



*Comune di Savignano Irpino (AV)*

*PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CAMPANIA*

*Delibera CIPE n. 26/2016 - FSC 2014/2020*

**BONIFICA DISCARICA COMUNALE**  
**in località PUSTARZA**  
**nel Comune di SAVIGNANO IRPINO (AV)**  
**mediante un intervento di**  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE**  
**del sito di discarica**  
**Progettazione esecutiva**

ELABORATO N.:

**C.2**

TITOLO:

**Capitolato speciale d'appalto: Parte II**

SCALA:

Rev.	Data	Prodotto	Controllato	Approvato	Motivo della revisione
00	Dicembre 2009				Emissione
01	Febbraio 2017				Aggiornamento
02	Novembre 2017				Aggiornamento
03	Ottobre 2018				Aggiornamento

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. Francesco Riboldi

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Vincenzo Norcia

**CONSULENZA SPECIALISTICA PER IL  
SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE:**

**SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Fernando Capone



**S.T.A.G.I.** srl

Servizi Tecnici di Architettura Geologia ed Ingegneria



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## INDICE

1	Premessa	6
2	Qualità e provenienza dei materiali	6
2.1	Materiali in genere	6
2.2	Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso, sabbia	6
2.3	Materiali inerti per conglomerati cementizi e malte	8
2.4	Elementi di laterizio e calcestruzzo	9
2.5	Armature per calcestruzzo	9
2.6	Materiali metallici	10
2.7	Prodotti a base di legno	12
2.8	Prodotti diversi (adesivi, geotessili)	14
2.9	Prodotti per rivestimenti interni ed esterni	15
2.10	Colori e vernici	17
2.11	Materiali diversi	19
3	Modalità di esecuzione	22
3.1	Scavi in genere	22
3.2	Scavi di sbancamento	23
3.3	Scavi di fondazione od in trincea	24
3.4	Rilevati e rinterri	25
3.5	Demolizioni e rimozioni	26
3.6	Opere e strutture di calcestruzzo	27
3.7	Strutture in acciaio	30



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

3.8	Sistemi di rivestimenti interni ed esterni	33
3.9	Esecuzioni particolari	37
3.10	Opere in ferro - norme generali e particolari	39
3.11	Opere in legname - opere da carpentiere	40
3.12	Lavori eventualmente non previsti	41
4	Pacchetto di copertura superficiale	41
5	Geocomposito per il drenaggio del biogas e delle acque meteoriche	42
6	Geocomposito per il drenaggio delle acque meteoriche con funzione aggrappante	43
7	Geostuoia grimpante e geogriglia per l'aumento della stabilità dei versanti	43
8	Geotessile "Non Tessuto"	44
8.1	Controlli in fase di scelta	45
8.2	Posa in opera	46
9	Geocomposito bentonitico	48
9.1	Controlli in fase di scelta	50
9.2	Posa in opera	50
10	Telo HDPE	51
10.1	Descrizione della geomembrana	51
10.2	Controlli di qualità in fabbrica	53
10.3	Controlli in fase di scelta	54
10.4	Controlli in corso d'opera	56
11	Ripristino ambientale	61



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

11.1	Piantagione di arbusti in zolla, in contenitore, in fitocella	62
11.2	Piantagione di alberi in zolla e contenitore	62
12	Chiusini in ghisa sferoidale	63
13	Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio	65
13.1	Generalità	65
13.2	Pozzetti in c.a.v.	65
14	Tubazioni in PeAd (PE100)	66
14.1	Generalità	66
14.2	Riferimenti normativi	66
14.3	Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi	68
15	Strato di riempimento in materiale granulare	122
15.1	Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale	122
15.2	Controlli in corso d'opera	122
16	Materiale inerte per drenaggio acque meteoriche	123
16.1	Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale	123
16.2	Controlli in corso d'opera	123
17	Materiale inerte drenante	124
17.1	Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale	124
17.2	Controlli in corso d'opera	124
18	Argilla	125
18.1	Composizione	125
18.2	Provenienza	126



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

18.3	Prove di qualificazione	126
18.4	Cave di prestito e fornitura	126
18.5	Prove di controllo sul materiale approvvigionato in cantiere	126
18.6	Stesura del materiale	127
18.7	Mezzi di compattazione	127
18.8	Prove di controllo da effettuarsi in fase di stesura dello strato minerale	127
19	Misto stabilizzato	129
20	Geostuoie in polipropilene	135
21	Sistema di estrazione del percolato	136
22	Torcia statica	141
23	Diaframma plastico composito	143
23.1	Documentazione dei lavori	147
23.2	Preparazione del piano di lavoro e perforazione	147
23.3	Controlli in corso d'opera	148
23.4	Controlli finali e collaudo	154
24	Condutture elettriche	158
24.1	Generalità	158
24.2	Tipi di condutture	158
24.3	Protezione dalle sorgenti esterne	159
24.4	Portata delle condutture	159
24.5	Caratteristiche dei cavi elettrici	160
24.6	Connessioni elettriche	163



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

25	Canalizzazioni	164
25.1	Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili	167
25.2	Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili	168
25.3	Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi	168
25.4	Protezione contro i contatti indiretti	169
26	Avviamento e messa a punto degli impianti	169
27	Garanzia degli impianti	169
28	Tubazioni in PEad corrugato	170
28.1	Premessa	170
28.2	Scopo	170
28.3	Collaudi	184
28.4	Resistenze	186
28.5	Calcolo della deformazione sotto carico esterno	189
28.6	Installazione	192
28.7	Accettazione delle Tubazioni	198
28.8	Voce di capitolato	198



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## 1 Premessa

Il presente Capitolato ha lo scopo di precisare, sulla base delle caratteristiche e specifiche tecniche dei materiali, i contenuti prestazionali delle opere civili ed idrauliche previste in progetto.

Il Capitolato contiene, pertanto, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dei materiali e dei componenti previsti in progetto, nonché i riferimenti normativi, le prove, le norme di accettazione e le modalità di fornitura, approntamento, trasporto, stoccaggio e posa in opera.

Tali procedure dovranno essere correttamente espletate secondo quanto disposto dal presente Capitolato, non essendo ammessi materiali non espressamente previsti e soggetti a tali norme e regole.

## 2 Qualità e provenienza dei materiali

### 2.1 Materiali in genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo Disciplinare può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

### 2.2 Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso, sabbia

- a) **Acqua** - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.
- b) **Calci** - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al **R.D. 16 novembre 1939, n. 2230**; le calci idrauliche dovranno altresì

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

rispondere alle prescrizioni contenute nella **L. 26 maggio 1965, n. 595**, nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel **D.M. 31 agosto 1972**.

c) **Cementi e agglomerati cementizi.**

1) I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella **L. 26 maggio 1965, n. 595** (vedi anche **D.M. 14 gennaio 1966**) e nel **D.M. 3 giugno 1968** e successive modifiche. Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella **L. 26 maggio 1965, n. 595** e nel **D.M. 31 agosto 1972**.

2) A norma di quanto previsto dal **D.M. 12 luglio 1999, n. 314**, i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della **L. 26 maggio 1965, n. 595** (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della **L. 26 maggio 1965, n. 595** e all'art. 20 della **L. 5 novembre 1971, n. 1086**. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) **Pozzolane** - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal **R.D. 16 novembre 1939, n. 2230**.

e) **Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri dei materiali in genere.

f) **Sabbie** - La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Per il controllo granulometrico, l'Appaltatore dovrà apprestare e porre a disposizione della Direzione Lavori gli stacci **UNI 2332-1**.

- 1) Sabbia per murature in genere. Sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 **UNI 2332-1**.
- 2) Sabbia per intonacature ed altri lavori. Per gli intonaci, le stuccature, le murature di paramento od in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 **UNI 2332-1**.
- 3) Sabbia per conglomerati cementizi. Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal **D.M. 3 giugno 1968** All. 1 e **dal D.M. 9 gennaio 1996 e Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii. e Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii.** All. 1 punto 1.2. La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

### 2.3 Materiali inerti per conglomerati cementizi e malte

- 1) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non 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 ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.
- 2) Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri per i materiali in genere.

- 3) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al **D.M. 9 gennaio 1996 e Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii.** e relative circolari esplicative.

## 2.4 Elementi di laterizio e calcestruzzo

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti da laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi devono rispondere alle prescrizioni contenute nel **D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii.**

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato **D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii.**

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel **D.M.** di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera avranno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

## 2.5 Armature per calcestruzzo

- 1) Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente **D.M. 9 gennaio 1996 e Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii.** attuativo della **L. 5 novembre 1971, n. 1086** e relative circolari esplicative.
- 2) È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## 2.6 Materiali metallici

### a) Generalità

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Sottoposti ad analisi chimica, dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato D.M. 26 marzo 1980, allegati n. 1, 3 e 4 alle norme UNI vigenti, e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

### b) Ferro

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

### c) Acciai

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel **D.M. 9 gennaio 1996 e Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii.** . relativo alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

#### c.1) Acciaio trafilato o laminato

Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente graduale.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### c.2) Acciaio fuso in getti.

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature o da qualsiasi altro difetto.

### d) Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma **UNI EN 1561**.

La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma **UNI EN 1562**.

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo norma UNI EN 1563-2004, realizzati in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata
Per carichi elevati in aree speciali	E 600	t 60
Per strade a circolazione normale	D 400	t 40
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C 250	t 25
Per marciapiedi e parcheggi autovetture	B 125	t 12,5

### e) Piombo

Il piombo dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alle norme:

- **UNI 3165** – Piombo – Qualità, prescrizioni;
- **UNI 6450-69** – Laminati di piombo – Dimensioni, tolleranze e masse.

### f) Rame

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alle norme **UNI**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## EN ISO 8491-05.

### g) Zincatura

Per la zincatura di profilati di acciaio, lamiera di acciaio, tubi, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme:

- **UNI 10244-03:** Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio.

### h) Metalli vari

- Lo stagno, l'alluminio e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

## 2.7 Prodotti a base di legno

S'intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

I prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente Disciplinare ed alle prescrizioni del progetto.

### Segati in legno

I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma **UNI 8829**;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- difetti visibili ammessi e misurati secondo le relative norme;
- trattamenti preservanti con opportuno metodo e misurati secondo la relativa normativa.

Ove necessario possono essere prese a riferimento le indicazioni riportate dalle norme **ISO 1029, UNI EN 1310**, riferite ai Segati di conifere - Difetti - Classificazione; Misurazione; Termini e definizioni.

### **Pannelli**

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti :

*La superficie potrà essere:*

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura);
- levigata (quando ha subito la levigatura);
- rivestita su uno o due facce mediante.

(Ad esempio: placcatura, carte impregnate, smalti, altri).

*Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:*

- resistenza a compressione con misura e valore minimo stabilito dalla relativa normativa;
- resistenza a flessione con misura e valore minimo stabilito dalla relativa normativa.

I pannelli a base di particelle di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%:  $\pm 3\%$ ;
- massa volumica in  $\text{kg/m}^3$ ;
- superficie: grezza, levigata o rivestita;
- resistenza al distacco degli strati esterni in  $\text{N/mm}^2$  con valore minimo stabilito dalla relativa normativa.

*Funzionalmente avranno le caratteristiche rispondenti alla norma **SS UNIV 40.03.093.0**:*

I pannelli di legno compensato e paniforti, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- tolleranze sullo spessore:  $\pm 1$  mm;
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo norma;
- grado di incollaggio (da 1 a 10), misurato secondo le norme.

*Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:*

- resistenza a trazione in  $N/mm^2$  con valore minimo stabilito dalla relativa normativa e misurata secondo **UNI 6480**;
- resistenza a flessione statica in  $N/mm^2$  con valore minimo stabilito dalla relativa normativa e misurata secondo **UNI 6483**.

## 2.8 Prodotti diversi (adesivi, geotessili)

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi **UNI** esistenti.

**Per adesivi** si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono i prodotti forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;

- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma **UNI** e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**Per geotessili** si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti e di drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche secondo i modelli di controllo riportati nelle norme:

**UNI 8279/1/3/4/12/13/17 e UNI 8986.**

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma **UNI** e/o è *in possesso di attestato di conformità*; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i nontessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

## 2.9 Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

I prodotti si distinguono:

*a seconda del loro stato fisico*

- rigidi (rivestimenti in pietra , ceramica, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.);

*a seconda della loro collocazione*

- per esterno;
- per interno;

*a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento*

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti di seguito descritti saranno considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

#### **Prodotti fluidi od in pasta.**

- a) Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso), da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) e, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguate;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme **UNI** è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

- b) I prodotti vernicianti sono applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nella porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- avere resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I dati intendono presentati secondo le norme **UNI 8757** e **UNI 8759** ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme **UNI**.

## 2.10 Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità.

### a) Olio di lino cotto.

L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro di adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, etc.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiore all'1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

**b) Acquaragia (essenza di trementina).**

Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15 °C sarà di 0,87.

**c) Biacca.**

La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.

**d) Bianco di zinco.**

Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.

**e) Minio.**

Sia il piombo (ossido di piombo) che l'alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, etc.).

**f) Latte di calce.**

Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.

**g) Colori all'acqua, a colla o ad olio.**

Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno essere perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **h) Vernici.**

Le vernici che s'impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante.

E' escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Le vernici speciali eventualmente prescritte dalla Direzione Lavori dovranno essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.

#### **i) Encaustici.**

Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustica adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto sale di tartaro, o nell'essenza di trementina.

### **2.11 Materiali diversi**

#### **a) Asfalto.**

L'asfalto sarà naturale e proverrà dalle miniere più reputate; sarà in pani, compatto, omogeneo, privo di catrame proveniente da distillazione del carbon fossile, ed il suo peso specifico varierà fra i limiti di 1104 a 1205 kg/m<sup>3</sup>.

#### **b) Bitume asfaltico.**

Il bitume asfaltico proverrà dalla distillazione di rocce di asfalto naturale, sarà molle, assai scorrevole, di color nero e scevro dell'odore proprio del catrame minerale proveniente dalla distillazione del carbon fossile e del catrame vegetale.

#### **c) Mastice di rocce asfaltiche e mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colorati.**

I bitumi da spalmatura impiegati avranno di norma le caratteristiche seguenti o altre qualitativamente equivalenti:

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Tipo	Indice di penetrazione	Penetrazione a 25 °C dmm	Punto di rammollimento °C	Punto di infiammabilità (Cleveland) °C	Solubilità in cloruro di carbonio %	Volatilità a 136 °C per 5 ore %	Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità % del bitume originario
	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)
0	0	40	55	230	99,5	0,3	75
15	+1,5	35	65	230	99,5	0,3	75
25	+2,5	20	80	230	99,5	0,3	75

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri e le norme vigenti tenendo presenti le risultanze accertate in materia da organi specializzati ed in particolare dall'UNI.

**d) Cartefeltro.**

Questi materiali avranno di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti.

Tipo	Peso a m <sup>2</sup> g	Contenuto di lana %	Contenuto di colore, juta e altre fibre tessili naturali %	Residuo ceneri %	Umidità %	Potere di assorbimento in olio di antracene %	Carico di rottura a frazione nel senso longitudinale delle fibre su striscia di 15 x 180 mm <sup>2</sup> kg.
		(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)
224	224±12	10	55	10	9	160	2,800
333	333±16	12	55	10	9	160	4,000
450	450±25	15	55	10	9	160	4,700

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri e secondo le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze accertate in materia da organi competenti ed in particolare dall'UNI.

#### **e) Cartongfeltro bitumato cilindrato.**

E' costituito da cartongfeltro impregnata a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata.

Esso avrà di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

Tipo	Caratteristica del componente : cartongfeltro tipo	Caratteristica del componente : contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m <sup>2</sup>	Peso a m <sup>2</sup> del cartongfeltro g
224	224	233	450
333	333	348	670
450	450	467	900

Questi cartongfeltri debbono risultare asciutti, uniformemente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, tagli, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco.

Per le eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia come in particolare l'UNI.

#### **f) Cartongfeltro bitumato ricoperto.**

E' costituito di cartongfeltro impregnata a saturazione di bitume, successivamente ricoperta su entrambe le facce di un rivestimento di materiali bituminosi con un velo di materiale minerale finemente granulato, come scaglie di mica, sabbia finissima, talco, etc.

Esso avrà di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

Tipo	Caratteristica del componente : cartongfeltro tipo	Caratteristica del componente : contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m <sup>2</sup> g	Peso a m <sup>2</sup> del cartongfeltro g
------	---	---	---

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

224	224	660	1.100
333	333	875	1.420
450	450	1.200	1.850

La cartafeltro impiegata deve risultare uniformemente impregnata di bitume; lo strato di rivestimento bituminoso deve avere spessore uniforme ed essere privo di bolle; il velo di protezione deve inoltre rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile; le superfici debbono essere piane, lisce, prive di tagli, buchi ed altre irregolarità.

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri e secondo le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze accertate da organi competenti in materia ed in particolare dall'UNI.

#### **g) Vetri e cristalli.**

I vetri e cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, molto trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto.

#### **h) Materiali ceramici.**

I prodotti ceramici più comunemente impiegati per apparecchi igienico-sanitari, rivestimento di pareti, tubazioni etc., dovranno presentare struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con lo smalto privo assolutamente di peli, cavillature, bolle, soffiature o simili difetti.

### **3 Modalità di esecuzione**

#### **3.1 Scavi in genere**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese alla rimozione delle

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

materie franate.

Inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere a far sì che gli scavi siano sempre tempestivamente ricolmati procedendo alla compattazione del materiale di rinterro.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue spese affinché le acque defluenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi e che sia garantita la sicurezza degli operatori e del territorio circostante evitando di creare, neppure temporaneamente, un sostanziale ostacolo al deflusso delle acque ovvero vie preferenziali di deflusso concentrato, adottando, inoltre, ogni accorgimento utile ad evitare che si possano verificare, in seguito ad eventi alluvionali, fenomeni di inquinamento ambientale.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in luogo e modalità opportune, previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del Capitolato generale con i relativi articoli.

### **3.2 Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### 3.3 Scavi di fondazione od in trincea

Per scavi di fondazione in genere si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o ai pilastri di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo a fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

scavi.

### 3.4 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 da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in genere, 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 ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando 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, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in genere, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono 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, disponendo, contemporaneamente, le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

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

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od 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 quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

### 3.5 Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo. È pertanto vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite sempre a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi del vigente **Capitolato generale**, con i prezzi indicati nell'elenco relativo.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere, nei punti indicati o alle pubbliche discariche.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### 3.6 Opere e strutture di calcestruzzo

#### Impasti di conglomerato cementizio.

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto nell'allegato 1 del **D.M. 14 gennaio 2008 e ss. mm. ii.**

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento e, quindi, il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

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

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

#### Controlli sul conglomerato cementizio.

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto nel **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.**

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.**

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione e prove complementari (vedere paragrafo 11.2.2 del **D.M. 14 gennaio 2008**).

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri, secondo le modalità previste nel paragrafo 11.2 del succitato **D.M. 14 gennaio 2008**.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### **Norme di esecuzione per il cemento armato normale.**

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale, l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nelle relative norme tecniche del **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.** In particolare:

a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.

Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0° C, salvo il ricorso ad opportune cautele.

b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra;

in ogni caso, la lunghezza della sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare di 6 volte il diametro.

c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non inferiore a 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto nel **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.** Le piegature di barre di acciaio incrudito a freddo non possono essere effettuate a caldo.

d) La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri.

Tali misure devono essere aumentate e al massimo, portate rispettivamente, a 2 cm per le solette ed a 4 cm per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferrì maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate, in ogni direzione, di almeno una volta il valore del diametro delle barre medesime e, in ogni caso, a non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.

e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Inoltre, esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

**Norme di esecuzione per il cemento armato precompresso.**

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni contenute nelle attuali norme tecniche del **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.** In particolare:

Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.

Si deve, altresì, prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino ad ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due lati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma «sforzi/allungamenti», a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Per le operazioni di tiro, ci si atterrà a quanto previsto nell' succitato **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.**

L'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta e le modalità delle iniezioni devono egualmente rispettare le suddette norme.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### **Responsabilità per le opere di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.**

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato e precompresso, l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella **L. 5 novembre 1971, n. 1086**.

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.**

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità, accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato e iscritto all'albo professionale e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e ai disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato, non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

### **3.7 Strutture in acciaio**

#### **Generalità.**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla **L. 5 novembre 1971, n. 1086**, dalla **L. 2 febbraio 1974, n. 64**, dalle circolari e dai decreti ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate. (Ved., per le norme tecniche in zone sismiche, il vigente **D.M. 14 gennaio 2008**)

L'Impresa sarà tenuta a presentare, in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei lavori:

a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;

b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

### **Collaudo tecnologico dei materiali.**

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa comunicherà alla Direzione dei lavori, specificando per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è «qualificato» secondo le norme vigenti.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta, ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificare la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati, la Direzione dei lavori deve effettuare, presso laboratori ufficiali, tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Impresa.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal **D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e ss. mm. ii.** e successivi aggiornamenti ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

### **Controlli in corso di lavorazione.**

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare, in ogni momento, la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.

Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire, in ogni momento della lavorazione, tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo, l'Impresa informerà la Direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **Montaggio.**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere all'alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica, purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'Impresa effettuerà un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni, alla presenza della Direzione dei lavori, .

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata e, in particolare, quelle riguardanti:

- l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- le interferenze con i servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

### **Prove di carico e collaudo statico.**

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature, per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali emanati in applicazione della **L. 5 novembre 1971, n. 1086**.

### **3.8 Sistemi di rivestimenti interni ed esterni**

#### **Generalità**

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione, in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

#### **Sistemi realizzati con prodotti rigidi.**

Questi sistemi devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:

- a) per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta, svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, dello spessore, delle condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica,

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

planarità, ecc., in modo da applicare, successivamente, uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguata compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto;

- b) per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e similari), a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o similari. I sistemi di fissaggio devono garantire, comunque, un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto a vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni ad esso affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione dei giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.;
- c) per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica, si procederà analogamente a quanto descritto in b) per le lastre in pietra, calcestruzzo, ecc.

Si curerà, in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni (o rumore) indotte da vento, pioggia, ecc.

Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

**Sistemi realizzati con prodotti flessibili.**

Questi sistemi devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materia plastica o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile e a completamento del progetto, devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo), solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua), in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili), si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile, allo scopo di ottenere la levigatezza e la continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura, curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari (angoli, bordi di porte, finestre, ecc.), facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

**Sistemi realizzati con prodotti fluidi.**

Questi sistemi devono essere realizzati, secondo le prescrizioni date nel progetto, con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc. aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile e, a completamento del progetto, devono rispondere alle indicazioni seguenti:

a) Su pietre naturali ed artificiali:

- impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti alle radiazioni U.V., al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.

b) Su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche.

c) Su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.

d) Su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, in loro mancanza (od

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si cureranno, per ogni operazione, la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

Il Direttore dei lavori, per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e che almeno per gli strati più significativi, il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare saranno verificati:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi od in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a), verificando la loro completezza, specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori;

b) a conclusione dei lavori, il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) e

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi egli verificherà, in particolare, il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli: l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi: la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

### 3.9 Esecuzioni particolari

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione dei lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'Impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

#### A) Tinteggiatura a calce.

La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:

- 1) spolveratura e raschiatura delle superfici;
- 2) prima stuccatura a gesso e colla;
- 3) levigatura con carta vetrata;
- 4) applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno già aver ricevuto la mano di latte di calce denso (sciabaltura).

#### B) Tinteggiatura a colla e gesso.

Saranno eseguite come appresso:

- 1) spolveratura e ripulitura delle superfici;
- 2) prima stuccatura a gesso e colla;
- 3) levigatura con carta vetrata;
- 4) spalmatura di colla temperata;
- 5) rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

6) applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

### **C) Verniciature ad olio.**

Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:

1) spolveratura e ripulitura delle superfici;

2) prima stuccatura a gesso e a colla;

3) levigatura con carta vetrata;

4) spalmatura di colla forte;

5) applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;

6) stuccatura con stucco ad olio;

7) accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura;

8) seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;

9) terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle operazioni nn. 2 e 4; per le opere in ferro, l'operazione n. 5 sarà sostituita con una spalmatura di minio, la n. 7 sarà limitata ad un congruamento della superficie e si ometteranno le operazioni nn. 2, 4 e 6.

### **D) Verniciature a smalto comune.**

Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione dei lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, etc.).

A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

1) applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;

2) leggera pomiciatura a panno;

3) applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.

**E) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio su intonaci:**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

**a) Tipo con superficie finita liscia:**

- 1) spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
- 2) stuccatura a gesso e colla;
- 3) mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
- 4) applicazione di uno strato di standolio con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito con acquaragia;
- 5) applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.

**b) Tipo con superficie a rilievo.**

Si ripetono le operazioni sopra elencate dai nn. 1 a 3 per il tipo E), indi:

- 4) applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra di cui sarà aggiunto del bianco di *Meudon* in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
- 5) battitura a breve intervallo dall'applicazione 4), eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, etc.

**3.10 Opere in ferro - norme generali e particolari**

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei lavori, con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribattiture, etc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei lavori, l'Impresa dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo essa responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

In particolare si prescrive:

**a) Inferriate, cancellate, etc.**

Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che saranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che saranno indicate.

### **3.11 Opere in legname - opere da carpentiere**

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, etc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami devono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Qualora sia ordinato dalla Direzione dei lavori, nelle facce di giunzione saranno interposte delle lamine di piombo o di zinco od anche del cartone incatramato.

Le diverse parti componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente con caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiarne prima il conveniente foro con succhiello.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

catrame o della coloritura, se ordinata, devono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione dei lavori.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

### 3.12 Lavori eventualmente non previsti

Per la esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà al concordamento dei nuovi prezzi con le norme **del D.P.R. n.207 del 5 ottobre 2010**, ovvero si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste fornite dall'Appaltatore (a norma dell'art. 179 del **D.P.R. n.207 del 5 ottobre 2010**) o da terzi.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

## 4 Pacchetto di copertura superficiale

La configurazione definitiva del capping è comprensiva dei seguenti elementi (dal basso verso l'alto):

- terreno di riporto (spessore minimo 20 cm);
- geocomposito per il drenaggio del biogas costituito da una struttura a georete tridimensionale contenuta tra due teli di tessuto non tessuto per evitare l'intasamento;
- geocomposito bentonitico (sp. minimo 5,5 mm);
- telo in HDPE (sp. 2 mm);
- georete per il drenaggio delle acque meteoriche contenuta tra due teli di tessuto non tessuto per evitare l'intasamento o (nei tratti con pendenza del terreno maggiore di sei

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

gradi) tricomposito per il drenaggio delle acque meteoriche e l'aggrappo del terreno costituito da geocomposito drenante, strato di geostuoia tridimensionale di aggrappo e geotessuto di rinforzo;

- terreno coltivo (sp. 1,00 m) con intercalato strato di geogriglia tridimensionale di aggrappo (solo nei tratti con pendenza del terreno maggiore di sei gradi);
- geostuoia antierosione.

## 5 Geocomposito per il drenaggio del biogas e delle acque meteoriche

Gli strati di drenaggio del biogas e delle acque meteoriche verranno realizzati mediante l'utilizzo di un geocomposito filtro-dreno-protettivo, dotato di marcatura CE, costituito da due filtri protettivi esterni in tessuto non tessuto termosaldato con interposta una struttura drenante in polipropilene tridimensionale. Il geocomposito così ottenuto deve consentire una perfetta filtrazione ed assicurare un'elevata trasmissività.

Il geocomposito dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- Massa areica geotessuto (EN ISO 9864) 120 g/mq
- Massa areica complessiva (EN ISO 9864) 600 g/mq
- Resistenza a trazione (EN ISO 10319) 14 KN/m
- Spessore sotto carico pari a 20 KPa (EN ISO 9863-1) 6 mm
- Capacità drenante con  $i=1$  e carico applicato di 20 kPa (EN ISO 12958) 2,5 l/s

Dovrà, inoltre, essere caratterizzato da inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante additivi quantitativi di nerofumo.

Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri relativi alla fornitura e alla posa, nonché quelli relativi alle prove che verranno richieste dalla D.L. sul materiale, sia in fase di accettazione sia in fase di fornitura. Il geocomposito dovrà essere corredato da una dettagliata descrizione del

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

prodotto ed ogni rotolo prodotto dovrà essere corredato di una etichetta riportante il nome del fabbricatore, il tipo di prodotto, la numerazione del lotto e del rotolo e la data di fabbricazione.

Al fine di ottimizzare i tempi di posa e ridurre gli sfridi si richiede che la dimensione dei rotoli forniti in cantiere sia non inferiore a 3,5 metri.

## **6 Geocomposito per il drenaggio delle acque meteoriche con funzione aggrappante**

In corrispondenza delle sezioni della discarica che presentano pendenze del profilo superiori a 6°, è necessario prevedere, in luogo del geocomposito per il drenaggio delle acque meteoriche di cui al paragrafo precedente, un tricomposito avente anche la funzione di aggrappo del terreno, al fine di garantirne la stabilità. Il suddetto materiale dovrà essere caratterizzato da una Resistenza Ultima a Trazione Longitudinale pari ad almeno 200 KN/m, oltre a possedere una capacità drenante almeno pari a quella del geocomposito drenante di cui al paragrafo precedente.

La posa del geocomposito dovrà avvenire in modo che la sua direzione longitudinale coincida con la direzione prevista del flusso d'acqua. Lo stesso dovrà essere ancorato mediante la realizzazione di apposite trincee disposte oltre il ciglio della scarpata, al fine di evitare fenomeni di scivolamento, all'interno delle quali il materiale andrà risvoltato. Le dimensioni delle suddette trincee dovranno coincidere con quelle indicate negli elaborati di calcolo e negli elaborati grafici di progetto.

Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

## **7 Geostuoia grimpante e geogriglia per l'aumento della stabilità dei versanti**

Per migliorare la stabilità dello strato superficiale di terreno, in corrispondenza dei versanti della discarica che presentano una pendenza superiore a 6°, lo stesso dovrà essere ricoperto da una geostuoia superficiale grimpante antiersiva che verrà ancorata nel terreno mediante profili metallici ad U, avendo cura di non danneggiare il pacchetto impermeabilizzante sottoposto. A metà dello spessore del terreno, dunque 50 cm al di sotto della superficie della discarica, dovrà essere inoltre prevista l'interposizione di una geogriglia aggrappante intermedia, anch'essa ancorata

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

mediante l'infissione di profili metallici ad U, avendo cura di non danneggiare il pacchetto impermeabilizzante sottoposto.

I materiali dovranno essere prodotti e distribuiti da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001; tale certificato dovrà essere sottoposto alla D.L. preventivamente alla fornitura.

## 8 Geotessile “Non Tessuto”

Geotessile non tessuto del tipo agugliato di fibre vergini di polipropilene conforme ai requisiti della marchiatura CE per applicazioni ed utilizzo in opere di discariche controllate o assimilabili.

Il geotessile impiegato deve essere:

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

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

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Caratteristiche del materiale proposto:

- Massa unitaria (EN ISO 9864) gr/mq  $\geq 500$ ;
- Resistenza meccanica a trazione minima secondo EN ISO 10319 di 34 kN/m;
- Resistenza al punzonamento non inferiore a 5400 N;
- Allungamento a rottura secondo EN ISO 10319 compreso tra 75% e 85%;
- Spessore (a 2KPa) secondo la norma UNI EN 964-1  $\geq 4$ mm.
- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- - UNI EN 9864:2005 “Geotessili e prodotti affini. Determinazione della massa areica”;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- - UNI EN 9863-1:2005 “Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli”;
- - UNI EN ISO 10319:2008 “Geotessili - Prova di trazione a banda larga”;
- - UNI EN ISO 12236:2006 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)”;
- - UNI EN 13433:2006 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono)”;
- - UNI EN ISO 11058:2010 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico”;
- - UNI EN ISO 12956:2010 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica”;
- - UNI EN ISO 10320:2002 “Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito”.

## 8.1 Controlli in fase di scelta

### 8.1.1 Referenze del Produttore

L'Impresa deve fornire una documentazione contenente le specifiche tecniche del materiale, le certificazioni del Produttore, i certificati di prova e di eventuali controlli per ciascun rotolo. La documentazione va consegnata alla Direzione Lavori del Produttore accompagnata da un campione del prodotto e sottoposta a committente.

### 8.1.2 Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire alla Direzione Lavori di visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione del geotessile, riservando a quest'ultima il diritto di chiedere campioni del materiale, senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionamento.

### 8.1.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Impresa, prima dell'ordine, deve fornire alla Direzione Lavori una specifica completa sulle forniture, il trasporto, lo stoccaggio, l'installazione e la posa in opera dei geotessili. La Direzione Lavori è tenuta all'accertamento della specifica.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

E' compito dell'Impresa assicurare le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio; quest'ultimo deve avvenire in aree sicure e protette dagli agenti atmosferici, inoltre i rotoli vanno coperti con teli per evitare l'esposizione a raggi UV. L'area di stoccaggio deve essere messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa.

L'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

#### **8.1.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere**

Il Produttore deve fornire ogni partita di carico con le relative certificazioni attestanti le caratteristiche del geotessile, in modo da poter verificare la rispondenza del materiale ai requisiti richiesti.

### **8.2 Posa in opera**

#### **8.2.1 Manutenzione della superficie di posa**

L'Impresa, unica e sola responsabile della manutenzione, deve assicurare che la superficie di posa sia uno strato di fondazione solido e poco deformabile.

#### **8.2.2 Posizionamento dei teli in opera**

Devono essere evitate condizioni di stress, eccessiva trazione e rigonfiamento, prevedendo franchi per le contrazioni eventuali, inoltre le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti.

I teli una volta srotolati, (a temperatura ambiente non inferiore a +5°C), vanno zavorrati per evitare eventuali movimenti e sollevamenti, quindi saldati al più presto.

#### **8.2.3 Verbale di accettazione**

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici ed al rifacimento dei punti difettosi.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **8.2.4 Procedure per la posa in opera**

L'Impresa è tenuta ad organizzare i tempi di posa in modo tale da rispettare i periodi ammissibili di esposizione al sole, tenendo conto delle fasi di gestione e di costruzione

I teli devono essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza del fondo.

Le giunzioni tra i teli vanno sovrapposte parallelamente alla lunghezza di almeno 30 cm, quindi cuciti evitando fili o graffette metalliche ed assicurando che i prodotti adoperati non siano nocivi per i teli in HDPE.

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

Durante la fase di posa l'Impresa deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni al telo in HDPE, ai tubi di drenaggio e ai drenaggi, assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Impresa, prima di eseguire la riparazione, deve informare tempestivamente la Direzione Lavori indicando le cause del danno, deve inoltre predisporre una relazione con le modalità di riparazione, le quali possono essere eseguite solo dopo approvazione della Direzione Lavori.

La Direzione Lavori deve approvare la messa in opera di ciascun strato di geotessile.

I teli 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.

#### **8.2.5 Controlli in corso d'opera**

##### **8.2.5.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale**

Prima della posa, bisogna assicurarsi che la fornitura di giunti rispecchi il numero di matricola, inoltre prima della posa in opera va accertato che il substrato di posa sia privo di materiali dannosi all'integrità del geotessile.

##### **8.2.5.2 Controlli sulla posa dei teli**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Durante la posa del geotessile, deve 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 deve essere di almeno 20 cm e parallela alla linea di massima pendenza.

Per verificare la rispondenza alle specifiche tecniche va prelevato un campione per ogni tipo di geotessile impiegato e per ogni 20.000 m<sup>2</sup> di materiale posato, e sottoposta alle seguenti prove:

- massa areica (norma UNI EN 965);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

Le cuciture tra le giunture non vanno realizzate con fili metallici o graffette in metallo.

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

## 9 Geocomposito bentonitico

Fornitura e posa di GCL a base di bentonite sodica costituito da un sandwich di geotessili nontessuti in polipropilene di massa areica (ciascuno) non inferiore a 150 gr/mq con una superficie laminata con una membrana in polietilene; la bentonite contenuta nel geocomposito avrà un dosaggio minimo per mq di 4.500 gr (contenuto di umidità non superiore al 13%) ed avrà le seguenti caratteristiche minime:

- Contenuto in montmorillonite non inferiore al 70%;
- Rigonfiamento libero secondo ASTM D5890 non inferiore a 24 ml/2 gr;
- Perdita di fluido secondo ASTM D5891 non superiore a 18 ml;

Nel caso fossero presenti punti singolari (es. attraversamento tubi), si deve impiegare bentonite sodica granulare (generalmente dello stesso tipo di quella utilizzata per la costruzione del geocomposito e fornita dallo stesso Produttore) per la loro sigillatura.

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI EN 9863-1:2005 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli";

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

- UNI EN 14196:2004 “Geosintetici - Metodi di prova per la misurazione della massa areica di geocompositi bentonitici”;
- UNI EN ISO 10319:2008 “Geotessili - Prova di trazione a banda larga”;
- UNI EN ISO 12236:2006 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)”;
- UNI EN ISO 10320:2002 “Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito”;

I singoli strati del geocomposito saranno assemblati mediante un sistema di agugliatura meccanica ed il geocomposito, prodotto in qualità secondo le norme ISO 9002, dovrà garantire le seguenti caratteristiche:

- Resistenza meccanica nelle due direzioni secondo EN ISO 10319 non inferiore a 14 kN/m con una corrispondente deformazione non inferiore al 70%;
- Permeabilità secondo UNI EN 1931 o E96 non superiore a  $1 \times 10^{-12}$  m/sec cui corrisponderà una perdita massima di fluido non superiore a  $1 \times 10^{-9}$  mc/mqsec calcolata secondo le norme ASTM D5887.

Il geocomposito bentonitico deve inoltre 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

Lo spessore del geocomposito secco sarà non inferiore ai 5.5 mm; questo sarà fornito in rotoli di larghezza minima di 4.50 metri. Il fornitore, se in certificazione di qualità ISO 9002 come distributore di geosintetici, dovrà produrre per la DL una certificazione delle caratteristiche suddette dichiarando, inoltre, il nome del produttore, il luogo, la ditta esecutrice dei lavori e le quantità fornite. In caso di azienda fornitrice non certificata ISO 9002 a tale scopo le caratteristiche suddette saranno testate in laboratorio qualificato con minimo una prova per ogni caratteristica da certificare per ogni lotto di materiale consegnato oppure certificate dal produttore stesso allegando copia della sua certificazione di qualità ISO 9002.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## 9.1 Controlli in fase di scelta

### 9.1.1 Referenze del Produttore

L'Impresa deve fornire una documentazione contenente le specifiche tecniche del materiale, le certificazioni del Produttore, i certificati di prova e di eventuali controlli per ciascun rotolo.

### 9.1.2 Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire alla Direzione Lavori di visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione del geocomposito bentonitico, riservando a quest'ultima il diritto di chiedere campioni del materiale, senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionamento.

### 9.1.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

E' compito dell'Impresa assicurare le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio; quest'ultimo deve avvenire in aree sicure e protette dagli agenti atmosferici, inoltre i rotoli vanno coperti con teli per evitare l'esposizione a raggi UV. L'area di stoccaggio deve essere messa a disposizione della Committente previa richiesta dell'Impresa.

### 9.1.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore deve fornire ogni partita di carico con le relative certificazioni attestanti le caratteristiche del geocomposito bentonitico, in modo da poter verificare la rispondenza del materiale ai requisiti richiesti.

## 9.2 Posa in opera

Le giunzioni tra i teli contigui verranno realizzate mediante semplice sovrapposizione che, in assenza di altre indicazioni, sarà pari a 30 cm in senso trasversale e 60 cm in direzione longitudinale.

### 9.2.1 Posizionamento dei teli in opera

I teli una volta srotolati, (a temperatura ambiente non inferiore a +5°C), vanno zavorrati per evitare eventuali movimenti e sollevamenti, quindi saldati al più presto.

### 9.2.2 Controlli in corso d'opera

#### 9.2.2.1 Controlli preliminari la posa del materiale

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

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

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità del geocomposito bentonitico.

#### **9.2.2.2 Controlli da effettuarsi in corso d'opera**

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, viene prelevato un campione di geocomposito bentonitico ogni 5.000 m<sup>2</sup> di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (norma UNI EN 14196);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- coeff. di permeabilità (metodo ASTM D5084).

Per verificare la rispondenza alle specifiche tecniche delle caratteristiche della bentonite sodica granulata impiegata nei punti singolari (se presenti), si prevede il prelievo di alcuni campioni da sottoporre alle seguenti prove:

- limiti di Attemberg (metodo ASTM D4318);
- indice di rigonfiamento (metodo ASTM D5890).

Il numero dei campioni da prelevare è a discrezione della Direzione Lavori e/o del Collaudatore.

Infine vengono previsti controlli dimensionali sulla geometria del tampone costituito dal materiale posato.

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

## **10 Telo HDPE**

### **10.1 Descrizione della geomembrana**

Telo impermeabile costituito da una geomembrana omogenea in polietilene ad alta densità di spessore nominale pari a 2 mm fornita in rotoli di larghezza compresa tra i 6.0 ed i 7.5 metri; le superfici della geomembrana dovranno essere entrambe ad aderenza migliorata.

La geomembrana dovrà rispondere alle specifiche tecniche minime richieste dalle prescrizioni UNI EN 13492 ed UNI EN 13493, dalle norme Assogomma e in conformità a quanto indicato dal CTD nelle "Linee Guida per le discariche controllate di rifiuti solidi Urbani".

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

La geomembrana dovrà essere prodotta con polimero base vergine di polietilene ad alta densità non rigenerato (non sono ammessi polimeri base in LDPE), avere un contenuto minimo di nerofumo del 2% e rispondere ai seguenti requisiti minimi:

- Massa volumica	ASTM D1505/EN ISO 1183	gr/cmc	> <b>0.940</b>
- Contenuto in nero fumo	ASTM D 4218/ UNI 9556	%	> <b>2</b>
- Dispersione del nero fumo	ASTM D 3015	classi	<b>A1-A2</b>
- Melt Flow Index (M.F.I)	ASTM D1238	g/10 min 5 kg a 190 °C	≤ <b>1.20</b>
- Spessore	UNI EN 1849/1-2	mm	<b>2</b>
- Carico di snervamento	EN ISO 527 – V/UNI EN 1231	N/mm <sup>2</sup>	<b>15</b>
- Carico di rottura	EN ISO 527 - V/UNI EN 1231	N/mm <sup>2</sup>	<b>26</b>
- Allungamento a snervamento	EN ISO 527 - V/UNI EN 1231	%	≥ <b>9</b>
- Allungamento a rottura	EN ISO 527 - V/UNI EN 1231	%	≥ <b>700</b>
- Stabilità dimensionale	ASTM D1204/UNI EN 1107	%	<b>+/- 2</b>
- Stress cracking	ASTM D 1693	h	<b>1.000</b>
	ASTM D5397	h	≥ <b>200</b>
- Resistenza a punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	KN	<b>5</b>

La geomembrana dovrà essere inoltre:

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

Ogni rotolo fornito dovrà essere testato risultandone i valori delle voci di seguito indicate, la ditta fornitrice dovrà :

- nome del produttore;
- il tipo di prodotto, il numero di matricola del rotolo ed il lotto di produzione;
- la tensione di snervamento e di rottura (EN ISO 527/V);

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- la deformazione a rottura (EN ISO 527/V);
- la resistenza allo strappo (ISO 34/1)
- la resistenza al punzonamento (EN ISO 12236)

Normativa di riferimento:

- UNI 9556:1990 "Materie plastiche. Materiali a base di poliolefine. Determinazione del contenuto di nero di carbonio (carbon black) per pirolisi";
- UNI EN 1849-2:2002 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore e della massa areica. Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture";
- UNI EN ISO 1183-3:2001 "Materie plastiche. Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Metodo del picnometro a gas";
- UNI EN 12311-2:2002 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione delle proprietà a trazione - Membrane di gomma e di materiale plastico per l'impermeabilizzazione di coperture";
- UNI EN ISO 12236:1999 "Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)";
- UNI EN ISO 10320:2002 "Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito";

## 10.2 Controlli di qualità in fabbrica

La geomembrana in HDPE deve essere priva di fori, rigonfiamenti, impurità o qualsiasi segno di contaminazione dovuto ad agenti esterni. Eventuali difetti vanno riparati con saldatura o secondo quanto raccomandato dal produttore; si deve in ogni caso procedere all'eliminazione della parti difettose.

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

### *Componenti vergini*

Il fornitore deve certificare che, con riferimento a tutti gli ingredienti che concorrono a formare il materiale della geomembrana, li abbia campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

rispondenza alle specifiche. Tale campionamento deve comprendere un prelievo della parte alta ed uno della parte bassa da ogni contenitore. Su tale campionamento devono essere eseguite, a cura e responsabilità del produttore, prove di densità e di determinazione dell'indice di fluidità.

#### *Materiale in rotoli*

Il laboratorio del Produttore deve fornire giornalmente un certificato di controllo qualità riferito alla produzione della giornata al fine di assicurare che i campioni prelevati rispondano alle specifiche.

Va effettuata una prova visiva per il controllo dell'assenza di fori e pori.

#### *Materiale di saldatura*

Il materiale di saldatura deve essere recapitato in cantiere entro gli originali contenitori, chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del Produttore, le modalità di conservazione ed immagazzinamento.

La composizione del materiale estruso deve essere identica a quella della geomembrana.

### **10.3 Controlli in fase di scelta**

#### **10.3.1 Referenze del Produttore**

L'Impresa deve fornire una documentazione contenente le specifiche tecniche del materiale, le certificazioni del Produttore, i certificati di prova e di eventuali controlli per ciascun rotolo. La documentazione va consegnata alla Direzione Lavori.

#### **10.3.2 Referenze del Posatore di teli**

L'impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente i nominativi ed il "Curriculum Vitae" del personale qualificato per la posa e l'installazione dei teli ed i dettagli di proprie precedenti esperienze nella posa di geomembrane in HDPE.

Inoltre tutte le macchine saldatrici che verranno impiegate in cantiere devono essere dotate delle apposite certificazioni di conformità e di collaudo.

#### **10.3.3 Ispezioni e prove**

L'Impresa deve consentire alla Direzione Lavori di visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione della geomembrana in HDPE, riservando a quest'ultima il diritto di chiedere campioni del materiale, senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionamento.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **10.3.4 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera**

Il Produttore della geomembrana in HDPE è tenuto a consegnare il materiale in rotoli con apposito contrassegno di identificazione che illustri le specifiche tecniche.

E' compito dell'Impresa assicurare le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio; quest'ultimo deve avvenire in aree sicure e protette dagli agenti atmosferici, inoltre i rotoli vanno coperti con teli per evitare l'esposizione a raggi UV. L'area di stoccaggio deve essere messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa.

L'Impresa a lavorazione ultimata è tenuta a fornire alla Direzione Lavori l'abaco di posa definitivo riportante in modo univoco:

- la numerazione dei rotoli posati;
- la disposizione dei rotoli posati;
- la sequenza dei rotoli posati;
- le giunture previste;
- (in caso di riparazioni effettuate) l'indicazione dei punti in cui sono state effettuate le riparazioni;
- (in caso di riparazioni effettuate) l'indicazione della tipologia di saldatura effettuata.

Debitamente firmato dall'appaltatore e dal Direttore di Cantiere nel quale, ai sensi del D.P.R. 445/00, è riportato espressamente che quanto riportato corrisponde allo stato di fatto.

#### **10.3.5 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere**

Il Produttore deve fornire ogni partita di carico con le relative certificazioni attestanti le caratteristiche della geomembrana in HDPE, in modo da poter verificare la rispondenza del materiale ai requisiti richiesti.

#### **10.3.6 Manutenzione della superficie di posa**

L'Impresa, unica e sola responsabile della manutenzione della superficie di posa, deve assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido e poco deformabile.

Le superfici di posa devono essere preparate in modo da escludere ogni tipo di danneggiamento della geomembrana. Queste devono quindi essere lisce, prive di asperità, rocce, massi, radici nonchè liberate da ogni oggetto che potrebbe danneggiare la geomembrana stessa.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### **10.3.7 Posizionamento dei teli in opera**

Devono essere evitate condizioni di stress, eccessiva trazione e rigonfiamento, prevedendo franchi per le contrazioni eventuali, inoltre le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti.

I teli una volta srotolati, (a temperatura ambiente non inferiore a +5°C), vanno zavorrati per evitare eventuali movimenti e sollevamenti, quindi saldati al più presto.

## **10.4 Controlli in corso d'opera**

### **10.4.1 Controlli preliminari la posa del materiale**

Va assicurato che la superficie di posa sia liscia e priva di ristagni di acque meteoriche o di materiali che possano danneggiare il telo.

### **10.4.2 Controlli sulla posa dei teli**

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche richieste, viene prelevato un campione di geomembrana in HDPE ogni 5.000 m<sup>2</sup> di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- sforzo a rottura (norma UNI EN 12311-2);
- deformazione a rottura (norma UNI EN 12311-2);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

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

#### **10.4.2.1 Controlli sulla saldatura dei teli**

Essendo la saldatura una fase alquanto delicata nella posa dei teli è indispensabile che essa venga realizzata da personale qualificato e con l'impiego di accessori e tecniche specifiche secondo la norma UNI 10567 "Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati".

La superficie di contatto delle saldature deve essere ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal Produttore.

La saldatura può avvenire:

- a doppia pista con cuneo caldo;
- ad estrusione interposta a facce parallele.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Nel caso in cui si verificano difetti nella saldatura, discontinuità o distacchi parziali del bordo del telo superiore rispetto a quello inferiore, il materiale deve essere smerigliato e saldato nuovamente. Il telo va cambiato nel caso in cui si presenti danneggiato per abrasione o punzonamento.

#### **10.4.2.2 Saldatura a doppia pista con cuneo caldo**

Questo tipo di saldatura avviene per sovrapposizione a caldo dei teli; la macchina di saldatura si sposta automaticamente sulla testata del giunto tramite rulli di pressione che spingono un cuneo su cui scorrono i teli da saldare. Il cuneo riscaldato da resistenze termostate, una volta raggiunta la temperatura più idonea per la fusione dei lembi avverrà la fusione.

Poiché i rulli ed il cuneo si muovono secondo le direttrici di una doppia pista parallela, all'interno dei lembi saldati viene a crearsi un canale in cui gli stessi sono solo sovrapposti e che può essere successivamente utilizzato per testare la continuità e la tenuta della saldatura.

#### **10.4.2.3 Saldatura ad estrusione interposta a facce parallele**

Questo tipo di saldatura, da utilizzare soltanto quando non è possibile ricorrere alla saldatura a doppia pista (circostanza che deve essere certificata dal direttore tecnico dell'Appaltatore) e previa comunicazione alla D.L., si realizza a mezzo estrusione di un cordone dello stesso polimero tra lembi da saldare, previo riscaldamento degli stessi con aria surriscaldata.

Un piccolo estrusore portatile consente la fusione di un cordone di PE della stessa natura di quello da saldare e lo deposita sotto pressione nella zona di saldatura opportunamente preriscaldata mediante aria ad alta temperatura.

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

Il cordone da saldatura deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura: 40 mm;
- spessore: 1 mm.

L'attrezzatura da saldatura impiegata deve essere in grado di controllare in modo continuo le temperature e le pressioni nella zona di contatto, cioè dove la macchina sta effettivamente

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

fondendo il materiale del telo, in modo da assicurare che i cambiamenti nelle condizioni ambientali non influenzino l'integrità della saldatura.

Per le finiture e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta.

In questo caso si eseguirà dapprima una saldatura discontinua per termofusione ad aria calda dei due lembi sovrapposti e pressati con apposito rullo. Successivamente il cordone di PE estruso, con le modalità sopra descritte, verrà depositato ed opportunamente pressato sulla faccia superiore dei due teli congiunti.

Per facilitare l'adesione del cordone estruso, con questa tecnica si dovrà smussare a meno di 45° il lembo del foglio superiore che verrà molato sulle due facce e si raddoppierà la larghezza della molatura del foglio inferiore.

#### **10.4.2.4 Saldatura campione**

Va eseguita una saldatura campione per una lunghezza pari a 1 m, essa va eseguita ogni giorno lavorativo da ogni saldatrice operante in cantiere.

La saldatura campione verrà etichettata con la data, la temperatura ambiente ed il numero di matricola della macchina saldatrice.

#### **10.4.2.5 Controllo qualità delle saldature**

L'affidabilità delle giunture deve essere controllata attraverso l'esecuzione delle seguenti prove (norme UNI 10567):

- prove non distruttive: n.1 per ciascuna giuntura;
- prove distruttive: n.1 ogni 200 m lineari di saldatura;
- prove distruttive su giunti di controllo: n.1 per ogni saldatrice per ogni giornata di lavoro.

Il posatore deve fornire e mantenere in cantiere le attrezzature necessarie per il controllo distruttivo di tutte le saldature.

#### ***Prove non distruttive***

Tutte le saldature (100% delle giunzioni) devono essere provate a cura e responsabilità dell'Appaltatore in cantiere utilizzando:

- per saldature a doppia pista: prove di insufflazione di aria compressa nel canale tra i due lembi:

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- per saldature per estrusione: attrezzature ad ultrasuoni. In tutti i punti dove non fosse possibile effettuare la verifica con ultrasuoni. La D.L. presenzierà ad un numero significativo di prove.

Un tecnico esperto di controllo qualità, indicato dal Posatore, deve ispezionare visualmente ogni giunto man mano che viene realizzato rilasciando apposito attestato di buona esecuzione. Qualsiasi area che apparisse difettosa deve essere segnata, registrata e riparata secondo le istruzioni del Produttore.

#### Saldature a doppia pista

Il collaudo delle saldature a doppia pista si esegue insufflando aria compressa nel canale creato tra i due lembi saldati. In particolare, si muniscono i due terminali della linea saldata di bocchettoni a tenuta e si verifica l'effettivo passaggio dell'aria per tutta la lunghezza del canale.

Il collaudo vero e proprio consiste nel verificare che l'aria compressa, immessa ad una pressione non inferiore a 4 atm. non manifesti, dopo 15 minuti, un calo superiore al 15% del valore iniziale stabilizzato.

#### Saldature per estrusione

Le giunzioni con cordone estruso interposto realizzano una struttura omogenea a facce parallele e possono essere collaudate con ultrasuoni.

Il collaudo delle saldature per estrusione si esegue impiegando un rilevatore di ultrasuoni, costituito da una sonda emittente – ricevente che, dopo opportuna taratura, permette di misurare lo spessore della saldatura, evidenziandone eventuali discontinuità (variazione dello spessore del cordone interposto, bolle d'aria, eterogeneità del materiale).

Il sistema trova limitazioni per le difficoltà di applicazione in condizioni ambientali non sempre idonee all'utilizzo dello strumento.

Le giunzioni con cordone estruso sovrapposto non collaudabili con ultrasuoni, possono essere controllate a vista, forzando una punta metallica lungo tutta la lunghezza del cordone. In alternativa, si può utilizzare una campana a vuoto posta sopra la linea di saldatura previamente trattata con soluzione di sapone. Si aspira l'aria della campana fino a circa 0,06 MPa ed in caso di perdite, si osserva la formazione di bolle.

#### ***Prove distruttive***

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m deve essere eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere; altre saldature di prova possono essere eseguite su richiesta dalla Direzione Lavori.

La saldatura campione deve essere etichettata con data, temperatura ambiente ed numero di matricola della macchina saldatrice.

I provini della saldatura (larghezza 6÷10 cm) devono essere sottoposti a due prove distinte:

- prova di trazione delle giunzioni (norma UNI EN 12316-2):
- prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567);

Nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo. Le saldature devono essere più robuste del materiale.

Una volta che la geomembrana è stata messa in opera, si prelevano campioni di saldature di teli già saldati con frequenza pari a quella riportata all'inizio del presente Paragrafo, da sottoporre alle seguenti prove:

- prova di trazione delle giunzioni (norma UNI EN 12316-2):
- prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567).

### ***Prova di trazione delle giunture***

Campioni tagliati con saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo la saldatura in una configurazione a "trazione".

Questo significa che il telo superiore viene sottoposto a sforzo rispetto a quello inferiore secondo una direzione che lo allontana dalla saldatura.

Il test risulta positivo quando si ha rottura del telo superiore o inferiore, senza il distacco dalla saldatura; risulta invece negativo quando si ha rottura della saldatura.

Occorrerà effettuare apposite verifiche di resistenza delle zone di giunzione tra membrane contigue. Tali verifiche dovranno essere prodotte in accordo alla prassi consolidata di individuare uno o più stati limite rappresentativi del problema, mettendo a confronto la domanda di resistenza con la resistenza disponibile. Entrambi i termini di detto confronto dovranno essere accuratamente valutati: sia la domanda di resistenza, da valutarsi previa modellazione – necessariamente per fasi – del processo di abbancamento dei rifiuti; sia la resistenza disponibile che dovrà essere opportunamente caratterizzata dal punto di vista sperimentale con opportune prove di accettazione che siano finalizzate ad investigare la resistenza delle giunzioni.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### ***Prova di sfogliamento o “peeling”***

Campioni tagliati con la saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo il telo superiore rispetto al bordo sovrapposto di quello inferiore tentando di spellare la saldatura.

Il test risulta positivo quando si rompe il telo; risulta invece negativo quando la saldatura si sfoglia.

In caso si verificassero prove con esito negativo, deve essere eseguito un rigoroso esame di tutta la lunghezza della saldatura già completata partendo dalla posizione della precedente saldatura provata con esito positivo; qualsiasi giunzione difettosa deve essere riparata seguendo le istruzioni del Produttore.

Prima di procedere alle successive saldature deve essere presentata alla Direzione Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura.

## **11 Ripristino ambientale**

La mitigazione dell'impatto della discarica sul paesaggio circostante dovrà essere avvenire mediante le seguenti specie arbustive:

*Carpinus orientalis* 15,0%;

*Crataegus monogyna* 15,0%;

*Genista tinctoria* 7,0%;

*Ligustrum vulgare* 6,0%;

*Cornus sanguinea* 7,0%;

*Sorbus domestica* 15,0%;

*Cytisus villosus* 7,0%;

*Erica arborea* 6,0%;

*Rosa sempervirens* 7,0%;

*Fraxinus ornus* 15,0%.

La disposizione dovrà essere a quinconce. Gli arbusti vanno disposti in quantità minima di 1 ogni 5mq, gli alberi 1 ogni 20mq.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Dopo la messa a dimora delle piante va prevista la semina a spaglio (o idrosemina) su tutte le superfici ed almeno uno sfalcio.

### 11.1 Piantagione di arbusti in zolla, in contenitore, in fitocella

Dovranno essere forniti e messi a dimora arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 5mq aventi altezza minima di 0.80m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie rispetto al volume radicale nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra. Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ec. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee.

La messa a dimora va effettuata nel periodo autunno – primavera con esclusione dei periodi di gelo.

### 11.2 Piantagione di alberi in zolla e contenitore

Dovranno essere forniti e messi a dimora alberi autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 20mq, aventi altezza minima compresa tra 1.20 e 1.50m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie rispetto al volume radicale.

Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o invito per l'allontanamento

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ec. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- 1 o più pali tutori;

La messa a dimora va effettuata nel periodo autunno – primavera con esclusione dei periodi di gelo.

## 12 Chiusini in ghisa sferoidale

I chiusini previsti nel presente progetto devono essere in ghisa e conformi alla norma UNI EN 124.

I chiusini devono essere di classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate).

I chiusini saranno corredati di giunto in polietilene antirumore e antivibrazione e dovranno riportare:

- una marcatura leggibile e durevole indicante: UNI EN 124 (come riferimento alla norma);
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione;

e possono riportare:

- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo)

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

I telai e i coperchi devono essere fabbricati in modo da assicurare l'intercambiabilità, ossia, scelti a caso un qualsiasi telaio ed un qualsiasi coperchio, questi devono presentare tra loro un accoppiamento perfetto, con finitura delle zone di contatto che garantisca l'anon emissione di rumore. L'intercambiabilità dovrà essere garantita sia tra i pezzi di uno stesso lotto che tra pezzi di lotti prodotti in tempi diversi.

Devono essere eseguiti inoltre dal fornitore i controlli di qualità previsti dalla UNI EN 124.

La documentazione relativa ai controlli di qualità effettuati dal fabbricante deve riportare in dettaglio tutte le fasi di produzione, dal ricevimento delle materie prime alla spedizione dei prodotti finiti.

La D.L. potrà far eseguire presso lo stabilimento i controlli previsti dalla UNI EN 124. Quando tutte le prove eseguite abbiano dato risultato soddisfacente, il materiale s'intenderà accettato.

<b>Classe A 15</b>	(Carico di rottura kN 15). Zone esclusivamente pedonali e ciclistiche- superfici paragonabili quali spazi verdi.
<b>Classe B 125</b>	(Carico di rottura kN 125). Marciapiedi - zone pedonali aperte occasionalmente al traffico - aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli.
<b>Classe C 250</b>	(Carico di rottura kN 250). Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 mt sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 mt sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti.
<b>Classe D 400</b>	(Carico di rottura kN 400). Vie di circolazione (strade provinciali e statali) - aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli.



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

**Classe E 600**

(Carico di rottura kN 600). Aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

### 13 Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio

#### 13.1 Generalità

Per tutti i manufatti di cui al presente articolo, da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando, da ogni partita, un manufatto dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 5 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

#### 13.2 Pozzetti in c.a.v.

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cm<sup>2</sup>, con durezza di 40 ± 5° IHRD conforme alle norme UNI EN 681-1/2006 ed alle altre norme UNI vigenti, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

I gradini per scala di accesso saranno prescritti per pozzetti di altezza libera interna > a 1000 mm, saranno posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini dovranno essere conformi alla norma DIN 19555.



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

## 14 Tubazioni in PeAd (PE100)

### 14.1 Generalità

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei tubi e dei pezzi speciali di polietilene ad alta densità PE100 PN 16 SIGMA 63 e 90 (MRS 10,0).

Il tipo di polietilene adoperabile è il PE100 nelle classi di pressione da PN 6 a PN25.

Le tubazioni di polietilene non devono essere adoperate nelle seguenti circostanze:

- sopra il terreno e in altre posizioni raggiungibili dai raggi solari;
- dove possano essere presenti solventi e prodotti chimici pericolosi, anche in piccole quantità, come idrocarburi, soluzioni fotografiche, ecc.

Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

I tubi ed i pezzi speciali devono portare il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201 (certificazione di prodotto), rilasciato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

### 14.2 Riferimenti normativi

Nella fabbricazione di tubi e raccordi e nella progettazione e costruzione di opere in PE100 si deve far riferimento alle prescrizioni contenute nei seguenti documenti e norme:

- UNI EN 12201-1: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Generalità.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

- UNI EN 12201-2: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Tubi.
- UNI EN 12201-3: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Raccordi.
- UNI EN 12201-5: Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Idoneità all'impiego del sistema.
- Raccomandazione IIP n. 10 (Maggio 1999): Installazione di acquedotti di PE
- UNI 9737: Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con procedimenti ad elementi termici per contatto, con attrezzatura meccanica ed a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10520: Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10521: Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10565: Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI 10566: Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene, mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI 10761: Coordinamento delle attività di saldatura, posa e collaudo di reti di polietilene per il convogliamento di gas combustibili, acqua e altri fluidi in pressione. Compiti e responsabilità, requisiti per l'addestramento, la qualificazione e la certificazione del personale.
- UNI 1555-3: Raccordi a sezione circolare accoppiabili mediante elettrosaldatura, fabbricati con polietilene in unione con tubi di polietilene di cui alla UNI ISO 4437.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

- UNI 9561: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.
- UNI 9562: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova.
- UNI-ISO 7/1: Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Designazione, dimensione e tolleranze.
- UNI-ISO 7/2: Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Verifica mediante calibri.
- CIRCOLARE MINISTERO DELLA SANITA' n. 102 del 02.12.78: Disciplina igienica per gomme e materie plastiche a contatto con acqua potabile o da potabilizzare.
- DECRETO MINISTERIALE 12.12.85: Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni.
- D.P.R. n. 547 del 27.04.55: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- D.LGS. n. 626 del 12.11.94: Attuazione delle direttive 89/391 CEE; 89/654 CEE; 89/656 CEE; 90/269 CEE; 90/394 CEE e 90/679 CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- D.LGS n. 494 del 14.08.96: Attuazione della direttiva 92/57 CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

### 14.3 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi

I tubi, nei diametri ed SDR previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche di classe MRS 10,0 ( $\sigma_c=8,0$  N/mm<sup>2</sup>) in conformità alle norme nazionali ed internazionali.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei tubi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Tutti gli additivi che sono necessari per la realizzazione dei tubi, in particolare gli stabilizzanti contro i raggi UV, devono essere già inglobati nei granuli (pre-masterizzazione).

**Non può in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati nel prospetto 1 della norma UNI EN 12201-1:

Proprietà	Valori	Frequenza	Metodo di prova
Melt Flow Index	5 Kg ; 190°C; 10 min	Ad ogni carico Silos	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigeno O.I.T.	T = 200°C; ≥ 20 min	Ad ogni carico Silos	EN 728
Densità	≥ 930 Kg/m <sup>3</sup> ; 23°C	Ad ogni carico Silos	ISO 4451
Contenuto di Carbon Black	2 ÷ 2,5 % (in peso)	Ad ogni carico Silos	UNI 9556
Dispersione del Carbon Black	≤ 3	Ad ogni carico Silos	UNI 9555
Contenuto di acqua	≤ 300 mg/Kg	Ad ogni carico Silos	EN 12118

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti esposti nella norma UNI EN 12201.

#### 14.3.1 Aspetto

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi.

La parte terminale del tubo deve essere sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

#### 14.3.2 Colore

I tubi di PE100, adoperati per usi acquedottistici, devono essere blu o neri con strisce blu il tutto in ottemperanza a quanto previsto al punto 5.2 della norma UNI EN 12201-2.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

### 14.3.3 Diametri e spessori

La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi e i pezzi speciali in PE100 (secondo la norma UNI EN 12201-2) è il “diametro nominale DN/OD, ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno.

Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale  $d_n$  e con il minimo valore del diametro esterno medio  $d_{em,min}$ .

Il diametro esterno medio  $d_{em}$  dei tubi deve avere un valore compreso tra  $d_{em,min}$  e  $d_{em,max}$ .

Ad ogni diametro e per ogni classe di pressione sono associati lo spessore di parete minimo  $e_{y,min}$  e lo spessore di parete massimo  $e_{y,max}$  delle tubazioni.

Nella tabella seguente si riportano i valori, espressi in millimetri, di  $d_{em,min}$ ,  $d_{em,max}$ ,  $e_{y,min}$ ,  $e_{y,max}$  e dell'ovalizzazione massima ammissibile, riferiti a tubi di PE100 con classe di pressione PN 10 e PN16:

DN/OD	$d_n$	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	PN 10 SDR 17		PN 16 SDR 11		Ovalizzazione massima ammissibile
				$e_{y,min}$	$e_{y,max}$	$e_{y,min}$	$e_{y,max}$	
40	40	40,0	40,4	2,4	2,8	3,7	4,2	1,4
50	50	50,0	50,4	3,0	3,4	4,6	5,2	1,4
63	63	63,0	63,4	3,8	4,3	5,8	6,5	1,5
75	75	75,0	75,5	4,5	5,1	6,8	7,6	1,6
90	90	90,0	90,6	5,4	6,1	8,2	9,2	1,8
110	110	110	110	6,6	7,4	10,0	11,1	2,2
125	125	125	125	7,4	8,3	11,4	12,7	2,5
140	140	140	140	8,3	9,3	12,7	14,1	2,8
160	160	160	161	9,5	10,6	14,6	16,2	3,2
180	180	180	181	10,7	11,9	16,4	18,2	3,6
200	200	200	201	11,9	13,2	18,2	20,2	4,0
225	225	225	226	13,4	14,9	20,5	22,7	4,5
250	250	250	251	14,8	16,4	22,7	25,1	5,0
280	280	280	281	16,6	18,4	25,4	28,1	9,8
315	315	315	316	18,7	20,7	28,6	31,6	11,1
355	355	355	357	21,1	23,4	32,3	35,6	12,5
400	400	400	402	23,7	26,2	36,3	40,1	14,0
450	450	450	452	26,7	29,5	40,9	45,1	15,6
500	500	500	503	29,7	32,8	45,4	50,1	17,5
560	560	560	563	33,2	36,7	50,8	56,0	19,6
630	630	630,0	633	37,4	41,3	57,2	63,1	22,1
710	710	710	716	42,1	46,5	-	-	(24,9)
800	800	800	807	47,4	52,3	-	-	(28,0)

### 14.3.4 Lunghezze

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Non sono stati fissati requisiti particolari per le lunghezze dei rotoli e dei tubi dritti o per le tolleranze; perciò è necessario che le lunghezze dei tubi siano concordate tra acquirente e fornitore.

Per quanto concerne i tubi in rotoli, le tubazioni devono essere arrotolate in modo che siano impediti deformazioni localizzate come per esempio instabilità locali e o deformazioni.

#### **14.3.5 Indice di fluidità**

Il fabbricante dovrà garantire un MFI (Melt Flow Index) relativo al prodotto finito compreso tra i valori di 0,35 e 1,2 gr/10 min.

#### **14.3.6 Requisiti prestazionali**

Non devono essere inferiori ai valori del prospetto 3 della norma UNI EN 12201-2, ottenuti col metodo di prova della UNI EN 921:

Temperatura di collaudo [°C]	Hoop stress del tubo [Mpa]	Requisito [h]
20	12,4	>100
80	5,5	>165
80	5,0	>1000

#### **14.3.7 Collaudi in produzione**

Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime:

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Aspetto e dimensioni	Una prova ogni 2 h per ogni linea	prEN ISO 3126
Resistenza alla pressione interna: 100h-20°C-12,4 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	EN 921
Resistenza alla pressione interna: 165h-80°C - 5,5 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	EN 921

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Resistenza alla pressione interna: 1000h-80°C-5,0 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini	EN 921
Indice di fluidità (MFR) 190°C-5Kg-10min	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigeno: ≥20' a 200°C	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 728
Tensione di snervamento > 19 Mpa	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 638
Allungamento a rottura ≥ 350%	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	EN 638
Ritiro a caldo	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia	UNI 7615

#### 14.3.8 Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità

I tubi devono essere prodotti con resine idonee per l'impiego in acquedotti, omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020; sui tubi deve essere presente il relativo codice commerciale della materia prima adoperata.

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della di norma UNI EN 12201, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN.

#### 14.3.9 Marcature

Tutti i tubi devono essere permanentemente e leggibilmente marcati lungo la loro lunghezza in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature e che il normale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, il maneggio e l'installazione non danneggino la leggibilità del marchio.

Se si usa la stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

La marcatura deve essere leggibile senza ingrandimento e conforme al prospetto 6 con la frequenza della marcatura che non sia meno di una al metro.

La marcatura dei tubi, deve riportare le seguenti indicazioni:

- nome o simbolo del produttore;
- dimensioni (diametro x spessore, in millimetri);
- serie SDR (11);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione in bar (PN16);
- periodo di produzione (data o codice);
- numero della norma (UNI EN 12201);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei tubi.

#### **14.3.10 Esclusioni**

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rimasterizzazione di compound neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore dei tubi o aziende diverse dal produttore della materia prima indicato nella marcatura dei tubi;
- compound dichiarati di primo uso dal fabbricante ma non sottoponibili alla certificazione di origine;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri singoli (Melt Index, massa volumica, umidità residua, solventi inclusi, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- miscele pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- l'impiego di materiale rigranulato di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi al presente documento.

#### **14.3.11 Garanzie**

- a) Materia prima: il fabbricante, all'atto della definizione delle forniture e/o delle eventuali convenzioni con la committente, deve consegnare a quest'ultima una campionatura (specimen) del/dei compound che verranno utilizzati per l'estrusione dei tubi oggetto delle forniture stesse, nonché una scheda tecnica del produttore del/dei compound che certifichi i parametri di riferimento per l'analisi comparativa tra specimen e tubi.
- b) Tubi: il fabbricante deve mantenere a disposizione della committente la documentazione attestante i transiti di lotti di compound interessati ad ogni singolo lotto di produzione ordinato. All'atto della consegna, il fabbricante deve allegare ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità, nonché la copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni.
- c) Il fabbricante che effettua la fornitura sulla base del presente documento deve corredare la fornitura stessa di apposita certificazione dell'Organismo ufficialmente accreditato, attestante che tutti i tubi sono prodotti esclusivamente con la materia prima di cui al punto "Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi".
- d) Quale controgaranzia del produttore della materia prima/compound il Committente potrà trasmettere a sua cura un campione di un tubo, scelto a caso, al produttore della materia prima/compound dichiarato sulla marcatura tubo. Il produttore della materia prima/compound restituirà al committente in forma riservata, senza coinvolgere il fabbricante dei tubi, i risultati delle analisi comparative.

#### **14.3.12 Pressioni e spessori**

##### **14.3.12.1 Classi di pressioni**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Le dimensioni dei tubi, come diametri e spessori in funzione della pressione nominale, devono essere conformi a quanto riportato nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201.

#### 14.3.12.2 Calcolo degli spessori

Lo spessore viene utilizzato utilizzando la seguente formula:

$$e = \frac{PN \cdot D}{2\sigma + PN}$$

dove:

e = spessore (mm);

PN = pressione nominale (bar);

D = diametro (mm);

$\sigma$  = sigma di progetto (bar).

Lo spessore dipende sia dalla pressione nominale sia dalle caratteristiche di progetto tramite il valore della sigma; quest'ultima, a sua volta, viene ricavata dall'MRS relativo alle curva di regressione a 20°C con un coefficiente di sicurezza solitamente posto pari a 1,25.

I valori degli spessori ricavati devono essere arrotondati al decimo superiore rispettando comunque i valori minimi indicati dalle tabelle dimensionali unificate.

All'aumentare della temperatura varia la resistenza del materiale e occorre ridurre opportunamente la pressione di esercizio utilizzando un apposito coefficiente riduttivo, come indicato nella tabella seguente:

$$T (^\circ\text{C}) = 20 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 1$$

$$T (^\circ\text{C}) = 30 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.87$$

$$T (^\circ\text{C}) = 40 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.74$$

Da cui si ricava che la pressione di esercizio OP è pari a:

$$OP = PN \times c$$

#### **Resistenza alla pressione esterna**

Se durante l'esercizio la tubazione è soggetta ad una pressione esterna  $P_e$  maggiore della pressione interna  $P_i$  si generano all'interno della parete sollecitazioni di compressione che tendono ad destabilizzarla. E' opportuno pertanto effettuare una verifica all'instabilità elastica controllando che la differenza di pressione applicata non sia maggiore della differenza massima ammissibile.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Quest'ultima è data dal rapporto tra la pressione critica ed un coefficiente di sicurezza pari a 2 che tiene conto del fatto che la tubazione non è perfettamente circolare:

$$P_{cr} = \frac{2 * E}{1 - \nu^2} * \left(\frac{e}{D_m}\right)^3$$

dove:

- P<sub>cr</sub> = pressione critica;
- E = modulo elastico
- ν = modulo di Poisson = 0,4;
- e = spessore del tubo;
- D<sub>m</sub> = diametro medio della tubazione;

Dovranno pertanto essere rispettate le condizioni:

$$P \leq P_{cr}$$

$$\sigma \leq \sigma_{cr}$$

#### 14.3.12.3 Relazioni tra PN, MRS, S e SDR

Tipici esempi delle relazioni tra PN, MRS (tensione circonferenziale che assicura una durata di 50 anni a 20 °C), S ed SDR (rapporto tra il diametro e lo spessore) , basate sulla formula:

$$\sigma_s = \frac{[MRS]}{C}$$

sono dati nel prospetto seguente, in cui C (coeff. di sicurezza) = 1,25

Relazioni tra la pressione nominale PN, lo sforzo di progetto σ<sub>S</sub> e le serie S/SDR sono rappresentate dalle seguenti equazioni:

$$[PN] = \frac{10 \sigma_S}{[S]} \quad \text{o} \quad [PN] = \frac{20 \sigma_S}{[SDR] - 1}$$

#### Esempi della relazione tra PN, MRS, S ed SDR a 20 °C con il valore di C = 1,25

SDR	S	Pressione nominale PN, in bar per la classe di materiale
-----	---	--

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

		PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
41	20	-	2,5	3,2	4
33	16	-	3,2	4	5
27,6	13,3	-	-	-	6
26	12,5	2,5	4	5	-
22	10,5	-	-	6	-
21	10	3,2	5	-	8
17,6	8,3	-	6	-	-
17	8	4	-	8	10
13,6	6,3	5	8	10	12,5
11	5	-	10	12,5	16
9	4	8	-	16	20
7,4	3,2	10	-	20	25

**NOTA** : Se è richiesto un diverso fattore "C" i valori di PN sopra riportati, necessitano di esser ricalcolati in base allo sforzo di progetto impiegato per ciascuna classe di materiale. Un valore più alto di "C" può anche essere ottenuto scegliendo una classe più alta di PN.

### 14.3.13 Giunzioni

#### 14.3.13.1 Generalità

Sono possibili i seguenti tipi di giunzioni:

- giunzioni meccaniche realizzate con **raccordi a compressione** (plastici o metallici), anche con una estremità flangiata;  
per piccoli diametri, generalmente fino a 110 mm;
- giunzioni con **raccordi elettrosaldabili**;  
generalmente per diametri fino a 355 mm;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- c) giunzioni con elementi termici per contatto (**saldatura testa a testa**) per tubi e per raccordi “formati”.

#### **14.3.13.2 Giunzioni meccaniche**

Le giunzioni meccaniche, impiegate negli allacciamenti di utenza ed in generale nei piccoli diametri, sono realizzate normalmente con raccordi in polipropilene o polietilene, sia nel caso dell'unione di tubi di PE tra loro che nel caso di unione di tubi di PE con tubi di altri materiali.

I raccordi per la realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicati nel capitolo, di seguito riportato, del presente disciplinare.

Le attrezzature necessarie alla realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicate nel capitolo successivo a quello dei raccordi. Per il loro uso bisogna attenersi scrupolosamente alle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nella giunzione meccanica per mezzo di raccordi filettati con filettature della serie UNI ISO 7/1:

- nel caso di unione tra loro di raccordi in materiale termoplastico (polipropilene), per la guarnitura sul filetto maschio è assolutamente vietato l'uso della canapa, della vernice o della biacca; il solo materiale ammesso è il nastro in politetrafluoroetilene PTFE (teflon);
- anche nel caso di unione di raccordi con filetto plastico e di raccordi con filetto metallico, si dovrà sempre usare sul filetto maschio il nastro in PTFE.

Nella giunzione meccanica flangiata occorre utilizzare una chiave dinamometrica per regolare il serraggio dei dadi e bulloni, al fine di prevenire danneggiamenti alle cartelle in polietilene e/o polipropilene.

La forza con la quale si dovranno serrare i bulloni è in funzione delle caratteristiche costruttive dei raccordi flangiati, con valori di coppia di serraggio comunicati dal fornitore dei raccordi.

Nelle operazioni di montaggio, per il serraggio della ghiera del raccordo termoplastico ed allo scopo di ottenere una tenuta meccanica adeguata e idonea solamente a prevenire lo sfilamento del tubo dal raccordo, si dovranno usare le apposite chiavi di serraggio previste dal produttore dei raccordi.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

### **14.3.13.3 Giunzioni saldate**

La giunzione per saldatura deve essere sempre eseguita da personale qualificato, in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità), con apparecchiature tali da garantire la costanza nel tempo dei valori di temperatura e di pressione.

Per la realizzazione di giunzioni saldate tra tubi in polietilene si possono usare:

- giunzioni mediante raccordi elettrosaldabili;
- giunzioni mediante elementi termici per contatto (testa a testa).

Le prese di derivazione e gli stacchi si ottengono con collari elettrosaldabili.

La saldatura sarà eseguita esclusivamente con tubo perfettamente asciutto, con raccordi e attrezzature appositamente destinate allo scopo, secondo le indicazioni riportate nel presente disciplinare.

La zona destinata alla saldatura non appena sia stata preparata, ossia spianata con la fresa (saldatura testa a testa) o raschiata (saldatura per elettrofusione), non dovrà più essere toccata con le mani e non deve venire a contatto con sostanze e/o materiali che potrebbero inquinare la saldatura.

I corretti procedimenti di saldatura sono indicati nelle norme UNI 10520 e UNI 10521 e devono essere rigorosamente rispettati.

Per le tubazioni in PE100 in particolare, si deve rispettare il processo di giunzione definito nella norma WIS 4-32-08 Agosto 1994 Edizione n° 2, che informa sui corretti parametri e relativo processo di saldatura nel caso di utilizzo di tubazioni prodotte con le più moderne resine di polietilene.

Gli operatori, destinati alla realizzazione delle saldature, dovranno essere professionalmente qualificati sui metodi d'esecuzione delle saldature e sull'uso e gestione delle attrezzature destinate alla saldatura. Allo scopo gli operatori, in conformità alla norma UNI 9737, dovranno possedere la qualifica PE-2-D per le giunzioni saldate testa a testa e la qualifica PE-3 per le giunzioni con raccordi elettrosaldabili; la Direzione dei Lavori dovrà acquisire, prima dell'inizio delle attività, i certificati di qualificazione dei saldatori impiegati dall'Impresa.

Quando si adopera la tecnica della giunzione testa a testa, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione con particolare riferimento alla lettura dei parametri della temperatura del termoelemento e del valore delle pressioni di saldatura.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Il termoelemento, inoltre, deve essere mantenuto pulito e la fresa deve essere nelle condizioni di asportare la quantità prevista di polietilene dalla testa dei tubi. Per la pulizia del termoelemento e della fresa devono essere prese tutte le precauzioni possibili per prevenire danni a persone.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10565.

Quando si adopera la tecnica della giunzione per elettrofusione, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10566.

Quando le saldatrici sono sottoposte a revisione, la conformità ai requisiti delle rispettive norme di prodotto deve essere certificata per mezzo di un attestato firmato dal responsabile dei collaudi e dal legale rappresentante dell'ente che ha effettuato la revisione. Copia dell'attestato di verifica in corso di validità deve essere consegnata alla Direzione Lavori.

Le attrezzature che non hanno i requisiti minimi necessari a garantire la qualità dei giunti devono essere allontanate dai cantieri.

#### **14.3.13.4 Saldatura per elettrofusione**

Nella realizzazione di opere per la distribuzione di acqua potabile o da potabilizzare potranno essere impiegati solamente raccordi costruiti in conformità a requisiti espressi nel presente disciplinare.

La saldatura deve essere realizzata collegando ad un generatore (minimo 5 KVA di potenza) una saldatrice costruita in conformità alla norma di prodotto UNI 10566.

Si dovrà utilizzare anche la seguente attrezzatura ausiliaria:

- tagliatubi, per tagliare i tubi in modo ortogonale al proprio asse;
- raschiatori, per eliminare lo strato ossidato di polietilene dalla superficie dei tubi;
- allineatori a quattro ganasce, per mantenere allineati i tubi durante la saldatura;
- posizionatori, per mantenere fisse le selle di presa durante le operazioni di saldatura.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **14.3.13.5 Saldatura di manicotti**

- a) I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
- b) Si dovrà evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
- c) Prima di iniziare con la preparazione delle estremità, si devono pulire le superfici interne ed esterne dei tubi, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- d) Le teste dei tubi da unire devono essere sempre tagliate in maniera ortogonale rispetto al loro asse.

Esperienze diffuse dimostrano che la maggior parte dei fallimenti delle saldature sono dovute ad un taglio dei tubi irregolare.

- e) Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una protezione sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
- f) Raschiare il tubo nella zona della saldatura come previsto nella norma UNI 10521. Se l'operazione di raschiatura è effettuata all'interno dello scavo si dovrà utilizzare uno specchio per controllare l'efficacia dell'operazione svolta sulla parte inferiore del tubo.

Qualora non si raschi il tubo, la saldatura non potrà aver luogo.

- g) Terminata l'operazione di raschiatura, le estremità interessate dalla saldatura devono essere ripulite seguendo le modalità indicate nella norma UNI 10521.
- h) Marcare la profondità di inserimento come previsto nella norma UNI 10521.
- i) Inserire i tubi nel raccordo in modo da garantire la coassialità dei tubi da saldare; a tal scopo devono essere impiegati gli appositi collari allineatori a quattro ganasce.
- j) E' preferibile che i connettori di collegamento siano rivolti verso l'alto.
- k) Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- l) Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- m) Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

- n) Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
- o) Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- p) Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- q) Prima di rimuovere i collari allineatori deve trascorrere il tempo di raffreddamento indicato sul raccordo.
- r) Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da j) a p) compreso. La superficie del raccordo deve ritornare a temperatura ambiente prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura.

#### **14.3.13.6 Saldatura di collari e selle di presa**

- a) I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
- b) Si deve evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
- c) Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una tenda sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
- d) Pulire il tubo nella zona ove sarà effettuata la saldatura, secondo quando previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- e) Raschiare il tubo nella zona della saldatura.
- f) Posizionare il collare sul tubo utilizzando i metodi di fissaggio previsti dal produttore del raccordo. Nel caso di selle presa queste devono essere posizionate sul tubo utilizzando gli appositi posizionatori provvisti di dinamometro e indicatore di carico.
- g) Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- h) Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- i) Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- j) Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

- k) Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- l) Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- m) Prima di rimuovere il posizionatore dalle selle di presa, attendere il tempo di raffreddamento indicato dal produttore del raccordo.
- n) Prima di forare il tubo, attendere almeno 20 minuti dopo il completo raffreddamento del raccordo; comunque non forare prima di aver effettuato una prova di tenuta in pressione per la derivazione.
- o) Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da g) a l) compreso.

Prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura, la superficie del raccordo deve essere ritornata a temperatura ambiente.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura.

Il verbale di saldatura redatto in ogni sua parte sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

#### **14.3.13.7 Saldatura per elementi termici da contatto**

Il termoelemento deve essere impostato sulla corretta temperatura di fusione in funzione del tipo di materiale scelto nella realizzazione dei tubi.

Il responsabile di cantiere deve assicurarsi, per mezzo di un termometro digitale, della corretta temperatura del termoelemento controllandolo ogni qualvolta iniziano i lavori previsti di saldatura nella giornata; deve, inoltre, controllare che:

- le facce del termoelemento non siano danneggiate;
- lo strato di materiale antiaderente del termoelemento sia costante e non siano presenti zone prive di detto strato;
- il termometro indicante la temperatura non sia danneggiato;
- il termostato sia correttamente funzionante e che intervenga per evitare che il termoelemento possa raggiungere una temperatura che danneggi irrimediabilmente i tubi;
- i cavi elettrici non siano danneggiati;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

- i cilindri di spinta del corpo macchina non presentino tracce di ruggine o danneggiamenti;
- il corpo macchina non sia distorto.

Se uno di questi controlli fornisce un risultato non soddisfacente, la saldatura non deve essere eseguita.

Il termoelemento deve essere mantenuto pulito e libero da polvere o tracce di polietilene fuso.

Elementi che possono contaminare la saldatura quali, fango, terra, o altri detriti che si possono trovare nello scavo, devono essere rimossi immediatamente per mezzo di un lavaggio con acqua.

Nel corso di questa operazione il termoelemento non deve essere collegato alla sorgente di energia.

Le tracce di PE fuso devono essere rimosse usando un pezzo di legno; ciò non danneggia il termoelemento.

Se il termoelemento non può essere pulito con questo metodo, il responsabile di cantiere provvederà alla sua sostituzione con altro termoelemento idoneo.

Per proteggere da pioggia o da vento la zona ove verrà eseguita la saldatura, il responsabile di cantiere deve provvedere affinché sia disponibile un apposito riparo mobile sotto il quale si potrà saldare.

Prima del primo giunto della giornata e dopo la pulizia del termoelemento, si deve preparare una saldatura fino al compimento della fase 1 descritta nella norma UNI 10520.

Non si deve procedere oltre; bisogna attendere il raffreddamento della zona riscaldata e dopo provvedere alla sua rimozione dalle tubazioni.

Alla fine di questa operazione la normale procedura di saldatura potrà essere ripresa e continuata.

La fresa della macchina saldatrice deve essere mantenuta in ordine e pulita.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura.

Il verbale di saldatura, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

#### **14.3.13.8 Saldatrici ad elementi termici per contatto**

Le macchine saldatrici ad elementi termici per contatto (testa a testa) devono possedere i seguenti requisiti:

- essere in grado di saldare tubi in barra o in rotoli;
- devono essere conformi alla norma UNI 10565.
- ogni tubo deve poter essere posizionato all'interno della macchina azionando non più di due ganasce per tubo; tali ganasce devono essere intercambiabili all'interno della medesima macchina;
- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro;
- devono essere in grado di saldare i tubi prodotti con le più recenti resine di polietilene;
- devono essere dotate di un sistema, preferibilmente automatico, di riduzione della pressione di saldatura ad un terzo del valore di  $0,15 \text{ n/mm}^2$  dopo i primi 10 secondi;
- devono poter eseguire saldature con una temperatura ambiente compresa tra i  $-5^\circ$  e i  $+40^\circ \text{ C}$  e su tubi con lo spessore di parete definito nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201-2;
- i requisiti devono essere mantenuti per tutto il tempo di durata dei lavori; a questo scopo, le saldatrici devono essere assoggettate al programma di manutenzione prescritto dal produttore;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a  $220 \pm 10\%$  Volts. Tutti i componenti devono essere protetti contro il rischio di elettrocuzione da parte degli operatori, pertanto la macchina saldatrice deve essere dotata di interruttore differenziale del tipo salvavita e di presa di terra;
- le prestazioni delle macchine saldatrici e le sicurezze elettriche e meccaniche, non devono subire dei cali se queste si trovano a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- tutte le saldatrici devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore deve fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso e scheda di manutenzione

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

programmata. E' essenziale che le istruzioni relative alla giunzione dei tubi contengano una tavola che rappresenti le pressioni di saldatura da applicare in funzione del diametro, del SDR e tipo di polietilene con il quale il tubo è stato prodotto.

Devono essere garantite, inoltre, le seguenti prestazioni:

- il corpo macchina (ove sono presenti i pistoni oleodinamici) deve fornire una rigidità sufficiente per poter compiere con successo le saldature senza che si renda necessario l'aggiunta di altri pezzi;
- la macchina deve essere costruita in modo da alloggiare facilmente e con sicurezza i propri accessori, termoelemento e fresa, quando questi sono in azione. Inoltre deve essere dotata di ricoveri per proteggere gli stessi quando non sono in uso;
- il sistema di bloccaggio dei tubi all'interno del corpo macchina deve garantire una sufficiente forza di frizione sui tubi tale da contrastare la forza di spinta dei cilindri idraulici, calcolata per il tubo di maggior diametro e maggior spessore saldabile.
- la saldatrice deve essere capace di mantenere inalterata la forza idraulica all'interno del proprio circuito per tutto il tempo necessario allo svolgimento del ciclo di saldatura;
- i connettori idraulici devono essere del tipo ANSI (NFPA) T3.20.15;
- la fresa deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. L'attrezzo deve permettere la rimozione di uno strato uniforme di polietilene dalle teste dei tubi. Il truciolo di fresatura ricavato deve essere asportato verso l'esterno dal movimento delle lame della fresa, in modo che l'operatore possa controllare il procedimento di fresatura;
- la fresa deve operare in posizione verticale, garantendo l'ortogonalità della sua azione rispetto agli assi dei tubi. Non deve funzionare se non collocata nella giusta posizione dall'operatore;
- il termoelemento deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri e degli SDR dei tubi per la quale la saldatrice è

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

stata progettata per funzionare. Deve avere le due superfici piane con una variazione massima di spessore contenuta entro 0,2 mm. Non deve avere cavità o viti all'interno dell'area di lavoro;

- il termostato deve essere collocato in una posizione di facile accesso per l'operatore. Deve garantire il raggiungimento e il mantenimento della temperatura impostata (per le nuove resine la temperatura del termoelemento deve essere  $230^{\circ} -5^{\circ} +10^{\circ} \text{ C}$ ) in tutte le condizioni ambientali per le quali è previsto il funzionamento della saldatrice ( $-5^{\circ} + 40^{\circ} \text{ C}$ );
- la saldatrice deve essere provvista di un sistema di segnalazione acustico-visivo che segnali agli operatori il movimento, sia in modo manuale che in modo automatico, di parti elettro-idrauliche per tutta la durata del ciclo di saldatura.

#### **14.3.13.9 Attrezzature ausiliarie per la saldatura testa a testa**

Per ogni macchina saldatrice per elementi termici per contatto (testa a testa) devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- a) rulli reggitubi, per facilitare le operazioni di saldatura ed evitare eccessive forze di trascinamento che potrebbero influire negativamente sulla saldatura, devono essere registrabili in altezza;
- b) tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi; possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure a sega dotata di guide per il taglio ortogonale;
- c) sistema di protezione che metta la saldatura al riparo dagli eccessi atmosferici quali, bassa temperatura, vento, pioggia, irraggiamento solare, ecc.;
- d) tagliacordolo, per effettuare l'ispezione visiva della saldatura;
- e) generatore elettrico, per fornire l'energia necessaria alla saldatrice.

#### **14.3.14 Scheda di manutenzione**

L'impresa che esegue le operazioni di saldatura deve fornire al Committente, per ogni macchina saldatrice, una scheda di manutenzione che ne attesti la conformità ai presenti requisiti e a quanto richiesto al punto 8 della norma UNI 10565.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### 14.3.15 Saldatrici per elettrofusione

Le saldatrici per elettrofusione devono essere in grado di saldare i raccordi definiti nel paragrafo “raccordi elettrosaldabili” del presente disciplinare.

Devono essere costruite in conformità alla norma UNI 10566 e possedere i seguenti requisiti:

- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro; a tal proposito si stabilisce che la massima tensione applicabile ai terminali della saldatrice collegabili ai terminali dei raccordi non potrà superare il valore di 40 Volts;
- devono essere in grado di lavorare e di garantire il risultato positivo della saldatura, in un campo di temperatura ambiente compreso tra i -5° e i +40°C, indipendentemente dai valori letti dalla sonda ambiente di cui possono essere dotate;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a  $220 \pm 10$  Volts; devono, inoltre, essere dotate di un sistema di isolamento tale da garantire gli operatori contro il rischio di elettrocuzione; per questo scopo il corpo macchina, ossia il contenitore del trasformatore primario, deve essere di metallo provvisto di doppio sistema di messa a terra;
- le prestazioni delle saldatrici, le sicurezze elettriche ed elettroniche, non devono subire dei cali se queste si troveranno a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore dovrà fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso in italiano. Ad ogni macchina saldatrice deve essere allegata una tavola (in carta plastificata) che rappresenti il corretto processo di saldatura come è previsto nella norma UNI 10521.

Sono, inoltre, richieste le seguenti caratteristiche prestazionali:

- la macchina saldatrice deve essere protetta contro gli urti esterni o da una struttura tubolare o da una equivalente;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- il peso totale della saldatrice deve essere inferiore a 25 Kg. in modo da essere trasportabile da parte di un operatore singolo;
- deve essere dotata di un display che consenta all'operatore una facile lettura dei parametri di saldatura sia con la macchina posizionata all'interno che all'esterno dello scavo;
- deve essere dotata di un interruttore generale per lo spegnimento quando non in servizio;
- la saldatrice deve essere dotata di un sistema acustico che avvisi gli operatori di qualsiasi anomalia intervenga durante il ciclo di saldatura.

#### **14.3.16 Attrezzature ausiliarie per la saldatura ad elettrofusione**

Per ogni macchina saldatrice ad elettrofusione devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- a) tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi, possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure una sega dotata di guide per il taglio ortogonale
- b) collari allineatori a quattro ganasce metalliche, per garantire il corretto allineamento dei tubi all'interno dei raccordi, per tutti i DN;

(per tubi con diametri maggiori o uguali a 200 mm è possibile usare allineatori con sistema di bloccaggio a cinghia);

- c) raschiatori di tipo manuale per raschiare tubi fino al diametro 75 mm compreso, di tipo meccanico per tutti gli altri diametri ed SDR
- d) detergente per la pulizia delle zone raschiate dei tubi, a base di alcool isopropilico o normal-esano
- e) pennarello di vernice indelebile
- f) chiave per fresa.

I collari allineatori devono essere interamente realizzati in metallo ed essere provvisti di un involucro di protezione per l'imballaggio ed il trasporto.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

L'allineatore per tubi di piccolo diametro (fino a 63 mm) è composto da due bracci in metallo di sezione quadra e uniti per mezzo di un sistema snodato che consente l'allineamento di tubi in linea, o con un angolo di 45° oppure di 90° tra loro.

Sui bracci in metallo sono libere di scorrere, una volta sbloccate, quattro morse metalliche.

Queste ultime per mezzo di un sistema di bloccaggio comandato da una vite senza fine consentono l'allineamento dei tubi e/o raccordi da saldare.

L'allineatore per tubi e/o raccordi di diametro medio (da 63 a 180 mm) è composto da due travi in metallo di sezione quadra nelle quali è ricavata una scanalatura per il fissaggio dei doppi collari metallici per l'allineamento per ogni estremità; le due travi sono unite per mezzo di particolari raccordi metallici che consentono l'esecuzione di giunzioni di tubi in linea, a 45° oppure a 90°.

I collari consentono il bloccaggio di tubi di diverso diametro grazie all'assemblaggio di riduzioni metallo-plastiche.

I collari devono poter avere la possibilità di essere posizionati sulla rispettiva parte di trave in maniera angolata rispetto all'asse della trave stessa, cosicché risulta possibile ottenere degli angoli, tra due collari, di 45° e 90°.

L'allineatore per tubi di grande diametro (dal 200 al 400) è composto da una trave a sezione quadra in metallo sulla quale sono liberi di scorrere due telai, anch'essi in metallo, realizzati in modo da poter ospitare e bloccare i tubi per mezzo di un sistema a cinghia.

Un terzo telaio permette l'alloggiamento di tubi e/o raccordi per la realizzazione di tees. Quest'ultimo telaio deve essere completo di due piastre in metallo che consentono la giunzione di diametri ridotti rispetto alla linea principale.

I raschiatori per tubi in polietilene devono essere dotati di una lama fissa per l'asportazione dello strato di polietilene ossidato dalla superficie dei tubi.

Possono essere:

a) raschiatori "manuali" - rientrano in questa categoria i raschiatori che asportano una quantità di polietilene non determinabile poiché, in funzione della forza dell'operatore, la lama penetra nella superficie del tubo; con questi tipi di raschiatori si può lavorare solamente su tubi di piccolo diametro, più precisamente da 20 a 75 mm.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

b) raschiatori "meccanici" - sono dotati di un sistema automatico che permette la rimozione dello strato di polietilene secondo una quantità predeterminata e conforme a quanto previsto nella norma UNI 10521. Sono costruiti in metallo e si compongono di:

- un corpo centrale in metallo per posizionare l'asse filettato, che permette la rotazione e il movimento dell'attrezzo tagliente, in corrispondenza dell'asse del tubo;
- un braccio per la trasmissione del movimento di rotazione dell'asse filettato all'attrezzo tagliente;
- un sistema a cremagliera per poter determinare la forza con la quale la lama tagliente deve operare sulla superficie del tubo;
- un braccio a sbalzo, attaccato al braccio di trasmissione, sul quale, da un lato è attaccato il sistema dotato di precarica a molla che serve a far lavorare il tagliente, dall'altro lato una manopola per consentire all'operatore di far ruotare il tagliente attorno al tubo da raschiare;
- un attrezzo a lama tagliente dotato di un sistema di guida tale da permettere una penetrazione della lama nel tubo di polietilene costante e continua per tutta la durata dell'operazione.

#### **14.3.17 Chiavi metalliche per il serraggio di raccordi a compressione**

Le chiavi per il serraggio delle ghiera dei raccordi a compressione sono realizzate in un'unica fusione d'alluminio.

Devono essere costruite in maniera che un'unica chiave possa serrare i diametri dei raccordi fino a 40 mm, un'altra chiave possa serrare i diametri compresi tra 40 e 75 mm ed un'altra chiave possa serrare i diametri oltre i 75 mm.

#### **14.3.18 Raccordi**

##### **14.3.18.1 Raccordi a compressione**

I raccordi a compressione utilizzati per effettuare le giunzioni meccaniche devono essere idonei per congiungere tubi di polietilene tra di loro e con tubi di altri materiali, anche metallici.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Le operazioni di giunzione devono poter avvenire senza il cambio di parti interne dei raccordi.

I raccordi devono unire, garantendo la tenuta idraulica, tubi di PE con pressione nominale massima di 16 bar .

Devono essere dichiarati PN 16 dal produttore, in conformità alla norma UNI 9561. I raccordi da utilizzare per giunzioni miste (tra tubi di PE e tubi metallici) devono essere dichiarati PN 10 dal produttore.

Le figure più ricorrenti sono: manicotti, gomiti a 90° e 45°, tee a 90° e 45°, raccordi maschi e femmine, gomiti a 90° con derivazioni filettate maschie e femmine, raccordi con flange metalliche, raccordi di transizione in ottone, staffe di presa in carico con uscita a compressione, filettata flangiata.

#### **14.3.18.2 Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi**

Nella fabbricazione dei raccordi a compressione termoplastici si deve usare il copolimero di polipropilene per la ghiera e il corpo, la resina poliacetale bianca (omopolimero e copolimero) per gli anelli di aggraffaggio sul tubo, la gomma nitrilica NBR per gli anelli di tenuta O-Rings e per le guarnizioni, in conformità alle prescrizioni del Ministero della Sanità per quanto riguarda le sostanze destinate a venire a contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Di norma non si devono impiegare materiali di riciclo.

Sarà possibile impiegare materiale di riciclo solamente sotto la supervisione dell'Ufficio Assicurazione della Qualità del fabbricante e comunque la committenza deve esserne informata in anticipo in forma scritta. L'uso del materiale di riciclo in produzione potrà avvenire solamente se risultano soddisfatte le seguenti condizioni:

- quando la fabbrica garantisce l'utilizzo del solo materiale precedentemente scartato in fase di iniezione;
- quando il suddetto materiale è raccolto, selezionato, rigranulato da un apposito apparecchio;
- quando l'inserimento nel processo di iniezione del materiale di riciclo è regolato da una valvola proporzionale;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

- quando il materiale di riciclo non viene assolutamente a contatto con agenti inquinanti (per esempio manipolazioni manuali, ecc.).

La materia prima dovrà essere controllata e verificata prima del suo impiego in produzione.

Il fabbricante dei raccordi dovrà eseguire l'analisi del MFI (Melt Flow Index) e dovrà essere in grado di dimostrare l'esistenza di un metodo interno di controllo che permetta di garantire il rispetto del valore di MFI prescritto dalle specifiche reologiche del produttore della materia prima.

### 14.3.18.3 Requisiti prestazionali - Prove tipo

Collaudo sulla materia prima

Questo collaudo è realizzato su un tubo prodotti con il metodo ad iniezione, sulla base di quanto previsto nella norma DIN 8076.3 punto 5.2.1.1:

Norma di riferimento	Hoop stress [N/mm <sup>2</sup> ]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3 Tabella 2 Punto 5.2.1.1	2,6	95	1000

$P_{test} = \sigma_T \cdot 2s / (d-s)$  = pressione di collaudo in bar, con:

$\sigma_T$  = tensione di lavoro in N/mm<sup>2</sup>;

s = spessore della parete del tubo;

d = diametro esterno del tubo in mm.

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561, prospetto XIII, punto 4	Comportamento a lungo termine	3 x PN (*)	20	1

(\*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

**Resistenza alla pressione interna dei corpi dei raccordi**

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2	0,52 x PN (*)	95	1000
DIN 8076.3	3,2 X PN	20	1

(\*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

**Resistenza allo sfilamento in conformità alla norma ISO 3501**

Si calcola mediante la seguente formula:

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d_e^2 - d^2)/4$  = forza di collaudo in N ( a 23°C), con:

$\sigma_T$  = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;

$d_e$  = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;

$d$  = diametro interno del tubo (misurato) in mm.

**Resistenza alla pressione interna dei raccordi inseriti su tubi sottoposti a curvatura**

Norma	per tubi $\leq$ PN10 [raggio]	per tubi $>$ PN10 [raggio]	Temperatura [°C]	Pressione [bar]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII punto 7	R = 15 d	R = 20 d	20	3 x PN	1

**Resistenza alla pressione esterna**

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,1	20	1

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,8	20	1
-------------------------------------	-----	----	---

Collaudi dimensionali

Conformi alla norma UNI ISO 7/1 ed alla tabella XII della norma UNI 9561.

Inoltre devono risultare conformi a quanto riportato nelle procedure interne del fabbricante.

#### 14.3.18.4 Collaudi periodici

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Tempe ratura [°C]	Temp o [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4	Comporta mento a breve	3 x PN (*)	20	1

(\*) PN=16 in accordo con la norma UNI 9561

Resistenza allo sfilamento secondo la norma UNI 9561-prospetto XIII-punto 5

Si calcola mediante la seguente formula:

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d_e^2 - d^2)/4$  forza di collaudo in N ( a 23°C), con:

$\sigma_T$  = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa

$d_e$  = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm.

$d$  = diametro interno del tubo (misurato) in mm

Collaudi dimensionali - Collaudi visivi - Crush test - Collaudo della omogeneità del prodotto

Devono essere in accordo con il programma interno di verifica della qualità del fabbricante.

#### 14.3.18.5 Controllo statistico

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Il fabbricante deve garantire per ognuno dei collaudi citati un campionamento su tre esemplari.

Non devono essere rilevati fallimenti nei collaudi: solo con il rispetto di questa condizione il Committente ammetterà i prodotti all'impiego.

Collaudi periodici

Il fabbricante deve dimostrare di avere e di rispettare un piano interno di campionamento per questi collaudi.

#### **14.3.18.6 Altri requisiti generali**

I raccordi devono garantire la tenuta idraulica alla pressione interna di esercizio, indipendentemente dall'azione meccanica svolta tra tubo e anello di aggraffaggio.

La guarnizione di tenuta idraulica, all'interno del raccordo, è alloggiata in una apposita sede ricavata nel corpo del raccordo.

I raccordi, almeno nei diametri fino a 110 mm devono permettere l'inserimento del tubo senza che avvenga lo smontaggio completo della ghiera. Inoltre, tutti i raccordi devono essere realizzati in maniera tale da garantire un loro facile smontaggio dall'impianto e il loro successivo riutilizzo senza che avvengano cali di prestazioni idrauliche e meccaniche.

I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere.

I valori di accoppiamento filettato accettati sono:  $\frac{3}{4}$ " - 1" - 1"1/4 - 1"1/2 - 2" - 2"1/2 - 3".

#### **14.3.18.7 Marchio di conformità**

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI 9561, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

### **14.3.19 Raccordi formati (o segmentati)**

#### **14.3.19.1 Generalità**

I raccordi ottenuti mediante saldatura tra loro di elementi di tubo fino al raggiungimento della forma desiderata, per essere accettati devono essere prodotti secondo i criteri generali

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

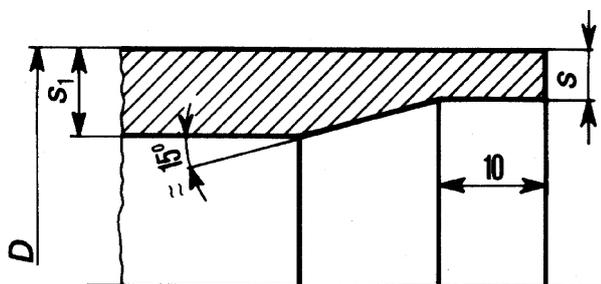
descritti precedentemente della raccomandazione di posa n° 10 del maggio 1999 "Installazione di acquedotti di PE" dell'I.I.P.

Il fabbricante deve rispettare le formule riportate ai relativi punti. Precedenti per la produzione di curve e di tee a settore provvedendo, quando necessario, al rinforzo del raccordo.

I tubi utilizzati per prelevare i segmenti necessari per formare i raccordi devono essere in tutto conformi a quanto prescritto nel presente documento.

#### **14.3.19.2 Giunzione di raccordi formati con tubi**

La giunzione può essere realizzata con i metodi descritti nel capitolo "giunzioni" del presente disciplinare, con l'avvertenza che nella tecnica testa a testa, per poter ottenere uno spessore di parete del raccordo uguale a quella del tubo sul quale deve essere unito, occorre che l'interno del raccordo sia rastremato per una profondità di 10 mm, come indicato nella seguente figura, in cui  $s$  è lo spessore del tubo,  $s_1$  è lo spessore del raccordo e  $D$  è il diametro esterno del tubo:



#### **14.3.20 Raccordi elettrosaldabili**

##### **14.3.20.1 Generalità**

I raccordi elettrosaldabili in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento allo scopo di garantire la qualità dei prodotti acquistati da Committenza, secondo i riferimenti alle norme di prodotto nazionali e internazionali.

I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **14.3.20.2 Tipi di raccordi**

I raccordi devono essere prodotti con il processo di stampaggio per iniezione.

Devono garantire la saldatura tra tubi di polietilene PE100 e PN16.

Le figure ed i diametri più ricorrenti sono:

- manicotti, fino al DN 355;
- gomiti a 90°- 45°- 22,5°, fino al DN 180;
- tee a 90° , fino ai DN 180x180x180;
- collari di presa, fino ai DN 250x63.

#### **14.3.20.3 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi**

Tutti i raccordi elettrosaldabili devono essere prodotti con polietilene di classe PE100, in conformità a tutte le prescrizioni indicate per i tubi nel presente documento.

In particolare, si ribadisce che nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa e che non potrà in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo; in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

Proprietà	Metodo di controllo
Melt Flow Index	UNI EN 12201-3 - prospetto 6
Tempo di induzione all'ossigeno nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione	UNI EN 12201-3 - prospetto 6
Densità	UNI EN 12201-1 - prospetto 1

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201-3.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **14.3.20.4 Progettazione dei raccordi**

I raccordi dovranno essere progettati in conformità ai requisiti indicati dalle norme UNI 1555-3 e UNI EN 12201-3.

#### **14.3.20.5 Requisiti prestazionali - Prove di tipo**

I raccordi devono essere PN16. Un raccordo è rispondente a questo requisito di tipo quando supera il collaudo descritto nel metodo indicato nella norma UNI EN 921.

I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C ed a una temperatura massima di +45°C.

La pressione da superare nel collaudo è calcolata come indicato nelle norme:

- UNI EN 1555 – prospetto V - punto 3;
- UNI EN 12201-3 – prospetto 5; parametri per PE100.

I raccordi devono soddisfare i requisiti prescritti dalle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 7616.

Prova	Temperatura °C	Durata h	Pressione di prova bar
Prove di tipo	80	170	0,6 PN
	80	800	0,4 PN

#### **14.3.20.6 Determinazione della tolleranza della resistenza interna dei raccordi**

La tolleranza della resistenza del filamento posto all'interno del raccordo che permette il riscaldamento e la saldatura degli elementi tubo/raccordo, deve essere determinata in conformità a quanto previsto nella norma UNI EN 12201-3.

#### **14.3.20.7 Collaudi in produzione**

Il procedimento di controllo e collaudo del lotto produttivo deve essere svolto attraverso i seguenti passaggi.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Resistenza alla pressione interna

Il metodo di prova è specificato nella norma UNI EN 921. I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C.

La prova di accettazione è effettuata secondo le prescrizioni indicate nelle norme UNI EN 12201-3 e UNI 7616: i raccordi vengono sottoposti per la durata di 1 ora ad una pressione pari a 3\*PN, ad una temperatura pari a 20°C.

#### **Collaudo del valore della resistenza del filamento interno dei raccordi**

- Ogni raccordo deve essere collaudato al fine di assicurare al Committente la continuità elettrica del filamento.
- Deve essere effettuato il collaudo del valore della resistenza elettrica del filamento interno del raccordo effettuato sul campionamento minimo determinato dal produttore.

#### **Collaudo visivo**

- Ogni raccordo deve essere ispezionato visivamente nel suo aspetto generale.

#### **Collaudi dimensionali**

- Devono essere svolti in accordo con il piano di campionamento interno del produttore.

#### **Caratteristiche fisiche**

- I raccordi devono superare le prove indicate nel prospetto 6 della norma UNI EN 12201-3.

### **14.3.21 Altri requisiti generali**

I raccordi devono essere saldabili su tubi PN 6; per quest'ultima pressione nominale valgono i limiti di saldabilità dichiarati dal produttore. La tensione di saldatura deve essere inferiore a 40 Volts nominali e il diametro degli spinotti di attacco deve essere di 4,7 mm.

Nei raccordi devono essere presenti le "zone fredde", sia all'imboccatura che al centro del raccordo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Le spire della resistenza non devono interessare la zona del foro dei raccordi a "collare" o a "settore".

La superficie interna e quella esterna del raccordo, esaminate visivamente senza ingrandimenti, devono risultare lisce, uniformi ed esenti da fessurazioni, bolle, ammaccature, distorsioni ed altri difetti che potrebbero influenzare le sue caratteristiche funzionali.

Ogni raccordo dovrà essere contenuto in un involucro protettivo trasparente e termosigillato, innocuo per il prodotto, come richiesto dalla norma UNI 10521 punto 7.1.1.2.

Per ragioni di sicurezza operativa i raccordi, tutte le figure di tutti i diametri ad esse riferiti, devono essere in grado di funzionare con la medesima tensione di 39,5 Volts.

I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere. Il fermo deve essere facilmente asportabile per consentire la possibilità, una volta rimosso, di ottenere il manicotto di riparazione scorrevole sul tubo.

Le dimensioni e le tolleranze di accoppiamento devono essere conformi alla norma UNI EN 1555-3.

Le prese per derivazioni devono essere fornite complete di dadi, bulloni e quant'altro occorre al loro montaggio, in maniera da evitare smarrimenti di parti non preassemblate.

La larghezza delle loro zone di saldatura non deve essere inferiore a 20 mm misurati in senso radiale.

Durante l'operazione di foratura non si devono produrre trucioli o particelle metalliche e il fondello risultante dalla foratura del tubo deve essere trattenuto dal dispositivo del perforatore.

Le parti dei raccordi di transizione filettate in ottone devono essere realizzate con ottoni resistenti alla perdita di zinco, compatibili per il contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

Tutti i raccordi devono essere realizzati mediante il solo processo di stampaggio per iniezione, senza processi di lavorazioni meccaniche.

#### **14.3.22 Marchio di conformità**

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti delle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 1555-3 rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **14.3.23 Raccordi saldabili per fusione (testa a testa)**

##### **14.3.24 Generalità**

I raccordi saldabili per fusione (o testa a testa) realizzati in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento. I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

##### **14.3.25 Tipi di raccordi**

I raccordi devono essere realizzati mediante il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la tenuta idraulica fino a PN16.

Le figure più ricorrenti (riduzioni, gomiti a 90° e 45°, tee a 90°) garantiscono generalmente la copertura dei diametri da 63 a 315.

##### **14.3.26 Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi**

Tutti i raccordi, nelle figure previste, devono essere prodotti con polietilene avente un MRS minimo pari a 10 N/mm<sup>2</sup>, in conformità alla norme nazionali ed internazionali per opere destinate al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare. Nessun additivo potrà essere aggiunto dal fabbricante dei raccordi alla resina all'atto della lavorazione oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Non potrà in alcun modo essere utilizzato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo, in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

Proprietà	Metodo di controllo
Melt Flow Index	UNI 10910-3 – prospetto 6
Tempo di induzione all'ossigeno	UNI 10910-3 – prospetto 6

##### **14.3.27 Requisiti prestazionali**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

I raccordi devono avere pressione nominale PN 16, con spessore di parete corrispondente al SDR dei tubi ai quali i raccordi stessi devono essere uniti.

Un raccordo si definisce rispondente a questi requisiti di tipo quando i campioni scelti superano i collaudi descritti nel prospetto 4 della norma UNI EN 12201-3:

Temperatura di collaudo [°C]	Pressione di collaudo (con acqua all'interno del raccordo) [MPa]	Tempo di prova [h]
20	12,4	100
80	5,5	≥ 165
80	5,0	1000

#### 14.3.28 Collaudi periodici

Il fabbricante deve garantire i seguenti controlli:

Controllo	Frequenza
Diametro esterno medio	1 volta/h
Spessore	1 volta/8h
Ovalizzazione	1 volta/h
Angolo tra codoli	1 volta/8h
Aspetto visivo	1 volta/h
Verifica marcatura	1 volta/h

#### 14.3.29 Collaudi finali - Esclusioni - Garanzie

Il fabbricante deve garantire la realizzazione delle seguenti prove su almeno un campione per ogni lotto di produzione:

Prova	Norme
Resistenza alla pressione interna (165 h; 80°C)	UNI EN 12201-3 – EN 921
Tempo di induzione all'ossigeno (OIT)	UNI EN 12201-3 – EN 728

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Indice di fluidità (MFI)	UNI EN 12201-3 – ISO 1133
--------------------------	---------------------------

Per la fabbricazione di tutti i raccordi valgono gli stessi divieti di utilizzo di materie prime non omologate, già prescritti per i tubi al punto “esclusioni” e valgono anche tutte le garanzie pure previste per i tubi al punto “garanzie”.

#### **14.3.30 Marchio di conformità**

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

#### **14.3.31 Marcature dei raccordi**

I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 12201-3, punto 11, la seguente marcatura minima:

- nome o codice del fabbricante;
- diametro nominale e serie dei tubi (DN/OD + SDR).

Sui raccordi stessi o su apposite etichette, devono essere riportate anche le seguenti indicazioni:

- numero della norma (UNI EN 12201);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione (PN16);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei raccordi.

#### **14.3.32 Accettazione di tubi e raccordi**

Ai fini dei collaudi e delle accettazioni è considerato lotto singolo la fornitura di:

- 5000 m per tubi con  $DN \leq 110$ ;
- 2000 m per tubi  $110 < DN < 315$ ;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

- 1000 m per tubi con DN  $\geq$  315;
- 200 raccordi, comprensivi di figure e diametri diversi.

Il Direttore dei lavori o il Responsabile del Committente, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi dovrà accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9002 e/o 9001, approvato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012;
- sui tubi e sui raccordi sia impresso il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201, rilasciato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 (Certificazione di prodotto);
- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti e le materie prime impiegate siano conformi alla norma UNI EN 12201, corredata della documentazione dei tests interni;
- sia pervenuta una campionatura (specimen) della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, corredata da una scheda tecnica del produttore della resina che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra specimen e prodotti finiti forniti;
- la suddetta campionatura sia accompagnata da una apposita certificazione che le resine adoperate siano idonee per l'impiego in acquedotti e che siano omologate dall'IIP o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 .

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Committenza dar corso ad una (o ad entrambe) delle seguenti procedure:

- ottenere la conferma del produttore della materia prima, trasmettendo un campione, scelto a caso, di tubo e/o di raccordo al produttore della resina il cui codice è riportato sui materiali forniti; quest'ultimo restituirà al Committente, in forma riservata e senza

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti, i risultati delle analisi comparative;

- procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive secondo la procedura indicata al punto 11 del presente disciplinare.

#### **14.3.32.1 Trasporto dei tubi**

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.

Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono realizzate con funi o con bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

#### **14.3.32.2 Carico, scarico e movimentazione**

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purchè il piano di arrivo sia composto da terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine.

Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità.

Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura "da non usare" e segregato in apposita zona.

Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori; quest'ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti.

Nell'impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l'operatore al comando della gru e l'operatore che si trova a terra.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### **14.3.32.3 Accatastamento dei tubi**

Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m, qualunque sia il diametro e lo spessore.

Per i tubi con diametro esterno superiore a 500 mm è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Dopo l'accatastamento, bisogna assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire che foglie, polvere, piccoli animali ecc. possano alloggiarsi all'interno dei tubi.

#### **14.3.32.4 Conservazione dei materiali**

E' indispensabile predisporre le misure necessarie affinché tutti i magazzini, sia aziendali che dei cantieri delle imprese, siano dotati di locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PE e dei raccordi plastici, necessari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico - meccaniche.

#### **14.3.32.5 Trasporto e immagazzinamento dei raccordi per saldature testa a testa**

Questi raccordi vengono generalmente forniti in appositi imballaggi.

Se sono forniti sfusi, si deve avere cura, nel trasporto e nell'immagazzinamento, di non accatastarli disordinatamente e si deve evitare che possano essere danneggiati per effetto di urti.

#### **14.3.32.6 Trasporto e immagazzinamento dei raccordi elettrosaldabili**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Questi raccordi devono essere sempre forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggerli da polvere, umidità, salsedine, raggi UV, ecc.

Devono essere conservati in magazzini, posati su scaffalature o comunque sollevati dal suolo, lontano da fonti di luce e di calore.

In cantiere si deve aver cura che i raccordi elettrosaldabili non vengano esposti agli agenti di cui sopra e conservati nella loro confezione originale fino al momento d'uso.

### **14.3.33 Modalità e procedure di posa in opera**

#### **14.3.33.1 Scavi**

Lo scavo eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere, almeno, di 50 cm superiore al diametro del tubo da posare.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

In ogni caso, la larghezza dovrà essere sufficiente da permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione se fatto nello scavo. Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed eseguito secondo le norme.

La profondità minima di interrimento deve essere di 100 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

#### **14.3.33.2 Letto di posa**

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche.

In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche.

In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di sabbia o terra vagliata, ben compattato, con spessore maggiore di  $(10 + 0,1 D)$  centimetri, dove D è il diametro esterno del tubo in cm.

Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle con diametro inferiore a 0,08 mm).

#### **14.3.33.3 Posa in opera**

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.

I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto e

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni.

Si deve altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee; per ovviare a tale inconveniente si raccomanda di tappare opportunamente le estremità dei tratti già collocati.

Effettuata la giunzione delle tubazioni e dei pezzi speciali, secondo le modalità già descritte nel presente disciplinare, si provvede alla posa in opera, che viene effettuata, in generale, per mezzo di capre, escavatori o gru disposte lungo il tracciato, in modo da consentire un graduale abbassamento della condotta, che non deve subire urti contro corpi duri o eccessive deformazioni.

Le condotte di PE100, la cui saldatura viene effettuata ai margini dello scavo, devono essere poste in opera sollevandole dal piano di campagna in almeno due punti distanti tra loro 15÷20 metri, per non più di 1,20÷1,30 metri.

Per tubazioni di piccolo diametro e scavi poco profondi è possibile prevedere la posa anche a mano.

Inizialmente i tubi si allineano ricalzandoli in vicinanza dei giunti; in seguito si fissa la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione ed in modo che non abbiano a verificarsi controtendenze rispetto al piano di posa.

Le tubazioni devono essere ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione.

Gli organi di intercettazione, che possono sollecitare i tubi con il loro peso, devono essere sostenuti con supporti autonomi in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta.

I tubi, infine, vengono fissati definitivamente nella loro posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea senza impiegare cunei di metallo, di legno o pietrame.

#### **14.3.33.4 Riempimento dello scavo**

Il riempimento dello scavo costituisce la parte più delicata ed importante del lavoro di installazione di tutti i tubi da fognatura. Un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sia sui tubi rigidi che sui tubi flessibili, così come senza i necessari accorgimenti si possono avere anche delle rotture

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

Indipendentemente dal tipo di tubo, il riempimento dello scavo va eseguito con una corretta compattazione a strati successivi, seguendo la prEN 1295.

I concetti che portano ad una corretta e duratura installazione sono:

- scelta del corretto materiale di riempimento. Il materiale deve essere arido, a bassa granulometria, privo di materiale a spigoli vivi, sassi o detriti almeno nella parte a contatto col tubo e fino ad almeno 25m al di sopra di esso; La tubazione deve posare su un letto di sabbia di 10 cm dalla generatrice inferiore e rinfiancata da sabbia per un'altezza determinata dall'angolazione di 60° dal centro del tubo. La parte rimanente della ripiena, fino al pacchetto stradale è effettuata con materiale opportunamente vagliato, In ogni caso il materiale di ripiena utilizzato per la zona secondaria non dovrà mai avere una differenza superiore a due gradi rispetto a quello utilizzato per il rinfianco nella zona primaria.

Tenuto conto che il tubo, a causa del suo coefficiente di dilatazione, assume delle tensioni, se bloccato alle estremità prima del riempimento dello scavo, uniformandosi alla temperatura del terreno, si deve procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito per tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna e si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si procede sempre a zone di 20-30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavora su tre tratte consecutive e viene eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15-20 cm) nella zona adiacente e la posa della sabbia attorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si può procedere su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costanti;
- una delle estremità della tratta della condotta deve essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta deve essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a 5-6 m dal pezzo stesso.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

E' necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di 30 cm, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.

#### **14.3.34 Curvabilità dei tubi**

Per non sollecitare il materiale in maniera eccessiva, le barre di tubo di PE possono essere curvate ai seguenti raggi di curvatura (R) alla temperatura di 20°C:

PN 16 R = 20 De per tubi semplici; R = 25 De per tubi con giunzioni.

Qualora i raggi di curvatura richiesti fossero inferiori a quelli sopra menzionati, si dovranno utilizzare curve stampate o formate a settori (realizzate in fabbrica).

La curvatura a caldo della tubazione è assolutamente vietata.

#### **14.3.35 Danni**

Ai fini della resistenza ai danni che possono originarsi durante la fase della posa in opera, le prestazioni dei tubi (PN per 50 anni di vita) non diminuiscono se il valore del danno (intaglio) arrecato ai tubi non supera, in profondità, il 10% del valore dello spessore del tubo.

La forma del danno non è rilevante (longitudinale o circonferenziale, ecc.); tuttavia il Direttore dei Lavori ed il Responsabile di Cantiere si devono assicurare che il danno non penetri per un valore superiore al 10% dello spessore del tubo in nessun punto della parete dello stesso.

Nel caso che ciò accada, la parte del tubo interessata dal danno deve essere rimossa.

#### **14.3.36 Collegamenti**

I dettagli della realizzazione dei collegamenti tra tubi in PE e tra tubi in PE con altri parti metalliche sono indicati nei paragrafi 5.2 "giunzioni meccaniche" e 5.3 "giunzioni saldate" del presente disciplinare.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### **14.3.37 Collaudo idraulico in opera**

#### **14.3.37.1 Generalità**

La prova di collaudo si deve eseguire sulla condotta installata compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione.

Si può effettuare indifferentemente la prova di collaudo tradizionale oppure quella di tipo aggiornato.

#### **14.3.37.2 Collaudo tradizionale**

Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si crea nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che ha come risultato un aumento di volume nella condotta.

La prova idraulica in opera dei tubi in PE è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 metri per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni, presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento della linea).

La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta.

La quasi totale copertura del tubo da collaudare evita sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte consentendo la definizione più precisa della quantità dell'acqua aggiunta durante le ore di collaudo.

Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si riempie la linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando la stessa in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria.

Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato si procede con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare il valore PN + 5 bar.

Nel punto di pompaggio deve essere installato oltre ad un manometro di pressione anche un manometro registratore (pressione e tempo), che permette di documentare l'andamento della prova idraulica, ed un contatore volumetrico.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova, mentre il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto.

Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo.

Durante le 6 ore il tubo si dilata sotto la pressione interna e raggiunge una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%.

Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione ha valori più contenuti.

Durante l'operazione di precollaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni; i raccordi flangiati sono da rinserrare ciclicamente.

Si deve prestare attenzione, durante queste operazioni, al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo per l'operatore adeguate protezioni.

Al termine della prova preliminare, nella quale non si deve riscontrare alcuna perdita dalle giunzioni, si procede con la prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN, che non deve superare il valore PN + 3 bar.

Questa prova dura 6 ore; ogni ora deve essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata la pressione fino al termine della prova. Il collaudo si ritiene positivo quando risulta  $\Delta p \leq 1,8$  bar ( $\Delta p$  = differenza tra pressione iniziale e pressione finale).

Durante la prova principale l'operatore deve controllare che non si riscontrino perdite visibili da tutte le giunzioni.

Terminato il collaudo si redige un verbale che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

#### **14.3.38 Collaudo aggiornato**

Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il Metodo a Contrazione.

Il principio di tale metodo sfrutta le caratteristiche viscoelastiche del polietilene, in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione ad un livello stabile per un breve periodo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



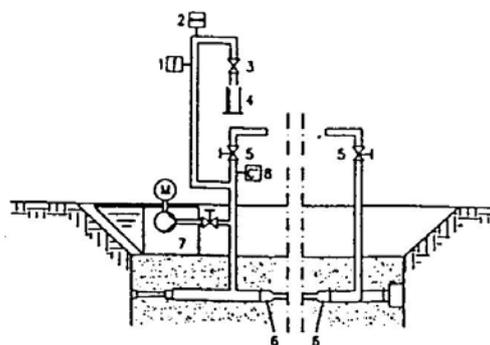
Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

Gli elementi necessari per il collaudo sono: l'unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio del liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contaltri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione  $\leq 5\%$  del volume richiesto).

Nella figura seguente è riportato lo schema per il collaudo a pressione.

- 1 Manometro registratore
- 2 Manometro di precisione
- 3 Valvola di regolazione
- 4 Contaltri
- 5 Valvole di sfiato
- 6 Condotta in PE
- 7 Unità di prova idraulica
- 8 Termometro



### Prova preliminare

Si riempie la condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s, sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria.

Si chiude la valvola di alimentazione dell'acqua e si lascia assestare la condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

Si mette in pressione la condotta alla pressione di collaudo  $P_{coll}$  di 1,5 PN, non superando  $PN + 5$  bar, in un tempo massimo di 10 minuti.

Si mantiene la  $P_{coll}$  per 0,5 h ripristinando la caduta di pressione al valore di  $P_{coll}$  (fase di mantenimento).

Si controlla nella successiva 1 h (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla  $P_{coll}$ , che non devono essere superiori al 30%.

Se la caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe la prova, si eliminano le cause delle perdite e, dopo un riposo delle tubature di almeno 1 h, si riprende il collaudo.

E' necessario il superamento di questa prova per eseguire la prova principale.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

L'andamento della curva di pressione è indicato nella corrispondente sezione della Raccomandazione IIP n. 10 del maggio 1999.

Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione ( $P_{abb}$ ), agendo sulla valvola di regolazione per alcuni minuti.

I valori dell'abbassamento di pressione in funzione del PN della linea sono riportati nella seguente tabella:

PN	$P_{abb}$ (bar)
10	2,0
16	2,5
25	3,0

Per la successiva 0,5 h si controlla l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1,5 h per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).

Se il valore di caduta di pressione dopo 0,5 h è  $\leq 0,25$  bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume d'acqua scaricato ( $V_{abb}$ ) durante la riduzione di pressione.

Se la quantità del liquido è inferiore o pari al valore calcolato  $V_{amm}$ , il collaudo è positivo; se invece è superiore, la prova deve essere ripetuta.

Il valore  $V_{amm}$  si calcola applicando la seguente formula:

$$V_{amm} = 0,1 \cdot F \cdot \left[ \sum_{i=1}^n (A_i \cdot L_i) \right] \cdot P_{abb} \cdot \left[ \frac{1}{E_A} + \frac{1}{E_T} \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{d}{s} \right)_i \right]$$

dove:

$V_{amm}$  = massimo volume di acqua scaricabile (ml);

$P_{abb}$  = abbassamento di pressione (bar);

$d$  = diametro interno dei vari tubi (mm);

$E_A$  = modulo di compressione dell'acqua (pari a 2000 N/mm<sup>2</sup>);

$E_T$  = modulo di elasticità a breve durata del PE (pari a 800 N/mm<sup>2</sup>);



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- s = spessori dei vari tubi (mm);  
L = lunghezze dei vari tubi (m);  
F = coefficiente di correzione per presenza di aria nella condotta (pari a 1,2);  
A = sezioni interne dei vari tubi (mm<sup>2</sup>).

### 14.3.39 Verifiche ispettive

#### 14.3.39.1 Generalità

Il Committente si riserva di effettuare periodiche verifiche ispettive per controllare le conformità richieste nel presente documento.

Le verifiche possono riguardare i prodotti, i processi interni delle fabbriche che producono i materiali ammessi all'impiego e i processi di costruzione e posa in opera degli impianti svolti dalle ditte appaltanti.

Per dette verifiche il committente si servirà di personale interno adeguatamente preparato o di Organismi di terza parte, certificati UNI CEI EN ISO/IEC 17020 e UNI CEI EN 45011 o 45012, appositamente incaricati.

Il fornitore d'opera e il fabbricante devono garantire ai verificatori il libero accesso a tutti i documenti che intendono controllare. Le frequenze delle verifiche ispettive sono indicate nel seguente prospetto:

LOCALITA'	VERIFICA	MODALITA'	FREQUENZA
CANTIERI	Fornitore d'opera	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	RACCORDI	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

	TUBI	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	TUBI [verifica reologica]	Paragrafo 12.2	Ad ogni apertura cantiere
FABBRICHE	RACCORDI	Paragrafo 12.3	Ad ogni lotto
	TUBI	Paragrafo 12.3	Ad ogni lotto

Le fabbriche e i prestatori d'opera realizzano i loro prodotti e processi garantendo il rispetto di un sistema di garanzia della qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9002 e/o 9001 e adottando un piano della qualità che deve essere reso noto ai verificatori per dimostrare come la Ditta soddisfa i requisiti espressi nel presente documento.

#### **14.3.40 Verifiche ispettive nei cantieri**

I verificatori della committenza effettueranno le verifiche nei cantieri con le frequenze indicate nella tabella del paragrafo precedente.

Fornitore d'opera

Il fornitore d'opera deve provvedere affinché siano rese disponibili procedure scritte che illustrino almeno i seguenti punti:

- come il prestatore garantisce il rispetto dei requisiti, ossia il piano della qualità;
- come il prestatore conserva la documentazione richiesta per garantire la rintracciabilità delle operazioni;
- quali sono i controlli che s'impegna ad effettuare sulle lavorazioni svolte;
- come documenta le azioni correttive eventualmente intraprese nel caso di non conformità e quali sono le azioni preventive impiegate per evitare il ripetersi di non conformità.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### **Verifiche sui materiali**

I verificatori controlleranno che i materiali impiegati nel corso della costruzione siano quelli ammessi all'uso dalla committenza.

In particolare controlleranno la rispondenza tra i materiali trovati in cantiere e quelli prescritti per le opere.

### **Verifiche reologiche**

Allo scopo di garantire la rispondenza delle materie prime con quanto richiesto, per ogni lotto di tubi di polietilene consegnato, il verificatore provvederà al prelievo in cantiere di un campione per poter effettuare la determinazione del MFI (Melt Flow Index), per mezzo di un laboratorio di prove accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

#### **14.3.41 Verifiche ispettive nelle fabbriche**

I verificatori della committenza effettueranno le verifiche nelle fabbriche ad ogni lotto di tubi e/o raccordi; nel corso delle verifiche ispettive controlleranno che il processo di fabbricazione e di svolgimento dei controlli sia idoneo al raggiungimento dei requisiti prestazionali prescritti nelle norme di prodotto dei tubi (UNI EN 12201-2) e dei raccordi (UNI EN 12201-3).

Effettueranno, inoltre, controlli sul metodo di svolgimento e di rilascio del certificato di conformità del lotto.

I risultati delle verifiche ispettive svolte nelle fabbriche saranno trasmessi al Direttore dei Lavori.

In caso di risultati negativi verranno intraprese immediatamente le conseguenti azioni nei confronti della fabbrica.

Ulteriori diritti di verifica ispettiva nelle fabbriche dei tubi e dei raccordi di PE

Il Committente potrà, a sua esclusiva discrezione, esercitare nei confronti del produttore dei tubi e dei raccordi, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- accesso, in qualsiasi momento della produzione, agli stabilimenti del produttore;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo, raccordo e/o di materia prima, sia da tramoggia di estrusione, sia da sacchi, silos o altri luoghi di stoccaggio della materia prima;
- esecuzione, in presenza di delegati della committenza, di qualsiasi prova sui tubi e raccordi, nelle quantità e con le frequenze previste dal manuale della qualità del fornitore
- analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e materia prima dichiarata in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici delle materie prime; tale prova è delegata, a carico della fabbrica, al produttore della materia prima.

#### **14.3.42 Costi delle verifiche ispettive**

##### **14.3.42.1 Verifiche in cantiere**

I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale della committenza, sono a carico prestatori d'opera e/o dei fornitori dei materiali.

Le spese per la determinazione reologica sono sempre a carico del fabbricante.

##### **14.3.42.2 Verifiche nelle fabbriche**

I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale della committenza, sono a carico dei fornitori dei materiali.

Nel caso di incapacità o inadeguatezza ad eseguire le prove richieste, il fornitore dei materiali si farà carico degli oneri derivanti dall'esecuzione delle stesse prove presso Laboratori indipendenti e accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dal ritiro di tubi già consegnati al Committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste.

In caso di non rispondenza delle forniture o delle prestazioni d'opera alle prescrizioni del presente documento, la committenza ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno subito come previsto a norma di legge.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

#### 14.3.43 Voci di capitolato

Fornitura, trasporto e posa in opera di tubazioni e relativi raccordi (pezzi speciali) per condotte in pressione in polietilene PE100 sigma 63 e 90 MRS 10 in tutto conformi alle prescrizioni del disciplinare tecnico, prodotti da **Ditta** avente **Sistema Qualità Aziendale** conforme ai requisiti della norma **UNI EN ISO 9002 e/o 9001**, certificato da un Organismo di parte terza accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012.

- A) I **tubi** saranno prodotti con materie prime omologate; saranno conformi alla Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 2/2/1978; recheranno il **marchio di conformità** alla norma UNI EN 12201-2 rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 (**certificazione di conformità di prodotto**); avranno pressione nominale PN 10 (SDR 17) .... oppure PN 16 (SDR 11).
- B) I raccordi (pezzi speciali) saranno costruiti con le stesse materie prime omologate dei tubi; dovranno essere conformi alla Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 2/2/1978; saranno dotati del marchio di conformità alla norma UNI EN 12201-3 rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 (certificazione di conformità di prodotto); avranno pressione nominale PN 10 (SDR 17) .... oppure PN 16 (SDR 11).

Saranno realizzati a settori per saldatura o, preferibilmente, per stampaggio, con requisiti tecnici, tolleranze di fabbricazione e collaudi definiti dalle norme UNI 7616, UNI 1555-3 e UNI EN 12201, così come indicato nel Disciplinare Tecnico.

- C) La fornitura e posa in opera comprenderà: i tubi in barre di lunghezza massima di 12 metri, i tubi in rotoli ed i raccordi necessari, collaudati come specificato nel Disciplinare Tecnico; il materiale per le giunzioni e l'esecuzione delle medesime, i tagli e gli sfridi; l'esecuzione delle prove di tenuta idraulica delle condotte, il lavaggio e la disinfestazione ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## 15 Strato di riempimento in materiale granulare

Lo strato di materiale granulare da utilizzare nella realizzazione dei pozzi deve essere costituito da materiale inerte naturale (pietrisco) rispondente ai seguenti requisiti:

- contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM): < 5 %;
- dimensione granulometrica: >15÷30 mm;
- contenuto in carbonati: 0 %;
- conducibilità idraulica: > 1x10<sup>-4</sup> m/s;
- spigoli smussati.

Lo strato drenante deve avere uno spessore pari alla sagoma di progetto e deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.

Non è ammesso l'impiego di materiale frantumato e/o riciclato.

### 15.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

In fase di accettazione, le prove di controllo da effettuarsi per sottoporre alla Direzione Lavori il materiale da fornire sono le seguenti:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422);
- n.1 analisi di permeabilità (ASTM D5084);
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373).

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

### 15.2 Controlli in corso d'opera

Le operazioni di posa devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione ed il sottostante strato impermeabile.

In corso d'opera, le prove di controllo da effettuarsi sono indicate di seguito:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3;
- n.1 prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373) per ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3.

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

## 16 Materiale inerte per drenaggio acque meteoriche

Il materiale inerte utilizzo per le trincee di drenaggio delle acque meteoriche in spaccato basaltico spaccato, dovrà essere rispondente ai requisiti di seguito indicati:

- Classificazione di gruppo (CNR UNI 10006): A-1 (con frazione 200 ASMT 0,075 come di seguito indicato:
- Materiale costituente: materiale inerte naturale (ghiaie);
- Granulometria (AASHO): diametro delle particelle compreso tra 40/70 mm;
- Percentuale di materiale passane al setaccio 200ASTM (0,075 mm): <5%;
- Contenuto in carbonati:<5%;
- Conducibilità idraulica:> 1 x 10<sup>-2</sup> cm/s.

### 16.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

In fase di accettazione, le prove di controllo da effettuarsi per sottoporre alla Direzione Lavori il materiale da fornire sono le seguenti:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422);
- n.1 analisi di permeabilità (ASTM D5084);
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373).

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

### 16.2 Controlli in corso d'opera

Le operazioni di posa devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione ed il sottostante strato impermeabile.

In corso d'opera, le prove di controllo da effettuarsi sono indicate di seguito:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- n.1 prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3;
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373) per ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3.

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

## 17 Materiale inerte drenante

Il materiale inerte utilizzato per il riempimento delle zone depresse della discarica, del tipo calcareo/siliceo, dovrà essere rispondente ai requisiti di seguito indicati:

- Classificazione di gruppo (CNR UNI 10006): A-1 (con frazione 200 ASMT 0,075 come di seguito indicato);
- Materiale costituente: materiale inerte naturale (ghiaie);
- Granulometria (AASHO): diametro delle particelle compreso tra 70/100 mm;
- Percentuale di materiale passane al setaccio 200ASTM (0,075 mm): <5%;
- Contenuto in carbonati:<5%;
- Conducibilità idraulica:> 1 x 10<sup>-2</sup> cm/s.

### 17.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

In fase di accettazione, le prove di controllo da effettuarsi per sottoporre alla Direzione Lavori il materiale da fornire sono le seguenti:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422);
- n.1 analisi di permeabilità (ASTM D5084);
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373).

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

### 17.2 Controlli in corso d'opera

Le operazioni di posa devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione ed il sottostante strato impermeabile.

In corso d'opera, le prove di controllo da effettuarsi sono indicate di seguito:

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 500 m3 di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3;
- n.1 prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 500 m3 di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3;
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373) per ogni 1.000 m3 di materiale posato e comunque in numero non inferiore a 3.

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

## 18 Argilla

### 18.1 Composizione

Per la formazione dello strato impermeabile naturale si deve impiegare argilla naturale con granulometria all'interno dei limiti indicati nella tabella seguente.

	Vaglio ASTM N.				Dimensioni dei grani
	4	40	80	200	< 0.002 mm
	<b>Percentuale passante</b>				
Limite superiore	100	100	100	100	60
Limite inferiore	90	80	60	40	20

#### Limiti granulometrici dell'argilla

I limiti di Atterberg devono rispettare i seguenti valori:

- limite liquido LL: > 25%
- limite plastico LP: non specificato
- indice di plasticità IP: 10-45%.

Il materiale deve essere tale che, compattato secondo le prescrizioni di cui nei paragrafi seguenti, risulti avere le caratteristiche prescritte.

Inoltre deve essere privo di qualsiasi materia estranea quale terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo alla costruzione dello strato impermeabile naturale.

È escluso l'impiego di materiale proveniente dal lavaggio degli inerti.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## 18.2 Provenienza

Il materiale naturale deve provenire da una o più cave di prestito autorizzate.

## 18.3 Prove di qualificazione

Per ogni tipo di materiale naturale da approvvigionare, l'Impresa deve fornire le seguenti prove necessarie per l'accettazione dello stesso:

- n. 1 analisi mineralogica;
- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (metodo ASTM D422);
- n.1 limiti di Atterberg (metodo ASTM D4318);

## 18.4 Cave di prestito e fornitura

### 18.4.1 Apertura o sfruttamento di cave di prestito

Lo sfruttamento della cava di prestito o l'apertura di una nuova cava è a totale cura e spese dell'Impresa che si deve assumere tutti gli oneri relativi alla predisposizione e alla presentazione agli uffici competenti, nonché alla richiesta e all'ottenimento delle relative autorizzazioni.

Le cave di prestito devono essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Le stesse condizioni di sicurezza devono essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.

## 18.5 Prove di controllo sul materiale approvvigionato in cantiere

Prima della compattazione, l'impresa preleverà campioni di materiale naturale portato in cantiere e/o accumulato temporaneamente, prima che esso venga compattato per eseguire prove di controllo con frequenza indicata di seguito:

- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (norma ASTM D422) ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale e comunque almeno 3 prove;
- n. 1 limiti di Atterberg (norma ASTM D4318) ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale e comunque almeno 3 prove.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## 18.6 Stesura del materiale

### 18.6.1 Norme generali

Nell'esecuzione delle operazioni di stesura del materiale, l'Impresa deve attenersi alle norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Inoltre deve in ogni caso predisporre tutti gli accorgimenti necessari per assicurare l'incolumità degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per il lavoro devono essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro.

Allorché, in corso di lavoro, gli impianti di cantiere risultassero praticamente deficienti e comunque non rispondessero alle esigenze dei lavori, l'Impresa è tenuta ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente e ciò a sua cura e spese senza che Essa possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di stesura del materiale con altre attività previste in cantiere, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori, l'Impresa deve prendere, di sua iniziativa, tutte le disposizioni necessarie atte ad assicurare il buon andamento dei lavori, in modo che, ad opere compiute, la superficie stesa e compattata risponda con perfetta esattezza al tracciato ed alle pendenze richieste dagli elaborati progettuali, presenti un'accurata lavorazione, elemento indispensabile per la sua funzionalità.

## 18.7 Mezzi di compattazione

Si devono impiegare rulli statici del tipo "a piede di pecora" e "a piastra" con peso non inferiore a 10 t (5 t per metro lineare di tamburo) o altre attrezzature ritenute idonee dall'appaltatore.

## 18.8 Prove di controllo da effettuarsi in fase di stesura dello strato minerale

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### 18.8.1 Prove di controllo dopo la compattazione

Dopo la compattazione del materiale, viene richiesta l'esecuzione delle seguenti prove con la frequenza indicata:

#### Prove da effettuarsi in laboratorio

Prelievo dei campioni cubici (nel numero adeguato per consentire l'esecuzione delle prove) da sottoporre alle seguenti prove: 1 ogni 500 m<sup>3</sup> e comunque almeno 3 prove

- prova di permeabilità sul materiale compattato con metodo ASTM Standard – metodo Proctor (metodo ASTM D18130), effettuata con gradiente idraulico pari a 30 e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm<sup>2</sup>;
- prova di compressione edometrica (metodo ASTM D2435) con determinazione diretta del grado di permeabilità a varie pressioni di confinamento;
- prova di compressione triassiale UU (metodo ASTM D2850) e CID (metodo AGI 1994);
- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (metodo ASTM D422);
- n. 1 limiti di Atterberg (metodo ASTM D4318).

I risultati delle prove devono essere consegnati alla Direzione Lavori.

L'Impresa deve eseguire le prove in sito e di laboratorio in base alle procedure standard citate in precedenza ed alla frequenza richiesta, avvertendo sempre la Direzione Lavori quando avranno luogo le attività in sito in modo tale da consentirle di assistere.

La Direzione Lavori può richiedere, durante la stesura, una frequenza maggiore delle analisi per un periodo di tempo ritenuto necessario per garantire la qualità della compattazione.

### 18.8.2 Valori di riferimento

Il materiale compattato in sito deve avere le seguenti caratteristiche:

- permeabilità in laboratorio:  $K \leq 1 \times 10^{-8}$  se effettuate su campioni prelevati in sito;
- coesione non drenata:  $c_u \geq 0,8$  kg/cm<sup>2</sup>;
- densità:  $\geq 95\%$  della densità ottimale del Proctor Standard;
- angolo di attrito interno in condizioni drenate:  $\phi' > 26^\circ$ ;
- coesione drenata:  $c' > 0,1 - 0,2$  kg/cm<sup>2</sup>;

Tali limiti consentono di ottenere i requisiti di permeabilità e di resistenza richiesti, nonché di impedire fessurazioni legate all'essiccazione del materiale naturale steso in opera che potrebbero verificarsi anche adottando tutte le cautele descritte nei precedenti paragrafi.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Il materiale compattato deve anche verificare le ipotesi fatte ed i parametri assunti per le verifiche di stabilità sia in fase di costruzione che di coltivazione.

## 19 Misto stabilizzato

### Strato di agguagliamento in misto granulare, stabilizzato con legante naturale.

Lo strato di agguagliamento sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbia ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. I delle "norme tecniche per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie con sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. IV/1953).

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei, inoltre non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare (C.N.R. B.U. n° 95/1984). L'indice di appiattimento sarà  $\leq 20$ .

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme C.N.R. B.U. n°34/1973, inferiore al 30%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953 inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953 inferiore a 0.015;

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti delle Norme C.N.R. ed in particolare:

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

- equivalente in sabbia, determinato con prova C.N.R. n° 27/1972, non inferiore al 55%.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di roccia preferibilmente calcarea o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n° 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n°200 ASTM. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della D.L. in base a prove e ricerche di laboratorio.

Le altre caratteristiche degli inerti dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla norma C.N.R. B.U. n° 193/1992.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di agguagliamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Crivelli				Setacci			
25	15	10	5	2	0.4	0.18	0.075
100	65-100	50-80	30-60	20-45	7-25	5-15	4-8

Il rapporto tra passante al setaccio 0.075 ed il passante al setaccio 0.4 dovrà essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR, dopo 4 giorni di inibizione in acqua, dovrà essere non minore di 50.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza delle attrezzature di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla D.L. in corso

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

d'opera.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione nei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

Si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e a spese dell'impresa. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura dovranno essere impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere determinate dalla D.L. con una prova sperimentale, usandole miscele messa a punto per quel cantiere (prove di costipamento). Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della massima fornita dalla prova AASHTO modificata.

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$  misurato nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25  $N/mm^2$  dovrà essere  $\geq 80 N/mm^2$ .

#### Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita,

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

allungata o lenticolare;

2. granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie setacci U.N.I	crivelli e	Miscela passante. % totale in peso
71		100
40		75÷100
25		60÷87
10		35÷67
5		25÷55
2		15÷40
0.4		7÷22
0.075		2÷10

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a  $\frac{2}{3}$ ;
4. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
5. equivalente in sabbia (1) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale

<sup>(1)</sup> N. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

6. indice di portanza CBR (2), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm$  2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

### Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il

<sup>(2)</sup> ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

costipamento.

Il numero e l'ubicazione delle prove di costipamento e di laboratorio, sul materiale posato in opera, sarà stabilito dalla Direzione Lavori e/o dalla Commissione di Collaudo.

### Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

Si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata<sup>(3)</sup>.

---

<sup>(3)</sup> AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Il valore del modulo di compressibilità ME, misurato con il metodo di cui all'art. «Movimenti di terre», ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre i cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

## 20 Geostuoie in polipropilene

Protezione dei pendii e delle sponde di canali dall'azione erosiva provocata da pioggia o da acque di ruscellamento, mediante impiego di geostuoie "grimanti" tridimensionali.

Le geostuoie dovranno essere costituite da 3 strati di geogriglie biorientate in polipropilene (PP): quella inferiore e quella superiore dovranno essere piatte mentre la geogriglia centrale dovrà essere pieghettata meccanicamente per dare consistenza e corpo al materassino antierosione. Entrambi gli strati di geogriglia dovranno essere saldamente collegati tra loro mediante cucitura con fili di polipropilene. Dopo essere stata stesa sul terreno da proteggere, la geostuoia dovrà essere riempita di terreno ed eventualmente seminata con adatte essenze vegetali.

Il suddetto materiale dovrà corrispondere in ogni aspetto alle seguenti caratteristiche

- Polimero costituente il manufatto 100% PP (Polipropilene)
- Struttura 3 griglie biorientate cucite

---

in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = d_i P_c (100 - x) / 100 P_e - x d_i$$

dove:

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASIO modificata determinata in laboratorio;

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_e$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

$x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm)

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- Spessore		17,00 mm circa
- Peso unitario (ISO 9864)		320 kN/m
- Resistenza massima a trazione (ISO 10319)	MD	10,00 kN/m
	TD	15,00 kN/m
- Allungamento a snervamento (ISO 10319)	MD	20%
	TD	15%

Le geostuoie dovranno avere la marcatura CE, in conformità alle norme EN.

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

## 21 Sistema di estrazione del percolato

### 21.1.1 Caratteristiche dell'acciaio

L'acciaio impiegato deve essere di qualità e le sue caratteristiche chimiche e meccaniche devono rientrare in uno dei tipi di acciaio previsti nelle norme UNI EN 10224:2003 "Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano – Condizioni tecniche di fornitura".

La qualità di acciaio impiegata per la costruzione dei pozzi di controllo ed estrazione del percolato deve essere del tipo Fe 410, rispondente alle seguenti caratteristiche minime di resistenza meccanica riportate nella seguente Tabella.

Qualità dell'acciaio	Carico unitario di rottura [N/mm <sup>2</sup> – MPa]	Carico unitario di snervamento [N/mm <sup>2</sup> – MPa]	Allungamento
Fe 410 (L275 - UNI 10224)	min 430 max 570	275 (Spess = 16 mm) 265 (Spess > 16 mm)	long. 21% trasv. 19%

*Caratteristiche minime di resistenza meccanica delle tubazioni in acciaio catramato*

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### 21.1.2 Rivestimenti delle tubazioni

I rivestimenti protettivi interni ed esterni devono essere tali da:

- proteggere efficacemente la superficie interna dall'azione aggressiva del fluido convogliato e la superficie esterna dall'azione aggressiva dei rifiuti e dell'ambiente in cui le tubazioni sono posate;
- conservare la loro integrità anche durante le operazioni di carico, trasporto nei luoghi di impiego, scarico e posa in opera delle tubazioni;
- resistere senza alterazioni sia alle temperature più elevate della stagione calda, sia alle temperature più basse della stagione fredda, specialmente nelle località più elevate.

I rivestimenti esterni devono essere applicati in uno stabilimento o in un'officina su tubi e accessori singoli (preferibile) oppure in cantiere di posa dopo il montaggio della tubazione.

Le tubazioni impiegate per la realizzazione dei pozzi di controllo ed estrazione del percolato devono essere rivestite esternamente con Rivestimento Esterno Bituminoso Tipo Pesante, conforme alla norma UNI ISO 5256:1987 "Tubi ed accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrate o immerse. Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame" – Classe III.

#### 21.1.2.1 Rivestimenti esterni di tipo bituminoso

I rivestimenti esterni di tipo bituminoso devono rispettare le caratteristiche e prescrizioni contenute previste dalla norma UNI ISO 5256.

##### **Preparazione della superficie da rivestire**

L'efficienza del rivestimento dipende principalmente dall'aderenza che il rivestimento ha rispetto alla superficie da rivestire. L'aderenza, che potrà essere misurata con le prove previste successivamente, sarà tanto migliore quanto più elevato è il grado di pulizia e di ruvidità della superficie.

La pulizia della superficie da rivestire deve comportare:

- l'eliminazione di macchie di olio, di grasso, di polvere e di altre sostanze già distaccate;
- l'essiccazione delle superficie;
- l'asportazione della eventuale ruggine e della calamina friabile.

La pulizia viene ottenuta con sabbiatura mediante due metodi:

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- proiezione di graniglia metallica in modo da ottenere una finitura corrispondente almeno al grado SA 2,5 della Norma ISO 8501-1,
- energica spazzolatura meccanica in modo da ottenere una finitura corrispondente almeno al grado ST3 della norma SIS 05 5900.

### **Applicazione dello strato di fondo (primer)**

Subito dopo la preparazione della superficie, si applica alla stessa uno strato di fondo (primer) costituito da bitume, residuo della distillazione del petrolio grezzo, limitatamente ossidato. Lo spessore dello strato di fondo deve essere tale da assicurare la completa copertura della superficie metallica.

### **Applicazione dello strato protettivo**

Lo strato protettivo è costituito da bitume ossidato ed opportunamente caricato. E' indispensabile che lo strato protettivo venga applicato su uno strato di fondo già raffreddato o completamente essiccato a seconda del tipo di applicazione usato.

### **Applicazione dell'armatura**

Per salvaguardare lo strato protettivo da sollecitazioni meccaniche, urti, abrasioni, etc. è necessario aumentare la resistenza meccanica mediante l'applicazione di più strati di idoneo materiale di armatura.

E' previsto l'utilizzo di un rivestimento pesante in cui l'armatura é costituita da uno strato di feltro di vetro e da uno di tessuto di vetro, impregnati con la stessa miscela bituminosa.

I materiali di armatura verranno impiegati previa completa imbibizione con miscele bituminosa in modo da ottenere un'armatura compatta ed aderente con lo strato sottostante.

L'applicazione dell'armatura sarà eseguita avvolgendo sul tubo, ad elica, il nastro con sovrapposizione minima del 20% previo il suo passaggio in vaschetta contenente la miscela.

L'avvolgimento deve essere eseguito in modo tale da garantire la continuità della copertura della superficie del nastro e la buona aderenza fra i diversi strati.

### **Applicazione dello strato di finitura**

Allo scopo di migliorare la prestazione del rivestimento rispetto all'azione dei raggi solari, per eliminare l'appiccicosità, per ottenere la levigatura, etc., si applica sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce (idrato di calce in acqua).

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### **21.1.3 Dimensioni delle tubazioni**

Le dimensioni nominali unificate dei tubi (DN) e gli spessori devono essere congruenti con quelli riportati nella norma UNI EN 10220:2003 “Tubi di acciaio, saldati e senza saldatura - Dimensioni e masse lineiche”.

I tubi, salvo diversa specifica della Direzione Lavori, devono essere forniti in cantiere con le lunghezze indicate nella Tabella 5 della norma UNI EN 10224.

Per lunghezza s'intende quella effettiva, cioè la lunghezza utile più la lunghezza dell'eventuale bicchiere.

### **21.1.4 Sistemi di giunzione**

Le estremità dei tubi devono presentarsi a bicchiere o piane, e devono permettere l'attuazione dei seguenti tipi di giunzione:

- saldatura con giunto a bicchiere cilindrico (per DN > 125 mm);
- saldatura con giunto testa a testa (per le tubazioni sulle pareti);
- flangiatura (per i pozzi verticali sul corpo rifiuti).

In particolare, in corrispondenza della sezione trasversale di estremità, il diametro del bicchiere deve essere non superiore a 4 mm rispetto al diametro esterno del tubo.

Le altre tipologie di giunzione devono essere conformi a quanto riportato nell'Appendice C della norma UNI EN 10224.

### **21.1.5 Tolleranze**

Le tolleranze devono essere quelle ammesse nella norma UNI EN 10224. Nel caso in cui si adottino le tubazioni rivestite, le tolleranze ammesse per il rivestimento sono riportate nella norma UNI ISO 5256.

### **21.1.6 Marcatura**

Ogni tubo deve riportare, almeno ad una estremità, le seguenti indicazioni:

- nome del Produttore applicato mediante punzone;
- qualità dell'acciaio;
- tipologia della tubazione (saldata o non saldata);
- serie (identificativo del tubo);
- diametro nominale (DN);

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- pressione nominale (PN);
- riferimento alla normativa vigente (UNI EN 10224).

Nel caso di tubi rivestiti, la marcatura deve essere eseguita con un sistema adatto (pittura applicata con maschera o ad imprimitura), che permetta un'identificazione chiaramente leggibile ed indelebile, usando prodotti durevoli e compatibili con il rivestimento.

### **21.1.7 Certificazioni e collaudi**

Le tubazioni devono essere accompagnate dal Certificato di Prodotto, rilasciato dal Produttore (in possesso di regolare accreditamento riconosciuto a livello nazionale/internazionale), o dalla Dichiarazione di Conformità redatta dal Fornitore secondo quanto indicato dalla norma UNI CEI EN 45014:1999 "Criteri generali per la dichiarazione di conformità' rilasciata dal fornitore", intese ad assicurare la conformità della fornitura alle norme UNI EN 10224 e UNI ISO 5256.

Più precisamente:

- la Dichiarazione di Conformità ha la forma di un documento e deve essere strutturata secondo l'Allegato A della norma UNI CEI EN 45014;
- il Certificato di Prodotto ha la forma di un documento e deve riportare le informazioni di seguito riportate:
  - il nome e l'indirizzo del fabbricante;
  - l'identificazione del prodotto certificato, se del caso, tramite l'indicazione del lotto, del numero di serie, del numero del modello o del tipo ai quali si riferisce la certificazione;
  - il riferimento al documento normativo interessato (il soggetto che ha emesso la norma, il titolo, il numero e l'anno di pubblicazione);
  - la data di rilascio del certificato;
  - la firma e la qualifica della persona autorizzata.

Le tubazioni inoltre devono essere sottoposte a collaudo al quale la Direzione Lavori si riserva di presenziare. Detto collaudo può avvenire in fabbrica o presso laboratorio di prova munito di attestato di accreditamento del SINAL. Nel corso del collaudo vengono eseguite le prove di seguito riportate, da effettuarsi secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 10224 e dagli eventuali ulteriori documenti normativi vigenti richiamati in essa):

- prova di trazione;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- prova di piega:
- prova idraulica.

Alla conclusione del collaudo deve essere prodotto, da fornitore o dal laboratorio di prova accreditato, quanto segue:

- certificato di collaudo da cui risulti, per l'elemento generico (identificato come sopra descritto), l'esito dei controlli e delle prove effettuate, e che essi sono stati eseguiti, con le modalità sopra richiamate;
- certificato da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione, la descrizione delle caratteristiche tecniche e di quelle dimensionali.

In particolare la fornitura del rivestimento esterno deve essere accompagnata dalla seguente documentazione:

- certificato di collaudo e rispondenza del rivestimento alla norma UNI ISO 5256; in particolare nel certificato di collaudo deve essere attestato che tutte le prove ed i controlli sono stati effettuati con saggi prelevati sui materiali oggetto dell'ordinazione;
- certificazione riportante:
  - la descrizione del processo di applicazione dei singoli strati costituenti il rivestimento;
  - la descrizione delle caratteristiche, tecniche e dimensionali, dei rivestimenti;
  - la descrizione delle prove effettuate ed il loro esito.

## 22 Torcia statica

La torcia statica da disporre nell'impianto di discarica, realizzata completamente in acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 304 L, deve consentire la combustione di portate di biogas e deve essere costituita dai seguenti componenti tra loro integrati al fine di consentire il corretto funzionamento del sistema:

- valvola di intercettazione a sfera per garantire la sicurezza sulla linea di ingresso del biogas;
- rompifiamma con maglia fine in acciaio inox inserito tra la valvola e l'ugello di combustione;
- ugello di combustione in acciaio inossidabile opportunamente dimensionato per garantire le condizioni di operatività della torcia;
- camera di combustione, provvista di prese, ad altezza variabile, per l'inserimento

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

dell'accenditore e della termocoppia;

- supporto di montaggio per il fissaggio alla testa pozzo;
- bocchello per l'inserimento del sistema manuale di accensione;
- termocoppia di controllo della temperatura di combustione;
- quadro di comando.

Sulla torcia deve essere installato un sistema automatico di controllo e accensione di fiamma, dotato di un sensore di temperatura, posto a contatto con la fiamma, che provvede a segnalare al pannello di controllo lo stato di funzionamento della torcia.

Il pannello di controllo deve essere posto in prossimità della torcia e deve gestire i cicli di accensione automatica della torcia che devono essere impostati in fase di installazione. L'alimentazione del sistema deve essere garantita da una batteria situata all'interno del pannello di controllo.

Per consentire il funzionamento autonomo dell'impianto dovrà essere installato un pannello fotovoltaico che consente di ricaricare la batteria.

Il quadro elettrico deve essere dotato di un orologio programmabile per la gestione dell'ora e della durata dei cicli di accensione e di un visualizzatore di temperatura con il quale sarà possibile settare il valore di temperatura che fornisce il consenso al funzionamento del sistema, il valore della temperatura massima.

### **Modalità di posa**

L'impiego della torcia statica richiede una serie di accorgimenti e di procedure operative ben definite al fine di evitare danni alle persone ed alle cose. Gli operatori addetti alla installazione del sistema devono essere dotati di idonee attrezzature antinfortunistiche ed essere a conoscenza dei rischi connessi a operare in zone in cui è presente gas infiammabile. Si avrà cura, durante la posa dei vari componenti, di adottare le seguenti procedure:

- Completa sigillatura, con argilla, bentonite o miscele similari, della zona circostante il sistema di chiusura definitivo o provvisorio del pozzo di captazione (testa pozzo definitiva o a crescita progressiva);
- Verificare che in prossimità della torcia statica non esistano fughe di biogas dal corpo della discarica;
- Evitare di avvicinarsi alla torcia statica, principalmente di giorno ove a causa del colore

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

azzurro della fiamma la stessa risulta invisibile;

- Evitare contatti con la torcia statica, dopo la sua accensione.

### 23 Diaframma plastico composito

Diaframma a base bentonitica necessario per creare una barriera impermeabile allo scopo di consentire il completo isolamento del sito inquinato. Per la realizzazione del diaframma si utilizzerà una benna mordente con azionamento della chiusura a fune o con comando idraulico. Lo scavo avverrà per successivi pannelli (cfr. tav. D.14) fino al raggiungimento di una profondità di immersione all'interno dell'ammasso argilloso di potenza e permeabilità tali da essere equivalente ad uno strato impermeabile di spessore pari ad 1 m e permeabilità pari a  $10^{-9}$  m/s (cfr. D. Lgs 36/03). Tale profondità verrà determinata mediante la realizzazione di prove Lugeon secondo le seguenti modalità: dovrà essere realizzata una prova ogni 20 ml lungo l'intero perimetro del diaframma ed ogni prova dovrà indagare a tre diverse profondità variabili tra 10 e 28 m al di sotto del piano campagna. L'incidenza economica di codeste prove è interamente compresa nella voce di elenco prezzi riguardante la realizzazione del diaframma.

Contestualmente allo scavo, viene pompata nello scavo una soluzione a base di bentonite che ha lo scopo di sostenere le pareti dello stesso. Prima della solidificazione della miscela impermeabilizzante è previsto l'inserimento, all'interno dello scavo, della geomembrana realizzata in polietilene ad alta densità (HDPE) .

Qualora si presentino zone in cui non sia disponibile sufficiente spazio per consentire la movimentazione del macchinario per lo scavo, sarà cura dell'Appaltatore individuare, anche all'interno del perimetro della discarica, delle aree in cui posizionare il macchinario, prevedendo eventuali riconfigurazioni del piano campagna, in modo da permettere il corretto posizionamento della macchina.

Prima dell'esecuzione del diaframma, sarà effettuato un campo prove al fine di testare i principali parametri ed in particolare:

- dosaggi dei componenti la miscela;
- i tempi di avanzamento e risalita dell'utensile di scavo-iniezione;
- i tempi di presa della miscela iniettata ed i tempi di indurimento del conglomerato ottenuto;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

- le caratteristiche di permeabilità del conglomerato.

L'esecuzione del diaframma avverrà seguendo le fasi di seguito sintetizzate:

1. Pre-scavo di sbancamento (da realizzarsi solo qualora le condizioni operative lo richiedano): sarà realizzato lungo lo sviluppo longitudinale del diaframma uno sbancamento al fine di avere un piano di lavoro idoneo e nel contempo di rimuovere lo strato di terreno superficiale. Tale scavo consentirà poi di eseguire il diaframma impermeabile dalla quota di fondo prevista fino al piano di lavoro.
2. Cordoli guida: saranno realizzati lungo il tracciato planimetrico del diaframma, due muretti guida (corree), aventi la funzione di fornire un allineamento permanente materializzato sul terreno, di costituire una guida per l'utensile di scavo. Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro realizzazione, sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento). I suddetti muretti saranno realizzati in conglomerato cementizio ( $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$ ) debolmente armato ( $10\phi 12$  longitudinali, staffe  $\phi 8/30$  cm), con dimensioni non inferiori a 25 cm di larghezza e 60÷80 cm di altezza. Ad ogni modo il dimensionamento dell'armatura della correa deve essere tale da garantire l'appoggio dell'utensile in fase di sosta temporanea. Il getto dei cordoli sarà eseguito contro il terreno naturale quale cassero esterno; si dovrà avere cura di posizionare con precisione le cassature interne contrapposte, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa. I cordoli dovranno essere adeguatamente marcati in corrispondenza degli estremi di ciascun elemento di diaframma, anche con riferimenti esterni.
3. Dimensione e geometria dei pannelli: la paratia continua verrà formata eseguendo una serie di pannelli primari intersecati da pannelli secondari di chiusura. La sovrapposizione tra due pannelli adiacenti sarà di almeno 30 cm.
4. Scavo e iniezione: nell'esecuzione dell'opera il gruppo di scavo viene infisso nel terreno e contemporaneamente la miscela autoindurente viene iniettata. Il terreno derivante dallo scavo deve essere asportato.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## **Materiali di base della miscela**

### Cemento

Il materiale deve rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965 n. 595, nel D.M. 3 – 6 – 1968 (“Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi”) e nelle successive modifiche.

I cementi di cui all'art. 1 lettere A e C della legge 26 maggio 1965 n. 595, cioè i cementi normali e ad alta resistenza Portland, pozzolanico e di alto forno, devono possedere una certificazione conforme alle procedure degli allegati 1, 2 e 3 del D.M. 12 luglio 1999, n. 314.

### Bentonite

Le caratteristiche della bentonite utilizzata per la preparazione della miscela devono essere specificate mediante le seguenti prove:

- Contenuto in montmorillonite
- Indice di rigonfiamento (ASTM D5890)
- Massa areica (prEN 14196)

## **Composizione della miscela plastica**

La composizione della miscela deve essere studiata o progettata in relazione alle prestazioni richieste di conducibilità idraulica, plasticità, resistenza a medio e lungo termine, compatibilità chimica, alle proprietà richieste in fase di getto (tempo di presa) e alle tempistiche di scavo e di posa della geomembrana. Essa deve quindi possedere caratteristiche tali da poter soddisfare contemporaneamente le seguenti esigenze:

- elevata resistenza all'attacco chimico;
- bassa conducibilità idraulica:
- conducibilità idraulica  $< 10^{-8}$  m/s a medio termine;
- conducibilità idraulica  $< 10^{-9}$  m/s a lungo termine;
- elevata deformabilità: capacità di adattarsi e seguire le eventuali deformazioni del terreno.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

Il campo di composizione ottimale della miscela impermeabilizzante è compreso tra le seguenti percentuali in peso (Jefferis, 1981):

acqua: 68 ÷ 88 %;

bentonite: 3 ÷ 7 %;

cemento: 8 ÷ 25 %

e deve avere inoltre le seguenti caratteristiche:

- rendimento volumetrico a breve termine superiore al 97%, contenendo al minimo la separazione d'acqua per sedimentazione;
- viscosità iniziale superiore a 40 s prova Marsh, preferibilmente dell'ordine di 45 s ÷ 50 s, per assicurare la massima stabilità della miscela durante la lavorazione e la massima omogeneità del prodotto finito;
- resistenza a rottura a compressione semplice su provini cilindrici a 28 giorni:  $0,05 \text{ N/mm}^2 < R_{ck} < 0,5 \text{ N/mm}^2$ ;
- rapporto tra il modulo elastico tangente iniziale  $E_I$  e la resistenza a rottura  $R_{ck}$  a 28 giorni: 250÷300;
- rapporto tra il modulo elastico secante a rottura  $E_r$  e la resistenza a rottura  $R_{ck}$  a 28 giorni: 100÷130;
- coefficiente di permeabilità a 28 giorni:  $K < 10^{-8} \text{ m/s}$ .

Come già specificato precedentemente, la composizione della miscela sarà definita con precisione soltanto a valle di un campo prove sul terreno in cui andrà realizzato il diaframma, in modo da considerare le interazioni tra i materiali utilizzati ed eventuali sostanze (ad es. composti organici, basici o acidi etc...) presenti all'interno del sottosuolo, che potrebbero limitare la funzionalità del diaframma. In particolare, nell'ottica di prevenire fenomeni di attacco chimico e qualora i risultati del campo prove lo rendano auspicabile, dovrà essere prevista la sostituzione parziale del cemento Portland con ceneri volanti (frazione tra il 6 e l'8 %) provenienti da processi di combustione di carbone.

La miscela deve essere sempre mantenuta ad un livello costante, mediante una centrale di iniezione. Nel caso la parte superiore del diaframma si screpolasse per effetto di evaporazione, L'Appaltatore deve provvedere ad iniettare nello scavo una ulteriore quantità di miscela.

Durante la perforazione occorrerà tenere conto dell'esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma, dovranno quindi essere

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un improprio impiego dei fanghi bentonitici.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento all'elaborato di progetto "A.9 - Relazione di dimensionamento del diaframma plastico composito".

### 23.1 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni elemento di diaframma dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sulla miscela autoindurente usata per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo cavo prima della posa del tubo getto;
- "Slump" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico dell'elemento diaframma;
- "profilo di getto" (andamento dello spessore medio effettivo lungo il diaframma) ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice di provini di conglomerato cementizio.

Alla documentazione generale dovrà inoltre essere allegata:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio.

### 23.2 Preparazione del piano di lavoro e perforazione

L'Appaltatore avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati dalla perforazione possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Analoga attenzione dovrà essere prestata a possibili inquinamenti di superficie o della falda da parte di una incontrollata discarica dei detriti e/o della miscela autoindurente.

L'Appaltatore dovrà predisporre, lungo il tracciato planimetrico del diaframma, due muretti guida in conglomerato cementizio debolmente armato, delle dimensioni non inferiori a 25 cm di larghezza e 60÷80 cm di profondità dal piano di lavoro, distanti tra loro dello spessore del diaframma aumentato di 4÷6 cm, allo scopo di definire la posizione degli utensili di scavo, di assicurare un riferimento stabile per il posizionamento delle armature e di evitare il franamento del terreno nella fascia di oscillazione del livello del fango.

Il piano di lavoro dovrà essere situato ad una quota di almeno 1,5 m superiore al livello di massima falda prevedibile, salvo diversa disposizione dell'Ufficio di Direzione Lavori. Lo scavo dovrà essere eseguito senza soluzione di continuità sino a dare il diaframma ultimato alla quota di progetto; nel caso fosse necessario sospendere la fase di scavo, l'Appaltatore dovrà darne immediatamente notizia all'Ufficio di Direzione Lavori, che si riserverà di degradare o di non accettare il diaframma interrotto.

### 23.3 Controlli in corso d'opera

I controlli in corso d'opera hanno lo scopo di verificare la rispondenza dei materiali e della miscela alle specifiche tecniche, la correttezza delle procedure di costruzione e le dimensioni del diaframma, con particolare riguardo alla verticalità e alla profondità di immorsamento all'interno del substrato a bassa conducibilità idraulica. Il tutto al fine di assicurare che il prodotto finito sia conforme ai requisiti di progetto.

Si precisa la necessità che sia predisposto un piano di controllo di qualità dettagliato e completo e personale di cantiere con provata esperienza nel settore. Si evidenzia, inoltre, l'utilità dell'allestimento di un campo-prova non solo per mettere a punto le modalità esecutive ma soprattutto per valutare le reali prestazioni della cinturazione. Il campo-prova deve consistere nel confinamento di un'area limitata in cui le caratteristiche stratigrafiche siano le stesse dell'area complessiva da cinturare (tale area potrebbe anche essere realizzata in corrispondenza di una porzione del diaframma vero e proprio). In alternativa al confinamento di un'area limitata, si

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

dovrebbero realizzare uno o più pannelli, costruiti con le stesse modalità del diaframma complessivo, dove eseguire parte dei controlli.

### **Controlli sulla geometria del diaframma**

I controlli sulla geometria del diaframma sono finalizzati a verificare che esso sia costruito a regola d'arte. A questo scopo, ogni 5 metri, devono essere effettuate le seguenti verifiche:

- posizione planimetrica dell'asse dello scavo;
- quota del piano di campagna;
- profondità del tetto dello strato impermeabile;
- profondità del fondo scavo;
- verticalità dell'escavazione;
- larghezza dello scavo;
- dimensioni dei pannelli di geomembrana;
- quota sul piano di campagna della parte superiore della geomembrana (misura da ripetere dopo l'indurimento della miscela);
- posizione orizzontale nello scavo della sezione di geomembrana (misura da ripetere dopo l'indurimento della miscela);

Il tracciamento del perimetro dovrà avvenire tramite opportuni punti di riferimento fissi esterni all'area di scavo. La planimetria del diaframma sarà costantemente aggiornata in base all'avanzamento e alle modalità del lavoro. Lungo il tracciato verranno ubicati chiari riferimenti ad indicare il posizionamento dei pannelli eseguiti e da eseguire, utilizzando picchetti infissi nel terreno, riferimenti sulle dime e quanto si ritiene opportuno.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 1%, nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a  $S/3 L$  ( $S$  = spessore;  $L$  = profondità del diaframma).

I controlli di verticalità dovranno essere eseguiti, di norma, prima dell'esecuzione dei getti con sonde ad ultrasuoni oppure, quando reso possibile dall'attrezzatura di perforazione, anche durante l'esecuzione dello scavo applicando appositi inclinometri al sistema di scavo.

Le tolleranze  $\Delta S$  sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

- per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:

$$0,01 S < \Delta S \leq 0,1 S;$$

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):

$$0,01 S < \Delta S \leq 0,01 S.$$

La profondità "L" dovrà risultare conforme al progetto  $\cong$  20 cm, salvo diversa indicazione motivata dell'Ufficio di Direzione Lavori.

La profondità di immorsamento si valuta facendo riferimento ai sondaggi disponibili lungo il tracciato del diaframma e controllando costantemente la quantità di terreno scavato dal substrato. Il controllo deve essere fatto anche mediante misura diretta della profondità dello scavo ad intervalli di 2-2.5 m. Nel caso il terreno del substrato non possa essere univocamente individuato, è opportuno il campionamento del terreno finalizzato ad individuare la profondità del substrato lungo il tracciato del diaframma.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, senza che perciò l'Appaltatore abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

### **Controlli sulla miscela**

Al fine di verificare le caratteristiche della miscela, deve essere svolta una serie di prove di qualificazione. I campioni, prelevati sia dall'impianto di miscelazione sia direttamente dallo scavo, a differenti profondità (almeno uno nella porzione superficiale e uno a fondo scavo), devono essere sottoposti alle seguenti prove:

- 1 misura in sito di pH;
- misure in sito di peso specifico;
- 5 misure di viscosità utilizzando il cono di Marsh
- prova in sito di decantazione, dopo 4 ore;
- 1 prova di perdita a filtraggio (API PP 131 B);
- 6 prove di permeabilità dopo 28 giorni di maturazione in acqua;
- 9 prove di compressione non confinata (2 prove a 7 e 14 giorni di maturazione, 5 a 28 giorni);

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

- pH:  $6.5 \div 10$ ;
- peso specifico:  $< 1.03 \text{ g/m}^3$ ;
- viscosità:  $< 32$  secondi su campioni prelevati dall'impianto di miscelazione;  
 $< 65$  secondi su campioni prelevati dallo scavo;
- decantazione:  $< 1\%$ ;
- perdita a filtraggio:  $< 180 \text{ cm}^3$ ;
- conducibilità idraulica: i risultati devono essere conformi alle specifiche progettuali;
- resistenza a compressione non confinata:  $1.5 \div 10 \text{ Mpa}$ .

In corso d'opera dovranno essere prelevati all'impianto di confezionamento n.3 campioni di miscela ogni  $500 \text{ m}^3$  in appositi contenitori da inviare ad un laboratorio attrezzato e dopo 28 giorni di maturazione dalla data di confezionamento dovranno essere eseguite prove di densità, di resa volumetrica, di resistenza a compressione semplice e di permeabilità.

I provini per le prove di compressione semplice devono essere di forma cilindrica, con diametro  $\phi = 38 \text{ mm}$  e altezza  $H = 76 \text{ mm}$ , ricavati da campioni di maggiori dimensioni dopo maturazione in acqua o in ambiente umido-saturo. E' importante che le fustelle vengano selezionate di diametro e di altezza tali da poter ottenere campioni mediante semplice estrazione senza eseguire il trimming.

Se necessario, l'Ufficio di Direzione Lavori può richiedere che vengano effettuati prelievi di campioni di diaframma mediante carotaggio eseguito con sonda a rotazione.

Dovrà poi essere effettuato anche un prelievo di miscela all'interno dello scavo, che consente di tenere conto degli effetti della presenza di terreno scavato e dell'acqua di falda all'interno della miscela ed è quindi più rappresentativo rispetto al prelievo dall'impianto. Tali prelievi vanno considerati come controlli sulla qualità del materiale che effettivamente costituisce il diaframma, ma non possono essere esaustivi come controlli sulle prestazioni globali del diaframma a causa del modesto volume di materiale, che non può essere considerato rappresentativo del diaframma complessivo. La frequenza di prelievo, che dipende anche dall'importanza e dalla profondità dell'opera, deve essere di almeno 1 prelievo ogni  $100 \text{ m}^3$ , con un prelievo in prossimità della superficie, uno verso il fondo scavo (ed eventualmente uno a profondità intermedia), prelevando miscela sufficiente per formare 3 campioni per ciascun prelievo. Non tutti i campioni devono essere sottoposti a prova e non necessariamente da tutti i prelievi. Si raccomanda di eseguire almeno 4 prove di compressione non confinata e 4 prove di conducibilità idraulica ogni  $1000 \text{ m}^2$  di

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

diaframma e di eseguire le prove a due stagionature diverse (e.g. 28 e 90 giorni) per verificare l'evoluzione del processo di idratazione del cemento.

Anche per i campioni prelevati dallo scavo valgono le stesse cautele e raccomandazioni già indicate per i campioni prelevati dall'impianto. Per la misura della permeabilità è di fondamentale importanza che i campioni siano testati con permeametri che consentono il controllo della pressione efficace applicata, preferibilmente permeametri a parete flessibile. Le tensioni efficaci applicate devono essere modeste onde evitare di certificare valori di permeabilità falsamente bassi. A tale riguardo è indispensabile l'esecuzione di prove con procedure standardizzate specificamente per materiali a bassa permeabilità (e.g. ASTM D5084-10).

Al termine dello scavo il livello della miscela nello scavo deve essere tenuto sotto controllo fino alla sua stabilizzazione (in genere sono sufficienti 24 ore). L'acqua di bleeding che si forma in superficie va rimossa e sostituita con nuova miscela fino a raggiungere la quota di progetto. Ciò è opportuno che sia fatto previa scarificazione della superficie e non oltre il mese di stagionatura per evitare la formazione di discontinuità. Nel caso si sia comunque raggiunta la quota di progetto, l'acqua di bleeding va mantenuta per prevenire l'essiccamento fino a che non si provvede alla copertura.

### **Geomembrana in HDPE**

Le geomembrane utilizzate devono soddisfare i requisiti previsti dalla normativa UNI 8898-6 e possedere caratteristiche di stabilità dimensionale a caldo tali che la variazione dimensionale percentuale, in direzione longitudinale e trasversale, sia minore o uguale al 2%. Ai fini della normativa UNI 10567 lo spessore deve essere non inferiore a mm 2.

Al fine di certificare l'integrità dello strato di impermeabilizzazione, occorre verificare la rispondenza del materiale alle specifiche tecniche fornite dal produttore, oltre che la correttezza delle operazioni di posa.

Prima della messa in opera occorre assicurarsi che le procedure di imballaggio, trasporto e movimentazione non abbiano danneggiato il materiale; i rotoli, i quali devono essere riconoscibili attraverso un apposito contrassegno di identificazione che ne illustra le specifiche tecniche, devono essere stoccati in un luogo riparato dagli agenti atmosferici e coperti con teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV (ASTM D4873).

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

Durante le operazioni di messa in opera, deve essere prelevato un campione di geomembrana ogni 500 m<sup>2</sup> di materiale per l'esecuzione le seguenti prove:

- spessore (ASTM D5199; UNI EN 1849);
- resistenza a rottura (ASTM D638, UNI EN 12311);
- allungamento a rottura (ASTM D638, UNI EN 12311);
- resistenza al punzonamento (UNI EN 12236)

I risultati vanno confrontati con i valori specificati dal fornitore della geomembrana, al fine di verificarne l'assoluta corrispondenza.

La saldatura dei giunti ai teli deve essere eseguita con accessori e tecniche specifiche da personale qualificato, secondo gli standard imposti dalla norma UNI 10567.

L'affidabilità delle saldature deve essere controllata attraverso l'esecuzione dei seguenti test:

- Prove Frequenza Standard
- Test su giunture di prova 2 per giornata di lavoro UNI 10567
- Test non distruttivi 1 per saldatura
- Test distruttivi 1 ogni 100m di saldatura UNI 10567

I test non distruttivi, applicati alle saldature a doppia pista, consistono nell'immissione di aria compressa all'interno del canale tra le due fasce saldate e nella verifica della tenuta per almeno 10 minuti. La pressione applicata è proporzionale alla temperatura e allo spessore della geomembrana (ad esempio per un telo di HDPE a 20 °C la pressione da applicare è di circa 5 – 6 bar). La prova si considera superata quando l'eventuale caduta di pressione non supera il 10 % del valore imposto. Le saldature per estrusione devono essere controllate con un rilevatore a ultrasuoni, costituito da una sonda emittente e ricevente che, dopo opportuna taratura, permette di misurare lo spessore della saldatura evidenziandone eventuali discontinuità.

I test distruttivi vengono eseguiti su campioni prelevati in sito, di forma approssimativamente quadrata con lato minimo di 30 cm, su cui vengono misurate:

- resistenza al taglio o shear strength (UNI 8202/30): la saldatura deve essere in grado di sopportare uno sforzo pari all'80 % del valore specificato per la geomembrana;
- sfogliamento o peel strength (UNI 10567): deve essere in grado di sopportare uno sforzo pari a 1750 N/m (10 lbs/in).

Le giunzioni devono essere costituite da un unico elemento per tutto lo sviluppo verticale del diaframma; qualora la saldatura dei giunti sia inevitabile (nel caso la profondità del diaframma sia

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

superiore alla lunghezza massima del giunto commercialmente disponibile), le saldature devono essere verificate nella misura del 100 per cento.

Durante la messa in opera dei pannelli in HDPE deve essere verificato l'accoppiamento dei semigiunti mediante l'introduzione nel semigiunto già in opera di un testimone costituito da uno spezzone di semigiunto, lungo approssimativamente 15 cm, sospeso ad un filo metallico mantenuto in tensione. Il testimone viene spinto lungo il semigiunto in opera dal pannello in fase di introduzione e la prova viene considerata positiva se il testimone fuoriesce dall'estremità inferiore del semigiunto. L'accoppiamento dei due semigiunti deve avvenire correttamente al primo tentativo; è ammessa un'unica ripetizione della manovra ogni 25 m lineari di estensione del diaframma.

#### **23.4 Controlli finali e collaudo**

I controlli ad opere ultimate vengono realizzati dopo un tempo predeterminato per accertarne il comportamento nelle reali condizioni d'esercizio. Hanno la funzione, unitamente ai controlli in corso d'opera, di consentire la verifica dell'esecuzione dell'opera in conformità al progetto.

Le prove ad opera ultimata possono sostanzialmente essere classificate in prove invasive, le quali necessitano di un intervento diretto sull'opera (campionamenti, perforazioni, infissione di strumenti, ecc...), e in prove non invasive, che non richiedono installazioni sulla stessa.

Poiché le prove invasive potrebbero danneggiare l'opera definitiva (soprattutto se è prevista la geomembrana) è buona norma realizzare pannelli di prova, fuori opera o in continuità (elementi a T), rappresentativi di un tratto di diaframma, eseguiti con gli stessi materiali e le medesime procedure operative. In alcuni casi (ad esempio anche per le palancole metalliche) può anche essere realizzata un'area confinata di dimensioni ridotte (campo prova).

#### **Metodi geofisici**

Le indagini geofisiche consentono di individuare eventuali difetti di costruzione della barriera come discontinuità strutturali o il mancato immorsamento nello strato impermeabile di fondo.

Mentre le indagini dirette forniscono dati puntuali, al massimo riferibili alla verticale sul punto di indagine, le indagini indirette forniscono una visione bidimensionale e tridimensionale delle caratteristiche del diaframma. Inoltre, poiché le indagini dirette incidono sull'integrità strutturale

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

della barriera, specialmente se applicate a diaframmi di piccolo spessore o a diaframmi composti con geomembrana interna, i metodi geofisici rappresentano una risorsa utile per i casi in cui non è possibile predisporre una barriera di prova fuori sito.

Le prove comunemente impiegate per il controllo post operam ed il monitoraggio delle barriere impermeabili verticali comprendono principalmente metodi elettromagnetici, georadar ed elettrici.

### **Metodi elettromagnetici**

I metodi elettromagnetici, detti anche ad induzione, permettono di misurare la conduttività elettrica dei terreni e dei materiali costituenti la barriera impermeabile. Nella bobina emittente viene fatta passare una corrente alternata a cui si associa un campo elettromagnetico primario, che investe una porzione di sottosuolo e una bobina ricevente posta ad una certa distanza; nelle zone a diversa conduttività eventualmente presenti nel sottosuolo, vengono indotte delle correnti elettriche che originano a loro volta dei campi elettromagnetici secondari. Il ricevitore viene pertanto investito dal campo magnetico primario e da quelli secondari, i quali saranno distorti rispetto al primario in ampiezza e fase. La misura di queste modificazioni consente di identificare nel sottosuolo zone a diversa conduttività. Poiché la conduttività dei terreni dipende in larga misura dal contenuto d'acqua e dalla concentrazione di elettroliti dissolti, questo metodo permette di identificare la presenza di settori contaminati a valle della barriera impermeabile, indicando la presenza di difetti strutturali nella stessa. Inoltre, in considerazione del fatto che le miscele cemento - bentonite sono fortemente conduttive in relazione alla grande quantità di ioni liberi presenti, tali difetti (fessurazioni o disomogeneità) possono essere identificati da una diminuzione della conduttività in alcuni settori della barriera impermeabile.

### **GPR (Ground Penetrating Radar)**

Il GPR (Ground Penetrating Radar) ad impulso elettromagnetico è un sistema elettronico, in grado di indagare i terreni e i materiali con notevole dettaglio utilizzando la riflessione d'onde elettromagnetiche prodotte da un trasmettitore d'impulsi elettromagnetici a larga banda. La rapida successione di trasmissione d'impulsi e di ricezioni d'onde riflesse permette la ricostruzione di una serie di sezioni verticali che illustrano visivamente gli andamenti delle discontinuità presenti nel sottosuolo, permettendo così di individuare la presenza di materiali metallici, fondazioni in cemento, tubazioni, cavi, cavità, perdite di liquidi.

Le applicazioni di questo strumento alla verifica delle barriere impermeabili verticali permettono di evidenziare fratture e disomogeneità della barriera.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### Metodi elettrici

I metodi elettrici con stendimenti tradizionali (Wenner, Schlumberger, dipolo - dipolo, ecc.) possono fornire indicazioni sulla presenza di contaminanti nel sottosuolo sulla base di una misura dei diversi valori di resistività del sottosuolo, al passaggio di una corrente continua.

In sintesi, il metodo si basa sul principio secondo il quale, applicando una corrente di intensità nota per mezzo di due elettrodi AB (elettrodi di corrente) e misurando una differenza di potenziale tra due elettrodi MN (elettrodi di potenziale), è possibile risalire alla resistività del terreno.

I metodi elettrici, come gli altri metodi geofisici descritti precedentemente, consentono di individuare discontinuità e disomogeneità nella barriera. Possono essere applicati anche per la localizzazione di una contaminazione delle acque sotterranee, ma l'esperienza nel campo delle discariche ha evidenziato che le correlazioni tra le caratteristiche idrochimiche delle acque sotterranee e i risultati delle prospezioni elettriche hanno un margine di errore estremamente alto.

### Prove di infiltrazione

Le prove di permeabilità in foro di sondaggio applicabili a sistemi di confinamento verticali sono riconducibili essenzialmente a quelle applicate ai terreni naturali e possono essere a carico costante o a carico variabile. La maggiore difficoltà nell'esecuzione di questo tipo di prove consiste nell'esecuzione della perforazione di sondaggio, in quanto potrebbe danneggiare fortemente la barriera e/o eventuali geomembrane interne, e nel garantire la verticalità del foro in modo che esso rimanga interamente all'interno del diaframma.

Generalmente i valori di conducibilità idraulica ottenuti con le prove di permeabilità in foro di sondaggio risultano essere 1 o 2 ordini di grandezza superiori a quelli risultanti da prove di laboratorio su campioni del diaframma.

### Prove con piezocono

Per la verifica post - operam della tenuta di diaframmi in cemento – bentonite si possono applicare prove CPTU con piezocono in fori di sondaggio operati nella barriera.

Esse presentano il vantaggio di essere di veloce esecuzione e possono essere ripetute nel tempo anche su verticali di indagine molto vicine, fornendo inoltre indicazioni sulla omogeneità della miscela. Gli svantaggi riguardano la possibile fuoriuscita della punta dal diaframma, la possibilità di danneggiare le geomembrane eventualmente installate e alcune incertezze in fase di interpretazione dei risultati. Per l'interpretazione delle prove si può fare riferimento alle seguenti relazioni (Manassero, 1994):

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

$$\log k = 2.61\sqrt{B_k} - 10.93$$

$$B_k = \frac{q_t^2}{100 \cdot f_s \cdot \Delta u}$$

e:

- k = conducibilità idraulica del diaframma
- qBtB = resistenza alla punta;
- fBsB = resistenza all'attrito laterale;
- u = incremento di pressione interstiziale.

### **Prove di permeabilità su campioni**

Le prove in laboratorio più comunemente utilizzate nella fase post operam sono quelle eseguite con permeametro a parete flessibile. Il prelievo dei campioni di diaframma è un'operazione critica a causa del comportamento piuttosto fragile delle miscele cemento – bentonite in condizioni drenate e della sensibilità alla fatturazione meccanica durante le fasi di trivellazione; è difficile infatti ottenere una percentuale elevata di campioni rappresentativi per cui spesso non si può sapere in che misura il disturbo dei campioni influisca sui risultati delle misure.

Qualora si ritenga che l'estrusione del campione dal tubo campionatore possa danneggiare irreparabilmente l'integrità del materiale, può essere utile confezionare il provino evitando questa operazione e prelevando direttamente dalla fustella tramite il taglio di porzioni trasversali. Le prove saranno quindi eseguite sul materiale contenuto negli anelli rigidi.

In generale le prove di laboratorio su campioni di diaframma forniscono dei valori puntuali, e spesso poco rappresentativi, delle prestazioni dell'intera struttura intermini di impermeabilità.

Queste discrepanze nascono non solo a causa della presenza di difetti connessi a problemi in fase di costruzione dell'opera (giunti tra pannelli, lenti di materiale più permeabile, disomogeneità e fratture nel diaframma), ma anche a problematiche insite nelle prove di permeabilità in laboratorio,

### **Prove di tenuta di un palancoolato metallico**

Questo tipo di prove, eseguite su un tratto sperimentale chiuso di palancoolato (campo prova), permettono di verificarne la tenuta idraulica nelle condizioni di esercizio.

Durante l'esecuzione, la parte interna dell'impianto di prova viene riempito d'acqua mentre il tratto di palancoolato viene deformato progressivamente con martinetti idraulici al fine di simulare la

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

spinta del terreno. Vengono generalmente applicati 6 incrementi di deformazione corrispondenti a frecce rispettivamente pari a 10, 20, 30, 40, 60, 90 mm.

Ad ogni intervallo di deformazione, della durata non inferiore a 4 minuti, viene verificata la totale assenza di perdite d'acqua.

La durata ridotta della prova non consente però di disporre di valutazioni complessive sulla tenuta del sistema a lungo termine.

Altre prove per verificare la tenuta di palancolati metallici consistono in prove di stress idraulico o prove con traccianti.

Nel primo caso, applicabile per cinturazioni complete, viene pompata acqua da un pozzo interno al palancolato, verificandone la tenuta in base all'assenza di abbassamenti indotti in piezometri esterni al marginamento. Nel caso di prove con traccianti si immette un composto tracciante in un pozzo esterno in prossimità di un giunto e si controlla la tenuta verificando la concentrazione del tracciante in piezometri interni.

## 24 Conduiture elettriche

### 24.1 Generalità

Nella scelta e nella messa in opera delle condutture dovranno essere rispettati i principi fondamentali di cui al Cap. XIII delle Norme CEI 64-8 (ultima edizione), applicabili ai cavi, ai conduttori, ai loro morsetti, alle loro giunzioni, ai loro supporti ed ai loro involucri o metodi di protezione contro le influenze esterne.

### 24.2 Tipi di condutture

Le linee di distribuzione principale saranno costituite dai cavi elettrici multipolari ed unipolari. Particolare cura dovrà essere posta nella loro posa in opera, in riferimento ai raggi di curvatura, alla loro disposizione nelle passerelle o canalette e nella loro eventuale posa interrata.

Salvo diverse prescrizioni, sono ammesse le seguenti condizioni di posa:

a) per i cavi di maggior potenza (distribuzione primaria), il progetto definisce sempre le condizioni di posa. Essi saranno sempre del tipo a doppio isolamento e abitualmente dovranno transitare, conformemente a quanto stabilito dal progetto, in cunicoli, su canalette metalliche o in cavidotti opportunamente predisposti;

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

b) per i cavi relativi alla distribuzione secondaria, nella generalità dei casi, in tubi protettivi di forma circolare annegati nella muratura, in cavidotti o canalizzazioni. Non è ammessa la posa di cavi con semplice isolamento in cavidotti interrati o su canalizzazioni metalliche;

c) per la distribuzione secondaria, qualora indicato nelle Tavole di progetto, cavi con o senza guaina esterna in tubi incassati o canali protettivi non metallici ancorati esternamente alle pareti;

### **24.3 Protezione dalle sorgenti esterne**

Le condutture devono essere adeguatamente protette contro le influenze esterne del calore (quali ad esempio quelle provenienti da apparecchi di illuminazione, azione diretta del sole, etc.). Tali protezioni possono essere assicurate da schermi, protezioni meccaniche supplementari, etc. Le condutture elettriche dovranno essere scelte e messe in opera in modo che nessun danno possa venire causato dall'acqua o dalla condensa o dall'ingresso di corpi solidi. Ciò si ottiene, in genere, quando ogni elemento della conduttura, dopo la messa in opera, risulti conforme al grado di protezione IP richiesto. Nei luoghi in cui la polvere sia presente in quantità significativa dovranno essere adottate idonee condizioni di installazione per impedire l'accumulo di tali sostanze.

Per gli ambienti esterni (anche parzialmente) interrati o seminterrati (o assimilabili) è ammesso il grado di protezione minimo IP44, salvo più severe disposizioni. Ciò non si applica se il progetto prevede la posa di cavi direttamente interrati purché i cavi prescelti siano idonei a questo tipo di posa.

Le Tavole di progetto possono stabilire condizioni di protezione più severe da quelle più sopra specificate.

Le condutture elettriche devono essere scelte e posate in modo da rendere minimi i danni provocati da sollecitazioni meccaniche (urti, schiacciamenti, etc.). Tali protezioni possono essere assicurate da protezioni meccaniche supplementari, da dimensionarsi in funzione della sollecitazione prevedibile. Nel caso delle condutture posate in tubi protettivi o canalizzazioni e relativi accessori, è necessario prevedere adeguate sezioni di queste ultime per evitare danneggiamenti anche parziali durante il tiraggio dei cavi. Inoltre, le condutture devono essere scelte e posate per evitare i rischi provenienti dalla presenza, anche occasionale, di flora, muschio e fauna.

### **24.4 Portata delle condutture**

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Le condutture devono essere scelte e dimensionate per assicurare una durata di vita soddisfacente. In sede di progetto queste sono dimensionate in accordo con le Tabelle CEI-UNEL relative alla tipologia delle condutture utilizzate o in accordo con le portate stabilite dai costruttori.

#### 24.5 Caratteristiche dei cavi elettrici

Vengono di seguito indicate le principali caratteristiche dei cavi elettrici da utilizzare per la realizzazione degli impianti elettrici.

- REAZIONE ALL'INCENDIO:

**1.** tutti i cavi elettrici utilizzati per la distribuzione primaria dovranno avere caratteristiche di non propagazione dell'incendio e della fiamma (CEI 20-22 II) (CEI 20-35) e a ridotta emissione di gas corrosivi in caso d'incendio (CEI 20-37 II). In aggiunta a tali caratteristiche i cavi di distribuzione secondaria dovranno essere rispondenti alla norma CEI 20-22 III, CEI 20/37, CEI 20/38 e quindi a ridottissima emissione di gas tossici, fumi opachi ed assenza di gas corrosivi in caso di incendio.

- TENSIONE NOMINALE:

i conduttori elettrici dovranno essere isolati in relazione alla tipologia dell'impianto.

I cavi relativi alla sezione di MT devono essere isolati per una tensione nominale di 15/20 kV.

Tutti i cavi di BT della distribuzione primaria e della distribuzione secondaria ( solo dorsale se richiesta dai documenti progettuali) devono essere isolati per una tensione nominale di 0,6/1 kV.

Tutti i conduttori relativi alla distribuzione secondaria, a valle delle scatole di derivazione di dorsale, devono essere isolati per una tensione nominale di 450/750V.

- MATERIALE ISOLANTE:

i conduttori dei cavi elettrici di MT e B.T. saranno rivestiti in gomma sintetica, qualità G7, rispondente alle norme CEI 20-11, 20-34.

I cavi unipolari a valle delle cassette di derivazione principali e dei circuiti degli impianti speciali che potranno essere di qualità inferiore G9.

- GUAINA DI PROTEZIONE:

tutti i cavi elettrici relativi alla distribuzione primaria dovranno essere provvisti di guaina protettiva esterna, in PVC

I cavi unipolari a valle delle cassette di derivazione e i conduttori di comando e

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

segnalazione posti nelle canalizzazioni dedicate, potranno essere sprovvisti di guaina di protezione.

La guaina per i cavi di MT deve essere una miscela a base di PVC, rispondente alle Norme CEI 20-11.

**- SCHERMATURA:**

i cavi di MT saranno dotati di schermo metallico di rame non stagnato.

**- CONDUTTORI:**

tutti i conduttori saranno di rame del tipo a corda flessibile; è consentito l'impiego di cavi a corda rigida per i soli cavi di sezione superiore a 50 mm<sup>2</sup>.

I cavi di MT avranno il conduttore in corda rotonda compatta di rame stagnato rispondente alle Norme CEI 20-29, classe 2.

**- NUMERO E SEZIONE DEI CONDUTTORI:**

tutti i cavi elettrici, con eccezione di quelli unipolari a valle delle cassette di derivazione e di quelli di comando e segnalazione, saranno multipolari fino a 50mm<sup>2</sup> er conduttori di sezione maggiore di 50 mm<sup>2</sup> dovranno essere impiegati cavi unipolari. Tali cavi unipolari, in ogni caso, saranno raggruppati e legati ogni metro.

Tutti i cavi multipolari di sezione fino a 25 mm<sup>2</sup>dovranno includere anche il conduttore di protezione.

Per i cavi multipolari di sezione superiore a 25 mm<sup>2</sup>, il conduttore di protezione sarà unipolare e separato dal cavo stesso, ma ad esso legato per seguire lo stesso percorso.

Il conduttore di neutro (se presente) deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase per sezioni fino a 25 mm<sup>2</sup>; per sezioni superiori a 25 mm<sup>2</sup> , il neutro può avere una sezione inferiore ai conduttori di fase (ma mai inferiore a 16 mm<sup>2</sup>) se la corrente massima che si prevede possa percorrere tale conduttore durante il servizio ordinario non è superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta prescelta.

I cavi dei circuiti in partenza dai Quadri di zona o servizi avranno sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di illuminazione e 4 mm<sup>2</sup> per i circuiti prese E.I./F.M.

I conduttori attivi unipolari a valle delle cassette di derivazione saranno di sezione minima di 1.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti luce e di sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti prese.

Le sezioni e formazioni delle linee elettriche di trasporto e di distribuzione dovranno essere in accordo agli elaborati grafici di progetto. In ogni caso le sezioni dei conduttori dovranno essere

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

coordinate con il dispositivo di protezione a monte, dimensionate tenendo conto dei vari parametri che influenzano la portata (posa, temperatura, circuiti adiacenti, isolamento, ecc.), secondo le tabelle CEI UNEL, e verificate nei riguardi della caduta di tensione a fine linea.

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1, con i minimi indicati nella tab. 2:

Tab. 2 Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

	Protetti meccanicamente	Non Protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato(*)
Non protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato(*)	

(\*) Zincatura secondo la norma CEI7-6 oppure con rivestimento equivalente

- In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art.543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = (I^2 t)^{1/2} / K$$

nella quale:

$S_p$  è la sezione del conduttore di protezione [mm<sup>2</sup>];

$I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

$t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];

$K$  è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

- COLORAZIONE DEI CAVI:

sarà in accordo alla tabella CEI UNEL 00722.

- SIGLE DEI CAVI ELETTRICI DA IMPIEGARE:

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

- cavi tipo FG7R-0,6/1kV per linee di trasporto energia B.T. dai trasformatori di potenza fino al quadro di piano, per la distribuzione primaria od utenza concentrata;
- cavi tipo N07G9-K per linee a valle delle cassette di derivazione della distribuzione secondaria (circuiti terminali).

Tutti i cavi dovranno riportare il marchio o la stampigliatura del marchio I.M.Q.

## 24.6 Connessioni elettriche

Le connessioni elettriche tra conduttori e tra conduttori e gli altri componenti devono assicurare una adeguata continuità elettrica, una adeguata resistenza meccanica, un adeguato isolamento (morsetti a cappuccio) ed elevati standard di affidabilità.

Nella generalità dei casi, le connessioni dovranno essere situate in involucri (cassette, scatole, etc.) che forniscano una adeguata protezione meccanica e ne permettano la verifica e l'accessibilità.

Caratteristiche delle passerelle, canalette, tubi protettivi, cassette e scatole di derivazione

Per il fissaggio dei cavi elettrici all'interno di cavedi o per altri transiti particolari ove è prevista l'installazione di cavi di sezione consistente o in numero elevato, è richiesto l'utilizzo delle passerelle. La larghezza delle passerelle sarà scelta in modulo di 10 cm, ed avrà l'aggancio dei cavi elettrici ogni metro. I cavi verranno assicurati alle passerelle con appositi morsetti di fissaggio. Il tipo di passerella scelta dovrà consentire la facile installazione e/o rimozione dei cavi elettrici. Le passerelle dovranno essere fissate alle strutture murarie con staffe disposte su un solo lato. Ove il progetto lo preveda, la posa dei cavi dentro gli edifici potrà avvenire anche a mezzo di staffaggi, con relativi morsetti di aggancio, all'interno di tracce nelle murature da chiudere con moduli asportabili. Le canalette verranno utilizzate in particolare nei tratti di percorso orizzontali e saranno in acciaio zincato; esse dovranno essere con fondo asolato (per facilitare l'aerazione dei cavi elettrici) e con spessore minimo di 1.5 mm. Le canalette saranno complete di tutti gli accessori necessari per l'installazione. Esse avranno sostegni di fissaggio disposti su un solo lato, per facilitare la installazione e rimozione dei cavi elettrici, ed a distanza non superiore al metro. Le tubazioni saranno realizzate con tubi di materiale termoplastico di tipo autoestinguente, rigidi, della serie pesante (425/125500 secondo norme CEI 23-25). La norma EN 50086 sarà l'unico riferimento per tutti i tipi di tubi, dalla sua entrata in vigore.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere almeno 1,3 volte il diametro dei cavi elettrici

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

contenuti in essi; in casi particolari, in alternativa a quanto sopra, si può far riferimento alla prova di sfilabilità. Il diametro minimo dei tubi da utilizzare sarà di 16 mm. I tubi dovranno essere posati sotto intonaco e dove la destinazione dell'ambiente lo consente potranno essere in vista. I tubi posati in vista dovranno essere ancorati alle strutture di sostegno con appositi supporti in modo che i tubi restino rettilinei senza formare anse. I tubi saranno maggiormente utilizzati nei percorsi dei cavi elettrici a valle delle dorsali principali (in passerelle o canaline), per l'alimentazione dei punti di utilizzazione e comando. Tubazioni flessibili potranno essere utilizzate per l'alimentazione di utilizzatori di limitata potenza (corpi illuminanti, ecc.) ma solo in casi limitati di particolari condizioni di posa dei cavi elettrici e per brevi tratti.

Non è consentita la posa in opera di cavi elettrici direttamente poggiati o senza protezione, sotto pavimenti flottanti. Le cassette di derivazione dovranno essere di materiale termoplastico autoestinguento, resistente agli urti, all'umidità, ed alle sovratemperature. Il coperchio dovrà risultare facilmente apribile/chiusibile a mezzo di viti.

Le loro dimensioni dovranno risultare tali da garantire una ordinata disposizione dei conduttori e dei morsetti.

L'ingresso dei cavi elettrici e delle tubazioni nelle scatole dovrà avvenire solo attraverso fori predisposti. Salvo più severe disposizioni per i gradi di protezione (IP), per le scatole l'ingresso dei cavi e delle tubazioni dovrà solo avvenire attraverso passatubi di tipo a gradino, opportunamente sigillati.

Le cassette avranno grado di protezione non inferiore ad IP 44, e saranno dotate di morsetti componibili disposti su profilato DIN.

Le cassette di transito dovranno essere installate sulle tubazioni ogni due curve, ove necessario per assicurare la sfilabilità dei cavi elettrici, comunque ogni 20 m di tubazione rettilinea.

Nelle cabine elettriche, nei locali Gruppo Elettrogeno, nei locali Quadri elettrici, nei locali interrati, negli esterni, etc. ad impianto finito, l'insieme dei tubi, scatole di derivazione, etc. dovrà presentare il richiesto grado di protezione.

## 25 Canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle,

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

Essi devono rispettare le seguenti prescrizioni:

Tubi protettivi percorso tubazioni, cassette di derivazione.

il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm;

il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;

a ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;

le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsetterie. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;

i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. Tuttavia è ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;

qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

sistemi diversi.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella 3.

- Tab. 3 Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi (i numeri fra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

Diametro esterno/Diametro interno [mm <sup>2</sup> ]	Sezione dei cavetti						
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6
			10	16			
12/8,5	(4)	(4)	(2)				
14/10	(7)	(4)	(3)	2			
16/11,7			(4)	4	2		
20/15,5			(9)	7	4	4	2
25/19,8			(12)	9	7	7	4
32/26,4	2						
					12	9	7
	7	3					

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano alte canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne eventuali impianti a corrente debole.

Canalette porta cavi.

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.

I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

### **25.1 Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili**

Come stabilito nel presente Capitolato, i cavi saranno posati:

entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dall'Amministrazione appaltante;

entro canalette di materiale idoneo, ad esempio cemento (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o in profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;

- direttamente su ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o in profilato d'acciaio zincato, ovvero in materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento tra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo la Ditta appaltatrice dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dall'Amministrazione appaltante, sarà di competenza della Ditta appaltatrice soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.

In particolari casi, l'Amministrazione appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio vengano zincate a caldo.

I cavi, ogni 150÷200 m di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## **25.2 Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrato o non interrato, o in cunicoli non praticabili**

Qualora in sede di appalto venga prescritto alla Ditta appaltatrice di provvedere anche per la fornitura e la posa in opera delle tubazioni, queste avranno forma e costituzione come preventivamente stabilito dall'Amministrazione appaltante (cemento, ghisa, grès ceramico, cloruro di polivinile ecc.).

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Al contrario, per la posa interrato delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il rinterro ecc.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrato e apposite cassette sulle tubazioni non interrato.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette verrà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- \* ogni 30 m circa se in rettilineo;
- \* ogni 15 m circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti all'Amministrazione appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, la Ditta appaltatrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc.

## **25.3 Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi**

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

(umidità) sia per particolari utilizzatori elettrici usati (apparecchi portatili, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei wc.

#### **25.4 Protezione contro i contatti indiretti**

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per alte cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti, contenuti nella stessa struttura, deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

#### **26 Avviamento e messa a punto degli impianti**

In seguito alla verifica del Direttore dei Lavori, riguardo l'avvenuta realizzazione delle opere in appalto, ovvero delle opere previste in ciascuna delle singole fasi di lavoro, avrà inizio un periodo di messa in esercizio e regolazione degli impianti, di durata non inferiore a **30 giorni** naturali e consecutivi, durante il quale l'Appaltatore dovrà provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto delle installazioni. Dell'inizio di tali operazioni verrà informato, con debito anticipo, il Committente cui verrà sottoposto l'elenco delle prove da effettuare e, successivamente, i risultati di ciascuna delle prove svolte. Nello stesso periodo, su richiesta del Committente, il personale dell'Appaltatore potrà essere affiancato da personale del Committente che dovrà essere istruito alla gestione degli impianti dall'Appaltatore. Durante le prove gli impianti saranno gestiti dal personale dell'Appaltatore che dovrà assicurare la necessaria conduzione, la manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali e prodotti di consumo.

#### **27 Garanzia degli impianti**

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire gli impianti eseguiti per un periodo di 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Si intende per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla Ditta appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica, tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero manifestare negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali utilizzati o per difetto di montaggio.

## 28 Tubazioni in PEad corrugato

### 28.1 Premessa

Il presente paragrafo riguarda le prestazioni della tubazione prevista in progetto (PeAD - SN8) esaminando le caratteristiche e le specifiche dei materiali; sono pertanto prese in considerazione la forma, le dimensioni, i materiali, la normativa vigente, i collaudi nonché tutto ciò che è necessario per ottenere un'opera eseguita a regola d'arte.

Sono tassativamente esclusi, pertanto, materiali non previsti nel presente capitolato.

L'azienda fornitrice delle tubazioni dovrà fornire garanzie adeguate circa la rispondenza dei materiali rispetto a quanto espresso nel disciplinare.

I pezzi speciali, tutti i manufatti realizzati in polietilene corrugato nonché le tubazioni devono essere forniti dallo stesso produttore che ne garantisce la perfetta tenuta idraulica e meccanica.

Ciascuna tubazione o manicotto dovrà avere una marcatura secondo norma riportante:

- riferimento normativo;
- produttore o marchio;
- diametro nominale (DN);
- materiale;
- giorno mese ed anno di produzione;
- marchio di qualità;
- classe di rigidità.

### 28.2 Scopo

#### 28.2.1 Caratteristiche del materiale

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Il tubo è prodotto in polietilene ad alta densità, di prima qualità, sia per la parete esterna corrugata che per la parete interna liscia e risponde ai requisiti prescritti dal prEN 13476-1 e precisamente:

<b>PRESCRIZIONI SUL MATERIALE</b>				
<b>Caratteristiche</b>	<b>Prescrizioni</b>	<b>Parametri di prova</b>		<b>Metodo di prova</b>
		<b>Caratteristica</b>	<b>Valore</b>	
Densità	$\geq 930 \text{ kg/m}^3$	Temperatura	$(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	ISO 1183
Indice fluidità	$\text{MFR} \leq 1,6 \text{ gr/10'}$	Temperatura	190 $^\circ\text{C}$	ISO 1133
Resistenza a lungo termine	Nessuna rottura nel periodo di prova	Carico	50 N	EN 921
		Terminali	Tipi A o B	
		Numero campioni	3	
		Temperatura	80 $^\circ\text{C}$	
		Tensione circonf.	3,5 MPa	
		Tipo di prova	Acqua/Acqua	
		Durata	165 hr	
		Temperatura	80 $^\circ\text{C}$	
		Tensione circonf.	3,2 MPa	
Stabilità termica	$\geq 20$ minuti	Tipo di prova	Acqua/Acqua	EN 728
		Durata	1000 hr	
Stabilità termica	$\geq 20$ minuti	Temperatura	200 $^\circ\text{C}$	EN 728

### **28.2.1.1 Tensione ammissibile e modulo elastico**

Il polietilene, come tutte le resine, ha un comportamento più propriamente viscoelastico, quindi sotto sollecitazione alcune proprietà variano molto ed alcune di meno.

Per quantificare tale comportamento ci si riferisce alla classificazione dei polietileni usati per i tubi a pressione. Si è preso come riferimento il PE63, ben noto ed usato per i tubi a pressione per liquidi, come ottimale nella produzione di tubi strutturati. Naturalmente questo sistema viene integrato con opportune prove in modo da garantire il buon comportamento nel tempo.

La norma consiglia le seguenti ulteriori proprietà:

modulo di elasticità	E P 800 MPa
densità media	940 kg/m <sup>3</sup>
coefficiente di espansione termica	0,17 mm/m K
conduttività termica	(0,36 , 0,50) W K <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup>

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

capacità termica (2300 , 2900) J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

resistenza superficiale > 1013 W

### **28.2.1.2 Resistenza all'aggressione chimica ed elettrochimica**

Le caratteristiche di resistenza alla aggressione chimica del PE sono esaminate nella prEN 13476-1, in cui si afferma che i materiali in PE sono resistenti ad acque con una vasta gamma di valori di pH, quali reflui domestici, acqua piovana, acque superficiali e di falda.

Viene precisato che se i prodotti sono usati per acque contaminate da prodotti chimici provenienti da scarichi industriali, si deve tenere presente la resistenza chimica e termica; informazioni in proposito sono contenute nella ISO/TR 7474.

Per quanto concerne la resistenza all'aggressione elettrochimica, il PE è elettricamente inerte, quindi la stessa non può presentarsi.

Il tubo in PE non viene aggredito dall'ambiente e, a sua volta, non cede sostanze dannose per l'ambiente stesso.

### **28.2.1.3 Resistenza all'abrasione**

L'abrasione avviene per attrito, sfregamento, rotolamento o taglio, sia per trascinamento che per turbolenza, o per urto ed è tanto più accentuata quanto più la particella è dura ed irregolare.

Le modalità d'abrasione si possono classificare come di seguito descritto:

- penetrazione: la particella "incide" il materiale, e successivamente si libera lasciando una cavità nel materiale del tubo;
- aratura: la particella crea un solco, accumulando di fronte o di lato il materiale che poi è rimosso;
- taglio: la particella agisce come un utensile tagliente che rimuove particelle di materiale;
- frattura: la particella crea una rottura degli strati superficiali.

Il meccanismo d'abrasione è diverso secondo la durezza superficiale e la "elasticità" del materiale, ma anche questo non può assolutamente essere generalizzato.

Per quanto concerne il PE, si può affermare che, a parità di condizioni, esso presenta

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

migliori caratteristiche di resistenza all'abrasione rispetto ad altri materiali. Quanto detto è stato evidenziato con prove specifiche, condotte in particolare presso l'Istituto per le Materie Plastiche di Darmstat e da alcuni produttori, ma soprattutto dalla durata in esercizio di tubazioni convoglianti scorie minerarie.

#### **28.2.1.4 Comportamento in temperatura e dilatazione termica**

Secondo prEN 13476–1, tubazioni e raccordi secondo la norma devono essere idonei a resistere alla temperatura in accordo con quanto indicato nella norma EN 476 e cioè a 45 °C per diametri fino a 200 mm ed a 35°C per i diametri superiori.

Il PE presenta un coefficiente di dilatazione lineare generalmente pari a:

$$(1,7-2)10^{-4}C^{-1}.$$

La variazione dimensionale sui tubi strutturali non fa parte dei requisiti di norma, se non in quanto causa di delaminazioni o screpolature. La dilatazione può tuttavia essere un fattore significativo per la installazione, in quanto si potrebbero creare, in conseguenza ad errori nel corso della stessa, tensioni anomale o sfilamento dei giunti. Occorre quindi tenere conto della dilatazione in fase di posa e ricoprimento.

In generale un tubo strutturato presenta una dilatazione lineare inferiore a quella del materiale e dei tubi a parete piena. Tale affermazione si basa sul fatto che la struttura presenta valori del coefficiente di dilatazione uguali su tutta la superficie esposta, ma la espansione o contrazione è contrastata parzialmente dagli elementi della struttura stessa e si sviluppa maggiormente in direzione radiale.

#### **28.2.1.5 Dimensioni, pesi e tolleranze**

Le dimensioni sono relative a SN=4

DN	De	Di	Di min	Ht	e5	e4	P	L	L1	PESO
110	110	92,5	>=90	8,75	1,0	1,1	12,5	6,5	6	0,8
125	125	107	>=105	9	1,1	1,5	12,5	6,5	6	1,0
160	160	138	>=134	11	1,2	2,0	12,5	6,5	6	1,5
200	200	176	>=167	12	1,4	2,5	16,5	8,5	8	1,8



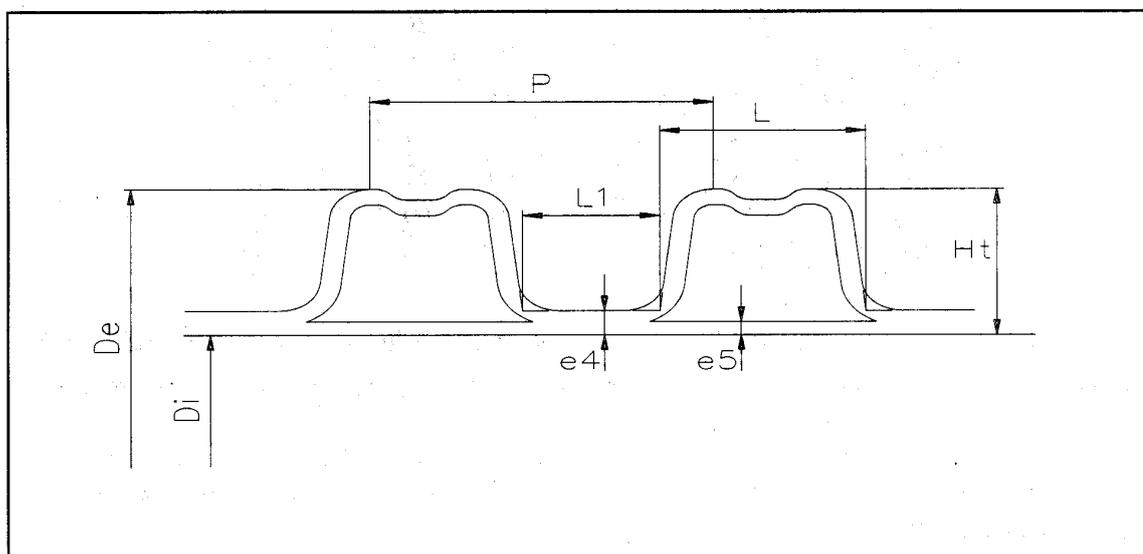
Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

250	250	216	$\geq 209$	17	1,7	3,5	37	23	14	2,9
315	315	271	$\geq 263$	22	1,9	3,5	42	26	16	4,6
400	400	343	$\geq 335$	28,5	2,3	4,5	49	29	20	7,0
500	500	427	$\geq 418$	36,4	2,8	5,8	58	35	23	12,0
630	630	535	$\geq 527$	47,5	3,3	7,0	74	44	30	17,7
800	800	678	$\geq 669$	61	4,1	8,5	89	52	37	24,5
1000	1000	851	$\geq 837$	74,5	5,0	9,0	99	60	39	40,5
1200	1200	1030	$\geq 1005$	85	5,0	13	111	80	31	56

Dove:

Di, Ht, e4, e5, P, L, L1 sono di seguito indicate:



I dati rientrano nei valori prescritti nella prEN 13476-1 tenendo in debito conto le tolleranze previste.

Dato che la classificazione secondo la Rigidezza Circonferenziale, SN, deriva dalla prova di laboratorio prescritta sul prodotto, si deve mettere in evidenza che tutti i tubi risultanti al di sotto del valore minimo di classe devono essere classificati nella classe inferiore.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

### 28.2.1.6 Resistenza del polietilene alle sostanze chimiche

RESISTENZA DEL POLIETILENE ALLE SOSTANZE CHIMICHE						
	Buona	Media			Debole	
Rigonfiamento	< 3%	3 - 8 %			> 8%	
Perdita di carico	< 0,5 %	0,5 - 5%			> 5%	
Allungamento alla rottura	invariata	diminuzione <50%			diminuzione >50%	
	a 20°C			a 60°C		
Agenti Chimici	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Acetato di amile	•			•		
Acetato di butile	•				•	
Acetone	•			•		
Acidi aromatici	•			•		
Acidi grassi (superiori a C6)	•				•	
Acido acetico (10%)	•			•		
Acido acetico glaciale (100%)	•				• (D)	
Acido benzoico*	•			•		
Acido boric*	•			•		
Acido bromidico (50%)	•			•		
Acido butirrico	•				•	
Acido carbonico	•			•		
Acido cianidrico	•			•		
Acido citrico	•			•		
Acido cloridrico (tutte le concentrazioni)	•			•		
Acido cromico (80%)	•					• (D)
Acido dicloroacetico (50%)	•			•		
Acido dicloroacetico (100%)	•				• (D)	
Acido fluoridrico (40-70%)	•				•	
Acido formico	•			•		
Acido fosforico (50%)	•			•		
Acido fosforico (95%)	•				• (D)	
Acido ftalico (50%)	•			•		
Acido glicolico (55-70%)	•			•		
Acido lattico (96%)	•			•		
Acido maleico	•			•		
Acido monocloroacetico	•			•		
Acido nitrico (25%)	•			•		
Acido nitrico (50-70%)	•	•				• (D)
Acido oleico (concentrato)	•				•	
Acido ossalico (50%)	•			•		
Acido perclorico (20%)	•			•		
Acido perclorico (50%)	•				•	
Acido perclorico (70%)	•					• (D)
Acido propionico (50%)	•			•		
Acido propionico (100%)	•				•	
Acido silicico	•			•		
Acido solfidrico (idrogeno solforato)	•			•		
Acido solfocromico			•			•
Acido solforico (50%)	•			•		
Acido solforico (98%)	•					• (D)
Acido solforoso	•			•		



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Agenti Chimici	a 20°C			a 60°C		
	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Acido stearico	•				•	
Acido succinico (50%)	•			•		
Acido tartarico	•			•		
Acido tricloroacetico (50%)	•			•		
Acido tricloroacetico (100%)	•					•
Acqua di mare	•			•		
Acqua ossigenata (30%)	•			•		
Acqua ossigenata (100%)	•					•
Acqua ragia	•					•
Acrilonitrile	•			•		
Alcool allilico	•			•		
Alcool benzilico	•			•		
Alcool butilico	•					
Alcool etilico (96%)	•			•		
Alcool furfurilico	•			• (D)		
Alcool isopropilico	•			•		
Alcool metossibutilico	•				•	
Aldeide acetica	•				•	
Allume	•			•		
Ammoniaca*	•			•		
Anidride acetica	•				• (D)	
Anidride solforica		•			•	
Anidride solforosa	•			•		
Anilina	•				•	
Benzaldeide	•			•		
Benzene		•			•	
Benzina	•				•	
Benzoato di sodio	•			•		
Bicromato di potassio (40%)	•			•		
Borace*	•			•		
Borato di sodio	•			•		
Bromo			•			•
Canfora	•				•	
Carbonato di sodio	•			•		
Chetoni	•			•		
Cicloesano	•			•		
Cicloesano	•			•		
Cicloesanone	•				•	
Clorito di sodio (50%)	•			•		
Clorobenzene		•				•
Cloroformio			•			•
Cloro liquido e gassoso			•			•
Cloruro di alluminio*	•			•		
Cloruro di ammonio*	•			•		
Cloruro di antimonio*	•			•		
Cloruro di calcio*	•			•		
Cloruro ferrico*	•			•		
Cloruro di magnesio*	•			•		



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Agenti Chimici	a 20°C			a 60°C		
	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Cloruro di metilene*			•			•
Cloruro di potassio*	•			•		
Cloruro di sodio	•			•		
Cloruro di solforile			•			
Cloruro di tionile			•			
Cloruro di zinco	•			•		
Cresolo	•			• (D)		
Decalina	•				•	
Detergenti	•			•		
Diclorobenzene (para)		•				•
Dicloroetano		•			•	
Dicloroetilene			•			•
Diossano	•			•		
Epicloridrina	•			•		
Essenza di trementina	•				•	
Esteri alifatici	•				•	
Etere		•			•	
Etere di etilico		•			•	
Etere di petrolio	•				•	
Fenoli	•			• (D)		
Fluoro			•			•
Formaldeide (40%)	•			•		
Fosfati*	•			•		
Ftalato di butile	•				•	
Gelatina	•			•		
Glicerina	•			•		
Glicol	•			•		
Glicol butilico	•			•		
Ipoclorito di calcio*	•			•		
Ipoclorito di sodio*	•			•		
Iso-ottano	•				•	
Lievito	•			•		
Liscive	•					•
Marmellata	•			•		
Melassa	•			•		
Mercurio	•			•		
Metanolo	•			•		
Metiletilchetone	•					•
Metiglicol	•			•		
Morfolina	•			•		
Nafta (benzina pesante)	•				•	
Naftalina	•				•	
Nitrato di argento	•			•		
Nitrato di sodio*	•			•		
Oleum			•			•
Olii essenziali		•			•	
Olii minerali	•			•		
Olii di paraffina	•			•		



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Agenti Chimici	a 20°C			a 60°C		
	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Olii vegetali e animali	•				•	
Olio di silicone	•			•		
Ossicloruro di fosforo	•				•	
Ozono		•				•
Pentossido di fosforo	•			•		
Permanganato di potassio	•			• (D)		
Petrolio	•				•	
Piridina	•				•	
Poliglicoli	•			•		
Potassa caustica	•			•		
Rilevatori fotografici	•			•		
Salamoia	•			•		
Sali di nickel*	•			•		
Sali di rame*	•			•		
Sciropi	•			•		
Sego	•			•		
Silicato di sodio*	•			•		
Soda caustica (lisciva)	•			•		
Solfati metallici	•			•		
Solfuro di carbonio					•	
Solfuro di sodio*	•			•		
Succhi di frutta	•			•		
Tetracloruro di carbonio			•			•
Tetraidrofurano	•	•				•
Tetralina	•			•	• (D)	
Tintura di iodio	•					
Tiofene		•			•	
Tiosolfato di sodio	•			•		
Toluene		•				•
Tricloroetilene			•			•
Tricloruro di antimonio	•			•		
Tricloruro di fosforo	•				•	
Trietanolamina	•			•		
Vapore acqueo	•			•		
Vaselina		•			•	
Xilolo		•				•
Zolfo	•			•		
* in soluzione (D) diluito						

### 28.2.1.7 Normativa specifica

La normativa di riferimento per il tubo corrugato coestruso a doppia parete con costolatura anulare di tipo B è contenuta nel prEN 13476-1.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

La EN ISO 9969 citata in questa sede riveste particolare importanza in quanto costituisce la base per la determinazione di SN.

Le norme tedesche ed americane, pur essendo in sostanza analoghe, differiscono in particolari anche importanti per esempio il dimensionamento, sia in relazione al diametro che agli spessori, la definizione della rigidità, alcuni metodi di prova.

Il preliminare di normativa prEN 13476–1 indica come scopo:

“.. le prescrizioni per tubi, raccordi ed altri componenti e le condizioni funzionali per sistemi di tubi a parete strutturale in polietilene (PE)

..specifica i parametri ed i metodi di prova per le prove previste nella presente norma”  
e fornisce :

- caratteristiche del materiale;
- prescrizioni generali sui tubi in termini di: aspetto, colore, caratteristiche geometriche;
- caratteristiche meccaniche, caratteristiche fisiche ;
- prescrizioni per i raccordi ed accessori;
- compatibilità con l'uso, prescrizioni e prove;
- marcatura;
- specifiche per l'uso di materiale riprocessabile e riciclabile;
- caratteristiche del materiale PE (informativo).

#### **28.2.1.8 Specifiche tecniche**

La specifica tipica per tubi strutturati è la seguente:

“Tubo idoneo per condotte di scarico civili ed industriali, secondo prEN 13476–1, in Polietilene (PE), con densità > 930 kg/m<sup>3</sup>”.

Diametro nominale esterno DN ....., interno minimo Di .....pari o superiore al minimo definito nella prEN 13476–1. Fornito in barre da (6 - 12 m - o a richiesta ).

Realizzato con granulato di prima qualità, requisiti come da prEN 13476–1.

Corrugato esternamente e con parete interna liscia, tipo B secondo prEN 13476–1, realizzato a doppia parete con coestrusione, irrigidito con costolatura anulare.

Parete resistente con spessore  $e_5 \geq$  (valore di norma), misurato nella zona all'interno della costola, secondo le indicazioni di norma, atto a sopportare un carico idrostatico minimo  $h \geq$  ... m di colonna d'acqua (continuo o saltuario). Classe di Rigidità Circonferenziale SN  $\geq$  (4 - 8 -

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

16 ) kN/m<sup>2</sup> rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969

Normative di riferimento:

- prEN 13476–1
- EN ISO 9969

normative collegate per i parametri di prova come indicato nelle norme citate.

Marcatura come da norma contenente: [riferimento normativo], [produttore o marchio], [diametro nominale], [materiale], [mese/anno di produzione], [numero di controllo e/o marchio dell'Istituto Italiano Plastici].

Estremità tagliate perpendicolarmente all'asse nel vano tra costole successive.

Collegamento da eseguire (con doppio manicotto e guarnizione, specificato a parte) o (con saldatura di testa).

#### **28.2.1.9 Marcatura di controllo e marchi di qualità**

La marcatura di controllo dei tubi segue le prescrizioni della prEN 13476–1.

Tali prescrizioni sono le seguenti:

- numero della norma e tipo di normalizzazione;
- nome o simbolo del produttore;
- classe di rigidità (indicata con SN);
- materiale (PE);
- codice U per applicazione all'esterno di edifici;
- mese, anno e stabilimento di produzione;
- codice P IIP/a dell'Istituto Italiano Plastici.

La marcatura può essere direttamente stampata sul tubo oppure può essere applicata con etichette purché il livello di leggibilità sia conforme al tipo a “durevole anche durante l'utilizzo”.

#### **28.2.1.10 Giunzioni con manicotto**

I manicotti devono essere conformi a quanto indicato nel prEN 13476–1 ed a marchio PIIP/a e provati in conformità alle prescrizioni delle prEN 13476–1 stesse.

L'elemento geometrico determinante è il diametro interno che deve essere congruente con

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

il diametro esterno della tubazione; sono indicati diametri e la tolleranza per i manicotti destinati sia ai tubi con normalizzazione sul diametro esterno che a quelli con normalizzazione sul diametro interno.

Il manicotto deve avere lunghezza tale da permettere l'inserimento di almeno 2 - 3 costole per parte, in modo da assicurare la coassialità delle tubazioni.

L'eventuale deviazione orizzontale o verticale, che negli altri tipi di tubazioni con giunti a bicchiere viene permessa dallo scostamento angolare nel giunto stesso, viene assicurata dalla possibile curvatura del corpo della tubazione, mentre il manicotto assicura il fissaggio assiale senza deformazioni anomale della guarnizione.

La guarnizione deve rispondere alle prescrizioni della normativa; deve essere alloggiata tra le prime due costole che seguono la testata del tubo, con il labbro rivolto nella direzione opposta a quello di infilaggio.

Oltre ad assicurare la tenuta dall'interno verso l'esterno, verificata a pressioni ben superiori a quelle minime di norma anche in condizioni di schiacciamento sotto carico, il labbro rivolto verso l'esterno assicura una resistenza ottimale alle infiltrazioni dovute all'acqua di falda, che sono particolarmente pericolose per la gestione degli impianti di trattamento.

La particolare forma e posizione della guarnizione e la lunghezza del manicotto garantiscono che in fase di infilaggio la guarnizione non venga danneggiata né si possa verificare una deviazione angolare tale da causare deformazioni differenziate e quindi perdite.

L'infilaggio del manicotto deve avvenire previa lubrificazione dell'interno del manicotto. L'infilaggio deve essere eseguito con leve o comunque con spinta costante o tiro assiale, accertandosi del corretto imbocco ed evitando di dare martellate che possono danneggiare guarnizione e manicotto.

La guarnizione, contrariamente a quanto avviene in altri tipi di collegamento, si trova in posizione protetta. Il materiale presenta comunque un'adeguata resistenza alla eventuale abrasione che si potrebbe verificare in conseguenza di fenomeni vorticosi per difettoso avvicinamento delle testate del tubo.

### **28.2.1.11 Prescrizioni del prEN 13476-1 sui tubi strutturati**

A parte la normativa dimensionale, la prEN 13476–1 considera 3 gruppi di prescrizioni sui

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

tubi strutturati:

- caratteristiche meccaniche.
- caratteristiche fisiche.
- caratteristiche funzionali.

Prescrizioni analoghe sono date per i raccordi ed i componenti.

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Caratteristiche	Prescrizioni	Parametri di prova		Metodi di prova
		Caratteristiche	Valori	
Rigidezza circonferenziale		≥ di quella di classificazione		EN ISO 9969
Creep ratio		≤ 4, con estrapolazione a 2 anni		EN ISO 9967
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Tipo di percussore Massa del percussore Altezza di caduta  Temperatura di prova Condizionamento	Vedi prEN 13476-1 Vedi prEN 13476-1 (0 ± 1) °C Acqua/Aria	EN 744
Flessibilità anello	Vedi prEN 13476-1	Deformazione	30 % del diametro esterno	EN 1446

### CARATTERISTICHE FISICHE

Caratteristiche	Prescrizioni	Parametri di prova		Metodi di prova
		Caratteristiche	Valori	
Prova al forno	≤ 3% senza nessuna crepa o delaminazione	Temperatura Tempo di immersione ≤ 8 mm > 8 mm	(110 ± 2) °C  30 min 60 min	ISO 12091



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

### CARATTERISTICHE FUNZIONALI

Caratteristiche	Prescrizioni	Parametri di prova		Metodi di prova
		Caratteristiche	Valori	
Tenuta idraulica	Nessuna perdita Nessuna perdita $\leq - 0,27$ bar	Temperatura	$(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$	EN 1277
		Deflessione tubo	10 %	Cond. B
		Defless. manicotto	5 %	
		Differenza	5 %	
		Press. acqua	0,05 bar	
		Press. acqua	0,5 bar	
		Press. Aria	- 0,3 bar	
	Nessuna perdita Nessuna perdita $\leq - 0,27$ bar	Temperatura	$(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$	EN 1277
		Defless. angolare		Cond. C
		$D_e \leq 315$	$2^\circ$	
		$315 < D_e \leq 630$	$1,5^\circ$	
		$630 < D_e$	$1^\circ$	
		Press. acqua	0,05 bar	
		Press. acqua	0,5 bar	
Press. aria	- 0,3 bar			

Per quanto concerne le caratteristiche superficiali dei tubi, le norme prescrivono che:

all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono essere lisce, pulite ed esenti da incisioni, soffiature ed altre irregolarità superficiali;

il materiale non deve contenere visibili impurità o pori;

le estremità dei tubi devono essere tagliate perpendicolarmente all'asse e senza sbavature.

Le caratteristiche geometriche devono rispondere alle dimensioni indicate nella norma prEN 13476-1 misurate secondo la EN 496.

## 28.3 Collaudi

### 28.3.1 Collaudo idraulico in stabilimento

Come specificato nel progetto di norma prEN 13476-1 il sistema tubazione-manicotto deve essere garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di -0,3 bar alla temperatura di  $23 ^\circ\text{C}$ . Tali condizioni vengono garantite anche nel caso in cui si abbia una deflessione diametrale (pari al 10% del tubo e al 5% del manicotto) o una deflessione angolare del sistema (variabile, secondo il diametro, da  $2^\circ$  a  $1^\circ$ ).

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

In ogni caso è necessario porre attenzione a non causare deformazioni iniziali rilevanti in fase di riempimento e compattazione. È sempre opportuno eseguire un collaudo idraulico di tenuta sulla condotta installata.

Il collaudo idraulico può essere effettuato con la chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o con pompa da collaudo a 0,5 bar.

Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati. Si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi con giunti a bicchiere.

La normativa europea prevede la possibilità di eseguire la prova ad acqua (metodo "W") o ad aria (metodo "L"), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD). La pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo per i collaudi ad aria per i tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali è riportata nella tabella seguente.

	<i>po</i>	$\Delta p$	<i>Tempo di prova, min.</i>						
	<i>mbar</i>	<i>mbar</i>	<i>DN 100</i>	<i>DN 200</i>	<i>DN 300</i>	<i>DN 400</i>	<i>DN 600</i>	<i>DN 800</i>	<i>DN 1000</i>
LA	10	2,5	5	5	7	10	14	19	24
LB	50	10	4	4	6	7	11	15	19
LC	100	15	3	3	4	5	8	11	14
LD	200	15	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7

Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del valore  $\Delta p$  indicato nella tabella la tubazione risulta conforme.

Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo, consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rilevatore con diagramma.

La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento d'aria nella condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo.

### **28.3.2 Collaudi in opera**

Tutte le operazioni concernenti il collaudo in cantiere devono essere ordinate, controllate ed

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

infine verbalizzate dal direttore dei lavori.

Dopo aver realizzato le giunzioni ed il parziale rinterro della tubazione si può procedere al collaudo. I tronchi sottoposti alla prova devono presentare le giunzioni scoperte per consentire i controlli di tenuta.

Tutte le fasi di collaudo devono svolgersi in accordo alla normativa vigente.

## 28.4 Resistenze

### 28.4.1 Resistenza alla pressione interna

È uso comune considerare le fognature prevalentemente come tubi non in pressione; le stesse norme non si scostano da questo concetto, pur prevedendo il concetto di tenuta a pressione, sia pure limitata a 0,5 bar, sui giunti. In genere ciò è vero, in quanto i sistemi a gravità non permettono fisicamente il raggiungimento di valori di pressione superiori a 5-6 m di colonna d'acqua.

Alcuni tipi di tubi strutturati presentano una buona resistenza alla pressione interna, in particolare se si utilizza il collegamento con saldatura, pur non dovendo mai dimenticare che non è mai un tubo a pressione.

La resistenza alla pressione interna può essere verificata in corrispondenza dello spessore minimo.

Si utilizza la stessa formula usata per il calcolo della tensione di parete che si applica ai tubi in parete piena:

$$\sigma_c = \frac{P^*(D_i + s)}{2 * s}$$

con

$\sigma_c$  : tensione effettiva in parete (per sola pressione interna), in Pa

P : pressione interna, in Pa

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Di : diametro interno, in m

s : minimo spessore resistente, in m

Il valore minimo che si ottiene non porta in conto, però, l'effetto di irrigidimento delle costole.

#### **28.4.2 Rigidezza circonferenziale**

Nelle pareti a configurazione geometrica semplice effettuato il calcolo dell'asse neutro e del momento d'inerzia di parete si può ricavare il diametro medio e quindi, conoscendo la E del materiale (che può essere ricavato da prove di trazione, ISO 527), la rigidezza.

Viceversa, il momento d'inerzia di parete ricavato da SN, conoscendo E, risulta approssimato in quanto non si viene a conoscere il diametro medio.

In presenza di tipi complessi di parete, e, in alcuni casi, di pareti formate con materiali non omogenei la normativa prevede la determinazione di SN attraverso prove pratiche, che sono indipendenti sia da valori geometrici non misurabili (Dm, I) che da quello del modulo di elasticità del o dei materiali che formano le pareti strutturate del tubo.

L'attrezzatura per la prova è in genere una pressa verticale, con monitoraggio della forza applicata e dello spostamento.

Il raggio di curvatura va successivamente verificato anche geometricamente per la possibile interferenza delle costole.

Tutti i tubi flessibili soggetti a carico esterno interagiscono con il sistema "terreno di riempimento, pareti della trincea" ( o pressione del terreno circostante nel caso di trincea larga o di terrapieno), che si oppongono alla deformazione.

Il comportamento di una tubazione flessibile soggetta a carico può essere ricondotto a quello di una struttura ad arco, in cui i carichi si scaricano sugli estremi.

#### **28.4.3 Scelta della rigidità del tubo**

La scelta della rigidità del tubo deve essere fatta usando la tabella di seguito riportata, inoltre si deve tener conto dei calcoli nazionali (norma prEN 1295). Generalmente la scelta della

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

rigidità del tubo dipende dal terreno nativo, dal materiale di ripiena nella zona del tubo e dalla sua compattazione, dalla profondità della copertura, dalle condizioni del carico e dalle proprietà limite dei tubi.

Gruppo materiale di ripiena	Classe di compattazione <sup>2</sup>	Rigidità del tubo <sup>1</sup>					
		Gruppo di suolo nativo non disturbato					
		1	2	3	4	5	6
<b>Per spessore di ricopertura ≥ 1m e ≤ 3m</b>							
1	W	4	4	6,3	8	10	**
2	W	-	6,3	8	10	**	**
3	W	-	-	10	**	**	**
4	W	-	-	-	**	**	**
<b>Per spessore di ricopertura &gt; 3m e ≤ 6m</b>							
1	W	2	2	2,5	4	5	6,3
2	W	-	4	4	5	8	8
3	W	-	-	6,3	8	10	**
4	W	-	-	-	**	**	**
1) Rigidità specifica iniziale (a breve termine) 2) W (buono) classe di compattazione massima **) in questo caso è necessario progettare la struttura							

#### 28.4.4 Deformazione a breve e lungo termine

La tubazione realizzata in Pead soggetta a un carico costante si deformerà con una deformazione iniziale che può essere stimata usando la rigidità del tubo.

Essa viene determinata, come già detto, usando il metodo riportato nella EN ISO 9969 mediante la formula

$$SN = \left( 0.0186 + 0.025 \times \frac{y}{Di} \right) \times \frac{F}{L \times y} \text{ in Pa}$$

dove:

- SN = rigidezza circonferenziale, in Pa
- F = forza necessaria per ottenere la deformazione voluta, in N

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

- L = lunghezza del campione di tubo, in m
- y = flessione del diametro del tubo, in m.

I tubi plastici soggetti ad un carico costante si deformano ulteriormente nel tempo a causa della loro viscoelasticità. Questo fenomeno si chiama scorrimento plastico o deformazione viscosa. Comunemente si usa il vocabolo inglese "creep". Il rapporto tensione/deformazione viscosa viene detto "creep modulus". Questa denominazione crea confusione perché lo si confonde con il modulo elastico del materiale, cosa che non è vera. Il materiale dopo essersi deformato viscosamente se è sollecitato risponde in maniera uguale di quella che aveva prima che la deformazione viscosa abbia avuto luogo.

Tenendo conto che per i tubi strutturati non è facile calcolare il momento di inerzia anche con un modulo di elasticità che tenga conto della deformazione viscosa si è preferito determinare il comportamento a lungo termine in via sperimentale. A questo fine la rigidità circonferenziale a lungo termine si ottiene dividendo la rigidità circonferenziale ad un certo momento iniziale per il creep modulus estrapolato ad un certo tempo indicato dalla norma. Il valore di rapporto tra la deformazione finale e quella iniziale verrà usato come bontà del tubo. I tempi sono scelti notando che una volta installato il tubo si deforma immediatamente di una certa quantità per poi deformarsi lentamente per un certo tempo.

Questo tempo varia a seconda dalla condizione del suolo e delle modalità di posa ma non eccede mai i due anni. Per cui si è adottato come tempo d'extrapolazione due anni.

La deformazione iniziale è stata fissata pari all'uno e mezzo per cento del diametro interno. La forza necessaria a tale deformazione viene mantenuta fino alla fine della prova.

Per i dettagli vedere la norma EN ISO 9967.

## 28.5 Calcolo della deformazione sotto carico esterno

### 28.5.1 Basi di calcolo per le tubazioni flessibili

Tutti i tubi flessibili soggetti a carico esterno interagiscono con il sistema "terreno di riempimento, pareti della trincea" (o pressione del terreno circostante nel caso di trincea larga o terrapieno), che si oppongono alla deformazione.

Il comportamento di una tubazione flessibile qualsiasi soggetta a carico può essere ricondotta a quella delle strutture ad arco, in cui i carichi si scaricano sugli estremi.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

Nelle teorie comunemente utilizzate per il calcolo della deformazione, l'analisi della struttura tubo, terreno viene semplificata assumendo che le deformazioni nel tubo siano piane ed il tubo sia equivalente ad un cilindro di lunghezza infinita e di piccolo spessore, e considerando inoltre che il terreno reagisca elasticamente.

### 28.5.2 Calcolo della deformazione sotto carico

L'equazione di Spangler modificata, entrata nel comune uso, è la seguente:

$$\Delta_v = \frac{(d_1 \times p_o + p_t) \times K_x}{8 \times SN \times +0.061 \times E}$$

in cui :

$\Delta_v$  : deformazione, in m

d : fattore di autocompattazione (1,5 per compattazioni moderate e 2 per compattazioni medie con limitata altezza di copertura)

$p_o$  : carico del terreno, in  $N\ m^{-1}$

$p_t$  : carico dovuto al traffico, in  $N\ m^{-1}$

$K_x$  : costante di fondo (dipendente dall'angolo di appoggio)

SN : rigidità circonferenziale a lungo termine (riferita al diametro), in Pa

E : modulo secante del terreno, in Pa

### 28.5.3 Carico del terreno

Il carico del terreno gravante sulla unità di lunghezza di tubo si può esprimere con la formula seguente:

$$p_o = C \times \gamma_t \times D_e \times B$$

in cui :

C = coefficiente di carico del terreno

$\gamma_t$  = peso specifico del materiale di riempimento gravante sul tubo, in  $N/m^3$

$D_e$  = diametro esterno del tubo, in m

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

B = larghezza dello scavo misurato in corrispondenza dell'estradosso superiore della tubazione, in m.

Nella notazione corrente,

$$C = \frac{1 - e^{\left(\frac{-2 \times K \times \mu \times H}{B}\right)}}{2 \times K \times \mu}$$

in cui:

H = altezza della copertura misurata dall'estradosso superiore del tubo, in m

m = coefficiente di attrito tra il materiale di riempimento e quello del fianco dello scavo,

$K = (1 - \sin \alpha) / (1 + \sin \alpha)$  = coefficiente di Rankine, con  $\alpha$  uguale all'angolo di attrito interno del terreno di riporto.

Nel caso di trincea larga o terrapieno si usa il carico gravante sulla tubazione indicato come:

$$p_o = \gamma_t \times D_e \times H$$

#### **28.5.4 Tensioni di parete**

Sul tubo agiscono una serie di sollecitazioni che concorrono a creare le tensioni sulla parete del tubo stesso. Tali sollecitazioni, diversamente orientate, sono dovute al peso proprio della tubazione, al peso del liquido contenuto, all'eventuale pressione interna, ai carichi esterni, ai momenti flettenti dovuti alla curvatura e alle eventuali forze di taglio.

Nella maggior parte delle condizioni di esercizio, la sollecitazione prevalente è quella del carico esterno, tuttavia anche le altre possono essere significative.

Nel caso di tubi strutturati, per i quali viene fornita la SN e non lo spessore, ci si deve basare su uno spessore equivalente e quindi il calcolo non sembrerebbe risultare del tutto significativo.

#### **28.5.5 Resistenza longitudinale alla trazione**

La norma prEN 13476-1 prescrive un valore minimo di resistenza alla trazione assiale per

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

le sole tubazioni a formazione elicoidale, cioè per le tubazioni di tipo A2, che potrebbero presentare distacchi della struttura per difettosa adesione degli elementi.

Non è presente alcuna prescrizione per quelle di tipo B il cui spessore resistente è continuo.

La resistenza longitudinale di un tubo costolato con costole ravvicinate può considerarsi in pratica assistita dall'effetto della struttura della costola, che agisce come un telaio incastrato allo strato resistente e quindi contribuisce a ridurre le tensioni longitudinali.

Anche a fronte della durata probabile, nei confronti della vita della tubazione, dello sforzo assiale, si ritiene quindi corretto, trascurando il contributo positivo della costola, considerare come sezione resistente lo spessore di parete tra due costole.

## **28.6 Installazione**

### **28.6.1 Trasporto ed accettazione dei tubi**

Dato il peso limitato e la rilevante rigidità circonferenziale, le tubazioni possono essere appoggiate direttamente una sull'altra senza inconvenienti.

All'atto del ricevimento si devono eseguire i controlli sulla corrispondenza della fornitura, in relazione alle prescrizioni dei capitolati ed ai termini contrattuali.

L'accettazione dei tubi è regolata dalle prescrizioni dello specifico disciplinare di fornitura.

Tutti i tubi, giunti e pezzi speciali devono arrivare in cantiere dotati di marcature o etichette indicanti da ditta costruttrice, il diametro nominale e la classe di impiego.

### **28.6.2 Scarico ed immagazzinamento in cantiere**

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre connesse devono essere eseguite con la maggiore cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere.

Nel cantiere si deve predisporre quanto occorra (mezzi idonei e pini d'appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare

Lo scarico deve avvenire o direttamente con l'intero bancale o separatamente, per i piccoli

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

diametri anche a mano.

Occorre porre attenzione ad evitare l'uso di ganci alle estremità.

È consigliabile sempre l'uso di fasce in materiale non abrasivo o di funi in canapa.

Il primo strato di tubazioni, poggiante sul terreno si deve sistemare su uno strato uniforme in maniera di evitare possibili danni alla superficie esterna del tubo e flessioni longitudinali.

### **28.6.3 Accatastamento dei tubi**

L'accatastamento deve essere eseguito disponendo i tubi su un'area piana, stabile, protetta e riparata al fine di evitare pericoli d'incendio e dai raggi solari per evitare sensibili variazioni termiche. La base delle cataste deve poggiare su tavole opportunamente distanziate o su letto d'appoggio. L'altezza deve essere contenuta entro i limiti adeguati ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni alla base e per consentire un agevole prelievo. I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti. In ogni caso, provvedimenti di protezione devono essere adottati per evitare che le testate dei tubi subiscano danneggiamenti. Il primo strato di tubazioni che poggia sul terreno, deve essere sistemato su uno strato uniforme in modo d'evitare possibili danni alla superficie esterna del tubo e flessioni. I giunti, le guarnizioni, ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere posti, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi. Essi devono stare entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi. Nel caso che i tubi dovessero essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, si deve evitare qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario assicurarsi che gli stessi siano in equilibrio stabile.

### **28.6.4 Scavi**

La normativa europea (soprattutto tedesca) impone precise prescrizioni per la configurazione degli scavi per l'alloggiamento di fognature

E' preferibile una trincea stretta massimo 2-3 volte il diametro, almeno fino ad 1 m sopra la generatrice superiore del tubo.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

Le pareti devono essere le più possibili verticali, almeno in tale zona, ed eventualmente stabilizzate con sbadacchiature o palancole, per la protezione del personale che lavora nello scavo.

Nel caso di terrapieno o trincea larga, sarebbe opportuno predisporre una zona di contrasto al materiale di copertura in modo da riportarsi verso la situazione di trincea stretta.

Le palancole devono essere spostate subito dopo il rinterro parziale e prima delle operazioni di costipamento.

### **28.6.5 Letto di posa**

Prima di procedere alla messa in opera bisogna controllare accuratamente tubazioni, giunti e pezzi speciali e sostituire quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera.

In primo luogo si verificherà che il letto sia spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare i tubi.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilievo o su appoggi, si devono adottare le stesse modalità usate per le operazioni precedenti, tenendo presente di non danneggiare le superfici dei tubi, impiegando mezzi adatti secondo il diametro. Nell'operazione di posa si dovrà evitare che, all'interno delle condotte, penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, è necessario accertare la possibile esistenza di materiali capaci di danneggiare il tubo durante la posa. In nessun caso è consentito regolare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa deve garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali l'impiego di giunti adeguati o trattamenti speciali del fondo della trincea.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati o meglio sostituiti secondo la gravità del danneggiamento.

Ogni qualvolta si posa e si collega una barra da 6 o 12 m, deve essere verificata la pendenza

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

e l'allineamento.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni devono essere perfettamente pulite.

La giunzione deve garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto dal progetto e deve essere realizzata conforme alle norme di esecuzione.

A garanzia della perfetta realizzazione delle giunzioni, dovranno essere predisposti dei controlli sistematici.

Nel caso che il fondo scavo si presenti con materiale soffice e senza detriti duri o sassi, la tubazione può essere installata direttamente sul fondo scavo, purché la livelletta sia corretta.

E' opportuno realizzare un letto di sabbia o ghiaia di piccola pezzatura, mai materiale che presenta spigoli vivi, con uno spessore di almeno 10 cm evitando così che la sommità della costola vada poggiare sul terreno di scavo.

#### **28.6.6 Installazione**

La tubazione può essere saldata fuori scavo o entro scavo, o collegata con manicotti direttamente sul fondo scavo.

Nel caso di collegamento con manicotti, potrebbero teoricamente presentarsi fenomeni di sfilamento. Occorre avere in questo caso l'avvertenza di bloccare con un riempimento parziale il tubo ogni 30/40 m e, previo controllo degli eventuali movimenti, completare il riempimento dello scavo nelle ore più fresche della giornata.

È comunque da tenere presente che, una volta effettuato correttamente il riempimento, non sono prevedibili spostamenti in senso longitudinale in quanto il terreno compattato attorno alle costole "frena" qualsiasi effetto della dilatazione.

#### **28.6.7 Posa in presenza d'acqua di falda**

Per appesantire la tubazione si possono utilizzare blocchi di ancoraggio esterni o in alternativa forare le costole della tubazione in modo da permettere il riempimento delle stesse con acqua.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica**  
Revisione Ottobre 2018

La foratura sulla costola, nei limiti di qualche per cento della superficie della costola stessa, non causa alcuna diminuzione pratica della rigidezza e permette di ridurre la spinta a valori al di sotto dei 2,3 kg/m, rendendo quindi facile un appesantimento, anche temporaneo, con sacchetti di sabbia o materiale vario e quindi l'affondamento, a tubo pieno d'acqua, sul fondo scavo.

Quanto sopra permette di evitare, nelle fasi del riempimento dello scavo, deformazioni verticali del tubo dovute alla spinta.

La posa in acqua, con gli accorgimenti citati, è tecnicamente corretta, purché ci si assicuri della condizione del fondo scavo (livelletta e materiale). È prudente prevedere un buon letto di posa.

#### **28.6.8 Riempimento dello scavo**

Il riempimento dello scavo costituisce la parte più delicata ed importante del lavoro di installazione di tutti i tubi da fognatura. Un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sia sui tubi rigidi che sui tubi flessibili, così come senza i necessari accorgimenti si possono avere anche delle rotture

Indipendentemente dal tipo di tubo, il riempimento dello scavo va eseguito con una corretta compattazione a strati successivi, seguendo la prEN 1295.

I concetti che portano ad una corretta e duratura installazione sono:

- scelta del corretto materiale di riempimento. Il materiale deve essere arido, a bassa granulometria, privo di materiale a spigoli vivi, sassi o detriti almeno nella parte a contatto col tubo e fino ad almeno 25m al di sopra di esso; La tubazione deve posare su un letto di sabbia di 10 cm dalla generatrice inferiore e rinfiancata da sabbia per un'altezza determinata dall'angolazione di 180° dal centro del tubo. La parte rimanente della ripiena, fino al pacchetto stradale è effettuata con materiale opportunamente vagliato se appartenente ai gruppi A1; A3; A2-4; A2-5, secondo la classificazione CNR UNI 10006, scevri di sostanze organiche. Detto materiale dovrà essere collocato negli scavi in strati, non maggiori di 30 cm, costipati a fondo meccanicamente. In ogni caso il materiale di ripiena utilizzato per la zona secondaria non dovrà mai avere una differenza superiore a due gradi rispetto a quello utilizzato per il rinfianco nella zona primaria. Nei tratti in cui la tubazione dovesse essere posizionata ad una profondità inferiore a 600 mm rispetto

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

all'estradosso del tubo medesimo, occorrerà prevedere un rinfiacco con conglomerato cementizio non armato, confezionato con cemento tipo 325 Pt in quantità non inferiore a 200 Kg/m<sup>3</sup>, per uno spessore variabile a seconda del diametro del tubo e della larghezza della trincea;

- compattazione accurata. La compattazione deve essere eseguita in strati successivi di circa 30 cm di spessore, con attrezzatura idonee fino ad almeno un metro di copertura sul estradosso superiore; Secondo le prescrizioni della norma pr EN 1046 e con riferimento alle DIN 18127, si considera per il rinfiacco il raggiungimento di un grado di compattazione superiore al 90-92% Proctor. Il primo strato di rinfiacco deve superare il semidiametro del tubo per evitare sollevamenti dello stesso, altrimenti occorre prevedere un bloccaggio temporaneo durante la compattazione dello stesso;
- compattazione regolare. Si deve evitare di compattare in maniera discontinua, per evitare disassamenti, e quindi sforzi, sui giunti o curvature anomale nel corpo tubo;
- mezzi per la compattazione. Fino ad 1 metro sopra il tubo la compattazione deve essere eseguita con mezzi leggeri, al di sopra con mezzi normali. Attenzione a non esagerare eseguendo la compattazione con mezzi tipo stradale senza calcolare l'effetto del carico dinamico sul tubo sottostante;

Per la scelta del materiale sia per il letto di posa che per il riempimento è necessario che esso abbia un fattore di compattamento e un valore di E corretti.

Una semplice prova per valutare il grado di compattamento che può essere raggiunto dal materiale disponibile, utilizzando quindi un valore attendibile di E, può essere eseguita nel seguente modo:

- si pone un cilindro aperto di diametro 160 mm e lungo 250 mm su una superficie piana;
- si prende il materiale di scavo in maniera rappresentativa e lo si versa nel cilindro fino al livello superiore;
- si rimuove la parte eccedente con un righello e si svuota il cilindro in un contenitore;
- un quarto del materiale viene messo nuovamente nel cilindro e compattato con un calcatoio di diametro 40 mm e di peso di 1 kg;
- si ripete la fase precedente per altre tre volte.

Si misura l'altezza H tra il materiale e la parte superiore del cilindro e il loro rapporto è il fattore di compattamento del materiale.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018

## 28.7 Accettazione delle Tubazioni

Il Committente si riserva il diritto di assistere alle operazioni di collaudo in fabbrica con suo personale e di sottoporre a campione i tubi oggetto delle forniture a verifica, secondo le norme vigenti, presso un laboratorio terzo.

Qualora il Committente non invii in tempo utile il proprio collaudatore a presenziare alle operazioni di controllo e prova, la Ditta produttrice potrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che esse sono state eseguite in conformità delle presenti prescrizioni, nonché certificazione da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione dei tubi e di applicazione dei rivestimenti, la descrizione delle caratteristiche tecniche e dimensionali.

## 28.8 Voce di capitolato

Tubazione corrugata a doppia parete in PE per condotte di scarico interrate non in pressione a norma EN 13476-3 (tipo B), con parete interna liscia di colore chiaro per facilitare l'ispezione visiva e con telecamere, fornita e posta in opera secondo UNI ENV 1046. Le barre devono riportare in marcatura sulla superficie esterna tutte le informazioni previste dalla norma di riferimento. Il collegamento fra gli elementi avverrà a mezzo di bicchiere o manicotto con relative guarnizioni. Compensati nel prezzo i pezzi speciali, ogni onere per la posa con relative giunzioni, esclusi solo la formazione del letto di posa e del rinfianco con materiale idoneo. Rigidità anulare SN 8 ( $\geq 8$  kN/mq) DE ....mm

Il tubo deve essere prodotto da azienda certificata ISO 9001:2000 e ISO 14001:2004 (certificazione ambientale)

- Diametro nominale esterno DE.....interno minimo Di.....( $\geq$  al minimo definito da prEN 13476)
- Rigidità circonferenziale SN conforme alla norma EN ISO 9969
- Resistenza all'urto a bassa temperatura con una massa variabile in funzione del diametro del tubo da testare da 1 kg a 3,2 kg per tubi  $\geq$  DN 315 mm.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



Comune di Savignano Irpino (AV)

**Lavori di bonifica della discarica comunale  
in località Pustarza nel comune di Savignano Irpino (AV)  
mediante un intervento di  
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE del sito di discarica  
Revisione Ottobre 2018**

- Tenuta idraulica del sistema di giunzione collaudata a 0,5 bar in pressione secondo norma EN 1277.
- Marcatura secondo norma, su tubo e manicotto contenente: riferimento normativo, produttore o marchio, diametro nominale (DN), materiale, giorno/mese/anno di produzione, marchio di qualità, classe di rigidità.

Il tutto esclusi gli oneri per i pezzi speciali, per le armature della pareti, per l'aggottamento di eventuale presenza di acqua, per gli scavi, il riporto, il rinfiacco, la formazione del letto di posa e la compattazione, compreso gli oneri dei tagli, degli sfridi, della sicurezza, le spese generali l'utile di impresa, e quanto altro occorra per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.

Progetto Esecutivo	C.2	Capitolato speciale d'appalto – Parte II	Rev. 3	File: C.2.pdf
--------------------	-----	--	--------	---------------



*Comune di Savignano Irpino (AV)*

*PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CAMPANIA*

*Delibera CIPE n. 26/2016 - FSC 2014/2020*

**BONIFICA DISCARICA COMUNALE**  
**in località PUSTARZA**  
**nel Comune di SAVIGNANO IRPINO (AV)**  
**mediante un intervento di**  
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE**  
**del sito di discarica**  
**Progettazione esecutiva**

ELABORATO N.:

**C.3**

TITOLO:

**Quadro economico**

SCALA:

Rev.	Data	Prodotto	Controllato	Approvato	Motivo della revisione
00	Dicembre 2009				Emissione
01	Febbraio 2017				Aggiornamento
02	Novembre 2017				Aggiornamento
03	Ottobre 2018				Aggiornamento

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. Francesco Riboldi

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Vincenzo Norcia

**CONSULENZA SPECIALISTICA PER IL  
SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE:**

**SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Fernando Capone



**S.T.A.G.I.** srl

Servizi Tecnici di Architettura Geologia ed Ingegneria

**SCHEMA QUADRO ECONOMICO DI SPESA**

		A. Importo dei Lavori e delle forniture	€		€
A. IMPORTO PER FORNITURE, LAVORI, SERVIZI	A.1	Importo dei lavori			
		<i>importo dei lavori a misura</i>	€ 0,00		
		<i>importo lavori a corpo</i>	€ 4.862.531,93		
		<i>di cui oneri per la sicurezza inclusi soggetti a ribasso</i>			
		<b>Totale importo lavori</b>			<b>€ 4.862.531,93</b>
	A.2	Oneri per l'attuazione del piano di sicurezza non soggetti a ribasso			€ 30.139,00
A.3	Di cui oneri per la manodopera non soggetti a ribasso				
	<b>Totale importo dei lavori e delle forniture e dei servizi (A.1 + A.2)</b>			<b>€ 4.892.670,93</b>	
	<b>Totale importo soggetto a ribasso</b>			<b>€ 4.862.531,93</b>	
<b>B. Somme a disposizione dell'Amministrazione</b>					
B. SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	B.1	Lavori in economia (spostamento opere interferenti, etc..)			€ 150.000,00
	B.2	Imprevisti		3,5%	€ 169.756,48
	B.3	Oneri di scarica			€ 144.900,00
	B.4	Allacciamento ai pubblici servizi (compreso iva)			€ 10.000,00
	B.5	Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni			€ 0,00
	B.6	Accantonamento di cui all'articolo 106 comma 1 del D.Lgs.50/2016			€ 0,00
	B.7	<p>Spese tecniche per:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il Responsabile del Procedimento;</li> <li>- il supporto al Responsabile del Procedimento;</li> <li>- la revisione della progettazione esecutiva e del Piano di Sicurezza e Coordinamento;</li> <li>- la direzione dei lavori;</li> <li>- il coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori;</li> <li>- l'assistenza giornaliera al cantiere e la contabilità;</li> <li>- le conferenze dei servizi.</li> </ul> <p>alla progettazione, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, l'importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 92, comma 5, del codice nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente.</p>	Progettazione, CSP, CSE e D.L.	2,2%	€ 106.903,40
			Altre spese tecniche	3,5%	€ 169.756,48
	B.8	Spese per attività tecnico-amministrative per le attività di verifica			€ 15.000,00
	B.9	Eventuali spese per commissioni giudicatrici			€ 15.000,00
B.10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche;			€ 5.000,00	
	<b>Totale Somme a disposizione dell'Amministrazione (B1+....+B10)</b>			<b>€ 786.316,37</b>	
<b>C. I.V.A.</b>					
C. I.V.A.	C.1	I.V.A. su Lavori (A.1 + B.2)	10%		€ 506.242,74
	C.2	I.V.A. su (B.1+B.3+B.7(progettazione, CSP, CSE e DL + 50% altre spese tecniche)+B.8+B.9+B.10)	22%		€ 114.769,96
	<b>Totale IVA</b>				<b>€ 621.012,70</b>
<b>TOTALE COSTO INTERVENTO (A+B+C)</b>					<b>€ 6.300.000,00</b>