



COMUNE DI VILLASIMIUS

Provincia del Sud Sardegna


INTERVENTO DI “COPERTURA FINALE DELLA DISCARICA CONTROLLATA PER RIFIUTI SOLIDI URBANI, UBICATA NEL COMUNE DI VILLASIMIUS VIALE DEI CORMORANI N. 8 LOCALITÀ ZIMMIONI”.



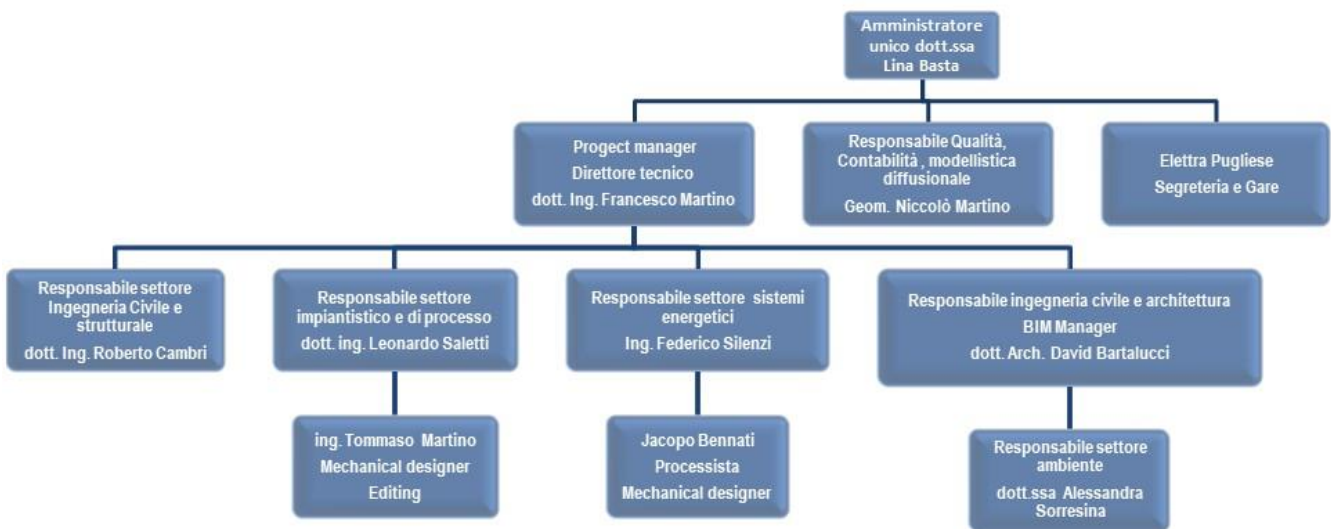
**PROGETTO DEFINITIVO_DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI
TECNICI**

D355PDRT071.00_RLE_01

Gruppo di lavoro:

mandataria:	mandante:	mandante:	mandante:
 martino associati ingegneria e tecnologie ambientali	Ing. Gianluca Utzeri	Dott. Agr. Simone Cuccuru	Dott.geol. Stefano Conti

Organigramma e staff della martino associati srl



Sistemi Qualità Certificati



ISO 14001:2015
Certificato n° IT.21.0069.00.EMS



UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)
Certificato n° FS587971



ISO 45001:2018
Certificato n° IT.21.0070.00.OHS

INDICE

1. CRITERI AMBIENTALI MINIMI	4
2. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	9
3. ACCETTAZIONE	9
4. IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI	9
5. IMPIEGO DI MATERIALI O COMPONENTI DI MINOR PREGIO	9
6. IMPIEGO DI MATERIALI RICICLATI E DI TERRE E ROCCE DA SCAVO	9
7. NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE.....	10
8. PROVVISITA DEI MATERIALI	10
9. SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO.....	10
10. ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE	10
11. INDENNITÀ PER OCCUPAZIONI TEMPORANEE E DANNI ARRECATI	11
12. MATERIALI e prodotti.....	11
12.1 Materiali e prodotti per uso strutturale	11
12.1.1 Componenti del calcestruzzo.....	11
12.1.2 Acciaio per cemento armato	18
12.1.3 Geocomposito di drenaggio acque meteoriche protetto con tnt (parte sub pianeggiante) e geocomposito di drenaggio biogas.....	25
12.1.4 Geomembrana in HDPE	28
12.1.5 Geocomposito bentonitico	38
12.1.6 Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale	41
12.1.7 Rilevati e rinterri	42
12.1.8 Geocomposito di rinforzo e drenaggio acque meteoriche (sponde esterne)	42
12.1.9 Argilla	47
12.1.10 Pannello drenante con tubo	47
12.1.11 Tubazione PEAD in pressione	50
12.1.12 Tubazione in PVC.....	51

1.CRITERI AMBIENTALI MINIMI

L'appaltatore dovrà dimostrare la propria capacità di applicare misure di gestione ambientale durante l'esecuzione del contratto in modo da arrecare il minore impatto possibile sull'ambiente, attraverso l'adozione di un sistema di gestione ambientale conforme alle norme di gestione ambientale basate sulle pertinenti norme europee o internazionali e certificato da organismi riconosciuti.

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, e di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione, fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, il progetto di un edificio (nel caso di ristrutturazioni si intende l'applicazione ai nuovi materiali che vengono usati per l'intervento o che vanno a sostituire materiali già esistenti nella costruzione) deve prevedere i criteri del presente paragrafo. L'appaltatore dovrà compiere scelte tecniche di progetto, specificare le informazioni ambientali dei prodotti scelti e fornire la documentazione tecnica che consenta di soddisfare tali criteri e inoltre prescriverà che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza a tali criteri comuni tramite la documentazione indicata nella verifica di ogni criterio. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate in premessa.

Disassemblabilità

Almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, dovrà essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% dovrà essere costituito da materiali non strutturali. Verifica: si dovrà fornire l'elenco di tutti i componenti edilizi e dei materiali che possono essere riciclati o riutilizzati, con l'indicazione del relativo peso rispetto al peso totale dei materiali utilizzati per l'edificio.

Materia recuperata o riciclata

Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali. Per le diverse categorie di materiali e componenti edilizi valgono in sostituzione, qualora specificate, le percentuali contenute nel capitolo "Criteri specifici per i componenti edilizi". Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate: 1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione); 2) sussistano specifici obblighi di legge a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione. Verifica: La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni: • una dichiarazione ambientale di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly o equivalenti; • una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti; • una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021. Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, è ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso è necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori.

Sostanze pericolose

Nei componenti, parti o materiali usati non devono essere aggiunti intenzionalmente :

1. additivi a base di cadmio, piombo, cromo VI, mercurio, arsenico e selenio in concentrazione superiore allo 0.010% in peso.
2. sostanze identificate come "estremamente preoccupanti" (SVHCs) ai sensi dell'art.59 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 ad una concentrazione maggiore dello 0,10% peso/peso.
3. sostanze o miscele classificate o classificabili con le seguenti indicazioni di pericolo:
 - come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione di categoria 1A, 1B o 2 (H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H341, H351, H361f, H361d, H361fd, H362);
 - per la tossicità acuta per via orale, dermica, per inalazione, in categoria 1, 2 o 3 (H300, H301, H310, H311, H330, H331) - come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1,2, (H400, H410, H411)
 - come aventi tossicità specifica per organi bersaglio di categoria 1 e 2 (H370, H371, H372, H373).

Verifica: per quanto riguarda la verifica del punto 1, l'appaltatore deve presentare dei rapporti di prova rilasciati da organismi di valutazione della conformità. Per la verifica dei punti 2 e 3 l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto degli stessi. Tale dichiarazione dovrà includere una relazione redatta in base alle Schede di Sicurezza messe a disposizione dai produttori.

Emissioni dei materiali

Ogni materiale elencato di seguito deve rispettare i limiti di emissione esposti nella successiva tabella: • pitture e vernici • tessuti per pavimentazioni e rivestimenti • laminati per pavimenti e rivestimenti flessibili • pavimentazioni e rivestimenti in legno • altre pavimentazioni (diverse da piastrelle di ceramica e laterizi) • adesivi e sigillanti • pannelli per rivestimenti interni (es. lastre in cartongesso)

Limite di emissione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a 28 giorni	
Benzene Tricloroetilene (trielina) di-2-etilossiftalato (DEHP) Dibutilftalato (DBP)	1 (per ogni sostanza)
COV totali	1500
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
1,4-diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossietanolo	<1500
Stirene	<350

Verifica: in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà presentare alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori. La determinazione delle emissioni deve avvenire in conformità alla CEN/TS 16516 o UNI EN ISO 16000-9 o norme equivalenti. Per qualunque metodo di prova o norma da utilizzare, si applicano i seguenti minimi fattori di carico (a parità di ricambi d'aria, sono ammessi fattori di carico superiori):

- 1,0 m² /m³ - pareti;
- 0,4 m² /m³ - pavimenti e soffitto;
- 0,05 m² /m³ piccole superfici, esempio porte;
- 0,07 m² /m³ finestre;
- 0,007 m² /m³ - superfici molto limitate, per esempio sigillanti;
- con 0,5 ricambi d'aria per ora.

Per dimostrare la conformità sull'emissione di DBP e DEHP sono ammessi metodi alternativi di campionamento ed analisi (materiali con contenuti di DBP e DEHP inferiori a 1 mg/kg, limite di rilevanza strumentale, sono considerati conformi al requisito di emissione a 28 giorni. Il contenuto di DBP e DEHP su prodotti liquidi o in pasta deve essere determinato dopo il periodo di indurimento o essiccazione a 20±10°C, come da scheda tecnica del prodotto). Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate in premessa.

Demolizioni e rimozione dei materiali

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, le demolizioni e le rimozioni dei materiali dovranno essere eseguite in modo da favorire, il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali. A tal fine il progetto dell'edificio deve prevedere che:

1. nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la demolizione e rimozione di edifici, parti di edifici, manufatti di qualsiasi genere presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio;
2. il contraente dovrà effettuare una verifica precedente alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tale verifica include le seguenti operazioni:
 - individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico, o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
 - una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;

- una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
 - una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.
- Verifica: l'offerente dovrà presentare una verifica precedente alla demolizione che contenga le informazioni specificate nel criterio, allegare un piano di demolizione e recupero e una sottoscrizione di impegno a trattare i rifiuti da demolizione o a conferirli ad un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti.

Materiali usati nel cantiere

I materiali usati per l'esecuzione del progetto devono rispondere ai criteri previsti nel capitolo "Specifiche tecniche dei componenti edilizi".

Verifica: l'offerente deve presentare la documentazione di verifica come previsto per ogni criterio contenuto nel capitolo "Specifiche tecniche dei componenti edilizi".

Prestazioni ambientali

Ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, ecc.), le attività di cantiere dovranno garantire le seguenti prestazioni:

- per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali dovranno essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato).

Al fine di impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, ecc. sono previste le seguenti azioni a tutela del suolo:

- accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per una profondità di 60 cm, per la realizzazione di scarpate e aree verdi pubbliche e private;
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
- eventuali aree di deposito provvisorie di rifiuti non inerti dovranno essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali.

Al fine di tutelare le acque superficiali e sotterranee da eventuali impatti, sono previste le seguenti azioni a tutela delle acque superficiali e sotterranee: - gli ambiti interessati dai fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone dovranno essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

Al fine di ridurre i rischi ambientali, la relazione tecnica deve contenere anche l'individuazione puntuale delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, con particolare riferimento alle singole tipologie delle lavorazioni.

La relazione tecnica dovrà inoltre contenere:

- le misure adottate per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere;
- le misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (tipo di cassonetti/contenitori per la raccolta differenziata, le aree da adibire a stoccaggio temporaneo, etc.) e per realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e demolizione (C&D);
- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.);
- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, etc., e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica; - le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, anche attraverso la verifica periodica degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti, con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e riciclaggio degli imballaggi.

Altre prescrizioni per la gestione del cantiere, per le preesistenze arboree e arbustive:

- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie.

Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare).

In particolare intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2 cm.

Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, etc; - i depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di 10 metri).

Verifica: l'offerente dovrà dimostrare la rispondenza ai criteri suindicati tramite la documentazione nel seguito indicata:

- relazione tecnica nella quale siano evidenziate le azioni previste per la riduzione dell'impatto ambientale nel rispetto dei criteri;
- piano per il controllo dell'erosione e della sedimentazione per le attività di cantiere;
- piano per la gestione dei rifiuti da cantiere e per il controllo della qualità dell'aria e dell'inquinamento acustico durante le attività di cantiere.

L'attività di cantiere sarà oggetto di verifica programmata, effettuata da un organismo di valutazione della conformità. Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita.

Personale di cantiere

Il personale impiegato nel cantiere oggetto dell'appalto, che svolge mansioni collegate alla gestione ambientale dello stesso, dovrà essere adeguatamente formato per tali specifici compiti.

Il personale impiegato nel cantiere dovrà essere formato per gli specifici compiti attinenti alla gestione ambientale del cantiere con particolare riguardo a:

- sistema di gestione ambientale,
- gestione delle polveri,
- gestione delle acque e scarichi;
- gestione dei rifiuti.

Verifica: l'offerente dovrà presentare in fase di offerta, idonea documentazione attestante la formazione del personale, quale ad esempio curriculum, diplomi, attestati, ecc.

Scavi e rinterri

Prima dello scavo, dovrà essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).

Per i rinterri, dovrà essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale di cui al precedente punto) proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1. Per i riempimenti con miscela di materiale betonabile deve essere utilizzato almeno il 50% di materiale riciclato.

Verifica: l'offerente dovrà presentare una dichiarazione del legale rappresentante che attesti che tali prestazioni e requisiti dei materiali, dei componenti e delle lavorazioni saranno rispettati e documentati nel corso dell'attività di cantiere.

Clausola sociale

I lavoratori dovranno essere inquadrati con contratti che rispettino almeno le condizioni di lavoro e il salario minimo dell'ultimo contratto collettivo nazionale CCNL sottoscritto. In caso di impiego di lavoratori interinali per brevi durate (meno di 60 giorni) l'offerente si accerta che sia stata effettuata la formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro (sia generica che specifica), andando oltre agli obblighi di legge, che prevede un periodo massimo pari a 60 giorni per effettuare la formazione ai dipendenti.

Verifica: l'appaltatore dovrà fornire il numero ed i nominativi dei lavoratori che intende utilizzare in cantiere. Inoltre su richiesta della stazione appaltante, in sede di esecuzione contrattuale, dovrà presentare i contratti individuali dei lavoratori che potranno essere intervistati per verificare la corretta ed effettiva applicazione del contratto. L'appaltatore potrà fornire in aggiunta anche il certificato di avvenuta certificazione SA8000:2014 (sono escluse le certificazioni

SA8000 di versioni previgenti). L'appaltatore potrà presentare in aggiunta la relazione dell'organo di vigilanza di cui al d.lgs. 231/01 laddove tale relazione contenga alternativamente i risultati degli audit sulle procedure aziendali in materia di ambiente-smaltimento dei rifiuti; salute e sicurezza sul lavoro; whistleblowing; codice etico; applicazione dello standard ISO 26000 in connessione alla PDR UNI 18:2016 o delle linee guida OCSE sulle condotte di impresa responsabile. In caso di impiego di lavoratori interinali per brevi durate (meno di 60 giorni) l'offerente presenta i documenti probanti (attestati) relativi alla loro formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro (sia "generica" effettuata presso l'agenzia interinale sia "specificata", effettuata presso il cantiere/azienda/soggetto proponente e diversa a seconda del livello di rischio delle lavorazioni) secondo quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni del 21/12/2011.

2. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

3. ACCETTAZIONE

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. 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 fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

4. IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali

5. IMPIEGO DI MATERIALI O COMPONENTI DI MINOR PREGIO

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

6. IMPIEGO DI MATERIALI RICICLATI E DI TERRE E ROCCE DA SCAVO

Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203, Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

Riutilizzo delle terre e rocce da scavo

Ai sensi dell'art. 1 del D.M. 161/2012, si intende per "materiale di scavo" il suolo o sottosuolo, con eventuali presenze di riporto, derivanti dalla realizzazione di un'opera quali, a titolo esemplificativo: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee, ecc.); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali in generale; rimozione e livellamento di opere in terra.

Si ritiene quindi che il materiale da scavo proveniente dal sito oggetto degli interventi previsti a progetto, in applicazione dell'articolo 184-bis, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, sia da considerarsi come sottoprodotto di cui all'articolo 183, comma 1, lettera qq), del medesimo decreto legislativo, rispondendo ai seguenti requisiti:

- il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un'opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- il materiale da scavo è utilizzato, in conformità al Piano di Utilizzo:
 - nel corso dell'esecuzione della stessa opera, nel quale è stato generato, o di un'opera diversa, per la realizzazione di rinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, interventi a mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;
 - in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;
- il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'Allegato 3;
- il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b), soddisfa i requisiti di qualità ambientale di cui all'Allegato 4.

Ai fini del comma 1 e ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera qq), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, le terre e rocce da scavo per essere qualificate **sottoprodotti** devono soddisfare i seguenti requisiti¹:

Requisito	Conformità, nel progetto specifico, con l'art.4 DPR 120/2017
sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono	Tale requisito è pienamente soddisfatto nel progetto in questione. Gli scavi infatti

¹ Ribaditi all'art.4 del DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 giugno 2017, n. 120. Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;.	sono generati nel corso degli interventi di realizzazione del nuovo Ecodistretto di Rossano, per la cui attuazione si rende necessario effettuare sbancamenti e scavi a sezione obbligata di terreni che sotto il profilo delle indagini ambientali eseguite sulla matrice suolo profondo e suolo superficiale non hanno mostrato superamenti delle Concentrazioni Soglie di Contaminazione definite nel <i>D.lgs. 152/2006</i> e s.m.i. Parte IV All.5 Tab. 1/B "Siti ad uso industriale".
il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o della dichiarazione di cui all'articolo 21, e si realizza: 1) nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di rinterrii, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;	Per detti terreni si prevede il riuso nel corso di un'opera diversa, la limitrofa discarica, nel quadro di attività di miglioramento ambientale della stessa (opere di capping).
sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;	Dalle analisi in situ effettuate a più riprese detti terreni risultano idonei per tali attività

Quindi a tutti gli effetti le terre e rocce da scavo generate dalle attività del cantiere di cui trattasi possono essere qualificate come **sottoprodotti**.

7. NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

8. PROVVISITA DEI MATERIALI

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

9. SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriberne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento n. 207/207.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

10. ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni.

Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

11. INDENNITÀ PER OCCUPAZIONI TEMPORANEE E DANNI ARRECATI

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

12. MATERIALI E PRODOTTI

12.1 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Identificazione, certificazione e accettazione

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione sia per ciò che attiene quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le Nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uso stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle Nuove norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

Procedure di controllo di produzione in fabbrica

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

12.1.1 Componenti del calcestruzzo

Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero a uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per il calcestruzzo esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante

prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termometriche.

Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

- UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche;
- UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;
- UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;
- UNI ENV SPERIMENTALE 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;
- UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;
- UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;
- UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;
- UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;
- UNI EN 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;
- UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) drosolubile nel cemento;
- UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;
- UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;
- UNI EN 197-4 - Cemento. Parte 4. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;
- UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
- UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità;
- UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;
- UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella sotto riportata, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55 Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella suesposta.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Sistema di attestazione della conformità

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella di seguito esposta.

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Specificativa tecnica europea armonizzata di riferimento	Usò previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

Marchatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marchatura CE sono riportati nella tabella sotto esposta.

La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

Controlli d'accettazione

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella sotto esposta, insieme ai relativi metodi di prova.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	UNI EN 1097-2

Sabbia

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 11.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;
- UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;

- UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;
- UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;
- UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;
- UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);
- UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;
- UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;
- UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
- UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
- UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;
- UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;
- UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo;
- UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;
- UNI EN 13139 - Aggregati per malta.

Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 11.7, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;
- UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;
- UNI 11013 - Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.

Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;
- UNI EN 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;
- UNI EN 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;
- UNI EN 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante stacciatura umida.

Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO₂, con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

NORME DI RIFERIMENTO

- UNI 8981-8 - Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;
- UNI EN 13263-1 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;
- UNI EN 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

Additivi fluidificanti e super fluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo super fluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo super fluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi super fluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma UNI 8020;

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;

- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

Norme di riferimento

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

- UNI 7110 - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce;
- UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;
- UNI EN 480 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;
- UNI EN 480-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;
- UNI EN 480-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

- UNI EN 480-8 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;
- UNI EN 480-10 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;
- UNI EN 480-11 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;
- UNI EN 480-12 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;
- UNI EN 480-13 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;
- UNI EN 480-14 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;
- UNI EN 934-1 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;
- UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo.
- Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-3 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

NORME DI RIFERIMENTO

- UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;
- UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;
- UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;
- UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra UNI 8656 e UNI 8660.

L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

NORME DI RIFERIMENTO

- UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;
- UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;
- UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;
- UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;
- UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

Prodotti disarmanti

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

Acqua di impasto

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Classi di resistenza del conglomerato cementizio

Classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate in tabella:

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella di seguito evidenziata, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per struttura non armate tipo magrone	C10/15
Per strutture armate	C25/30
Per strutture armate in ambienti aggressivi	C25/30 con strato di resina epossidica

12.1.2 Acciaio per cemento armato

Le forme di controllo obbligatorie

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito.

Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo.

Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marchiatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marchiatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marchiatura.

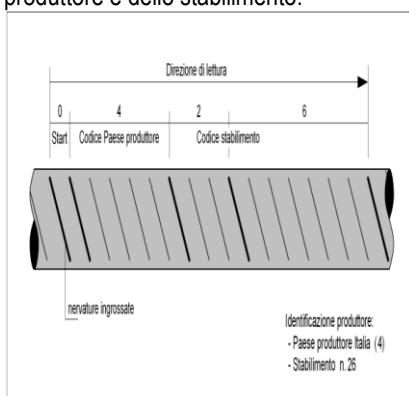
Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella sotto esplicitata si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marchiatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4
Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

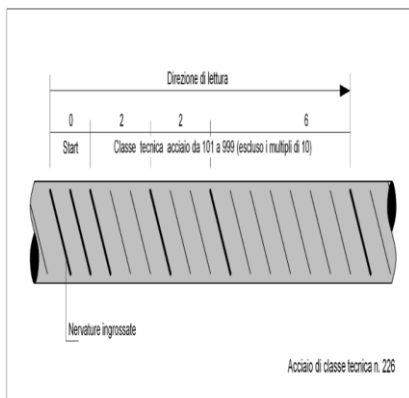
IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE

Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.



IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura 12.2 riporta è riferito a un acciaio di classe tecnica n. 226.



In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il caso dell'unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

Conservazione della documentazione d'accompagnamento

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Centri di trasformazione

Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

12.2.5.2 Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

I tipi d'acciaio per cemento armato

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato utilizzati sono indicati nella tabella seguente:

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ($6 \leq \phi \leq 50$ mm)

L'acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- f_y nom: 450 N/mm²;
- f_t nom: 540 N/mm².

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente.

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}		$\geq f_{ynom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}		$\geq f_{tnom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$		$\geq 1,15 \leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_{y,nom})_k$		$\leq 1,25$	10,0
Allungamento (A_{gt}) _k		$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche	$\phi < 12$ mm	4 ϕ	-
	$12 \leq \phi \leq 16$ mm	5 ϕ	-
	per $16 < \phi \leq 25$ mm	8 ϕ	-
	per $25 < \phi \leq 50$ mm	10 ϕ	-

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme:

- UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;
- UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.
- Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.
- In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y con $f(0,2)$.

LA PROVA DI PIEGAMENTO

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 + 5$ °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

LA PROVA DI TRAZIONE

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di Agt, allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione Fm, bisogna considerare che:

- se Agt è misurato usando un estensimetro, Agt deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se Agt è determinato con il metodo manuale, Agt deve essere calcolato con la seguente formula:

$$Agt = Ag + Rm/2000$$

dove

Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo Fm

Rm è la resistenza a trazione (N/mm²).

La misura di Ag deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza r2 di almeno 50 mm o 2d (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due).

La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

I diametri di impiego per gli acciai B450C, in barre e in rotoli, sono riportati nella tabella seguente:

Acciaio in barre	Diametro \varnothing (mm)
B450C	$8 \leq \varnothing \leq 24$

La sagomatura e l'impiego

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.

Le reti elettrosaldate

Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

Per le reti in acciaio (B450C), gli elementi base devono avere diametro come riportato nella tabella seguente:

Acciaio tipo	Diametro \varnothing (mm)
B450C	$6 \leq \varnothing \leq 8$

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti elettrosaldate può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti formate con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito..

LA MARCHIATURA DI IDENTIFICAZIONE

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete..

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso,

la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 12.8, dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella seguente.

Diametro nominale (mm)	$5 \leq \phi \leq 8$	$8 < \phi \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	$\pm 4,5$

Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

I controlli sistematici

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t , l'allungamento A_{gt} ed effettuate le prove di piegamento.

Le prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 25$).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per l'acciaio B450C, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per l'acciaio B450C, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 12.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il $\pm 2\%$, il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralci elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella sotto esposta.

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 - 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	Per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso, occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

12.1.3 Geocomposito di drenaggio acque meteoriche protetto con tnt (parte sub pianeggiante) e geocomposito di drenaggio biogas

Il geocomposito drenante dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- resistente alle perforazioni di radici;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale dovrà avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e deve inoltre possedere polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Inoltre, il prodotto dovrà possedere una certificazione ambientale (EPD) emessa da ente terzo accreditato in accordo a ISO 14025 e EN 15804

Il geocomposito dovrà essere costituito da un nucleo drenante tridimensionale, lavorato termicamente in modo da conferirgli una configurazione particolarmente efficace a resistere alle pressioni di confinamento esercitate dal terreno di rinterro, racchiuso da due geotessili filtranti termosaldati.

Il geocomposito dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva:

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Massa areica	EN ISO 9864	g/m ²	850
Spessore a 2kPa	EN ISO 9863-1	mm	8
Resistenza a trazione	EN ISO 10319	kN/m	≥16
Deformazione al carico massimo	EN ISO 10319	%	< 80
Portata idraulica longitudinale a 20 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m-s)	0.70
Portata idraulica longitudinale a 50 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m-s)	0.60
Portata idraulica longitudinale a 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m-s)	0.35

Coefficiente riduttivo delle prestazioni idrauliche calcolate con contatto R/R, rispetto a condizioni di progetto R/S		-	0,60
Coefficienti riduttivi delle prestazioni drenanti a lungo termine (5, 50 e 100 anni), ai diversi livelli di pressione di esercizio, dovuti al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr}	ISO 25619 @10.000 h di test		Certificati da laboratorio terzo qualificato*
Coefficiente riduttivo delle prestazioni drenanti a lungo termine - 100 anni, a 50 kPa, dovuto al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr} si da simulare il comportamento nel tempo,	ISO 25619 @10.000 h di test		<1.05*
Global Warming Potential (GWP 100 anni) - coefficiente di emissione di kg CO ₂ per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso dell'imballaggio.	ISO 14025 - EN 15804		<2.50 kg CO ₂ -Equiv. per kg di prodotto realizzato *
Punzonamento dinamico del singolo filtro	EN ISO 13433	mm	33
Resistenza al punzonamento statico del singolo filtro	EN ISO 12236	kN	1,4
Larghezza del rotolo			> 4 m

*valore certificato da ente governativo/laboratorio accreditato esterno qualificato (BBA o assimilabile)

In caso di prodotto non certificato rispetto il compressive creep, ovvero con certificazione ottenuta in accordo a ASTM D4716 (prove accelerate di creep a 1000 h di test) le prestazioni idrauliche richieste al prodotto e riportate in precedenza dovranno essere incrementate di un fattore pari a 3 a parità di condizioni di contatto, mentre la massa areica minima dovrà risultare almeno pari a 1300 g/m² in quanto scegliendo un materiale di maggiore spessore a parità di peso si avrebbe una maggiore portata idraulica nei test a breve termine ma risulterebbe soggetto a fenomeni di deformazione viscosa molto marcati essendo la massa del nucleo –oltre alla sua geometria –uno dei fattori maggiormente influenzanti la deformazione viscosa.

12.1.3.1 Controlli in fase di scelta del materiale

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001, 14001, 14025 e EN 15804, certificazione delle performance di Creep ISO 25619, polizza assicurativa RC prodotto.

La non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

Ispezioni e prove

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura del geocomposito drenante.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

massa areica	(norma UNI EN 9864);
resistenza a trazione longitudinale	(norma UNI EN ISO 10319);
spessore (a 2 kPa)	(norma UNI EN 9863-1);
deformazione a rottura	(norma UNI EN ISO 10319);
resistenza al punzonamento statico	(norma UNI EN ISO 12236);
Portata idraulica longitudinale a 20, 50 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S	(UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore sulle prestazioni di Creep in condizioni comportamento sulla scarpata si dovrà calcolare:

Portata idraulica longitudinale a 20, 50 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (norma EN ISO 12958 opzione RF long term creep test) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte .

Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale, di dimensioni idonee ai test sopra riportati, allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

Tali test potranno servire come prima comprova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) per approvazione, una specifica completa riguardante la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geocompositi drenanti, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche in accordo alla Dichiarazione di prestazione del prodotto fornito.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. per accettazione una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, a disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

12.1.3.2 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche fornite dal Produttore.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m², per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Le campionature dovranno essere sottoposte alle seguenti prove per verificare la congruità del materiale con quanto riportato nella tabella precedente:

- massa areica (norma UNI EN 9864);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (norma UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236);
- Portata idraulica longitudinale a 20, 50 e 200 kPa ($i = 0,1$), contatto R/S (UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore sulle prestazioni di Creep in condizioni comportamento sulla scarpata si dovrà calcolare:

- Portata idraulica longitudinale a 20, 50 e 200 kPa ($i = 0,1$), contatto R/S (norma EN ISO 12958) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte .
- Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

In ogni caso, almeno n. 1 campione dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

12.1.3.3 Posa in opera del materiale

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Egli dovrà assicurare che tale superficie costituisca uno strato di fondazione solido poco deformabile, privo di asperità od improvvisi gradini e privo di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti del telo.

Gli operatori maneggeranno tutti i geocompositi in modo da non danneggiarli in alcuna maniera. Va posta anche attenzione nel non danneggiare gli strati sottostanti durante l'installazione del geocomposito.

Il geocomposito drenante è caratterizzato da una capacità drenante prevalente in direzione longitudinale (MD); deve pertanto essere steso con la direzione longitudinale parallela alla linea di massima pendenza dei piani di posa una volta srotolati, i teli dovranno essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Per garantire la continuità del filtro (costituito dai geotessili), il geocomposito viene prodotto con una doppia cimosa di geotessile (circa 100 mm); questa cimosa dovrà essere utilizzata per "avvolgere" l'estremità della bobina adiacente.

Il geocomposito deve essere opportunamente fissato al sistema di ancoraggio sommatore per evitarne lo sfilamento. Durante le opere di compattazione particolare attenzione va posta a non danneggiare il geocomposito.

Ove in presenza di pendii lunghi, si dovranno utilizzare solo rotoli della massima lunghezza (non tagliati) a partire dalla cima del pendio.

In caso di vento, tutti i geocompositi devono essere caricati con sacchi di sabbia o equivalenti.

Tali sacchi saranno posizionati durante l'installazione e rimossi solo quando si copriranno tali parti con i materiali previsti. Se necessario, il geocomposito sarà posizionato a mano dopo averlo srotolato per minimizzare le pieghe.

Nel coprire con materiale di riempimento, i macchinari non devono muoversi direttamente sui geocompositi. Il materiale di riempimento specificato va scaricato e steso utilizzando macchine che generano bassi sforzi nel terreno. In particolare, il materiale di copertura va scaricato sul geocomposito in modo da non danneggiarlo. Il posizionamento del terreno di copertura avverrà in seguito all'installazione e verifica del geocomposito.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore dovrà informare tempestivamente la D.L. indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la D.L. avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Appaltatore dovrà procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la D.L. dovrà approvare per iscritto il lavoro eseguito.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

12.1.4 Geomembrana in HDPE

È prevista la posa della geomembrana in HDPE al di sopra del geocomposito bentonitico (SPONDE ESTERNE), sia sopra allo strato di argilla (PARTE SUB PIANEGGIANTE).

La geomembrana in HDPE (High-Density Poly Ethylene) è un prodotto costituito da un polimero termoplastico, fabbricato in fogli piani (nel seguito denominati anche 'teli') di spessore compreso tra 0,5 e 2,5 mm e caratterizzato da coefficienti di permeabilità molto ridotti.

Questi teli, generalmente lisci, possono presentare una o entrambe le superfici ruvide. La ruvidità può essere ottenuta mediante spruzzatura o calandratura.

In progetto è previsto l'impiego di una geomembrana ad aderenza migliorata dello spessore di 1 mm sia sulla sommità che sulle scarpate, ruvida sul lato inferiore.

Oltre a verificare che la geomembrana abbia caratteristiche tecniche conformi a quelle indicate in tabella seguente, l'Appaltatore dovrà attenersi alle specifiche di posa previste dal produttore ed agli accorgimenti tecnici descritti nel documento presente.

Le geomembrane in HDPE da impiegare dovranno essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabili da microrganismi, insetti e roditori;
- resistenti alle perforazioni di radici;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;
- stabili ai raggi UV ed agli agenti atmosferici in genere.

Inoltre, le geomembrane dovranno risultare conformi alla norma UNI 11498 e in ogni modo rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva tabella

Il materiale dovrà avere la marcatura CE, in conformità alla norma UNI vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001

Il telo sarà costituito da polimero vergine (non rigenerato).

Lo spessore della geomembrana sarà pari a 1.0 mm; tale valore è da intendersi quale valore nominale (al netto dello spessore delle superfici in rilievo) con una massima tolleranza ammissibile del 10% per spessori superiori ad 1.0 mm mentre per geomembrane di spessori pari o inferiori ad 1 mm è da intendersi quale valore minimo (tolleranze negative non sono ammissibili)

Il telo verrà prodotto in rotoli di altezza non inferiore agli 8 (otto) m su un impianto ad estrusione a testa piana si da poter garantire una qualità produttiva omogenea su tutta la superficie del telo stesso e minimizzare la superfici di saldatura; teli di larghezza inferiore si come teli prodotti su impianti cosiddetti "a bolla" sono ammissibili per specifiche condizioni ma costituiscono un declassamento qualitativo rispetto a quanto previsto da questo CSA e pertanto dovranno essere specificatamente accettate dalla DL.

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento	NOTE
Aspetto delle superfici	-	-	una superficie ad aderenza migliorata	
Contenuto in nero fumo	ISO 11358	%	≥2	
Densità	EN ISO 1183-1	g/cm ³	> 0.94	
Indice di fluidità	EN ISO 1133 190°C/5 kg	g/10 min	< 3.0	
Fessurazione da sollecitazione ambientale	ASTM D 5397 EN 14576	h	> 330	DoP; v. minimo
Permeabilità ai liquidi	EN 14150	m ³ /(m ² giorno)	≤ 1.0 x 10 ⁻⁶	DoP, v. minimo
Permeabilità ai gas	ASTM D1434	m ³ /(m ² giorno)	≤ 4.0 x 10 ⁻³	DoP, v. minimo
Permeabilità ai gas	ASTM D1434	mol/(m ² giorno)	9.38 x 10 ⁻⁴	DoP; spessori ≥2.0 mm
Resistenza alla lacerazione	ISO 34-1	N/mm	> 130	v. minimo
Sforzo di snervamento	EN ISO 527-3	MPa o N/mm ²	≥14(L) ≥14(T)	v. minimo v. minimo
Deformazione a snervamento		%	≥9(L) ≥9(T)	v. minimo v. minimo
Sforzo di rottura		MPa o N/mm ²	>24 >24	DoP; v. minimo DoP; v. minimo
Deformazione a rottura		%	>600 >600	DoP; v. minimo DoP; v. minimo
Resistenza al punzonamento statico (prova CBR)	EN ISO 12236	kN	≥2.7 ;spessore 1.0 mm	DoP; v. minimo

Prestazioni meccaniche valutate sulla porzione ad aderenza migliorata della membrana.

Valori desunti e/o testati sulle cimose lisce, non saranno considerati valori accettabili per il raggiungimento delle prestazioni in tabella

12.1.4.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001 e ISO 14001. La non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

All'atto di presentazione della propria offerta l'Appaltatore fornirà un certificato, emesso dal produttore della geomembrana in HDPE, che dichiara che il telo stesso è conforme alle proprietà fisiche richieste per l'uso a cui è destinato.

Il telo sarà prodotto in modo tale da essere privo di fori, rigonfiamenti, impurità e di qualsiasi segno di contaminazione di agenti esterni. Qualsiasi eventuale difetto verrà riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal fabbricante previo benestare della D.L., altrimenti si procederà all'eliminazione della parte difettosa.

Il telo verrà prodotto in rotoli della medesima larghezza di quelli trasportati in cantiere, senza saldature.

Ogni rotolo sarà etichettato sulla testa del tamburo di avvolgimento con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie, ben visibile, attribuito dal fabbricante.

Le caratteristiche della geomembrana saranno conformi ai valori di specifica riportati al paragrafo relativo.

Tale documentazione, insieme ad un campione del materiale, verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura della geomembrana.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

spessore (a 20 kPa) (norma UNI EN 1849-2);

sforzo di rottura (norma EN ISO 527 - 3);

deformazione a rottura (norma EN ISO 527 - 3);

resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

Tutte le prove dovranno essere realizzate sulla porzione ad aderenza migliorata della membrana. Valori desunti e/o testati sulle cimose, non saranno accettati come certificazione del materiale.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale, di dimensioni idonee ai test sopra riportati, allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

Tali test serviranno come prima prova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

Tutti gli ingredienti del composto che concorrono a formare il materiale del telo verranno campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la rispondenza alle specifiche.

I campioni prelevati del materiale in produzione saranno sottoposti a prova per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del fabbricante fornirà i certificati di controllo qualità. Copia dei certificati verrà inviata alla D.L. o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura.

Un'ispezione visiva del telo verrà eseguita per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori od altri difetti visibili.

Tutto il materiale di saldatura sarà del tipo consigliato e fornito dal fabbricante dei teli e verrà recapitato in cantiere entro gli originali contenitori chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del fabbricante e le modalità di conservazione ed immagazzinamento.

La composizione del materiale estruso sarà identica a quella del telo.

12.1.4.2 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** alla presenza della D.L. verranno prelevati n. 1 campione della geomembrana ogni 5.000 m², e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

I campioni saranno sottoposti alle seguenti prove si da verificare la corrispondenza del materiale :

- spessore (a 20 kPa) (norma UNI EN 1849-2);
- Sforzo di rottura (norma EN ISO 527 - 3);
- Deformazione a rottura (norma EN ISO 527 - 3);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

Il materiale dovrà essere sottoposto alla DL per approvazione accompagnato dalla scheda tecnica, la documentazione CE, certificazione ISO 9001 e 14001 del produttore e fornitore, polizza assicurativa RC prodotto per danni per il danno da inquinamento ambientale accidentale; la non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

In ogni caso, almeno n. 1 campione per ciascun tipo di geomembrana dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

12.1.4.3 Posa in opera del materiale

L'Appaltatore fornirà dettagli di precedenti esperienze nella posa di teli in HDPE insieme ai nomi ed ai "curricula vitae" del personale che intende proporre per l'installazione.

Tale personale sarà autorizzato dall'Appaltatore alla posa dei teli, usando le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal produttore stesso.

Il materiale dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalle specifiche tecniche di progetto.

L'Appaltatore garantirà per 10 (dieci) anni che l'opera è priva di gravi difetti ai sensi del C.C., art.1669.

L'Appaltatore che si aggiudicherà l'appalto otterrà dal fornitore e fornirà alla D.L. per approvazione una specifica completa riguardante lo stoccaggio, la movimentazione, l'installazione e la saldatura dei teli in accordo con quanto indicato in seguito e fornirà le garanzie che l'Appaltatore stesso avrà ottenuto dal fabbricante, il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore, prima di fare iniziare la posa, sottoporrà all'approvazione della D.L. un disegno con l'indicazione del casellario dei vari rotoli.

L'Appaltatore attribuirà un numero di matricola per ogni rotolo (tale numero sarà stampigliato su ogni rotolo già in fabbrica prima del trasporto in cantiere), indicherà la sequenza della posa dei vari rotoli e le posizioni previste per il prelievo dei campioni.

A posa ultimata l'Appaltatore fornirà alla D.L. un nuovo disegno sul quale sarà riportata con esattezza l'effettiva posa dei rotoli nonché le notizie di cui al punto precedente e con l'indicazione della successione effettiva della posa dei teli.

La geomembrana sarà posata sul materiale che costituisce la superficie di posa (geocomposito bentonitico o minerale a bassa permeabilità).

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; in particolare, egli dovrà assicurare che tale superficie si mantenga priva di asperità o di improvvisi gradini.

Le varie sezioni di telo verranno srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto.

La saldatura dovrà seguire il più presto possibile. Andranno evitate condizioni di stress o eccessiva trazione o rigonfiamenti prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. I teli andranno zavorrati appena srotolati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Non è ammesso il transito sulla geomembrana di mezzi che potrebbero arrecare danni.

I rotoli verranno stesi con sormonto minimo di 15÷20 cm prima della saldatura. Il posatore eserciterà la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal fabbricante.

Tutti gli elementi saranno saldati con procedimento ad estrusione e fusione che prevede una compenetrazione costante in pressione del materiale estruso con il materiale del telo, oppure a doppia pista.

Va sottolineato che nel caso di sovrapposizione di teli, le saldature tra i teli superiori ed inferiori dovranno distare di almeno 30 cm per ogni parte. Si legga il paragrafo successivo per la descrizione delle giunzioni da realizzarsi in corso d'opera

12.1.4.4 Tipologia dei giunti saldati

Per i lavori di posa della geomembrana, si considerano le seguenti tipologie di giunti:

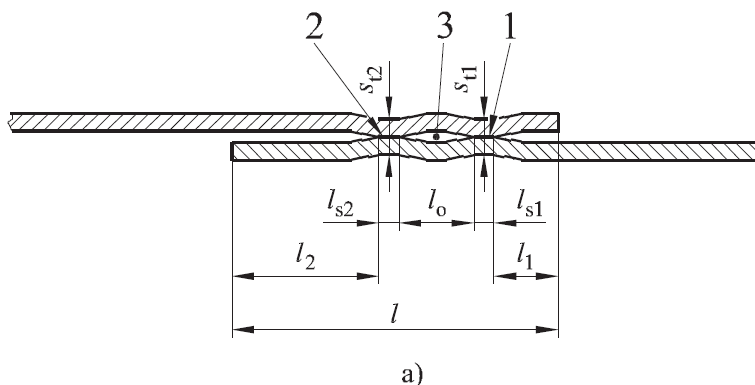
a doppia saldatura (con canaletta di prova), realizzati con processo ad elemento termico ed attrezzatura meccanizzata o con processo a gas caldo ed attrezzatura meccanizzata;

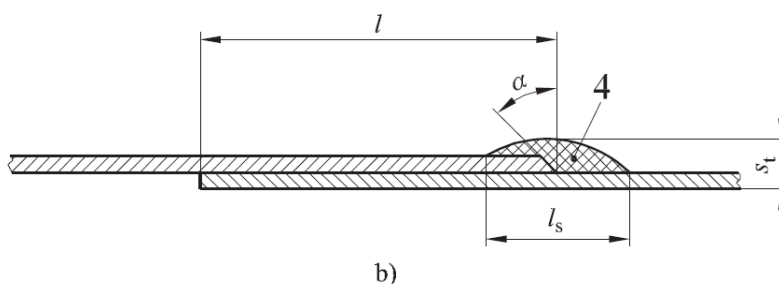
a cordone sovrapposto, realizzati con processo ad estrusione ed attrezzatura manuale.

La forma di tali giunti è riportata in figura 1; i valori relativi al dimensionamento di tali giunti sono riportati di seguito

Tipi di giunti saldati

- Giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova)
- Giunto a cordone sovrapposto
- Prima saldatura
- Seconda saldatura
- Canaletta di prova
- Cordone di saldatura





Dimensioni dei giunti saldati

	s_t	s_{t1}	s_{t2}	l	l_s	l_{s1}	l_{s2}	l_{cs}	l_1	l_2	l_c	α
	Dimensioni in millimetri											Gradi
Giunto a doppia saldatura		$\leq 2 \times s-0,2$ $\geq 2 \times s-0,8$	$\leq 2 \times s-0,2$ $\geq 2 \times s-0,8$	≥ 100		≥ 13	≥ 13	≥ 26	$\geq 20^{a)}$	≥ 30	≥ 10	
Giunto a cordone sovrapposto	$\geq 1,25 \times 2 \times s$ $\leq 1,75 \times 2 \times s$			≥ 80	≥ 40			≥ 40				$\geq 45^\circ$

a) Valore richiesto per effettuare la prova di pelatura su entrambe le saldature.

Per l'esecuzione delle saldature, si considerano i seguenti processi di saldatura:

- saldatura ad elemento termico, con attrezzatura di tipo meccanizzata, per la realizzazione di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova);
- saldatura a gas caldo, con attrezzatura di tipo meccanizzato, per la realizzazione di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova);
- saldatura ad estrusione, con attrezzatura di tipo manuale, per la realizzazione di giunti a cordone sovrapposto.

Le attrezzature utilizzate per la saldatura delle geomembrane, sono di tipo meccanizzato o manuale. Entrambi i tipi devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- ottemperare alle vigenti disposizioni legislative in materia di igiene e sicurezza sul lavoro;
- permettere la realizzazione di giunzioni conformi a quanto previsto dalla Norma UNI 10567 – 2011 attraverso la regolazione di temperatura, velocità e forza di saldatura.

Le attrezzature di tipo meccanizzato sono attrezzature automovimentate impiegate per la saldatura continua delle geomembrane. Sono composte dalle parti funzionali di riscaldamento, di guida e di applicazione della forza di saldatura.

Il sistema di riscaldamento deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane, alla velocità di avanzamento impostata. Il riscaldamento delle geomembrane è ottenuto mediante elemento termico o mediante gas caldo:

il sistema ad elemento termico deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane per contatto diretto con un cuneo riscaldante la cui temperatura, misurabile mediante un sensore predisposto nel cuneo stesso, deve essere regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di +/- 10 °C sul valore impostato;

- il sistema a gas caldo deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane per mezzo di gas caldo addotto con portata e temperatura adeguate: la temperatura deve essere misurabile mediante sensore posizionato nel canale di efflusso o in prossimità dell'ugello e deve essere regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di +/- 10 °C sul valore impostato.
- Il sistema di guida deve garantire un avanzamento senza slittamenti ad una velocità regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di +/- 5 cm/min.

L'applicazione della forza di saldatura alle geomembrane deve avvenire con rulli azionati da un sistema di tipo meccanico, idraulico o pneumatico dotato di indicazione e controllo della forza stessa.

Le attrezzature di tipo manuale sono attrezzature non automovimentate impiegate per la realizzazione di saldature per riparazioni, raccordi, incroci a T e, comunque, ove non è possibile impiegare le attrezzature di tipo meccanizzato.

Le attrezzature di tipo manuale sono estrusori azionati da motori elettrici e risultano composte dalle seguenti parti fondamentali:

- motore elettrico;
- impugnatura con pulsante di alimentazione;
- sistema di estrusione;
- ugello di uscita del polietilene estruso, provvisto di scarpetta antiaderente sagomata;
- sistema di adduzione del materiale di apporto;
- sistema di preriscaldamento a gas caldo delle geomembrane.

Il sistema di preriscaldamento deve promuovere la saldatura tra la superficie delle geomembrane ed il materiale estruso mediante un flusso di gas caldo (tipicamente, aria) avente temperatura e portate adeguate. La temperatura del flusso di polietilene estruso deve essere misurata al centro della sezione di uscita del flusso stesso.

Le attrezzature di tipo manuale devono consentire la regolazione in continuo o per quantità discrete delle seguenti variabili:

- a) temperatura del gas di preriscaldamento;
- b) portata del gas di preriscaldamento;
- c) temperatura del flusso di polietilene estruso;
- d) portata del flusso di polietilene estruso.

La temperatura del gas di preriscaldamento delle geomembrane e del flusso di polietilene estruso devono essere comprese in un intervallo pari a +/- 10 °C rispetto al valore impostato.

La temperatura delle geomembrane durante le operazioni di saldatura e/o di riparazione deve essere maggiore o uguale a 5° C, non è ammesso l'utilizzo di sorgenti termiche per aumentare la temperatura delle geomembrane.

La posa della zavorra temporanea in corrispondenza delle giunzioni durante la stesura andrà prevista per evitare il disturbo dovuto al vento nei confronti dell'allineamento dei teli e la contaminazione della zona di giunzione.

L'Appaltatore fornirà dettagli delle misure adottate per ovviare all'effetto della pioggia durante le operazioni di giunzione, per assicurare che l'area del giunto sia mantenuta pulita ed asciutta in ogni momento.

Le operazioni di saldatura dei teli dovranno essere effettuate in condizioni atmosferiche favorevoli. Nei periodi estivi quando le temperature atmosferiche superano i 30°C, è opportuno applicare il materiale nel periodo più fresco della giornata evitando le ore centrali dove l'insolazione è maggiore.

Le porzioni di superficie delle geomembrane interessate dalla saldatura sono le fasce laterali aventi larghezza maggiore di 50 mm della sovrapposizione totale delle due geomembrane.

Esse devono essere asciutte, prive di tracce di polvere, unto e altra sporcizia: la eventuale pulizia deve essere effettuata mediante panno pulito esente da filacce per una larghezza non minore di 30 cm dalle estremità delle geomembrane stesse.

Inoltre, poiché lo strato superficiale può presentare alterazioni chimico/fisiche (ossidazione superficiale) o modifiche strutturali (geomembrane ad aderenza migliorata), nella saldatura ad estrusione si deve eseguire, sulle fasce laterali, un'operazione di rimozione di tale strato mediante molatura e/o raschiatura. Anche con gli altri processi di saldatura (ad elemento termico ed a gas caldo) tale operazione deve essere eseguita.

Mediante un'attrezzatura meccanizzata, con un sistema di riscaldamento ad elemento termico, si rammollisce la superficie delle geomembrane per contatto diretto con l'elemento termico e si realizza la saldatura delle superfici per l'applicazione di una forza mediante rulli.

I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore e della temperatura delle geomembrane, entro i valori riportati nel sottostante prospetto.

Temperatura dell'elemento termico	Da 320 °C a 420 °C
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento dell'attrezzatura	Da 0,8 m/min a 4 m/min

Mediante un'attrezzatura manuale, con un sistema di riscaldamento a gas caldo e sistema di estrusione, si rammollisce la superficie delle geomembrane per mezzo del gas caldo e si applica il materiale di apporto per mezzo del sistema di estrusione. I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore, della temperatura delle geomembrane e delle caratteristiche reologiche del materiale d'apporto, entro i valori riportati nel sottostante prospetto

Temperatura del gas caldo	Da 250 °C a 400 °C
Portata del gas caldo	Da 200 l/min a 400 l/min
Temperatura del materiale d'apporto	Da 220 °C a 250 °C
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 1 m/min

Mediante un'attrezzatura meccanizzata, con un sistema di riscaldamento a gas caldo, si rammollisce la superficie delle geomembrane per mezzo del gas caldo e si realizza la saldatura delle superfici delle geomembrane per l'applicazione di

una forza mediante i rulli. I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore e della temperatura delle geomembrane, entro i valori riportati nel sottostante prospetto

Parametri di saldatura per processo a gas caldo

Temperatura del gas caldo	Da 350 °C a 500 °C
Portata del gas caldo	Da 300 l/min a 800 l/min
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 3 m/min

Nel caso di giunti di incroci a T, realizzati con processo di saldatura ad elemento termico e a gas caldo con attrezzatura di tipo meccanizzato, è necessario effettuare sulla saldatura eseguita un cordone di sigillo mediante processo ad estrusione ed attrezzatura di tipo manuale.

Non sono permessi giunti a croce.

I controlli dei giunti saldati e gli ulteriori controlli ad essi correlati, durante le realizzazione di opere di impermeabilizzazione di scariche controllate, sono distinti in controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli indiretti) e controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli diretti).

I controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (controlli indiretti) sono suddivisi in:

- a) controllo delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- b) controllo delle attrezzature di saldatura;
- c) controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori.

I controlli e le prove eseguiti sulle geomembrane e sugli eventuali materiali d'apporto devono essere effettuati sui prodotti forniti o sui prodotti appartenenti al lotto, definito come nella normativa di riferimento, di cui la fornitura costituisce una parte.

Il committente o l'ente di controllo può prevedere la ripetizione a campione di alcuni controlli e/o prove sui materiali giunti in cantiere.

Immediatamente prima della messa in opera delle geomembrane, deve essere in ogni caso previsto il loro esame visivo al fine di constatarne il buono stato di conservazione superficiale, con particolare riferimento alla presenza di intagli, abrasioni o altre imperfezioni superficiali.

Tutte le attrezzature di saldatura impiegate devono essere conformi alla norma CE.

In particolare, si deve eseguire e documentare la taratura degli strumenti di misura saldatura installati sulle attrezzature stesse (ad esempio termometri).

La documentazione deve essere sempre disponibile in cantiere, deve comunque avvenire ogni qual volta vi siano state sostituzioni e/o modifiche di componenti funzionali.

In ogni caso, all'inizio di ogni giornata di lavoro, prima dell'avvio delle operazioni di saldatura, deve essere verificata l'efficienza delle attrezzature mediante l'esecuzione di un campione saldato, da sottoporre ad esame visivo, ad esame dimensionale, ed a prova di resistenza a pelatura, effettuata con apposite apparecchiature da campo su almeno due provini.

Tali prove e verifiche devono essere documentate dal costruttore.

Il personale impiegato dal costruttore per la realizzazione dei giunti saldati deve essere qualificato secondo quanto previsto dalla Norma UNI 10567 - 2011.

In particolare, prima dell'inizio delle attività di saldatura, devono essere verificati la data di validità del certificato di qualificazione ed il suo campo di validità mediante la designazione della classe di qualificazione.

I controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (controlli diretti) sono suddivisi in:

- a) esame visivo dei giunti saldati;
- b) prova di impermeabilità dei giunti saldati;
- c) esame dimensionale dei giunti saldati;
- d) prova di resistenza a pelatura dei giunti saldati.

Tali controlli devono essere eseguiti, a cura del costruttore o dell'ente di controllo, da personale in possesso di specifica esperienza.

Le modalità esecutive e l'esito di tali esami e prove devono essere documentati dal costruttore su appositi verbali, che devono essere sempre resi disponibili su richiesta del committente e/o dell'ente di controllo.

L'esame visivo deve essere effettuato in conformità alla UNI EN 13100-1 su tutta la lunghezza dei giunti saldati.

Nel caso dei giunti a doppia saldatura è consentito l'uso di punteruoli in corrispondenza del lembo della geomembrana superiore, per meglio individuare e valutare le zone eventualmente non saldate.

Mediante l'esame visivo, deve essere valutato l'aspetto superficiale delle saldature e, in particolare, devono essere considerati almeno i seguenti aspetti:

- l'uniformità della saldatura;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura e la simmetria e l'uniformità del deposito di materiale d'apporto rispetto all'asse longitudinale della saldatura;
- la presenza di superfici lisce e prive di incisioni;
- l'assenza di intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) nel giunto.
- In ogni caso, non devono essere accettate le seguenti anomalie:
- imperfezioni di dimensioni tali da compromettere l'affidabilità del giunto;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura per tratti non limitati e aventi dimensione maggiore dello spessore della geomembrana;
- intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) di profondità al maggiore del 10% dello spessore del giunto.

La prova di impermeabilità dei giunti saldati deve essere effettuata su tutta la loro lunghezza mediante uno dei metodi sotto riportati, in funzione della tipologia del giunto.

	Prova in pressione	Prova con campana sotto vuoto	Prova con alta tensione
Giunto a doppia saldatura	Si	Si	No
Giunto a cordone sovrapposto	No	Si	Si

Si deve introdurre aria compressa nella canaletta di prova e si deve verificarne la tenuta per almeno 5 min.

Il valore della pressione applicata dipende dalla temperatura delle geomembrane, nonché dalla dimensione della canaletta di prova.

Per la corretta esecuzione della prova, allo scopo di garantire l'effettivo collaudo dell'intera saldatura, si deve verificare la continuità della canaletta mediante esame visivo del giunto saldato in pressione per la sua intera lunghezza, opportunamente chiusa alle estremità del tratto in prova. La prova deve essere effettuata non prima di un'ora dal termine dell'esecuzione del giunto.

La prova deve essere considerata superata quando, dopo 5 min, l'eventuale caduta di pressione risulta minore del 10% del valore di pressione applicato.

Mediante una campana trasparente sotto vuoto, in corrispondenza della superficie del giunto, si deve imporre una depressione di 0,5 bar, per una durata di almeno 10 s. Immediatamente prima dell'inizio della prova, sulla superficie del giunto deve essere applicata una soluzione saponosa, chimicamente inattiva nei confronti delle geomembrane.

Nel caso in cui il tratto di giunto da indagare non possa essere controllato mediante una sola applicazione della campana, deve essere prevista una sovrapposizione di almeno 10 cm tra le zone indagate in successione.

La prova è considerata superata quando non si verifichi alcuna variazione di depressione e/o formazione di bolle.

Mediante elettrodi alimentati con una sorgente elettrica ad alta tensione, si deve applicare un'elevata differenza di potenziale tra le superfici superiore ed inferiore dei giunti.

Durante l'imposizione della differenza di potenziale, se esiste all'interno del giunto una discontinuità, la mancanza di impermeabilità è evidenziata da una scarica elettrica tra gli elettrodi.

La velocità di avanzamento dell'elettrodo mobile deve essere non maggiore di 10 m/min. La prova deve essere considerata superata se non si verifica alcuna scarica elettrica.

L'esame dimensionale deve essere effettuato mediante strumenti meccanici di misurazione, utilizzando apposite provette ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura.

Il numero dei campioni deve essere non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita.

I campioni devono essere prelevati mediante un'attrezzatura che eviti il danneggiamento delle provette stesse (intagli, incisioni o quanto altro possa compromettere l'esito delle successive prove); da ogni campione deve essere prelevata una provetta di larghezza non minore di 20 mm.

Per tali operazioni non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche.

Le provette utilizzate per l'esame dimensionale possono anche essere impiegate per l'esecuzione della prova di resistenza a pelatura. L'esame dimensionale deve essere considerato superato se sono soddisfatti i valori riferiti alla Norma UNI 10567 – 2011 (vedi prospetto ultima pagina), in funzione della tipologia del giunto; inoltre, nel caso di giunti

a cordone sovrapposto, la distanza fra la mezzeria del cordone stesso ed il lembo della geomembrana superiore non deve essere maggiore di 5 mm.

La prova di resistenza alla pelatura deve essere eseguita utilizzando 5 provette di larghezza non minore di 20 mm, ottenute da campioni prelevati trasversalmente all'asse di saldatura, in un numero non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita. Nel caso di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova) entrambe le saldature devono essere sottoposte alla prova di pelatura.

Per l'esecuzione della prova di resistenza alla pelatura possono essere utilizzate le provette già impiegate per l'esame dimensionale, a discrezione delle DL, si possono utilizzare i provini derivanti dalla taratura delle attrezzature, eseguite a inizio lavoro giornaliero.

Tutti i campioni prelevati devono essere sottoposti alla prova condotta utilizzando apposite apparecchiature da campo, corredate da certificato di taratura in corso di validità, che permettano di applicare carico e velocità di deformazione in modo uniforme: la distanza fra gli afferraggi deve essere di almeno 40 mm ed il contatto tra ogni afferraggio e le geomembrane non minore di 10 mm.

La prova deve essere condotta con una velocità di applicazione del carico di 100 mm/min e deve determinare la deformazione ed il comportamento a rottura delle provette in modo qualitativo mentre la resistenza deve essere valutata in modo quantitativo. La prova deve essere considerata superata solo se la rottura si verifica in una delle seguenti condizioni:

- in materiale base, fuori dalla saldatura, senza distacco della saldatura stessa e con deformazione del materiale di base;
- in materiale base, in prossimità della saldatura o in saldatura stessa, con limitato distacco della saldatura e con deformazione del materiale base o della saldatura: in ogni caso, la larghezza residua di saldatura complessiva deve risultare maggiore o eguale al 70% dei valori minimi di lcs previsti nel prospetto 1;
- in saldatura, purché sia raggiunta una resistenza alla pelatura non minore del 75% della resistenza a snervamento riportata in tabella al paragrafo "controlli in fase di accettazione e qualificazione del materiale" ottenuta dalla relativa prova di trazione prevista

I giunti saldati risultati difettosi a seguito dei controlli devono essere oggetto di riparazione.

Le riparazioni devono essere effettuate realizzando un giunto a cordone sovrapposto. Le modalità di riparazione applicabili dipendono dalla dimensione e dalla frequenza delle irregolarità o dei difetti da eliminare:

1. per irregolarità e difetti non continui (per esempio fori) devono essere utilizzate strisce o pezzi di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, applicate sopra le irregolarità o i difetti stessi. Le strisce o i pezzi di geomembrane sovrapposte devono coprire la zona difettosa, estendendosi oltre tale zona per almeno 10 cm in ogni direzione ed essere saldati alle geomembrane posate per tutto il loro perimetro;
2. per irregolarità e difetti estesi in lunghezza in maniera limitata devono essere utilizzati cordoni di saldatura ben raccordati alle geomembrane; tali irregolarità e difetti devono essere precedentemente rimossi con attrezzatura meccanica;
3. per irregolarità e difetti continui devono essere sovrapposte alla zona difettosa strisce di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, aventi lunghezza pari all'estensione della zona difettosa più 10 cm almeno da ogni sua estremità e larghezza di almeno 60 cm a cavallo del tratto difettoso. La saldatura di tali strisce deve essere effettuata lungo tutto il perimetro. I giunti riparati devono essere controllati per tutta la loro lunghezza secondo le modalità riportate al punto 10, limitatamente a prove ed esami di tipo non distruttivo.

È compito del costruttore redigere tutti i documenti di seguito elencati, che devono essere sempre resi disponibili al committente e/o all'ente di controllo per tutta la durata dei lavori di posa:

- dichiarazione di conformità delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- certificati dei controllo delle geomembrane;
- certificati di revisione delle attrezzature di saldatura e di taratura degli strumenti di misurazione installati sulle attrezzature di saldatura;
- certificati di qualificazione dei saldatori;
- certificati dei controlli dei giunti saldati;
- diagramma di posa contenente almeno le seguenti indicazioni:
 - la posizione di tutte le saldature eseguite,
 - le date di esecuzione,
 - i tipi di controllo eseguiti e le zone di prelievo dei campioni per i controlli,
 - la posizione delle riparazioni con le relative modalità di saldatura adottate.

È compito del committente conservare tali documenti per almeno 10 anni di vita della discarica.

Appendici alla Norma UNI 10567 - 2011

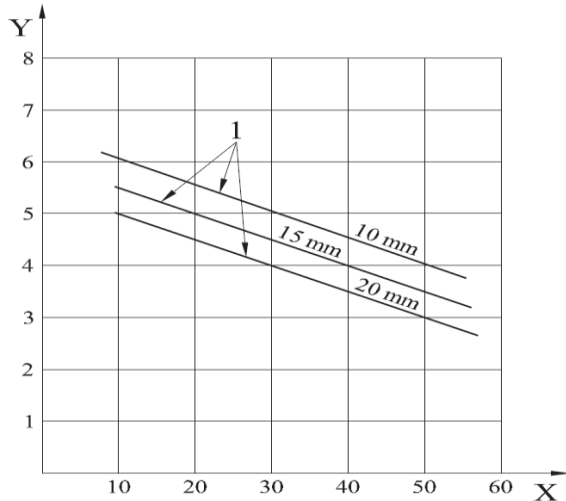
Valori della pressione di prova

Legenda

X Temperatura geomembrane, in °C

Y Pressione di prova Pa, in bar

1 Dimensione della canaletta



12.1.5 Geocomposito bentonitico

Il geocomposito bentonitico (GCL, Geosynthetic Clay Liner) è un prodotto costituito da bentonite sodica e geosintetici, formato da uno strato di argilla (bentonite) estremamente sottile (generalmente inferiore a 1 cm) racchiuso tra due geotessili o incollato ad una geomembrana sintetica,

Nel presente progetto, è prevista la posa di geocomposito bentonitico per l'impermeabilizzazione delle scarpate del capping, e posto tra il geocomposito di drenaggio del biogas e la membrana in HDPE; in cui lo strato di bentonite è fissato meccanicamente, mediante processo di agugliatura tra i due geotessili.

Oltre a verificare che il geocomposito abbia caratteristiche tecniche conformi a quelle indicate nelle successive tabelle, l'Appaltatore dovrà attenersi alle specifiche di posa previste dal produttore ed agli accorgimenti tecnici descritti nel documento presente.

Il geocomposito bentonitico da impiegarsi dovrà essere costituito da uno strato di bentonite sodica granulare racchiuso e fissato, mediante coesione meccanica (n. di punti di agugliatura $\geq 50.000/m^2$), a due geosintetici, assolutamente esenti da collanti, appretti, impregnanti.

Il geocomposito bentonitico dovrà essere conforme alle caratteristiche tecniche e prestazionali riportate nelle successive tabelle e dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.
- Il geocomposito bentonitico dovrà avere, comunque, le seguenti proprietà:
 - bassa permeabilità;
 - compatibilità chimica ai contaminanti acidi;
 - capacità di autoconfinamento;
 - capacità autosigillante delle lesioni;
 - flessibilità e resistenza.

Il materiale impiegato dovrà avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il produttore deve fornire inoltre certificazione ISO 9001, ISO 14001 e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Caratteristiche del geocomposito bentonitico:

CARATTERISTICHE	NORMA	UNITÀ DI MISURA	VALORI DI RIFERIMENTO
Geotessile di contenimento			PP o PE (<u>sup</u>) PP (<u>inf</u>)
Spessore (a 2 kPa)	EN ISO 9863-1	mm	≥ 7.8
Massa areica geocomposito	UNI EN 14196	g/m ²	6300
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 11(L)
Allungamento a rottura	UNI EN ISO 10319	%	≤ 20(L)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	N	≥ 2100
Resistenza allo spellamento	ASTM D6496	N/10cm	60
Permeabilità	EN 16416 - ASTM D5887	m/s	≤ 2,5 x 10 ⁻¹¹
Indice di Flusso	EN 16416 - ASTM D5887	m ³ /m ² /s	≤ 7,0 x 10 ⁻⁹
Larghezza del rotolo		m	≥ 5
Lunghezza del rotolo		m	≥ 30

Caratteristiche della bentonite sodica granulare:

CARATTERISTICHE	NORMA	UNITÀ DI MISURA	VALORI DI RIFERIMENTO
Contenuto di montmorillonite	Analisi mineralogica XRD	%	≥ 80
Indice di rigonfiamento	ASTM D5890	ml/g	≥ 24
Perdita di Flusso	ASTM D5891	ml	≤ 18
Massa di bentonite**	EN 14196	g	6000**
Umidità**	ASTM D4643	%	12**

****Massa di bentonite fissata al 12% di umidità**

12.1.5.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001, ISO 14001 e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi.

La mancata presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura del geocomposito bentonitico.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- Massa areica (norma UNI EN 14196);
- Spessore (a 2 kPa) (norma EN ISO 9863-1);
- Permeabilità (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Indice di Flusso (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- Resistenza a punzonamento (norma UNI EN 12236).

- Resistenza allo spellamento (norma ASTM D6496)

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale, di dimensioni idonee ai test sopra riportati, allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

Tali test potranno servire come prima prova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) per approvazione, una specifica completa riguardante la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei manti bentonitici, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. per accettazione una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, a disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

12.1.5.2 Controlli in corso d'opera

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere dovrà essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, verrà prelevato un campione di geocomposito bentonitico ogni 5.000 m² di materiale e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Di seguito i test sul geocomposito

- Massa areica (norma UNI EN 14196);
- Spessore (a 2 kPa) (norma EN ISO 9863-1);
- Permeabilità (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Indice di Flusso (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- Resistenza a punzonamento (norma UNI EN 12236).
- Resistenza allo spellamento (norma ASTM D6496)
- Per quel che riguarda la bentonite sfusa usata per le sigillature/realizzare il geocomposito, è inoltre previsto il prelievo di campioni da sottoporre alle seguenti prove:
- Indice di rigonfiamento (metodo ASTM D5890)
- Perdita di flusso (metodo ASTM D5891).

Tali valori dovranno essere confrontati con quanto riportato in Caratteristiche della bentonite sodica granulare

Il numero dei campioni da prelevare per le prove sulla qualità della bentonite è a discrezione della D.L. e/o del Collaudatore, ma non potrà essere inferiore a 2 e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Fatto salvo quanto sopra indicato, almeno n. 1 campione prelevato dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore

Qualora dai suddetti controlli dovesse risultare, a qualsiasi livello, un'esecuzione difettosa, il Committente potrà rifiutare il lavoro ed ordinare le opere ed i provvedimenti riparatori.

Tutte le opere e gli eventuali rifacimenti saranno a completo carico dell'Appaltatore.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

Durante la posa del geocomposito bentonitico, dovrà essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti).

La sovrapposizione tra teli adiacenti dovrà avvenire come descritto nel paragrafo dedicato.

La sovrapposizione dei teli dovrà essere controllata visivamente e puntualmente, rilevando la sovrapposizione con controlli a campione a discrezione del Collaudatore.

Dovranno inoltre essere controllati gli ancoraggi ed i punti singolari (se presenti), al fine di verificare la continuità del sistema di impermeabilizzazione. In particolare, nei punti singolari (es. attraversamento tubazioni) deve essere verificata la corretta sigillatura con colletto di bentonite granulare.

Infine, a discrezione della D.L. saranno effettuati controlli dimensionali sulla geometria del tampone costituito dal materiale posato.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

12.1.6 Scavi a sezione obbligatoria e sbancamenti in generale

Generalità

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligatoria e per la formazione dei rinterrati e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

Ricognizione

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc. eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

Riferimento ai disegni di progetto esecutivo

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligatoria e per la formazione dei rinterrati e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre alla necessaria armatura o al consolidamento del terreno.

Scavi a sezione obbligatoria

Gli scavi a sezione obbligatoria devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligatoria eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

12.1.7 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

12.1.8 Geocomposito di rinforzo e drenaggio acque meteoriche (sponde esterne)

Come strato di rinforzo e drenaggio si utilizzerà un geocomposito sintetico (costituito da un'anima interna ottenuta per estrusione di monofilamenti sintetici aggrovigliati alla quale vengono termoaccoppiati due geotessili filtranti e da una geostuoia ad alta resistenza. I due geosintetici (Geocomposito drenante e geostuoia di rinforzo) saranno accoppiati in stabilimento di produzione.

Il documento presente fornisce le specifiche tecniche del geocomposito

Il geocomposito drenante dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- resistente alle perforazioni di radici;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Il geocomposito dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella tabella seguente

Il geocomposito nella sua interezza (geostuoia e geocomposito drenante) assemblato in stabilimento, dovrà avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e deve inoltre possedere polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Inoltre, il prodotto dovrà possedere una certificazione ambientale (EPD) emessa da ente terzo accreditato in accordo a ISO 14025 e EN 15804

Il geocomposito dovrà essere costituito da un nucleo drenante tridimensionale, lavorato termicamente in modo da conferirgli una configurazione particolarmente efficace a resistere alle pressioni di confinamento esercitate dal terreno di rinterro, **racchiuso da due geotessili filtranti termosaldati.**

La geostuoia di rinforzo è costituita da una geogriglia tessuta in poliestere ad alta tenacità con rivestimento polimerico compenetrata e resa solidale durante il processo di produzione ad una serie di filamenti poliolefinici distribuiti su di essa in maniera casuale si da conseguire un miglioramento delle sue caratteristiche di aderenza con il terreno sopra di esso riportato – spessore nominale 7 mm. (non sono ammesse geogriglie di tipo tessute la cui struttura tridimensionale sia stata ottenuta mediante una speciale tessitura in quanto l'effetto tridimensionale non è garantibile durante le fasi di messa in opera e quindi di esercizio).

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Massa areica	EN ISO 9864	g/m ²	≥1400
Spessore nominale a 2kPa	EN ISO 9863-1	mm	12
Peeling tra geostuoia e geocomposito drenante	EN ISO 13426-2		>25 N/m
Resistenza a trazione	EN ISO 10319	kN/m	≥150

Allungamento a carico massimo della sola geogriglia	EN ISO 10319	%	≤ 12%
sforzo di trazione allo SLU con deformazione massima inferiore al 12% della geogriglia di rinforzo	ISO TR 20432	kN/m	≥ 59.43*
sforzo di trazione allo SLE con deformazione massima 5% della geogriglia di rinforzo	ISO TR 20432	kN/m	≥ 42.31*
sforzo di trazione allo SLV+ con deformazione massima inferiore al 12% della geogriglia di rinforzo	ISO TR 20432	kN/m	≥ 53.94*
Prestazioni idrauliche del geocomposito			
Portata idraulica longitudinale a 20 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.70
Portata idraulica longitudinale a 50 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.60
Portata idraulica longitudinale a 100 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.50
Portata idraulica longitudinale a 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.35
Coefficiente riduttivo delle prestazioni idrauliche calcolate con contatto R/R, rispetto a condizioni di progetto R/S		-	0,60
Coefficienti riduttivi delle prestazioni drenanti a lungo termine (5, 50 e 100 anni), ai diversi livelli di pressione di esercizio, dovuti al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr}	ISO 25619 @10.000 h di test		Certificati da laboratorio terzo qualificato*
Coefficiente riduttivo delle prestazioni drenanti a lungo termine - 100 anni, a 50 kPa, dovuto al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr}	ISO 25619 @10.000 h di test		<1.05*
Global Warming Potential (GWP 100 anni) - coefficiente di emissione di kg CO ₂ per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso dell'imballaggio.	ISO 14025 - EN 15804		<4.90 kg CO ₂ -Equiv. per kg di prodotto realizzato * Valore ottenuto a partire dai singoli due elementi disaccoppiati

Punzonamento dinamico del singolo filtro	EN ISO 13433	mm	35
Resistenza al punzonamento statico del singolo filtro	EN ISO 12236	kN	1
Larghezza del rotolo			> 4 m

***valore certificato da ente governativo/laboratorio accreditato esterno qualificato (BBA o assimilabile)**

Tenendo conto delle seguenti indicazioni per lo SLU/SLV della sola geogriglia di rinforzo:

- vita utile dell'opera: 100 anni;
- certificazione dei coefficienti parziali del materiale: fm;
- coefficiente parziale di sicurezza sulla durabilità e tipologia dell'opera: fn=1.1.

In sostanza, la resistenza caratteristica del rinforzo Tb, dipendente dal prodotto adottato, dovrà essere tale da rispettare la seguente disuguaglianza:

$$T_b / (f_n \cdot f_m) \geq T_r$$

I valori delle trazioni Tr riportati sono un "minimo" da rispettare; in sostanza, anche le verifiche di stabilità del pacchetto dei geosintetici condotte dall'Appaltatore in accordo al capitolo dedicato del progetto, fornissero valori del tiro sulla geostuoia di rinforzo inferiori, tali valori NON costituiranno livello prestazionale ai sensi del presente documento. Se al contrario i valori di Tr determinati dall'Appaltatore sulla base dei prodotti che intende adottare fossero superiori a quelli riportati in precedenza, allora tali valori costituiscono riferimento prestazionale di capitolato mantenendo le deformazioni di riferimento proprie del presente documento.

Qualora l'Appaltatore volesse offrire materiali disaccoppiati si dovrà provvedere ad utilizzare una geostuoia di resistenza di trazione nominale 250 kN/m si da far fronte ad eventuali fenomeni attritivi e di scivolamento tra gli strati che potrebbero generare sforzi non preventivabili.

In caso di prodotto non certificato rispetto il compressive creep, ovvero con certificazione ottenuta in accordo a ASTM D4716 (prove accelerate di creep a 1000 h di test) le prestazioni idrauliche richieste al prodotto e riportate in precedenza dovranno essere incrementate di un fattore pari a 3 a parità di condizioni di contatto, mentre la massa areica minima dovrà risultare almeno pari a 1300 g/m² in quanto scegliendo un materiale di maggiore spessore a parità di peso si avrebbe una maggiore portata idraulica nei test a breve termine ma risulterebbe soggetto a fenomeni di deformazione viscosa molto marcati essendo la massa del nucleo –oltre alla sua geometria –uno dei fattori maggiormente influenzanti la deformazione viscosa.

12.1.8.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001, 14001, 14025 e EN 15804, certificazione delle performance di Creep ISO 25619 e di resistenza a trazione nel tempo, polizza assicurativa RC prodotto.

La mancata presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura del geocomposito drenante.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- massa areica (norma UNI EN 14196);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);
- Portata idraulica longitudinale a 20,50, 100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore si dovrà calcolare:

- Portata idraulica longitudinale a 20,50, 100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (norma EN ISO 12958) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte.
- sforzo di trazione allo SLU/SLV con deformazione massima inferiore al 12% della geogriglia (ISO TR 20432)
- sforzo di trazione allo SLE con deformazione massima 5% della geogriglia; (ISO TR 20432)
- Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale, di dimensioni idonee ai test sopra riportati, allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

Tali test potranno servire come prima prova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) per approvazione, una specifica completa riguardante la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geocompositi drenanti, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche in accordo alla Dichiarazione di prestazione del prodotto fornito.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. per accettazione una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, a disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

12.1.8.2 Controlli in corso d'opera

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche fornite dal Produttore.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m², per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Le campionature dovranno essere sottoposte alle seguenti prove per verificare la congruità del materiale con quanto riportato nella tabella precedente:

- massa areica (norma UNI EN 14196);
- massa areica (norma UNI EN 14196);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);
- Portata idraulica longitudinale a 20,50, 100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore si dovrà calcolare:

Portata idraulica longitudinale a 20,50, 100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (norma EN ISO 12958) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte.

sfuerzo di trazione allo SLU/SLV con deformazione massima inferiore al 12% della geogriglia (ISO TR 20432)

sfuerzo di trazione allo SLE con deformazione massima 5% della geogriglia; (ISO TR 20432)

Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

In ogni caso, almeno n. 1 campione dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

12.1.8.3 Posa in opera del materiale

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Egli dovrà assicurare che tale superficie costituisca uno strato di fondazione solido poco deformabile, privo di asperità od improvvisi gradini e privo di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti del telo.

Gli operatori maneggeranno tutti i geocompositi in modo da non danneggiarli in alcuna maniera. Va posta anche attenzione nel non danneggiare gli strati sottostanti durante l'installazione del geocomposito.

Il geocomposito drenante è caratterizzato da una capacità drenante prevalente in direzione longitudinale (MD); deve pertanto essere steso con la direzione longitudinale parallela alla linea di massima pendenza dei piani di posa una volta srotolati, i teli dovranno essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Per garantire la continuità del filtro (costituito dai geotessili), il geocomposito viene prodotto con una doppia cimosa di geotessile (circa 100 mm); questa cimosa dovrà essere utilizzata per “avvolgere” l'estremità della bobina adiacente. Il geocomposito deve essere opportunamente fissato al sistema di ancoraggio sommatore per evitarne lo sfilamento. Durante le opere di compattazione particolare attenzione va posta a non danneggiare il geocomposito. Ove in presenza di pendii lunghi, si dovranno utilizzare solo rotoli della massima lunghezza (non tagliati) a partire dalla cima del pendio.

In caso di vento, tutti i geocompositi devono essere caricati con sacchi di sabbia o equivalenti.

Tali sacchi saranno posizionati durante l'installazione e rimossi solo quando si copriranno tali parti con i materiali previsti. Se necessario, il geocomposito sarà posizionato a mano dopo averlo srotolato per minimizzare le pieghe.

Nel coprire con materiale di riempimento, i macchinari non devono muoversi direttamente sui geocompositi. Il materiale di riempimento specificato va scaricato e steso utilizzando macchine che generano bassi sforzi nel terreno. In particolare, il materiale di copertura va scaricato sul geocomposito in modo da non danneggiarlo. Il posizionamento del terreno di copertura avverrà in seguito all'installazione e verifica del geocomposito.

Le giunzioni devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza delle stesse senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

Eventuali cuciture non devono presentare fili o graffette in metallo.

Giunzioni testa/coda tra i geocompositi lungo le linee di massima pendenza non sono ritenute ammissibili, a meno di comprovata documentazione ed assunzione di responsabilità da parte dell'Appaltatore sulla scelta di tale soluzione.

Potranno essere utilizzati durante le operazioni di posa sistemi di fissaggio supplementari quali picchetti metallici da 6/8mm di diametro e gambo asimmetrico con lunghezze variabili tra 300/700mm in funzione del tipo di terreno.

L'Appaltatore deve assicurare che i geocompositi rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

L'Appaltatore deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore deve informare tempestivamente la D.L. indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la D.L. avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Appaltatore deve procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geocomposito, la D.L. deve approvare per iscritto il lavoro eseguito.

I geocompositi non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

12.1.9 Argilla

Il materiale argilloso dovrà garantire una conducibilità idraulica $=10^{-7}$ cm./sec.. Il rivestimento impermeabile dovrà essere realizzato secondo precise indicazioni impartite dalla D.L. riguardo il “tipo di materiale”, “energia di compattazione” “contenuto d'acqua” “dimensioni delle zolle” facendo riferimento alle normative esistenti e/o in corso di emanazione comunque vigenti all'atto di esecuzione dei lavori. In assenza di più precise indicazioni il materiale di idonee caratteristiche dovrà essere costituito da terreno fine >50% (passante al vaglio 200 ASTM), indice di plasticità $I_p > 10\%$, percentuale di ghiaia < 15% (trattenuto al vaglio 4 ASTM) con granuli di dimensioni <W

12.1.10 Pannello drenante con tubo

I pannelli drenanti vengono utilizzati come elementi drenanti all'interno dell'ultimo metro del capping.

Sono elementi preassemblati composti da rete metallica doppia torsione a costituire l'involucro esterno, e un nucleo interno in polistirolo come core drenante. All'interno del pannello sarà inoltre inserito un tubo drenante microfessurato per favorire lo smaltimento delle acque captate.

Il sistema è preassemblato in stabilimento di produzione e fornito direttamente in cantiere.

La rete componente il sistema deve possedere la marcatura CE in accordo con le “Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione” (n.69/2013) e con la UNI EN 10223-3:2013.

Il Pannello drenante dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nelle successive tabelle

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Caratteristiche del gabbione metallico:

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Altezza*		m	0,5
Larghezza*		m	0,17
Tipo di maglia	UNI EN 10223-3	-	8x10
Diametro filo	UNI EN 10218-2	mm	2.7
Rivestimento filo in acciaio	UNI EN 10244-2	-	Zn-Al 5% - Classe A 245 g/m ²
Spessore rivestimento Polimerico	UNI EN 10245	mm	0.5 mm
Rivestimento Polimerico - resistenza all'abrasione	EN 60229-2008	cicli	> 100.000
Resistenza a trazione del filo	UNI EN 10218-2	N/mm ²	350-550
Resistenza a trazione della rete	UNI EN 10223-3	kN/m	≥50
Resistenza a punzonamento della rete	UNI 11437.	kN	≥65
Resistenza del rivestimento Galfan a corrosione in SO ₂ della rete dopo 28 cicli	EN ISO 6988		percentuale di ruggine rossa < 5%
Resistenza del rivestimento Galfan a corrosione dopo 1000 h	EN ISO 9227		percentuale di ruggine rossa < 5%

Caratteristiche del materiale sistema filtro e nucleo:

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Filtro esterno	-	-	Tessuto monofilament o in polietilene
Massa areica	EN ISO 9864	gr/m ²	≥ 100
Apertura dei pori caratteristica O ₉₀	EN ISO 12956	µm	300
Permeabilità normale al piano	EN ISO 11058	l/m ² sec	≥100
Resistenza longitudinale MD	EN ISO 10319	kN/m	≥22
Resistenza Trasversale CMD	EN ISO 10319	kN/m	≥12
nucleo drenante			trucioli di polistirolo vergine di prima produzione non riciclato imputrescibile
dimensioni medie dei trucioli		mm	10 x 20
Tubo drenante microfessurato a doppia parete		mm	160
Connessione Tubo drenante microfessurato			Connettore maschio femmina

Prestazioni idrauliche del Pannello:

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Gradiente i= 1% a 6%	-	l/m/s	2,3* Escluso il contributo del tubo

***In caso di soluzione realizzate con sistemi di contenimento non flessibili, quali pannelli in rete elettrosaldata, le dimensioni della sezione del pannello drenante dovranno essere incrementate ad 1x0,30 m per tenere conto delle possibili deformazioni non accettabili dalla gabbia non flessibile.**

12.1.10.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, ISO 9001, 14001, polizza assicurativa RC prodotto.

La non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

L'Appaltatore deve consentire e fare in modo che la D.L. possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei materiali.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- Resistenza a trazione nominale della rete - (UNI EN 10223-3)
- Resistenza a punzonamento della rete- (UNI 11437.)
- Resistenza a trazione del filo - (UNI EN 10218-2)
- Determinazione tramite certificazione a supporto

- Rivestimento Polimerico – resistenza all'abrasione (EN 60229-2008)

La D.L. si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

L'Appaltatore deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in pannelli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i pannelli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del prodotto, affinché la D.L. possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati nelle tabelle precedenti

12.1.10.2 Controlli in corso d'opera

La fornitura dei materiali giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del pacco e delle relative specifiche tecniche fornite dal Produttore.

Materiali non documentalmente conformi saranno stoccati e messi in disparte per ulteriori accertamenti e potranno essere rigettati dalla DL

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nelle tabelle 10 11 e 12, al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 200 m di materiale fornito, per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2, da sottoporre alle seguenti prove:

- Resistenza a trazione nominale della rete - (UNI EN 10223-3)
- Resistenza a punzonamento della rete- (UNI 11437.)
- Resistenza a trazione del filo – (UNI EN 10218-2)
- Determinazione tramite certificazione a supporto
- Rivestimento Polimerico – resistenza all'abrasione (EN 60229-2008)

In ogni caso, almeno n. 1 campione dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente

12.1.11 Tubazione PEAD in pressione

Tubazioni in polietilene per acqua, scarico e fognature in pressione

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:

- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

2. I tubi di polietilene (PE) per distribuzione di acqua, scarichi e fognature in pressione devono utilizzarsi alle seguenti condizioni (UNI EN 12201-1):

- pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma EN 12201-1.

3. Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma UNI EN 12201-

2. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo. I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

4. I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate come, per esempio, le instabilità locali (imbozzamenti) e le torsioni (attorcigliamenti).

5. Il diametro medio esterno e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma UNI EN 12201-2.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

6. Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura minima dovrà riportare (UNI EN 12201-2):

- numero della norma UNI EN 12201;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
- dimensioni (dn, en);
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

8. Altre norme di riferimento sono:

UNI EN 12201-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi;

UNI EN 12201-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole;

UNI EN 12201-5 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Idoneità all'impiego del sistema;

UNI CEN/TS 12201-7 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità;

UNI EN 12106 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;

UNI EN 12119 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

12.1.12 Tubazione in PVC

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento;
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;

- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

2. Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di PVC $\geq 80\%$ in massa verificato secondo la norma UNI EN 1905;
- raccordi: contenuto di PVC $\geq 85\%$ in massa verificato secondo la norma UNI EN 1905.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

3. I tubi in PVC-U devono essere conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/m²), SDR max 41, conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

4 I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma UNI EN 1401, capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori, le caratteristiche meccaniche e dovranno essere conformi alle tabelle successive.

Dimensione nominale (dn/OD)	Diametro esterno nominale d_n	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
355	355	7,0	7,9	8,7	9,8	10,4	11,7
400	400	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
450	450	8,8	9,9	11,0	12,3	13,2	14,8
500	500	9,8	11,0	12,3	13,8	14,6	16,3
630	630	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
710	710	13,9	15,5	17,4	19,4	20,8	23,2
800	800	15,7	17,5	19,6	21,8	23,4	26,8
900	900	17,6	19,6	22,0	24,4	-	-
1000	1000	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Caratteristiche meccaniche	Requisiti	Parametri di prova	Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova	0 °C
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria
		Tipo di percussore	d 90
		Massa del percussore per:	
		$d_{em} = 110 \text{ mm}$	1 kg
		$d_{em} = 125 \text{ mm}$	1,25 kg
		$d_{em} = 160 \text{ mm}$	1,6 kg
		$d_{em} = 200 \text{ mm}$	2,0 kg
		$d_{em} = 250 \text{ mm}$	2,5 kg
		$d_{em} \geq 315 \text{ mm}$	3,2 kg
Altezza di caduta del percussore per:			
$d_{em} = 110 \text{ mm}$	1600 mm		
$d_{em} \geq 125 \text{ mm}$	2000 mm		
Caratteristiche fisiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	≥ 79 °C	Conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	Temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: per $e \leq 8 \text{ mm}$: 15 min; per $e > 8 \text{ mm}$: 30 min.	UNI EN ISO 2505 Metodo: bagno liquido
		oppure	
		Temperatura di prova: 150 °C tempo: per $e \leq 4 \text{ mm}$: 30 min; per $4 \text{ mm} < e \leq 16 \text{ mm}$: 60min; per $e > 16 \text{ mm}$: 120 min.	UNI EN ISO 2505 Metodo: in aria
Resistenza al dicloro- metano a una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova: 15 °C Tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

5. La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma UNI EN 1401 e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:

- numero della norma: UNI EN 1401;
- codice d'area di applicazione: U e UD;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (dn/OD);
- spessore minimo di parete (SDR);
- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).