013). *T89, Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils.*

A.A.S.H.T.O. - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (2020). *T90 Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.*

A.A.S.H.T.O. - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (1997). *T92 Standard Method of Test for Determining the Shrinkage Factors of Soils.*

Articolo 1375 Codice Civile (R.D. 16 marzo 1942, n. 262) "Esecuzione di buona fede".

Articolo 2359 del codice civile 2359 "Società controllate e società collegate".

ASTM D2216 (1980). Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil & Rock by Mass, Standard Test.

ASTM D2488. Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedures).

ASTM D2850. Standard Test Method for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils.

ASTM D2974 (1987). Test methods for moisture, ash and organic matter of peat and other organic soils

ASTM D3080/D3080M (2011). Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions (Withdrawn 2020).

ASTM-D 5731 Standard Test Method For Determination Of The Point Load Strength Index Of Rock And Application To Rock Strength Classifications

ASTM D7012 Standard Test Methods for Compressive Strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens under Varying States of Stress and Temperatures

ASTM, *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Intact Rock Core Specimens*, ASTM D3967-08, (2008)

ASTM D3999/D3999M. *Standard Test Methods for the Determination of the Modulus and Damping Properties of Soils Using the Cyclic Triaxial Apparatus (Withdrawn 2020)*.

ASTM D4015 (2007). *Standard Test Methods for Modulus and Damping of Soils by Resonant-Column Method*.

ASTM D4186 / D4186M (2020). *Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Saturated Cohesive Soils Using Controlled-Strain Loading*.

ASTM D4546. *Standard Test Methods for One-Dimensional Swell or Collapse of Soils*.

ASTM D4767-11 (2020) *Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils*.

ASTM D5311 / D5311M. *Standard Test Method for Load Controlled Cyclic Triaxial Strength of Soil*.

ASTM D854. *Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*.

ASTM D1586 (1984). *Standard test method for penetrating test and split-barrel sampling of soil*.

ASTM D2937 *Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method*.

BS 1377 (1975). *Methods of test for soils for civil engineering purposes*.

BS 1377-2 (1990). *Methods of test for soils for civil engineering purposes. Classification tests*.

Dei Cas, L., Trigila, A., & Iadanza, C. (2021). *Linee Guida per il monitoraggio delle frane. Linee Guida SNPA*, 32.

DECRETO LEGISLATIVO 30 giugno 2003, n.196 recante il "Codice in materia di protezione dei dati personali".

DECRETO LEGISLATIVO 22 gennaio 2004, n.42 recante il "Codice dei beni culturali e del paesaggio", ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n.137.

DECRETO LEGISLATIVO 6 settembre 2011, n. 159 "Codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione".

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro".

DECRETO LEGISLATIVO 18 aprile 2016, n.50 "Codice dei contratti pubblici".

DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 106. *Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE*.

DM 19 aprile 2000, n. 145 "Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici".

DM 7 marzo 2018, n. 49 "Linee guida funzione direttore dei lavori e direzione dell'esecuzione".

DPR 9 aprile 1959, n.128 "Norme di polizia delle miniere e delle cave".

DPR 5 ottobre 2010, n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del DL del 12 aprile 2006, n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE".

HARDIN B. G. & MUSIC J. (1965). Apparatus for vibrati of soil specimens during the triaxial test. *Instruments and Apparatus for Soil and Rock Mechanics*. ASTM STP 392, 55-24.

HOULSBY A. C. (1976). Routine interpretation of the Lugeon water-tesq. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, pp. 303-313.

INTERNATIONAL STANDARD - UNI EN ISO 22476-12:2009, "Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 12: Mechanical cone penetration test (CPTM)".

INTERNATIONAL STANDARD - UNI EN ISO 22476-2:2005, "Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 2: Dynamic probing".

ISENHOWER W. M. (1979). Torsional simple shear/Resonant column of San Francisco Bay mud. Ph. D. Thesis, The University of Texas, Austin.

ISHIHARA, K. (1996). *Soil behaviour in earthquake geotechnics*. Oxford University Press, Oxford, UK.

ISO 22476-1. 2005. *Geotechnical investigation and testing. Field testing, part 1: Electrical cone and piezocone penetration tests*.

ISO 22476-12. 2009. *Geotechnical investigation and testing. Field testing, part 12: Mechanical cone penetration test*.

ISRM (1979). Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials, *Int J Rock Mech Min Sci*. 16 (2), 135-140

ISSMFE TECHN. COMMITTEE (1985-1988). *Standard Penetration Test (SPT): International Reference Test Procedure*. ISOPT-1, Orlando (USA).

Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R. & Pasqualini E. 1988. New correlations of penetration tests for design practice. Proc., Penetration Testing 1988, ISOPT 1, Orlando, Florida, J. De Ruiter ed., Vol. 1 pp: 263-296

Jamiolkowski M., Lo Presti D.C.F. & Garizio G.M. 2000. Correlation between Relative Density and Cone Resistance for Silica Sands. 75th Anniversary of Karl Terzaghi's ERDBAU

Jamiolkowski M., Lo Presti D.C.F. & Manassero M. 2001. Evaluation of Relative Density and Shear Strength of Sands from CPT and DMT, Invited Lecture Ladd Symposium, GSP No. 119, ASCE, pp. 201-238.

Jamiolkowski, M., C.C. Ladd, J.T. Germaine, and Lancellotta R. 1985. New Developments in Field and Lab Testing of Soils. Proceedings, 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 1, San Francisco, Calif., Aug. 12-16, 1985, pp. 57-154.

Jamiolkowski, M., D.C.F. LoPresti, and Manassero M. 2001. Evaluation of Relative Density and Shear Strength of Sands from Cone Penetration Test and Flat Dilatometer Test," *Soil Behavior and Soft Ground*

- LAMBE T. W. (1967) - *Stress path method*. Jour. Soil Mech.Div., ASCE, Vol.93, BM6, 309- 331.
- MENARD L. (1957): "Mesure un situ des proprietes physiques des sols", Ann. Ponts Chauss, Vol. 127, N. 14, pp. 356-377;
- NAKAMURA Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface. QR of RTRI, 30, p. 25-30.
- NOGOSHI M. & IGARASHI T. (1970). On the propagation characteristics of the microtremors. Journal of the Seismological Society of Japan, 24, 24-40.
- N.T.C. (2018). Norme Tecniche per le Costruzioni. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- POLIDORI E. & GORI U. (2005). Classificazione dei terreni argillosi. Giornale di Geologia Applicata 2, 249-254.
- POWERS M. C. (1953). A new roundness scale for sedimentary particles. Journal of Sedimentary Petrology, 23:117-119.
- POWERS M.C. & JOHNSON M. (2009). Comparison charts for estimating roundness and sphericity. In The Geoscience Handbook: AGI Data Sheets, 4th Edition Revised, (American Geological Institute), pp. 167–168.
- RAVILOLO P. L. (1993). Il laboratorio geotecnico: Procedure di prova – Elaborazione – Acquisizione dati. Editrice Controls.
- Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016.
- REGOLAMENTO del 9 marzo 2011 (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO.
- TORNAGHI R. (1983). Metodo pressiométrico Menard, Politecnico di Torino – Ingegneria – Atti dell'istituto di Scienza delle costruzioni, N. 610, pp. 71;
- U.S.C.S UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM, CORPS OF ENGINEERS (1953). U.S. Army Technical Memorandum No. 3-357, Vol. 1, March, 1953 (Revised April, 1960).
- UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005 Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni
- VUCETIC M. (1994). Cyclic threshold shear strains in soils. Journal of Geotech. Eng., ASCE, Vol. 120.
- WADEL N. (1932). Volume, shape, and roundness of rock particles. Jour. Geology, v. 40, p. 443-451.
- ZINGG T. (1935) - Beitrag Zur Schotteranalyse. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 15: 39-140.