




**CITTA' DI ARIANO IRPINO**


Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

<b>Approvato</b>	S.Veggi	 	
<b>Controllato</b>	S. Veggi		
<b>Redatto</b>	G. Fretti		
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	10/04/2015
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R01	<b>Pagine</b>	1 di 12

 **Desmos**  
Ingegneria Ambiente Energia

Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI  
Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI  
E-mail: [desmos-ing@desmos-ing.it](mailto:desmos-ing@desmos-ing.it)  
E-mail certificata: [desmos-ing@pec.it](mailto:desmos-ing@pec.it)  
P.I e C.F. : 09016150964

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
A.1	ITER AUTORIZZATIVO .....	2
<b>B</b>	<b>PRESENTAZIONE DEL PROGETTO.....</b>	<b>5</b>
<b>C</b>	<b>ELENCO ELABORATI .....</b>	<b>6</b>
<b>D</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>7</b>
D.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
D.2	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	7

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **A INTRODUZIONE**

Nel presente elaborato vengono descritti gli interventi del progetto di chiusura della discarica in Località Difesa Grande nel comune di Ariano Irpino (AV).

Ciò in ottemperanza alla richiesta della Regione Campania, U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti – Avellino (Prot. 2014.0859761 del 17/12/2014) che, comunicato l'esito della Conferenza dei servizi dell'11/12/2014 nella quale veniva approvato l'esito del Piano di Caratterizzazione e del documento Analisi di Rischio sito-specifica della discarica in oggetto dichiarando concluso positivamente il procedimento, richiedeva di presentare un progetto con interventi finalizzati ad evitare l'eventuale fenomeno gravitativo evidenziato dall'Autorità di Bacino con nota prot. 15931 del 10/12/2014 ed il contestuale adeguamento al D. Lgs. 36/2003 del sistema di copertura finale.

### **A.1 ITER AUTORIZZATIVO**

Per inquadrare adeguatamente gli interventi si introduce una breve sintesi dell'iter autorizzativo della discarica.

- Con l'ordinanza n. 153 del 30/05/2003 è stato approvato il progetto di ripristino ambientale "Messa in sicurezza e sistemazione finale della discarica di Difesa Grande in Comune di Ariano Irpino", che definiva le pendenze delle scarpate dei rifiuti ( $\leq 27^\circ$ ) e le quote finali di abbancamento (+ 754,76 m per l'invaso principale e + 744,76m per l'invaso secondario).
- Con l'ordinanza commissariale n. 96 del 17 ottobre 2003 è stato disposto l'avvio delle attività di messa in sicurezza, di cui all'ordinanza commissariale n. 153/03, fissando come fase propedeutica il riempimento dei volumi previsti, e comunque non oltre le quote così come indicate negli elaborati progettuali, mediante il CDR la FOS e il sovrallo provenienti dagli impianti di produzione CDR.
- Con l'ordinanza n. 1 del 08 marzo 2004 si è preso atto che non erano ancora state raggiunte le quote altimetriche assolute fissate nel progetto pertanto in considerazione dell'emergenza impellente di smaltire i rifiuti, è stata disposta la riapertura della discarica per ulteriori trenta giorni di effettiva attività a partire dal giorno 09 marzo c.a. ed è stata

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

contestualmente ordinata la ripresa delle attività di livellamento secondo quanto previsto dal progetto approvato con la ripetuta ordinanza n. 153/03. Tuttavia a tale ordinanza non si è mai dato seguito a causa delle opposizioni della popolazione.

- Con l'ordinanza commissariale n. 122 del 07/06/2004, è stata approvata e disposta l'esecuzione del Piano di adeguamento ex. art 17 comma 3 del D.lgs 36/2003, trasmesso dalla ASIDEV Ecologia, è stato altresì approvato il piano di monitoraggio acquisito e contemporaneamente è stata disposta la cessazione di ulteriori smaltimenti, ritenendo esauriti i quantitativi previsti nel progetto di "messa in sicurezza e sistemazione finale approvato con ordinanza commissariale n. 153/03 e autorizzati con ordinanza commissariale n. 96/2003.
- Con ordinanza n. 5076/2004 del 27 ottobre 2004 il TAR di Napoli, accoglie la domanda cautelare presentata da ASI DEV ECOLOGIA SRL e sospende il provvedimento commissariale n. 122 del 07/06/2004, disponendo che l'amministrazione resistente proceda ad una verifica circa l'effettiva realizzabilità del progetto di ripristino ambientale di cui all'ordinanza n. 253 del 30 maggio 2003 e ciò attraverso un accertamento circa la reale quantità di rifiuti da conferibili in discarica.
- Con l'ordinanza n. 361 del 28 settembre 2006, vengono riconosciuti il piano di messa in sicurezza e ripristino ambientale già approvati con ordinanza n. 153/2003, e viene altresì disposto un accertamento tecnico, a seguito del quale sono state individuate ulteriori volumetrie residue per il raggiungimento delle quote previste dal progetto di messa in sicurezza.
- Con ordinanza n. 195 del 16/06/2007 e n. 199 del 21/06/2007 il Commissario di Governo per l'emergenza rifiuti ha disposto la riapertura della discarica per il periodo 19/06/2007 ÷ 07/07/2007, durante il quale sono stati conferiti ulteriori quantitativi di rifiuti che non hanno comunque esaurito le quantità previste dal progetto di abbancamento.

Il presente progetto prevede le attività di capping dell'invaso, previo riempimento dei volumi residui secondo le modalità che verranno individuate e secondo quanto previsto dall'Articolo 6-ter del Decreto legge 23-05-2008, n. 90 e dalla successiva D.G.R. n.426 del 04/08/2011.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Si prevede, dunque, la realizzazione della copertura e la rinaturalizzazione sul corpo rifiuti nonché interventi di rimodellazione del versante di valle della discarica e del rilevato perimetrale oltreché opere di drenaggio delle acque di infiltrazione nel sottosuolo e di regimentazione delle acque superficiali. In ultimo si aggiunge la realizzazione del recupero vegetazionale del paramento esterno del rilevato perimetrale della discarica e delle aree esterne limitrofe con la tecnica dei “prati armati ®” o equivalente. Tale tecnica prevede la semina di piante erbacee a radicazione profonda e rapido accrescimento che minimizzano l’infiltrazione di acque meteoriche, favoriscono la desaturazione ed il miglioramento della stabilità del terreno corticale.

Tali opere si inseriscono nelle attività finalizzate alla stabilizzazione del versante a valle della discarica eliminando l’infiltrazione di acque superficiali nella formazione di argilla in cui è inserita la discarica.

Gli interventi sintetizzati in precedenza hanno lo scopo di stabilizzare l’area in oggetto in modo ecocompatibile evitando interventi invasivi.

In ultimo sia nella fasi di costruzione che di post-gestione è previsto di integrare il piano di sorveglianza e controllo con un monitoraggio topografico per la verifica di efficacia degli interventi.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## B PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

Nel presente progetto sono stati previsti, in particolare, i seguenti interventi:

- rimodulazione della conformazione attuale dell'ammasso rifiuti attraverso lo scavo e la riprofilatura delle scarpate nell'invaso secondario e la posa di rifiuti selezionati (frazione organica stabilizzata) nel solo invaso principale in modo da raggiungere la quota autorizzata,
- adeguamento e implementazione del sistema di estrazione del percolato prodotto all'interno del corpo rifiuti,
- predisposizione di un sistema di copertura definitiva della discarica conforme alla normativa di settore (D.Lgs. 36/03) comprensivo di rinaturalizzazione della superficie finale,
- predisposizione di una serie di interventi volti a garantire la stabilizzazione del paramento esterno degli argini perimetrali oggetto di dissesti localizzati che consistono in riprofilature locali e recupero vegetazionale con la tecnica dei "prati armati ®" o equivalente,
- interventi di drenaggio del rilevato e dei terreni a valle della discarica da eseguirsi mediante dreni sub-orizzontali e trincee drenanti con relativi collettori di scarico.
- riprofilatura dei terreni a valle della discarica e recupero vegetazionale con la tecnica dei "prati armati ®" o equivalente, compresa opera di contenimento al confine di proprietà realizzata con gabbioni,
- adeguamento del sistema di regimazione delle acque meteoriche sulla copertura definitiva, lungo gli argini perimetrali e le aree limitrofe fino al confine di proprietà,
- predisposizione del sistema di monitoraggio sulla copertura definitiva.

Nell'ambito degli elaborati di progetto, alla luce degli interventi proposti, è prevista la riemissione dei piani di Ripristino Ambientale, Gestione post-operativa e sorveglianza e controllo presentati nell'ambito del "Piano di adeguamento" della discarica come diretta conseguenza all'entrata in vigore del nuovo D.Lgs. 36/03.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## C ELENCO ELABORATI

Gli elaborati di progetto sono i seguenti:

### Relazioni

- 5-2015.002.R01E01 Relazione illustrativa
- G.01 Studio Geologico-tecnico con tavole di corredo
- 5-2015.002.R02E01 Relazione tecnica generale
- 5-2015.002.R03E01 Relazione idraulica
- 5-2015.002.R04E01 Cronoprogramma delle attività
- 5-2015-002.R05E01 Disciplinare tecnico prestazionale
- 5-2015.002.R06E01 Piano di ripristino ambientale
- 5-2015.002.R07E01 Piano di monitoraggio e controllo
- 5-2015.002.R08E01 Piano di gestione post-operativa
- 5-2015.002.R9E01 Computo metrico

### Elaborati grafici

- 5-2015.002.D01E01 Ortofoto di inquadramento
- 5-2015.002.D02E01 Planimetria stato di fatto
- 5-2015.002.D03E01 Riprofilatura corpo rifiuti e versante: Planimetria di progetto
- 5-2015.002.D04E01 Copertura e sistemazione definitiva: Planimetria di progetto
- 5-2015.002.D05E01 Sezioni longitudinali e trasversale di progetto
- 5-2015.002.D06E01 Copertura e sistemazione definitiva: Particolari
- 5-2015.002.D07E01 Interventi di regimazione acque meteoriche e drenaggio di versante: Particolari

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **D BIBLIOGRAFIA**

### **D.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Deliberazione 27/07/1984 - “Disposizioni per la prima applicazione dell’art.4 del Decreto del Presidente della Repubblica 1079/1982 n°915, concernente lo smaltimento dei rifiuti”.
- D.M. 11/03/1988 Ministero Lavori Pubblici - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36; “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;
- D.Min. 27 settembre 2010 - “Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica”.
- Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152 e s.m.i.; “Norme in materia ambientale”; in particolare la Parte quarta: “Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati”;
- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”.

### **D.2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

- Augello, A.J., Matasovic, N., Bray, J.D., Kavazanjian, E. and Seed, R.B. (1995), Evaluation of Solid Waste Landfill Performance During the Northridge Earthquake. ASCE Geotechnical Special Publication N.54: Earthquake design and performance of solid waste landfills. Proceedings ASCE Annual Convention. San Diego, USA.
- Bray, J.D., Augello, A.J., Leonards, G.A., Repetto, P.C. and Byrne, R.J. (1993), Seismic Stability Procedure for Solid Waste Landfills. ASCE Journal of Geotechnical Engineering. Vol. 121 N. 2.
- Brinch Hansen, J. (1970), A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. The Danish Geotechnical Institute, bull. n. 11, Copenhagen.
- Cowland, J.W., Tang, K.Y. e Gabay, J. (1993), Density and Strength Properties of Hong Kong Refuse. Proc. 4th International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, pp. 1433-1446.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



- Del Greco, O. e Oggeri, C. (1993), Geotechnical Parameters of Sanitary Wastes. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, Vol. II pp. 1434-1446.
- Dixon, N. e Jones, D.R.V. (2004), Engineering Properties of Municipal Solid Waste. Geotextiles and Geomembranes, Vol. 23, June 2005, pp. 205-233.
- Dixon, N., Zhang, B. e El-Hamalawi, A. (2005), Constitutive Modelling of MSW. Proc. 10th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 2005, 3-7 Ottobre.
- Edil, T.B., Ranguette, V.J. e Wuellner, W.W. (1990), Settlement of Municipal Refuse. Geotechnics of Waste Fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Philadelphia, 225-239.
- Fassett, J., Leonards, G.A. e Repetto, P.C. (1994), Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste and Their Use in Landfill Design. Proc. Waste Tech '94, Solid Waste Association of North America, Silver Springs, Maryland, pp. 1-31.
- Fratolocchi, E., Pasqualini, E., Patacchini, C., Stella, M. e Veggi, S. (2003), Stabilità delle discariche controllate per rifiuti solidi urbani. Conferenze di Geotecnica di Torino, XIX ciclo.
- Grisolia, M., Napoleoni, Q. and Tancredi, G. (1995), The use of triaxial tests for characterization of MSW. Proc. 5th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 1995, II, 761-768.
- Jessberger, H.L. and Kockel, R. (1991), Mechanical Properties of Waste Materials. Atti del XV ciclo di Conferenze di Geotecnica del Politecnico di Torino (Italy).
- Jessberger, H.L. and Kockel, R. (1993), Determination and Assessment of the Mechanical Properties of Waste Materials. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, CISA. 167-177.
- Jessberger, H.L. (1994), Geotechnical Aspects of Landfill Design and Construction, Part. 2: Materials Parameters and Test Methods. Institution of Civil Engineers Geotechnical Engineering Journal, 107, 105-113.
- Jones, D.R.V., Taylor, D.P. e Dixon, N. (1997), Shear Strength of Waste and Its Use in Landfill Stability Analysis. Proceedings Geonvironmental Engineering Conference, Yong, R.N., Thomas, H.R. (Eds.), Thomas Telford, 343-350.
- Kavazanjian, E. Jr., Matasovic, N., Bonaparte, R. e Schmertmann, G.R. (1995), Evaluation of MSW Properties for Seismic Analysis. Geonvironment 2000, ASCE Geotechnical Special Publication #46, V. 2, pp. 126-141.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- Kavazanjian, E. Jr. (2001) Mechanical Properties of Municipal Solid Waste. Keynote Lecture, Proc. 8th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 415-424
- Kavazanjian, E. Jr. (2006), Waste mechanics. Recent Findings and Unanswered Question. Keynote Lecture, Proc. Geoshanghai International Conference, Shanghai, China, June 6-8, 2006.
- Kolsh, F. (1995), Material Values for Some Mechanical Properties of Domestic Waste. Proc. 5th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, Vol. 2, pp. 20.
- Landva, A.O. e Clark, J.I. (1986), Geotechnical Testing of Waste Fill. Proceedings of Canadian Geotechnical Conference, Ottawa, Ontario, pp. 371-385.
- Landva, A.O. e Clark, J.I. (1990), Geotechnics of Waste Fills – Theory and Practice. A Landva and G.D. Knowles, eds, ASTM STP 1070, Philadelphia, Pa, USA, pp. 86-105.
- Lingh, H.I., Leshchinsky, D., Mohri, Y. e Kawabata, I. (1998), Estimation of Municipal Solid Waste Landfill Settlement. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 124(1), 21-28.
- Machado, S.L., Carvalho, M.F. e Vilar, O.M., (2002), Constitutive Model for Municipal Solid Waste. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, vol. 128(11), pp. 940-951.
- Manassero, M., e Pasqualini, E. (1993), Design and Construction of Barricalla Hazardous Waste Landfill. Geotechnical News, BiTech Publishers, Richmond, B.C., 11(4).
- Manassero, M., Pasqualini, E. e Veggi, S. (1994), Stability of Compacted Clay Liners at Landfill Sidewalls. Proc. XIII ICSMFE, New Delhi, India, 1994, pp. 1587-1590.
- Manassero, M., Van Impe, W.F. e Bouazza, A. (1996), Waste disposal and containment. State of the Art Report, Proc. 2nd ICEG, Osaka, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Martin, R.B., Koerner, R.M. e Whitty, J.E. (1984), Experimental Friction Evaluation of Slippage Between Geomembranes, Geotextiles and Soils. Proc. of the International Conference on Geomembranes, Denver, Colorado, June 20-23, 1984, pp. 191-196.
- Matasovic, N. (1991), Selection of Method for Seismic Slope Stability Analysis. Proc. Second International Conference on Advances in Geotechnical Earthquake Engineering in Soil Dynamics, March 11-15, St. Louis, Missouri, Paper No. 7.20.
- Mesri, G., e Abdel-Ghaffar, M.E.M. (1993), Cohesion Intercept in Effective Stress-Stability Analysis. Journal of Geotechnical Engineering, 119(8), pp. 1229-1249.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- Mitchell, J.K., e Mitchell, R.A. (1991), Stability of Landfills. Atti del XV ciclo di Conferenze di Geotecnica del Politecnico di Torino (Italy).
- Orr, W.R. and Finch, M.O. (1990), Solid waste landfill performance during the Loma Prieta earthquake. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
- Oweis, I.S. e Khera, R. (1990), Geotechnology of Waste Management. Butterworths, Boston.
- Pasqualini, E., Roccato, M. e Sani, D. (1993), Shear Resistance at the Interfaces of Composite Liners. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
- Sanchez-Alciturri, J.M., Palma, J., Sagaseta, C. e Canizal, J. (1993), Mechanical Properties of Wastes in a Sanitary Landfill. Proc. International Conference Green '93, Bolton University, Bolton, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Siegel, R.A., Robertson, R.J. and Anderson, D.G. (1990), Slope stability investigations at a landfill in Southern California. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
- Singh, S. and Murphy, B.J. (1990), Evaluation of the stability of sanitary landfills. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
- Sowers, G.F. (1973), Settlement of Waste Disposal Fills. VIII Proc. Int. Conf. on Soil Mechanics and Found. Eng. Moscow, Vol. 2, pp. 207-212.
- Van Impe, W.F. and Van Impe, P. (1999), Mechanical properties of MSW and considerations on consolidation of dredged material. Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino XVII ciclo, "Controllo e gestione degli inquinanti nel sottosuolo", 23-24-25 Novembre.
- Veggi, S. (1994), Progettazione geotecnica di una discarica. Atti "Caratterizzazione dei terreni e delle rocce per la realizzazione di infrastrutture: teorie, tecnologie ed esempi". Firenze. Ordine dei Geologi della Toscana.
- Veggi S. (2003), "Soluzioni tecniche ottimali per i sistemi di copertura e contenimento delle discariche". Siti Contaminati, Milano.
- Veggi, S. (2005), Progettazione e costruzione delle discariche controllate. Atti del convegno "Discariche controllate: il quadro normativo, ricadute tecnico economiche sulla costruzione e gestione". S. Giovanni Valdarno, 26 ottobre 2005.
- Yen, B.C. e Scanlon, B. (1975), Sanitary Landfill Settlement Rates. Journal of Geotechnical Engineering, Div. Am. Soc. Civ. Eng., 105(5), 475-487.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- Zekkos, D.P., Bray, J.D., Kavazanjian, E. Jr., Matasovic, N., Rathje, E., Riemer, M. e Stockoe II, K.H. (2005), Framework for the Estimation of MSW Unit Weight Profile. Proc. 10th International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 3-7 October 2005.

005-2015.002.R01	Relazione Illustrativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



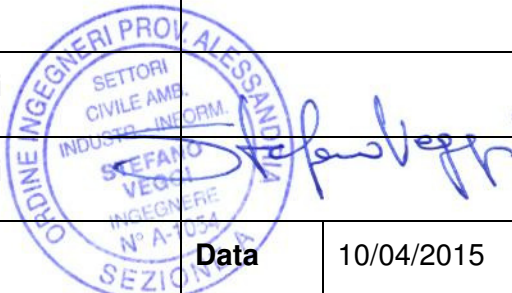
**CITTA' DI ARIANO IRPINO**


Provincia di Avellino

DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

**RELAZIONE TECNICA  
GENERALE**

<b>Approvato</b>	S. Veggi			
<b>Controllato</b>	S. Veggi			
<b>Redatto</b>	S. Veggi			
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	10/04/2015	
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R02	<b>Pagine</b>	1 di 34	



**Desmos**  
Ingegneria Ambiente Energia

Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI  
Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI  
E-mail: [desmos-ing@desmos-ing.it](mailto:desmos-ing@desmos-ing.it)  
E-mail certificata: [desmos-ing@pec.it](mailto:desmos-ing@pec.it)  
P.I e C.F. : 09016150964

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
A.1	SINTESI CRONOLOGICA DEGLI INTERVENTI PER LA GESTIONE DELLA DISCARICA.....	3
A.2	OBIETTIVI DEL PRESENTE PROGETTO.....	5
A.3	SITUAZIONE ATTUALE.....	6
A.4	QUOTE ASSOLUTE.....	7
<b>B</b>	<b>OPERE DI STABILIZZAZIONE</b> .....	<b>7</b>
B.1	PRATI ARMATI .....	7
B.2	OPERE DI DRENAGGIO.....	8
<b>C</b>	<b>RIPROFILATURA E RICARICO DEI RIFIUTI</b> .....	<b>10</b>
C.1	PENDENZE DI RIPROFILATURA.....	10
<b>D</b>	<b>COPERTURA DEFINITIVA DELLA DISCARICA</b> .....	<b>12</b>
D.1	PREMESSA.....	12
D.2	DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	12
D.2.1	<i>Formazione della copertura definitiva</i> .....	12
D.2.1.1	<i>Copertura del piano sommitale di coltivazione</i> .....	12
D.2.1.2	<i>Copertura delle scarpate e delle berme di coltivazione</i> .....	13
D.2.2	<i>Terre rinforzate</i> .....	14
D.2.2.1	<i>Caratteristiche dei materiali</i> .....	14
D.3	DIMENSIONAMENTI DEL SISTEMA DI COPERTURA E RIPROFILATURA .....	15
D.3.1	<i>Valutazione dei cedimenti dei rifiuti</i> .....	15
D.3.1.1	<i>Cedimenti considerati</i> .....	16
D.3.1.2	<i>Calcolo dei cedimenti</i> .....	19
D.3.1.3	<i>Verifica delle pendenze di riprofilatura</i> .....	20
D.3.2	<i>Dimensionamento dei rinforzi nel sistema di copertura</i> .....	20
D.3.2.1	<i>Caratteristiche dei materiali</i> .....	21
D.3.2.2	<i>Caratteristiche sismiche</i> .....	23

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

D.3.2.3	Metodologia di dimensionamento.....	24
D.3.2.4	Risultati delle analisi.....	25
<b>E</b>	<b>SISTEMA DI REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE SUPERFICIALI .....</b>	<b>26</b>
E.1	RETE SUPERFICIALE .....	26
E.1.1	Rete interrata .....	26
<b>F</b>	<b>SISTEMA DI ESTRAZIONE DEL BIOGAS .....</b>	<b>27</b>
F.1	STATO ATTUALE.....	27
F.2	PREVISIONE PROGETTUALE .....	27
<b>G</b>	<b>SISTEMA DI ESTRAZIONE DEL PERCOLATO .....</b>	<b>29</b>
G.1	ELETTROPOMPE DI SOLLEVAMENTO PERCOLATO .....	29
G.2	LINEE DI CONVOGLIAMENTO.....	30
G.3	IMPIANTO DI STOCCAGGIO E TRATTAMENTO DEL PERCOLATO .....	30
<b>H</b>	<b>SISTEMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>31</b>
<b>I</b>	<b>RIASSETTO VEGETATIVO.....</b>	<b>32</b>

#### ALLEGATI:

ALLEGATO A: ELABORATI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL CORPO RIFIUTI

ALLEGATO B: DIMENSIONAMENTO DELLA GEOGRIGLIA

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **A INTRODUZIONE**

Il presente progetto ha per oggetto la definizione delle opere necessarie a garantire il ripristino ambientale della discarica per rifiuti non pericolosi sita in località Difesa Grande, nel comune di Ariano Irpino, in provincia di Avellino.

Sono state previste, in particolare, le opere necessarie a dotare la discarica esistente dei seguenti sistemi:

- opere di stabilizzazione;
- abbancamento di biostabilizzato;
- sistema di copertura della discarica conforme alle norme vigenti;
- sistema di regimazione delle acque meteoriche sulla nuova copertura;
- sistema di estrazione e stoccaggio del percolato prodotto all'interno del corpo rifiuti,
- sistema di monitoraggio per il periodo di gestione post- operativa della discarica.

Nel seguito della presente relazione gli interventi previsti verranno descritti in paragrafi distinti secondo lo schema precedente.

### **A.1 SINTESI CRONOLOGICA DEGLI INTERVENTI PER LA GESTIONE DELLA DISCARICA**

La discarica di Difesa Grande è stata realizzata nel 1995 come una vasca di forma pressoché rettangolare di dimensioni 450 m per 300 m, con argini perimetrali e in mezzeria a suddividere l'intera vasca in due invasi denominati "invaso principale" e "invaso secondario".

Dal 1995 al 2003 la coltivazione è avvenuta per fasi:

- nell'ambito della prima fase è stato sfruttato il volume dell'invaso secondario fino al raggiungimento delle quote del ciglio superiore degli argini;
- nell'ambito della seconda fase è stato sfruttato il volume dell'invaso principale fino al raggiungimento delle quote del ciglio superiore degli argini;
- nell'ambito della terza fase è stata effettuata la coltivazione a vasca unica abbancando il rifiuto in elevazione.

Il primo progetto per la sistemazione finale della discarica fu sviluppato nel 2002.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Nel corso della riunione del 16 aprile 2003, tenutasi presso la Prefettura di Avellino, furono bloccati i massimi livelli raggiungibili dai rifiuti già approvati nell'ordinanza n. 153 del 30/05/2003 e sono state fissate delle nuove quote finali pari rispettivamente a:

- 754,76 m per l'invaso principale,
- 744,76 m per l'invaso secondario,

che consentivano l'ulteriore abbancamento dei rifiuti per il solo riempimento dell'avvallamento dei due cumuli.

Si tenga presente che le quote sopra riportate si riferiscono ad un rilievo con riferimento locale.

Poiché le tavole di progetto (ultimo rilievo del marzo 2015) si riferiscono a quote s.l.m.m. (come anche ad esempio il rilievo effettuato da ARPAC nel 2009) la differenza dei riferimenti è di 48.00 m.

Ne consegue che le quote in riferimento assoluto risultano:

- 706,76 m s.l.m. per l'invaso principale,
- 696,76 m s.l.m. per l'invaso secondario,

Nell'ambito della stessa riunione fu inoltre previsto che:

- le scarpate non dovessero superare l'inclinazione di 27°;
- fossero mantenute le stabilità delle scarpate mediante il loro rivestimento,
- fosse realizzata una strada di servizio per l'accesso alla superficie da ricoprire in fase di chiusura;
- fosse prevista la copertura finale della discarica mediante formazione di idoneo capping, l'asportazione del percolato e del biogas anche nei periodi successivi a quelli di formazione del capping e la mitigazione del paesaggio.

Al fine di recepire le richieste delle Autorità, a valle della riunione del 16 aprile 2003 presso la Prefettura di Avellino furono apportate modifiche al primo progetto di sistemazione finale della discarica datato giugno 2002; ne scaturì una progettazione che si concluse con la presentazione nel giugno del 2003 del "Progetto per la realizzazione delle opere di ripristino ambientale della discarica di prima categoria in località Difesa Grande del Comune di Ariano Irpino (AV)" a firma dell'Ing. Vacca a cui fece seguito, nel settembre dello stesso anno, la presentazione del "Piano di

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

adeguamento” della discarica come diretta conseguenza all’entrata in vigore del nuovo D.Lgs. 36/03.

Nel corso del 2004, contestualmente all’approvazione del “Piano di adeguamento della discarica” presentato, fu decretata anche la chiusura anticipata della discarica, senza cioè che venissero raggiunte completamente le quote precedentemente definite.

Nel corso del bimestre giugno - luglio del 2007 la discarica è stata temporaneamente riaperta: anche con tale ulteriore apporto di rifiuti, tuttavia, non sono state raggiunte delle quote massime di abbancamento dei rifiuti previste dal precedente progetto di sistemazione finale della discarica.

Viene completata in sommità una copertura provvisoria costituita da uno strato argilloso di spessore circa 1 m mentre le scarpate sono coperte con telo in PEAD.

Successivamente la discarica rimane chiusa sino ad oggi. In data 07.09.2007 viene presentato il Progetto Definitivo di copertura al Commissariato di Governo per l’Emergenza Rifiuti della Regione Campania.

Nel 2013-inizio 2014 è stato attuato il piano di caratterizzazione con le tempistiche previste nel D.D. n.32 del 07/03/2013 della U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti – Avellino.

Nella Conferenza dei Servizi dell’11/12/2014 è stato approvato l’esito del Piano di Caratterizzazione e del documento Analisi di Rischio sito-specifica della discarica in oggetto dichiarando concluso positivamente il procedimento,

Tale esito è stato trasmesso all’azienda con nota prot. (Prot. 2014.0859761 del 17/12/2014) della Regione Campania, U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti – Avellino unitamente alla richiesta di presentare un progetto con interventi finalizzati ad evitare l’eventuale fenomeno gravitativo evidenziato dall’Autorità di Bacino con nota prot. 15931 del 10/12/2014 ed il contestuale adeguamento al D. Lgs. 36/2003 del sistema di copertura finale.

Il presente progetto costituisce adempimento a quest’ultima richiesta.

## **A.2 OBIETTIVI DEL PRESENTE PROGETTO**

La presente progettazione ha come scopo quello di adattare le soluzioni previste nell’ambito dei due precedenti progetti autorizzati:

- “Progetto per la realizzazione delle opere di ripristino ambientale della discarica di prima categoria in località Difesa Grande nel Comune di Ariano Irpino” redatto nel Giugno 2003, “Piano di adeguamento” redatto in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 36/03 nel

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

settembre 2003, ed alle mutate condizioni di disposizione del cumulo di rifiuti conseguenti all'ultimo abbancamento del 2007;  
nonchè alle esigenze evidenziate in sede di approvazione degli esiti del piano di caratterizzazione (CdS del 11/12/2014).

### **A.3 SITUAZIONE ATTUALE**

Il rilievo dell'attuale situazione di disposizione dei rifiuti nell'ambito della discarica in oggetto è illustrato nell'elaborato grafico di progetto "Planimetria stato di fatto" (doc. 5-2015.002.D02E01).

Attualmente la discarica risulta costituita da un argine perimetrale di forma trapezoidale, sulla cui sommità è stata realizzata una strada con fondo in cls.

Al di sopra di tale argine si innalza il fronte esterno di abbancamento dei rifiuti che si estende poi verso l'interno della vasca dove ha sede il piano sommitale di coltivazione.

Il fronte esterno di abbancamento dei rifiuti, avente pendenze comunque inferiore ai 27° imposti, risulta protetto su tre dei 4 lati della vasca da un telo in HDPE che funge da copertura provvisoria del fronte stesso; su un tratto, al telo in HDPE è stato aggiunto un secondo telo di colore verde avente funzioni di mitigamento visivo del primo, di colore nero.

Sul quarto lato della vasca, il fronte di coltivazione, risulta protetto da materiale argilloso e da uno strato di terreno vegetale; su tale tratto, infatti, a ridosso dell'argine è stata realizzata una pista di accesso al copro rifiuti in terra.

Nella sola porzione del perimetro della vasca prospiciente la zona pesa e uffici, non è presente il fronte di abbancamento; in corrispondenza di tale tratto fu realizzato un arginello di coltivazione protetto anch'esso da telo in HDPE saldato al telo di fondo.

Maggiori dettagli circa la situazione attuale sono riportati nello: "Studio Geologico-tecnico", elab. G.01 ove sono anche messi in evidenza gli aspetti geomorfologici ed i dissesti localizzati sul paramento esterno dell'argine perimetrale e sul versante a valle della discarica.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

#### **A.4 QUOTE ASSOLUTE**

Le quote riportate nelle tavole di progetto che si basano sul rilievo eseguito nel marzo 2015 sono in m. s.l.m.m. così come il rilievo eseguito da ARPAC nel 2009. Si tenga conto che in precedenti elaborati (2003-2005-2007) le quote erano riferite ad un riferimento locale. Tali riferimenti differiscono per un  $\Delta = - 48.00$  m.

### **B OPERE DI STABILIZZAZIONE**

Le evidenze superficiali ed i monitoraggi effettuati hanno dato evidenza di un movimento gravitativo che in passato aveva interessato il versante di valle della discarica su di cui è posto il rilevato di coronamento interessando anche quest'ultimo. In concomitanza con tali evidenze si osservò anche un innalzamento fino al piano campagna dei livelli idrici nel substrato naturale. Si presume infatti che sia stato il mutato regime delle pressioni interstiziali il principale fattore che ha innescato i fenomeni in atto.

Lo scopo delle opere in oggetto è pertanto quello di ridurre le pressioni interstiziali in corrispondenza delle (potenziali) superfici di scivolamento in modo tale da incrementare la resistenza a taglio disponibile e quindi migliorare le condizioni di stabilità del pendio.

Tali attività, unitamente ai prati armati realizzati su tutto il paramento esterno dell'argine perimetrale ove si sono verificati dissesti corticali, rappresentano un primo step di interventi che sarà valutato attraverso i monitoraggi (topografici iniziati nel 2015 ed in corso piezometrici ed eventualmente inclinometrici,) che saranno effettuati in corso d'opera e prolungati successivamente al completamento delle opere.

Poiché l'intervento si basa sul metodo osservazionale (punto 6.2.4 del D.M. 14/01/2008), si verificherà se gli interventi proposti sono sufficienti o se sarà necessario integrarli con ulteriori drenaggi e/o opere di consolidamento, trattando tali aspetti nell'ambito della documentazione da predisporre per l'autorizzazione sismica presso l'ex Settore Prov.le del Genio Civile salvo specifiche richieste in merito.

#### **B.1 PRATI ARMATI**

Per la stabilizzazione, il controllo dell'erosione e la rinaturalizzazione delle scarpate perimetrali del rilevato della discarica è stato previsto l'impiego dei prati armati o interventi similari.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Si tratta di una nuova tecnologia che impiega esclusivamente sementi di particolari piante erbacee perenni dotate di particolari caratteristiche fisiologiche e di un apparato radicale profondo e resistente.

Con tale tecnologia si prevede dunque di contribuire alla stabilizzazione lo strato corticale dell'argine perimetrale per lo spessore medio di 1 m consentendo, al contempo, di prevenire l'erosione su versanti.

L'aspetto più interessante dell'impiego di queste piante è che, grazie alla loro rusticità e capacità di adattamento, è possibile utilizzarle da sole per stabilizzare il versante, senza terreno vegetale di riporto, né materiali o manufatti plastici, etc. I vantaggi derivanti dall'applicazione di questo trattamento sono:

- Blocco dell'erosione idrica ed eolica;
- Immobilizzazione dei rifiuti;
- Riduzione della produzione di percolato;
- Riduzione drastica costi e tempi di intervento 5. Riduzione drastica costi energetici di intervento;
- Riduzione drastica delle emissioni di inquinanti dovuti all'utilizzo di tecniche tradizionali;
- Non utilizzo di materiali e manufatti plastici, argilla, terreno vegetale, etc per la messa in sicurezza;
- Rinaturalizzazione con specie autoctone;
- Eliminazione di ogni manutenzione post-impianto.

L'impianto erbaceo che ne deriva è naturale, rustico e perenne, non necessita quindi di né di continui rifacimenti né di costante manutenzione.

## **B.2 OPERE DI DRENAGGIO**

Le opere di drenaggio sono costituite da due tipologie di interventi entrambi concentrati nella zona di valle della discarica in corrispondenza dell'argine perimetrale e dei terreni subito a valle:

- Dreni sub-orizzontali a gravità disposti lungo la linea di massima pendenza, della lunghezza di circa 30 m, inclinati di 5° rispetto all'orizzontale ed aventi interasse di 15 m che si sviluppano a partire dal piede dell'argine di contenimento della discarica all'interno

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

dell'argine stesso. Il dreno sarà costituito da una tubazione in HDPE DN 90 mm PN 16 fessurata per tutto il suo sviluppo ad esclusione degli ultimi 5 m a valle.

- Trincee drenanti a gravità disposte lungo la linea di massima pendenza, di lunghezza variabile tra 40 m e 70 m, larghezza 100 cm, profondità 5.5 m a partire dal piano campagna, interasse 30 m ubicate a valle dei dreni sub-orizzontali con una sovrapposizione planimetrica di circa 5 m. Sul fondo della trincea sarà posizionata una tubazione in HDPE DN 200 mm PN 16 fessurata che favorirà il deflusso delle acque drenate verso valle.

Le acque captate dai suddetti sistemi di drenaggio saranno raccolte e convogliate per gravità ai recettori idrici superficiali ubicati in destra orografica attraverso un sistema di collettori.

Per maggiori dettagli circa i dimensionamenti e le caratteristiche delle opere in oggetto si rimanda alla Relazione idraulica ed agli elaborati grafici.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## C RIPROFILATURA E RICARICO DEI RIFIUTI

Preliminarmente alla posa del pacchetto di copertura è prevista la riprofilatura del corpo rifiuti sia con attività di rimozione che di ricarica.

Come mostrato nella “Planimetria stato di fatto” (doc. 5-2015.002.D02E01) e nella “Sezioni longitudinali e trasversale di progetto” (doc. 5-2015.002.D05E01), la situazione attuale presenta diversi punti di avvallamento, specialmente in corrispondenza dell’invaso principale sede degli ultimi conferimenti del bimestre giugno – luglio 2007.

Nello stesso elaborato “Sezioni longitudinali e trasversale di progetto” sono indicati anche i profili dell’abbancamento a seguito della riprofilatura; l’elaborato “Riprofilatura corpo rifiuti: Planimetria di progetto” (doc. 5-2015.002.D03E01) illustra la situazione planimetrica che si prevede di ottenere a seguito degli interventi di riprofilatura.

In sintesi, la riprofilatura riguarderà la zona di discarica in corrispondenza dell’invaso principale tramite il riempimento dei volumi residui con materiale idoneo anche come previsto dal **Decreto legge 23-05-2008, n. 90** mentre in corrispondenza dell’invaso secondario saranno effettuate delle attività di rimozione volte ad inserire delle berme intermedie lungo il fronte di valle e a ridurre la pendenza media.

### C.1 PENDENZE DI RIPROFILATURA

La conformazione geometrica del corpo rifiuti e della copertura finale della discarica dovrà essere tale da assicurare che, dopo il verificarsi di tutti i possibili cedimenti le pendenze siano sempre e comunque in grado di garantire il defluire delle acque meteoriche di ruscellamento e del percolato estratto dei pozzi verso l’esterno: in genere si verifica che sia garantita una pendenza superiore al 2,5 %.

Sono stati individuati tre possibili cedimenti:

- cedimenti di breve termine dovuti all’assestamento dei rifiuti per autocompattazione a seguito della movimentazione per riprofilatura;
- cedimenti per autodegradazione di lungo termine;
- cedimenti per compattazione, di breve termine, a seguito della posa del pacchetto di copertura.

Nel successivo paragrafo D.3.1 si riporta il calcolo effettuato per la stima dei cedimenti. In generale, sono state imposte pendenze di riprofilatura dell’ordine del 3 – 5 % e questo ha consentito di

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

stimare pendenze nel lungo periodo, ovvero a cedimenti esauriti, comunque superiori al 2,5 % minimo imposto.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## D COPERTURA DEFINITIVA DELLA DISCARICA

### D.1 PREMESSA

Al paragrafo 2.4.3, Allegato 1 del D.Lgs. 36/03 vengono indicati i seguenti criteri a cui la copertura superficiale finale di una discarica deve tendere:

- isolare i rifiuti dall'ambiente esterno;
- minimizzare le infiltrazioni d'acqua;
- minimizzare la necessità di manutenzione;
- minimizzare i fenomeni di erosione;
- resistere agli assestamenti ed a fenomeni di subsidenza localizzata.

La formazione del pacchetto di copertura definitivo della discarica deve pertanto avvenire su di un piano di posa dotato di pendenze adeguate a garantire il deflusso delle acque meteoriche verso l'esterno che tengano anche conto dei cedimenti all'interno del corpo rifiuti.

### D.2 DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI

#### D.2.1 *Formazione della copertura definitiva*

La copertura definitiva sarà realizzata una volta completate le attività di profilatura e ricarico del corpo rifiuti.

Qui di seguito sono riportate le stratigrafie previste in relazione alle aree di posa:

- Piano sommitale
- Scarpate e berme intermedie

##### D.2.1.1 Copertura del piano sommitale di coltivazione

Il pacchetto di copertura finale in progetto dovrà essere conforme alle prescrizioni minime della normativa italiana e sarà pertanto costituito, per le superfici pianeggianti (piano sommitale) dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

- strato di terreno vegetale, di spessore pari a 1,00 m con una percentuale organica in grado di accogliere la vegetazione finale;
- geotessuto di protezione del dreno da eventuali intasamenti;
- strato di drenaggio dello spessore di almeno 50 cm;

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- telo impermeabile in polietilene ad alta densità;
- strato di argilla compattata ( $k \leq 10^{-6}$  cm/s) avente lo spessore 50 cm,;
- telo di tessuto non tessuto (solo sulla superficie sommitale);
- dreno dello spessore di circa 50 cm;

Lo spessore complessivo della copertura è pertanto di 2,50 m.

Per la realizzazione dell'impermeabilizzazione della copertura con il telo in HDPE, potranno anche essere utilizzati i teli attualmente presenti sui fronti di coltivazione esterni che, in questa fase, andranno in ogni caso rimossi.

Per particolari circa il sistema proposto si rimanda all'elaborato grafico "Copertura e sistemazione definitiva: Particolari" (doc. 5-2015.002.D06E01).

#### D.2.1.2 Copertura delle scarpate e delle berme di coltivazione

Per le superfici inclinate del fronte esterno di coltivazione, date le difficoltà di posa dovute alla pendenza, gli strati di drenaggio e lo strato di argilla saranno sostituiti rispettivamente, con geocompositi drenanti ed un geocomposito bentonitico.

Per semplicità realizzativa e continuità il sistema di seguito descritto sarà applicato anche alle berme di profilatura realizzate sul fronte di valle della coltivazione.

Il sistema di copertura finale del fronte sarà pertanto costituito dall'alto verso il basso:

- strato di terreno vegetale, di spessore pari a 1,00 m con una percentuale organica in grado di accogliere la vegetazione finale;
- geocomposito drenante;
- geocomposito bentonitico coesionato meccanicamente di spessore minimo pari a 0,55 cm con permeabilità  $k \leq 5 \times 10^{-11}$  m/s;
- geocomposito drenante.

Lo spessore complessivo della copertura è pertanto di 1,00 m.

A contatto con il terreno vegetale, verso l'esterno, verrà posta una biostuoia picchettata per favorire il rinvenimento; tra il geocomposito drenante e il corpo rifiuti, invece, andrà predisposto uno strato antierosivo in terreno naturale.

Per particolari circa il sistema proposto si rimanda all'elaborato grafico "Copertura e sistemazione definitiva: Particolari" (doc. 5-2015.002.D06E01).

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **Caratteristiche dei materiali e particolari**

All'interno dello strato di terreno vegetale verranno predisposte due geogriglie di rinforzo di adeguate caratteristiche di resistenza a trazione; anche il geocomposito drenante al di sotto del terreno vegetale dovrà avere adeguate caratteristiche di resistenza.

Calcoli e procedure per il dimensionamento di tali elementi sono riportati nel successivo paragrafo D.3.

Il geocomposito drenante posto al di sotto del terreno vegetale dovrà favorire il deflusso delle acque di infiltrazione verso la linea di recapito costituita da tubazioni in HDPE e materiale drenante predisposte al piede del rilevato di copertura di parete (si veda descrizione del sistema di raccolta delle acque meteoriche al successivo paragrafo E).

Analogamente il geocomposito drenante posto a contatto con i rifiuti (separato da uno strato antierosivo di spessore minimo) dovrà favorire il deflusso del biogas verso le tubazioni di drenaggio del biogas in HDPE poste anch'esse al piede del rilevato di copertura di parete, ma a quote inferiori rispetto alle linee descritte in precedenza.

#### **D.2.2 Terre rinforzate**

Per rendere possibile la realizzazione del pacchetto di copertura in parete e salvaguardare il più possibile la transitabilità della pista perimetrale, è stata prevista la realizzazione di terre rinforzate aventi funzione di piede del pacchetto di copertura.

La tecnica del rinforzo con geosintetici, terre rinforzate, consiste nella realizzazione di un terrapieno compattato di materiale di scavo al cui interno saranno inseriti reti continue di geosintetici di elevate caratteristiche meccaniche e resistenza allo sfilamento.

Come indicato nell'elaborato di progetto "Copertura e sistemazione definitiva: Particolari" (doc. 5-2015.002.D06E01), al quale si rimanda per i dettagli, a tergo del terrapieno è previsto un sistema di drenaggio delle acque costituito dal geocomposito drenante del sistema di copertura un geocomposito drenante con recapito in una tubazione in HDPE.

##### **D.2.2.1 Caratteristiche dei materiali**

Il terrapieno sarà realizzato con materiali granulari di granulometria controllata; i materiali potranno anche provenire dagli scavi ma dovranno essere esenti da coltre superficiale e avere bassa percentuale di frazione terrosa.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Si è considerato l'utilizzo di un materiale dalle seguenti caratteristiche geotecniche:

- Angolo d'attrito interno:  $\phi = 30^\circ - 35^\circ$
- Peso di volume medio:  $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$
- Coesione:  $c = 0 \text{ KN/m}^2$

La geogriglia prevista nell'intervento in esame dovrà garantire avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Resistenza a trazione massima:  $f_k \geq 32,5 \text{ kN/m}$ ;
- Allungamento massimo:  $\epsilon_{\max} \leq 12.5\%$

### **D.3 DIMENSIONAMENTI DEL SISTEMA DI COPERTURA E RIPROFILATURA**

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli e le valutazioni effettuate per dimensionare i seguenti aspetti del sistema di copertura e riprofilatura:

- Cedimenti del corpo rifiuti
- Elementi di rinforzo del sistema di copertura

#### ***D.3.1 Valutazione dei cedimenti dei rifiuti***

La valutazione dei cedimenti nel corpo di una discarica è un'operazione estremamente complessa, a causa principalmente dell'eterogeneità dei materiali presenti e delle continue variazioni delle proprietà e delle caratteristiche dei materiali stessi nel tempo.

Sowers (1973), per primo, ha cercato di dare un quadro per interpretare il fenomeno, identificando i meccanismi responsabili dei cedimenti e sintetizzandoli in quattro componenti principali:

- consolidazione (riduzione dell'indice dei vuoti);
- decomposizione bio-chimica;
- reazioni fisico-chimiche (corrosione, ossidazione, combustione);
- migrazione delle parti più fini all'interno dei vuoti fra i materiali più grossolani ('ravelling').

Fra quelli elencati solo il primo, meccanico, è riferibile direttamente all'aumento del carico indotto dalla coltivazione della discarica, e quindi può essere analizzato in termini di sforzi e deformazioni.

Gli altri meccanismi sono funzione dell'ambiente che si viene a creare durante la coltivazione (composizione dei rifiuti, temperatura, livello del percolato, produzione del biogas).

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Diversi studi (Sowers, 1973; Yen & Scanlon, 1975; Park et al., 2002; Napoleoni, 2004) hanno mostrato come il processo di consolidazione si esaurisca in periodi dell'ordine del mese, mentre i cedimenti residui, che assumono valori significativi in funzione principalmente dell'altezza del cumulo, proseguono per svariati anni, durante i quali un ruolo molto importante è assunto dalla decomposizione.

La curva di compressibilità di riferimento per i rifiuti solidi urbani presenta l'andamento tipico mostrato in **Allegato A**, figura. 1 (Napoleoni, 2004).

La valutazione dei cedimenti è stata effettuata quindi nel tentativo di cogliere i fenomeni principali che li determinano, separando la consolidazione primaria dai cedimenti a lungo termine, questi ultimi stimati sulla base di correlazioni disponibili in letteratura.

Poiché non sono state apportate delle variazioni significative, nel seguito si ripropongono i calcoli effettuati per il Progetto Definitivo di copertura presentato in data 07.09.2007 al Commissariato di Governo per l'Emergenza Rifiuti della Regione Campania.

#### *D.3.1.1 Cedimenti considerati*

Il calcolo dei cedimenti del corpo rifiuti per il caso in oggetto ha considerato tre differenti tipi di cedimento:

- cedimenti di breve termine dovuti all'assestamento dei rifiuti per autocompattazione a seguito della movimentazione per riprofilatura (laddove prevista);
- cedimenti per autodegradazione di lungo termine;
- cedimenti primari di breve termine per compattazione a seguito della posa del pacchetto di copertura.

#### **Cedimenti a breve termine per autocompattazione**

Il cedimento per autocompattazione avviene generalmente entro i primi mesi dalla deposizione ed è causato da un processo di compattazione sotto peso proprio.

Nel caso dei rifiuti urbani è stato riscontrato sperimentalmente che, in ambito italiano, per i rifiuti solidi urbani il valore medio dei cedimenti per autocompattazione è nell'ordine del 4% dell'altezza.

#### **Cedimenti a lungo termine**

Come si è detto, i cedimenti a lungo termine rappresentano una quota parte molto importante del cedimento complessivo della corpo rifiuti, e proseguono per molti anni successivamente alla fine della costruzione della discarica.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Data la complessità nel rappresentare con formulazioni matematiche il problema, ad oggi non esistono modelli e codici di calcolo in grado di fornire risultati attendibili (Napoleoni, 2004). Tuttavia, sono disponibili in letteratura (Park et al., 2002) alcune relazioni empiriche basate su analisi dei dati provenienti da osservazioni sperimentali in discariche o in provini di grande scala in laboratorio. In particolare, Yen & Scanlon (1975), dall'osservazione dei cedimenti in alcune discariche nella Contea di Los Angeles (U.S.A), hanno proposto il legame seguente tra la velocità con cui avviene il cedimento e il logaritmo dell'età media dei rifiuti:

$$m = a - b \cdot \text{Log } t, \quad (1.)$$

dove:

$m$  = velocità con cui avviene il cedimento;

$a, b$  = parametri ottenuti da regressioni lineari sui dati sperimentali;

$t$  = età media dei rifiuti, calcolata a partire da metà costruzione del cumulo (si veda **Allegato A**, figura. 2).

Sohn & Lee (1994) hanno derivato una relazione lineare tra i parametri  $a$  e  $b$  della equazione (1) e l'altezza  $H_f$  della discarica, basandosi sulle correlazioni con i dati sperimentali e con le stesse osservazioni condotte da Yen & Scanlon (1975) riportate in **Allegato A**, figura. 3.

In virtù di tali correlazioni, è possibile stimare il cedimento secondario integrando nel tempo la (1), cioè è possibile stimare il cedimento residuo  $S_r$  tramite l'espressione:

$$S_r = \int_{t_1}^{t_1 + \Delta t} (a - b \cdot \text{Log } t) dt . \quad (2.)$$

Si fa notare che la velocità alla quale avviene il cedimento data dalla (1) si annulla in corrispondenza di un determinato valore di  $t$  (funzione, per quanto detto, dell'altezza del cumulo); al di sopra di tale valore, si assumerà che si esaurisce anche il cedimento secondario (a lungo termine).

### **Cedimenti primari per posa copertura**

Il cedimento di consolidazione primaria è stato valutato modellando il cedimento indotto da un carico superficiale (con area che può avere forma nastriforme, rettangolare o circolare) su un terreno di fondazione schematizzato come semispazio elastico-lineare, omogeneo ed isotropo.

Dopo aver calcolato l'incremento tensionale indotto dal carico alle varie profondità la stima dei cedimenti è stata effettuata con la formula:

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

$$\delta_p = \sum_{i=1}^n \frac{1}{E_i} \cdot [\Delta\sigma_{zi} - \nu \cdot (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \cdot \Delta h_i \quad (3.)$$

in cui:

$\delta_p$  = cedimento;

$n$  = numero di suddivisione degli strati di terreno;

$E_i$  = modulo di deformabilità medio della suddivisione  $i$ -esima di terreno;

$\Delta h_i$  = altezza della suddivisione  $i$ -esima di terreno;

$\nu$  = coefficiente di Poisson;

$\Delta\sigma_{zi}$ ,  $\Delta\sigma_{xi}$ ,  $\sigma_{yi}$  = incremento medio delle tensioni normali verticali ed orizzontali della suddivisione  $i$ -esima di terreno.

Il modulo di deformabilità del rifiuto è stato assegnato in funzione dello stato tensionale con legge di variazione:

$$E_i = E_0 + K \cdot z, \quad (4.)$$

in cui:

$E_0$  = modulo di deformabilità in corrispondenza del piano di posa dell'impermeabilizzazione dell'ampliamento della discarica,

$z$  = profondità dal piano di posa dell'impermeabilizzazione di fondo dell'ampliamento;

ponendo  $E_0 = 1$  MPa, le assunzioni equivalgono ad aver considerato per il rifiuto già abbancato al momento dell'ampliamento un modulo di deformabilità medio tra un valore tipico per i Rifiuti Solidi Urbani e un valore tipico per i materiali argillosi, facendolo però variare linearmente con la pressione di confinamento in accordo alle osservazioni sperimentali e ai risultati delle prove di laboratorio (Jessberger et al., 1991; Veggi, 1994).

La schematizzazione simula pertanto il cedimento del piano di posa del drenaggio di fondo del percolato in seguito all'abbancamento dei rifiuti dell'ampliamento, in cui l'abbancamento viene simulato mediante l'applicazione di un carico che, su ogni punto, è pari a:

$$q = \gamma_R \cdot H, \quad (5.)$$

con

$\gamma_R$  = peso del rifiuto

$H$  = altezza del corpo rifiuti dell'ampliamento (variabile quindi con la posizione del punto).

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### D.3.1.2 Calcolo dei cedimenti

Per ogni punto considerato, è stato calcolato il cedimento totale in funzione:

- dello spessore di rifiuti sottostanti (per la valutazione dei cedimenti primari a seguito della posa della copertura),
- dell'interessamento del punto alle operazioni di riprofilatura (per valutare o meno anche il contributo di autocompattazione).

In ragione della conformazione abbastanza regolare dell'abbancamento in oggetto, sono stati considerati due tipi di punti:

- Punto A (H rifiuti = 20 m)
- Punto B (H rifiuti = 30 m).

#### **Cedimenti a breve termine per autocompattazione**

Per quanto detto sopra, i cedimenti a breve termine per autocompattazione sono stati considerati come il 4% dello spessore di rifiuti movimentato.

#### **Cedimenti primari per posa copertura**

Il cedimento di consolidazione primaria dovuto alla posa della copertura è stato calcolato con la metodologia descritta al paragrafo D.3.1.1.

E' risultato:

- il cedimento in corrispondenza dei punti tipo "Punto 1" (H rifiuti = 20 m) è stimato in 0,43185 m;
- il cedimento in corrispondenza dei punti tipo "Punto 2" (H rifiuti = 20 m) è stimato in 0,53234 m;

I tabulati di calcolo sono riportati in **Allegato A**.

#### **Cedimenti a lungo termine**

Per quanto detto sopra, nota la posizione di ciascun punto di controllo all'interno del corpo rifiuti, noto il tempo trascorso a completare l'abbancamento il tempo di esaurimento del cedimento secondario,  $t_f$ , e quindi, integrando la (2) tra il tempo medio di abbancamento dei rifiuti e  $t_f$ , è possibile determinare l'entità del cedimento secondario.

Per altezze di 20 m e 30 m, quali sono riscontrabili per la discarica di Difesa Granda, le correlazioni portano ad una stima del tempo di esaurimento del cedimento secondario superiore rispettivamente ai 15 - 20 anni; occorre tuttavia notare che per il caso in oggetto, essendo la posa dei rifiuti cominciata nel 1994, è stato possibile anche definire il cedimento già esaurito e quello effettivo residuo (che deve ancora esaurirsi).

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Per le due tipologie di punto, i cedimenti effettivi residui sono stati valutati in:

- 0,1060 m in corrispondenza dei punti tipo “Punto 1” (H rifiuti = 20 m);
- 0,2677 m in corrispondenza dei punti tipo “Punto 2” (H rifiuti = 30 m).

I grafici con i risultati di calcolo sono riportati in **Allegato A**.

### **Cedimenti totali**

Sommando al valore così ottenuto, cedimento di lungo periodo, il cedimento calcolato con l'analisi numerica e quello stimato in modo speditivo per considerare l'autocompattazione si è stimato il cedimento totale per ogni tipo di punto nelle due diverse ipotesi:

- con riprofilatura
- senza riprofilatura.

Sempre in **Allegato A** sono riportati i risultati in forma di grafico nei quali è stata indicata con una linea orizzontale rossa la situazione attuale corrispondente.

#### *D.3.1.3 Verifica delle pendenze di riprofilatura*

Nelle tabelle riportate a seguire in **Allegato A**, sono riportati i risultati dei calcoli di verifica delle pendenze fra i vari punti di punti di controllo contigui posti sul piano di abbancamento dei rifiuti riprofilato; per tutti i punti da A a R, è stata calcolata la pendenza del piano di posa della copertura, ovvero del piano ultimo di abbancamento dei rifiuti prima e dopo l'esaurirsi dei cedimenti residui.

Dalle tabelle si evince che il piano di posa della copertura, e quindi anche la copertura stessa essendo su tali piani lo spessore del pacchetto di copertura costante, resta sempre inclinato con pendenze superiori al 2,5 %; ne consegue che nelle previsioni del modello di calcolo le linee di convogliamento delle acque meteoriche e del percolato estratto, disposte verosimilmente lungo tali direttrici, resteranno efficienti anche nel lungo periodo.

### **D.3.2 Dimensionamento dei rinforzi nel sistema di copertura**

Le problematiche relative alla stabilità delle coperture sono legate ai possibili scivolamenti lungo le interfacce dei geosintetici a causa delle sollecitazioni indotte dal peso del terreno vegetale sovrastante.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Il dimensionamento è stato effettuato facendo riferimento alla metodologia proposta da R.M. Koerner<sup>1</sup> adeguato alla normativa italiana ed esteso al caso sismico.

In particolare l'approccio utilizzato sia per i dimensionamenti in condizioni statiche che per quelli in condizioni sismiche, in conformità a quanto previsto dalle norme tecniche per le costruzioni, è stato quello attribuire dei coefficienti di sicurezza parziali ai parametri caratteristici del terreno ( $\gamma$  e  $\phi'$ ), di resistenza delle interfacce e a trazione dei materiali e di verificare che le resistenze offerte fossero comunque maggiori delle sollecitazioni.

La scelta dei coefficienti di sicurezza parziali, per quanto concerne la fattorizzazione delle resistenze del terreno, è stata effettuata sulla base della normativa italiana (NTC08) mentre, per la riduzione delle resistenze delle geogriglie, poiché le NTC08 non danno specifiche indicazioni sui coefficienti parziali da adottare su queste tipologie di materiali, è stata fatta in accordo con la norma ISO/TR 20432.

#### D.3.2.1 Caratteristiche dei materiali

##### **Terreno vegetale**

Il terreno vegetale che verrà utilizzato a completamento della copertura definitiva ed in grado di accogliere la vegetazione finale è dovrà avere i seguenti parametri caratteristici minimi:

$\gamma$	= 18 kN/m <sup>3</sup>	(peso di volume)
$\phi'$	= 33°	(angolo di attrito)
$c'$	= 0 kPa	(coesione)

Si precisa che sarà realizzato uno strato più superficiale di terreno di coltivo vero e proprio dello spessore di 30 cm, più idoneo ad ospitare il rinverdimento e tenuto in posto dalla biostuoia picchettata superficiale.

Il materiale sottostante sarà invece costituita da un'idonea miscela di terreno con materiale inerte. Ciò avrà il duplice scopo di garantire il raggiungimento dell'angolo d'attrito interno di progetto grazie alla struttura interna fornita dallo scheletro lapideo al materiale vegetale e di favorire il convogliamento delle acque di infiltrazione al sottostante strato di captazione (geocomposito drenante).

<sup>1</sup> R. M. Koerner, and T-Y. Soong, 1998. "Analysis and Design of Veneer Cover Soils". Proceedings of 6th International Conference on Geosynthetics, Vol. 1, pp. 1-23, Atlanta, Georgia, USA.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Si sottolinea inoltre che il materiale utilizzato ad oggi per le coperture, posato su superfici del tutto analoghe a quelle di progetto sia in termini di lunghezza che di inclinazione della scarpata, si è dimostrato stabile anche nel lungo periodo.

### Geogriglie di rinforzo

La resistenza a trazione della geogriglia da inserire nel calcolo (resistenza di progetto  $T_d$ ) è legato a quello della resistenza nominale (o resistenza caratteristica  $T_k$ ) dalla seguente relazione<sup>2</sup>:

$$T_d = T_k \cdot \frac{1}{RF_{CR} \cdot RF_{ID} \cdot RF_W \cdot RF_{CH}} \quad (6.)$$

dove:

$T_d$  resistenza di progetto (valore che la geogriglia deve essere in grado di fornire);

$T_k$  resistenza caratteristica a trazione, valore nominale;

$RF_{CR}$  coefficiente di sicurezza nei confronti del carico statico sostenuto nella vita di esercizio (50 anni) alla temperatura di progetto (30°) e corrisponde al coefficiente di sicurezza nei confronti di fenomeni di *creep*;

$RF_{ID}$  coefficiente di sicurezza nei confronti del danneggiamento meccanico in relazione alla granulometria del materiale impiegato;

$RF_W$  coefficiente di sicurezza nei confronti della degradazione per l'esposizione agli agenti atmosferici per il massimo periodo di esposizione prevista;

$RF_{CH}$  coefficiente di sicurezza nei confronti della riduzione di resistenza a causa di fenomeni chimici o biologici per ambiente aggressivo con valori del pH tra 4 ÷ 9.

Per il calcolo di dimensionamento è stato considerato un valore della resistenza di progetto  $T_d$  pari a 165 kN/m a cui corrisponde, utilizzando valori dei coefficienti di riduzione bibliografici, una resistenza caratteristica di almeno 400 kN/m.

### Caratteristiche dell'interfaccia

Le caratteristiche dell'interfaccia tra geogriglia e terreno di copertura sono le seguenti:

$\delta = 20^\circ$  (angolo di attrito di interfaccia di lungo periodo)

$c_a = 0$  kPa (adesione)

<sup>2</sup> Il riferimento normativo è la ISO/TR 20432: "Guidelines for the determination of the long-term strength of geosynthetics for soil reinforcement"

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### D.3.2.2 Caratteristiche sismiche

Nello “Studio geologico- tecnico”, in ottemperanza alle direttive del D.M. 14 gennaio 2008 è stato calcolato il valore dell’accelerazione massima al suolo  $a_{max}$ , per gli stati limite ultimi (cfr. SLV).

In particolare, l’accelerazione massima attesa al sito è stata valutata con la relazione:

$$a_{max} (S_d [g]) = S_s \times S_T \times a_g = 0.306 \text{ g} \quad (7.)$$

dove:

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica.

Le analisi di stabilità sono state condotte in accordo al metodo pseudo-statico, che consiste nel sostituire alle reali azioni dinamiche indotte dal sisma in ogni elemento di volume di terreno una forza di inerzia costante (F) valutata come segue:

a) componente orizzontale:  $F_H = W \cdot k_H$

ove:

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile;

$k_H$  = coefficiente sismico orizzontale.

b) componente verticale:  $F_V = W \cdot k_V$

ove:

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile;

$k_V$  = coefficiente sismico verticale.

A loro volta I coefficienti sismici sono valutati con le espressioni seguenti:

$$k_H = \beta_s \cdot a_{max}/g;$$

$$k_V = \pm 0.5 \cdot k_H; \quad (8.)$$

ove:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

g = accelerazione di gravità.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Nel caso specifico il valore di  $\beta_s$  è stato definito sulla base della tabella 7.11.I delle NTC08 per la categoria di suolo C (cfr. "Studio geologico- tecnico") ed è risultato essere pari a 0.28. Se ne desume che:

$$k_H = 0.0857$$

$$k_V = \pm 0.0428$$

### D.3.2.3 Metodologia di dimensionamento

Per il dimensionamento della geogriglia è stata impiegata la metodologia proposta da R.M. Koerner<sup>3</sup>.

In particolare è stato applicato il metodo dell'equilibrio limite al pendio finito mostrato in [Figura D.1](#).

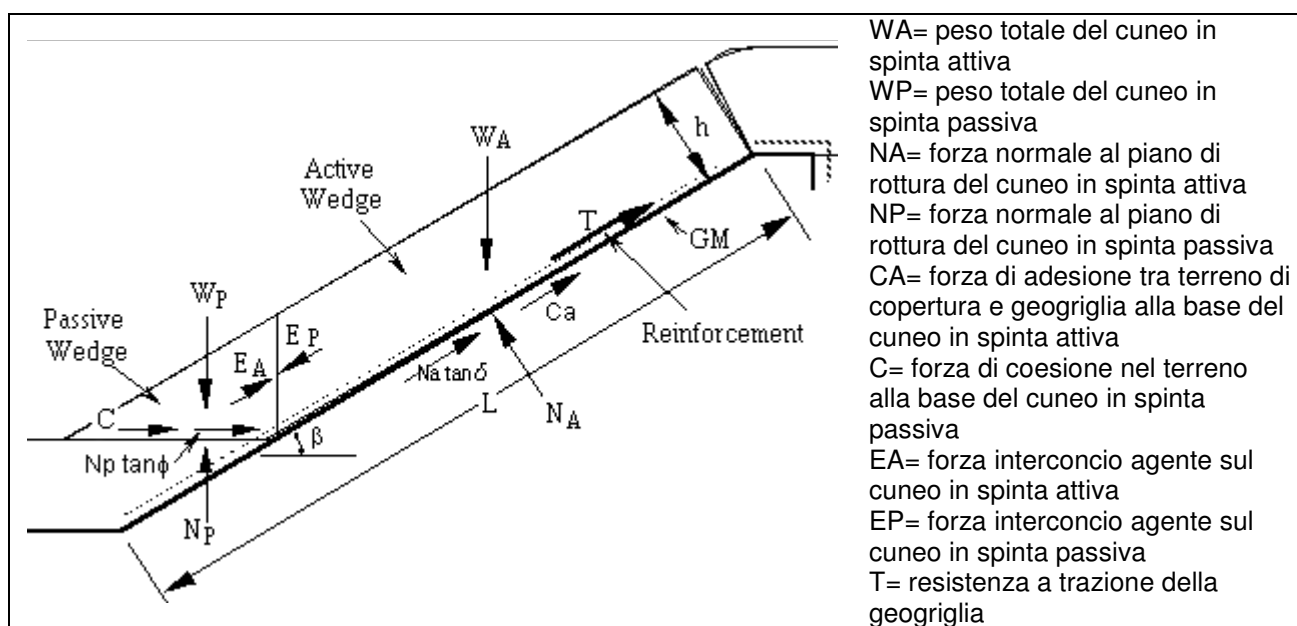


Figura D.1: Schema di calcolo per la stabilità del sistema di copertura

Lo schema di calcolo ipotizza che si formino un cuneo in spinta passiva al piede della scarpata e un cuneo in spinta attiva lungo la scarpata.

Si ipotizza inoltre che :

<sup>3</sup> R. M. Koerner, and T-Y. Soong, 1998. "Analysis and Design of Veneer Cover Soils". Proceedings of 6th International Conference on Geosynthetics, Vol. 1, pp. 1-23, Atlanta, Georgia, USA.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- in sommità alla scarpata si formi una fessura di trazione che interrompe la continuità con la copertura sommitale;
- lo scorrimento alla base del cuneo in spinta passiva avvenga all'interno del terreno di copertura cosicché possano essere impiegati i parametri di taglio del terreno stesso.

Il metodo consiste nell'uguagliare le forze interconcorrenza EA ed EP (entrambe funzione di FS) la cui espressione è stata ottenuta imponendo rispettivamente l'equilibrio alla traslazione verticale del cuneo in spinta attiva e quello alla traslazione orizzontale del cuneo in spinta passiva.

Quello che si ottiene è un'espressione di secondo grado in FS.

Il metodo è stato inoltre implementato per tenere conto della presenza d'acqua all'interno dello strato vegetale. In particolare è stato considerato lo strato completamente saturo.

Per il caso sismico la procedura è esattamente la medesima, è sufficiente introdurre nell'equilibrio anche le forze pseudo statiche orizzontale e verticale (nelle loro varie combinazioni) corrispondenti all'accelerazione sismica di progetto.

#### *D.3.2.4 Risultati delle analisi*

Per la scelta dei coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle azioni ed ai materiali ed i coefficienti di sicurezza della verifica si è fatto riferimento a quanto previsto dalle NTC08 per le opere in materiali sciolti (paragrafo 6.8) per cui è previsto l'impiego dell'approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2) e quindi di fare riferimento rispettivamente alle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I dello stesso decreto.

In condizioni sismiche, in conformità a quanto previsto ai paragrafi 7.11.1 e 7.11.4 sono stati posti pari ad uno i coefficienti parziali sulle azioni, sono stati impiegati i coefficienti parziali per la combinazione 2 (M2) della tabella 6.2.II ed è stata effettuata la verifica imponendo il coefficiente parziale minimo della tabella 6.8.I.

Inoltre non è stata considerata la presenza d'acqua in quanto, trattandosi dell'unico carico variabile, il corrispondente carico ha coefficiente di combinazione nullo.

I dettagli delle verifiche sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche sono riportati in **Allegato B**. In entrambi i casi risulta che il coefficiente di sicurezza è conforme ai valori minimi prescritti dalla normativa.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **E SISTEMA DI REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE SUPERFICIALI**

Come mostrato in dettaglio negli elaborati grafici di progetto “Copertura e sistemazione definitiva: Planimetria di progetto” (doc. 5-2015.002.D04E01) e “Copertura e sistemazione definitiva: Particolari” (doc. 5-2015.002.D06E01) la rete di drenaggio delle acque meteoriche sarà composta da una linea superficiale realizzata sulla copertura per captare le acque di ruscellamento e una linea interrata per captare le acque infiltrate nello strato di superficiale della copertura.

### **E.1 RETE SUPERFICIALE**

Il sistema di regimazione delle acque superficiali è costituito da un reticolo di canalizzazioni che si sviluppano lungo la sommità e le berme del corpo rifiuti, sulla pista di coronamento e al piede del rilevato perimetrale della discarica. I vari livelli delle canalizzazioni sono collegati tra loro da discese realizzate lungo la linea di massima pendenza delle scarpate. Il canale al piede del rilevato perimetrale è quindi collegato ai recettori superficiali ubicati sia in destra sia in sinistra orografica alla discarica.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento alla “Relazione idraulica” (doc. 5-2015.002.R03E01).

#### **E.1.1 *Rete interrata***

Lo strato drenante previsto sotto il terreno di copertura, è stato previsto per captare le acque che si infiltrano nel terreno.

Una corretta posa degli strati della copertura, consentirà a queste acque di sgondare verso il ciglio esterno della copertura, grazie anche alla presenza dello strato impermeabile sottostante; qui le acque verranno convogliate a valle attraverso il geocomposito drenante presente in parete fino alla quote del ciglio superiore del rilevato in terra rinforzata dove un sistema di tubazioni perimetrali e trasversali in HDPE (tipo barbacani nei muri) le recapiterà alle discese esterne verso la linea perimetrale inferiore esistente.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **F SISTEMA DI ESTRAZIONE DEL BIOGAS**

### **F.1 STATO ATTUALE**

Presso la discarica di Difesa Grande, sul corpo rifiuti, sono presenti 10 pozzi di estrazione (6 per l'invaso principale e 4 per l'invaso secondario) attrezzati con torcia statica di combustione.

### **F.2 PREVISIONE PROGETTUALE**

Sulla base della verifica della stima di produzione del biogas effettuata nell'elaborato di progetto "Relazione tecnica biogas" (doc. 07661-002R04E0) presentato in data 07.09.2007 al Commissariato di Governo per l'Emergenza Rifiuti della Regione Campania, è stata effettuata la stima di produzione del biogas utilizzando un modello stechiometrico e cinetico.

Nella seguente tabella sono riportati i dati della simulazione suddetta.

La stima, oltre a tenere conto della merceologia dei rifiuti, ipotizzava che il completamento della volumetria autorizzata avvenisse nel 2007.

In realtà, in base alle nuove previsioni, il completamento della configurazione autorizzata avverrà tra il 2015 e il 2016 e i rifiuti che saranno abbancati avranno caratteristiche merceologiche diverse in quanto non si tratterà più di rsu tal quali ma di "biostabilizzato". Tali materiali hanno una potenzialità di produzione biogas certamente molto ridotta e pertanto la stima già effettuata può essere considerata alla stregua di un'approssimazione accettabile delle nuove ipotesi di chiusura della discarica.

Alla luce di tale premessa, dalla tabella sottostante, si può evincere che al momento del completamento del capping (2017-2018) la quantità di biogas estraibile sarà dell'ordine di 30 Nm<sup>3</sup>/h.

È evidente che tali produzioni non giustificano la realizzazione né di un sistema di collettamento né tantomeno di un sistema di trattamento. Le torce per termodistruzione conformi al D.Lgs. 36/03 attualmente presenti sul mercato non sono infatti in grado di trattare portate inferiori ai ~ 100 Nm<sup>3</sup>/h.

Va altresì notato che la presenza di torce statiche sui singoli pozzi garantisce la combustione della produzione residua di biogas.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



anno	n° anni dall'apertura della discarica	smaltimento annuo di rifiuti		cumulata rifiuti smaltiti	G/G <sub>0</sub> = 1-exp(-kt)	G produz specifica	G produz specifica annua	G produz annua	G produz media oraria	biogas realm. produ- cibile	biogas estraibile
		[mc/anno]	[kg/anno]								
1995	1	8.005	6.403.640	6.403.640	26,45%	0,0642	0,0642	411.211	47	28	20
1996	2	156.966	125.572.552	131.976.192	45,90%	0,1114	0,0472	8.366.127	955	573	401
1997	3	188.723	150.978.045	282.954.237	60,21%	0,1462	0,0347	15.848.720	1809	1086	760
1998	4	194.740	155.792.350	438.746.587	70,73%	0,1717	0,0256	21.661.631	2473	1484	1039
1999	5	156.144	124.915.210	563.661.797	78,47%	0,1905	0,0188	23.954.490	2735	1641	1149
2000	6	152.336	121.868.890	685.530.687	84,16%	0,2044	0,0138	25.445.363	2905	1743	1220
2001	7	166.752	133.401.320	818.932.007	88,35%	0,2145	0,0102	27.282.520	3114	1869	1308
2002	8	295.643	236.514.200	1.055.446.207	91,43%	0,2220	0,0075	35.255.238	4025	2415	1690
2003	9	69.512	55.609.420	1.111.055.627	93,70%	0,2275	0,0055	29.502.672	3368	2021	1415
2004	10	112.913	90.330.120	1.201.385.747	95,36%	0,2316	0,0040	27.501.016	3139	1884	1319
2005	11	-	0	1.201.385.747	96,59%	0,2345	0,0030	20.228.148	2309	1385	970
2006	12	-	0	1.201.385.747	97,49%	0,2367	0,0022	14.878.650	1698	1019	713
2007	13	100.508	80.406.160	1.281.791.907	98,16%	0,2383	0,0016	16.107.166	1839	1103	772
2008	14		0	1.281.791.907	98,64%	0,2395	0,0012	11.847.495	1352	811	568
2009	15		0	1.281.791.907	99,00%	0,2404	0,0009	8.714.328	995	597	418
2010	16		0	1.281.791.907	99,27%	0,2410	0,0006	6.409.753	732	439	307
2011	17		0	1.281.791.907	99,46%	0,2415	0,0005	4.714.642	538	323	226
2012	18		0	1.281.791.907	99,60%	0,2419	0,0003	3.467.816	396	238	166
2013	19		0	1.281.791.907	99,71%	0,2421	0,0003	2.550.724	291	175	122
2014	20		0	1.281.791.907	99,79%	0,2423	0,0002	1.876.164	214	129	90
2015	21		0	1.281.791.907	99,84%	0,2424	0,0001	1.379.997	158	95	66
2016	22		0	1.281.791.907	99,88%	0,2425	0,0001	1.015.046	116	70	49
2017	23		0	1.281.791.907	99,91%	0,2426	0,0001	746.609	85	51	36
2018	24		0	1.281.791.907	99,94%	0,2427	0,0001	549.162	63	38	26
2019	25		0	1.281.791.907	99,95%	0,2427	0,0000	403.932	46	28	19
2020	26		0	1.281.791.907	99,97%	0,2427	0,0000	297.109	34	20	14
2021	27		0	1.281.791.907	99,97%	0,2428	0,0000	218.536	25	15	10
2022	28		0	1.281.791.907	99,98%	0,2428	0,0000	160.742	18	11	8
2023	29		0	1.281.791.907	99,99%	0,2428	0,0000	118.233	13	8	6
2024	30		0	1.281.791.907	99,99%	0,2428	0,0000	86.965	10	6	4
2025	31		0	1.281.791.907	99,99%	0,2428	0,0000	63.966	7	4	3
2026	32		0	1.281.791.907	99,99%	0,2428	0,0000	47.050	5	3	2
2027	33		0	1.281.791.907	100,00%	0,2428	0,0000	34.607	4	2	2

Tabella F.1 Stima della produzione teorica e reale di biogas e del biogas estraibile del progetto autorizzato

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **G SISTEMA DI ESTRAZIONE DEL PERCOLATO**

Presso la discarica di Difesa Grande, sul corpo rifiuti, sono attualmente presenti 11 pozzi di estrazione del percolato per la cui ubicazione planimetrica dei pozzi si veda l'elaborato "Planimetria stato di fatto".

Per la gestione del percolato si prevede di:

- Installare idonee elettropompe di sollevamento, tubazioni di mandata, saracinesche e valvole di non ritorno in ciascun pozzo;
- Posare tubazioni in HDPE di convogliamento del percolato dalle tubazioni di mandata delle elettropompe ai serbatoi di stoccaggio;
- Realizzare un impianto di stoccaggio percolato.

### **G.1 ELETTROPOMPE DI SOLLEVAMENTO PERCOLATO**

Le pompe da alloggiare nei pozzi scelti per l'estrazione del percolato sono del tipo sommergibile per acque luride ed abrasive.

I parametri di progetto delle pompe di estrazione del percolato che si dovranno considerare saranno la portata, prevalenza e dimensioni della pompa.

All'interno dei pozzi si dovranno installare delle pompe di portata tale da poter garantire:

- l'estrazione del percolato in funzione della portata di progetto mensile
- il corretto funzionamento dell'impianto anche in presenza di pompe temporaneamente non funzionanti o di eventi piovosi di entità superiori quelli previsti.

Il diametro della pompa dovrà essere inferiore ai 200 mm per permetterne l'inserimento all'interno dei pozzi di estrazione del biogas.

La prevalenza delle elettropompe, dovrà essere almeno di 30 m in maniera tale da conferire al percolato l'energia sufficiente per superare il dislivello fra fondo e sommità della vasca e le perdite di carico idraulico continue e localizzate.

Sulla tubazione di mandata delle pompe dovrà essere installata una valvola di non ritorno e, a monte dell'innesto della tubazione di convogliamento, una saracinesca di manovra ed un misuratore di portata.

L'installazione delle elettropompe dovrà essere completata con quadro elettrico di comando e controllo a tenuta stagna, ubicato esternamente al tratto terminale fuori terra del pozzo.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Il funzionamento delle elettropompe potrà essere con attacco-stacco manuale e in automatico mediante un dispositivo con interruttori di livello atto a accendere/spegnere automaticamente la pompa quando il livello di percolato all'interno del pozzo aggiunge i livelli di soglia impostati.

## **G.2 LINEE DI CONVOGLIAMENTO**

Le tubazioni di convogliamento del percolato dalle mandate delle elettropompe fino al collettore principale che le collegherà ai serbatoi di stoccaggio del percolato, devono essere dimensionate e verificate sulla base della portata massima sollevata dalle elettropompe.

La velocità di deflusso ed il moto idrico innescato dalle elettropompe deve essere tale da favorire il lavaggio della canalizzazione evitando, per quanto possibile, la formazione di depositi ed incrostazioni.

## **G.3 IMPIANTO DI STOCCAGGIO E TRATTAMENTO DEL PERCOLATO**

L'impianto di stoccaggio del percolato è costituito da 3 serbatoi da 25 m<sup>3</sup> ciascuno, in prossimità dell'area di servizio presente all'ingresso della discarica.

I serbatoi di accumulo saranno posizionati all'interno di una vasca in c.a. dell'altezza interna di almeno 1 m.

Tale dimensionamento, consentirà un turno di svuotamento dei serbatoi di circa un mese durante tutto il periodo di transizione (circa un anno) che precede la realizzazione della copertura definitiva. Qualora si dovessero verificare eventi straordinari e quindi il più rapido riempimento dei serbatoi, si provvederà in fase di gestione allo svuotamento degli stessi con frequenza maggiore.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **H SISTEMA DI MONITORAGGIO**

Il sistema di monitoraggio della discarica che sarà impiegato sia per i monitoraggi geotecnici in corso d'opera sia per i monitoraggi ambientali relativi alla fase di gestione post-operativa è costituito da:

- Rete di piezometri esistenti;
- Rete di capisaldi topografici esistente sui rilevati e sulla discarica;

Il monitoraggio delle altre componenti ambientali (biogas, percolato, ecc) sarà effettuato senza l'impiego di strumentazione fissa di misura.

Per l'ubicazione dei punti di monitoraggio si faccia riferimento alla tavola "Copertura e sistemazione definitiva: Planimetria di progetto" (doc. 5-2015.002.D04E01) mentre per le modalità di monitoraggio si faccia riferimento al "Piano di sorveglianza e controllo" (doc. 5-2015.002.R07E01)

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## I RIASSETTO VEGETATIVO

Per minimizzare l'impatto visivo della discarica e favorirne il reinserimento in un contesto ambientale naturale, si prevede un riassetto vegetativo il cui obiettivo è esclusivamente protettivo – paesaggistico.

L'ambiente è definibile come un complesso sistema delle risorse naturali ed umane e le loro interazioni.

In questa accezione, le risorse si identificano in larga misura con le componenti ambientali, suddividibili in:

- Naturali biotiche (flora, fauna ed ecosistemi)
- Naturali abiotiche (aria, acqua, suolo, sottosuolo, paesaggio)
- Umane (salute umana, attività socio-economiche, beni artistici e culturali)

L'obbiettivo fondamentale delle attività scientifiche di conservazione e riqualificazione dell'ambiente e le normative ad esse associate, è quello di arrivare conoscere approfonditamente il sistema in esame, per valutarne gli equilibri naturali originari e cercare di mantenerli o ripristinarli operando le scelte più corrette.

Per tale motivo il piano di riassetto di un sito adibito a discarica non può prescindere da una accurata campagna di indagini sulla quale basare un piano di risanamento mirato.

Gli obbiettivi che si vogliono raggiungere nel presente contesto sono il recupero, la rinaturalizzazione e la valorizzazione di un area adibita a discarica che, in ambiente fortemente caratterizzato dall'attività agricola, comporta un evidente impatto ambientale.

Per rinaturalizzazione, si intende tutta quella serie di operazioni di risanamento ambientale che, con l'impianto di vegetazione e con la riduzione delle cause che hanno provocato il degrado, favoriscono il reinstaurarsi delle condizioni ecologiche in quelle aree fortemente degradate. Si tratta cioè di ricreare un ambiente nuovamente ospitale per la flora e la fauna autoctona, reintegrando l'area con l'ambiente circostante.

La finalità ultima dell'intervento è quella di far evolvere spontaneamente l'area in oggetto verso lo stato di climax, in maniera tale che si inserisca indistintamente nell'ambiente circostante sia da un punto di vista naturalistico che estetico.

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

In tal modo si raggiungerà anche l'obiettivo di minimizzare gli interventi manutentivi dell'area che si dovrebbero limitare esclusivamente al primo anno di impianto.

In tale ottica risulta fondamentale operare delle scelte che mirino all'insediamento di specie autoctone al fine di garantirne la persistenza e l'integrazione con le altre specie viventi presenti nell'area.

Per arrivare a definire tali scelte progettuali, si è andati a studiare le componenti del clima, suolo, sottosuolo, fauna, flora e le relative interazioni presenti nelle zone circostanti.

Per i dettagli relativi alle caratteristiche ed alla modalità del riassetto vegetativo dell'area si faccia riferimento al Piano di ripristino ambientale (doc. 5-2015.002.R06E01)

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

# **Allegato A:**

## **Elaborati di calcolo dei cedimenti del corpo rifiuti**

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

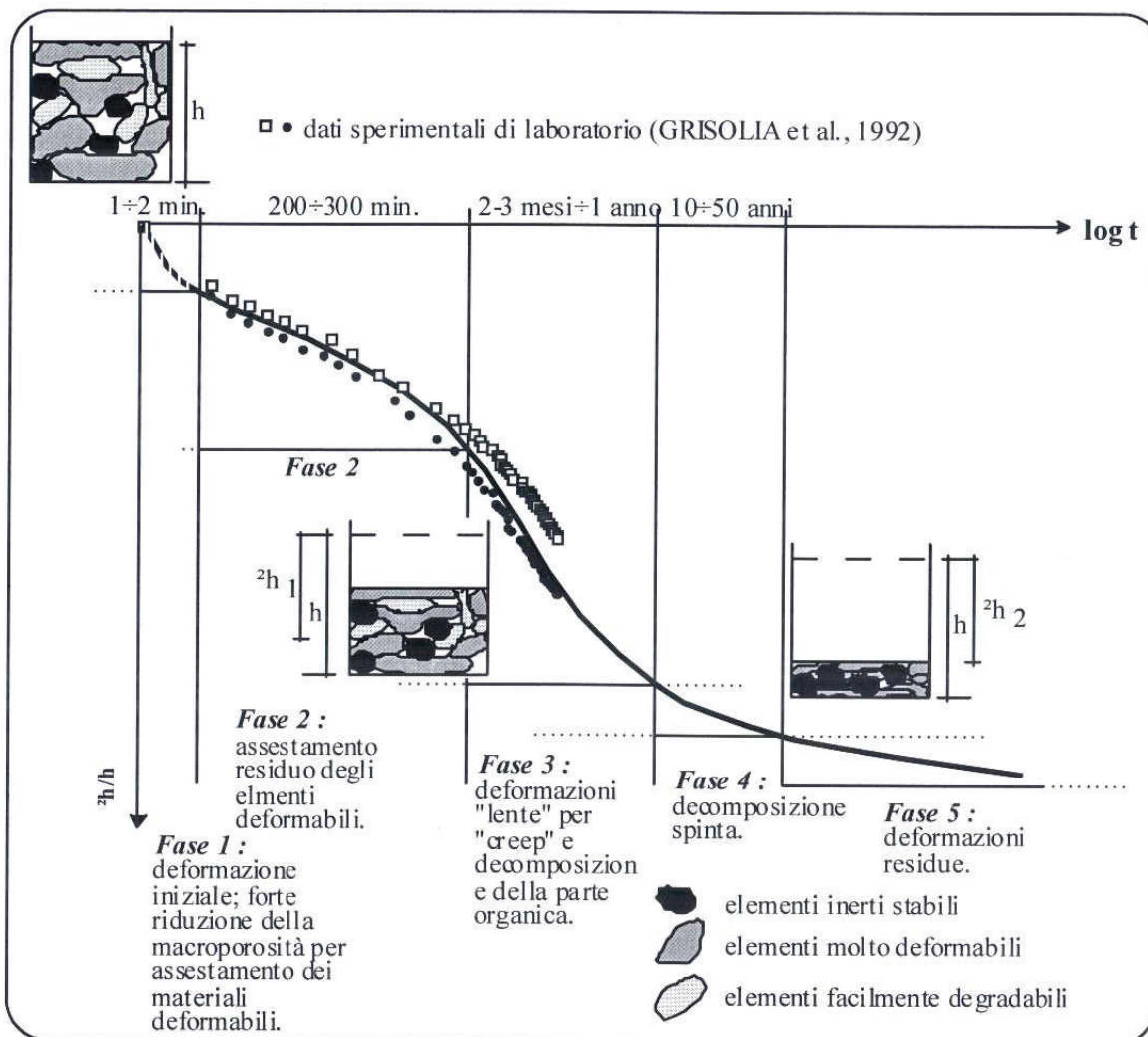


Figura 1: Curva di compressibilità per i R.S.U. (Napoleoni, 2004)

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



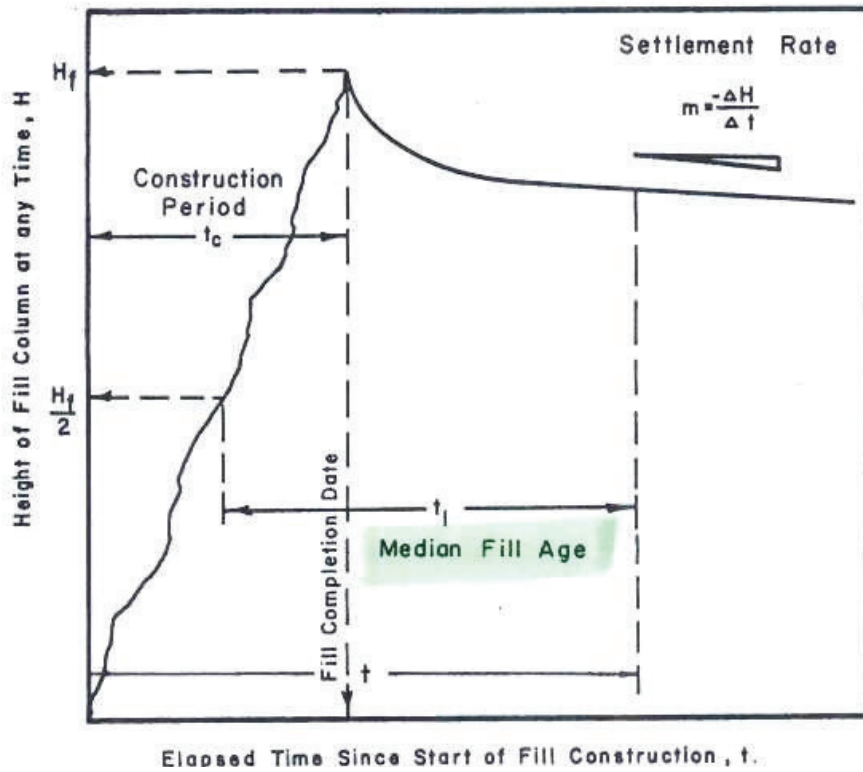


Figura 2: Significato dell'età media dei rifiuti (Yen & Scanlon, 1975)

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

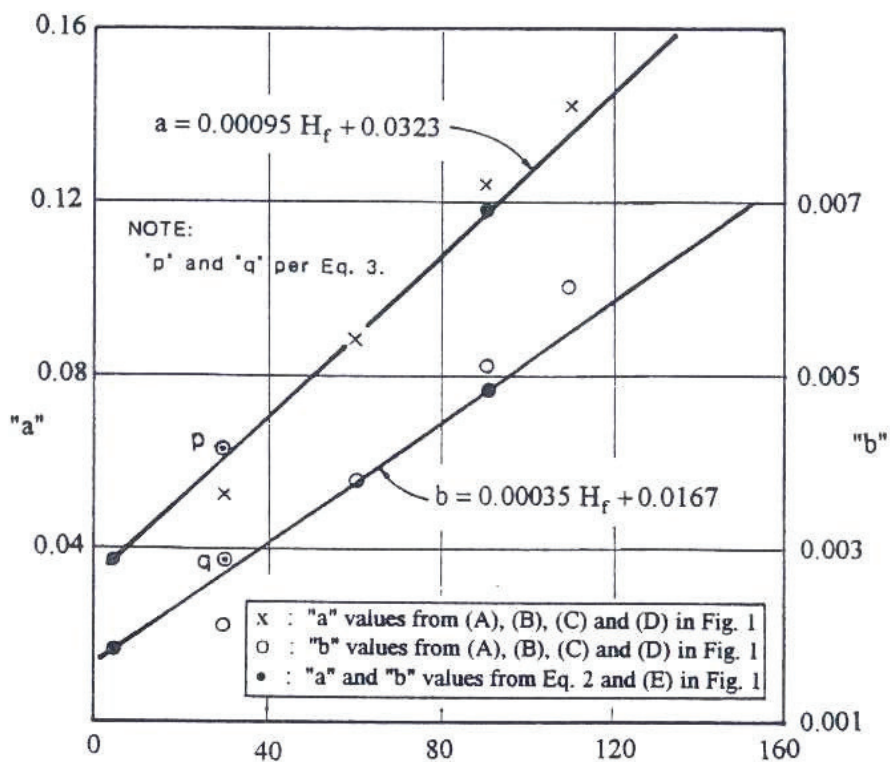


Figura 3: Correlazioni tra l'altezza dei rifiuti e i parametri  $a$  e  $b$  della formula per la stima della velocità dei cedimenti (Sohn & Lee, 1994)

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

# Cedimenti primari per posa copertura

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

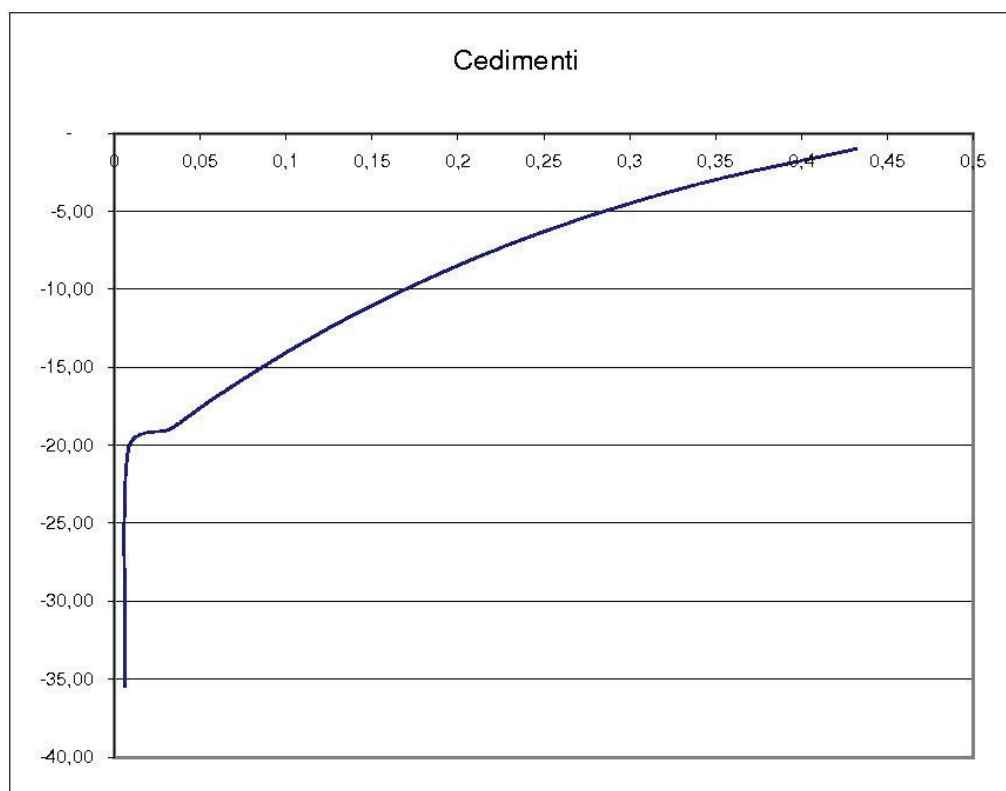
**P1: Cedimento primario meccanico (per compattazione) a seguito di posa copertura**

**S = 0,43185 m (calcolato con CED-F)**

	Strato		z (m)	Deformazione cumulata di CED-F (%)	Cedimento cumulato di CED-F (m)	Deformazione strato singolo (%)	Cedimento strato singolo (m)
	da (m)	a (m)					
Rifiuti	-	2,00	- 1,00	4,163	0,43185	0,97900	0,08327
	2,00	4,00	- 3,00	3,184	0,34858	0,59100	0,06367
	4,00	6,00	- 5,00	2,593	0,28491	0,39400	0,05187
	6,00	8,00	- 7,00	2,199	0,23304	0,28300	0,04397
	8,00	10,00	- 9,00	1,916	0,18907	0,21300	0,03831
	10,00	12,00	- 11,00	1,703	0,15076	0,16600	0,03406
	12,00	14,00	- 13,00	1,537	0,1167	0,13400	0,03074
	14,00	16,00	- 15,00	1,403	0,08596	0,10900	0,02807
	16,00	18,00	- 17,00	1,294	0,05789	0,09200	0,02587
	18,00	20,00	- 19,00	1,202	0,03202	0,83800	0,02389
Drenante	20,00	20,50	- 20,25	0,364	0,00813	0,34300	0,00182
Substrato	20,50	50,50	- 35,50	0,021	0,00631	0,02100	0,00631

Tempo stimato di esaurimento del cedimento

10 mesi



005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

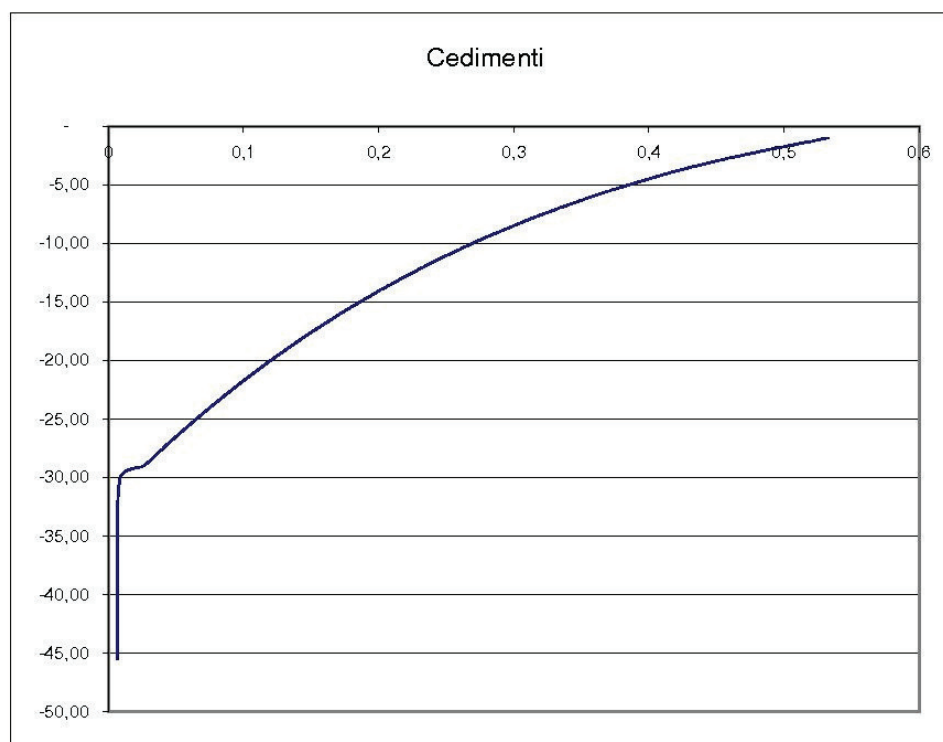
**P2: Cedimento primario meccanico (per compattazione) a seguito di posa copertura**

S = 0,53234 m (calcolato con CED-F)

	Strato		z (m)	Deformazione cumulata di CED-F (%)	Cedimento cumulato di CED-F (m)	Deformazione strato singolo (%)	Cedimento strato singolo (m)
	da	a					
	(m)	(m)					
Rifiuti	-	2,00	- 1,00	4,163	0,53234	0,97900	0,08327
	2,00	4,00	- 3,00	3,184	0,44907	0,59100	0,06367
	4,00	6,00	- 5,00	2,593	0,3854	0,39400	0,05187
	6,00	8,00	- 7,00	2,199	0,33353	0,28300	0,04397
	8,00	10,00	- 9,00	1,916	0,28956	0,21300	0,03832
	10,00	12,00	- 11,00	1,703	0,25124	0,16600	0,03405
	12,00	14,00	- 13,00	1,537	0,21719	0,13400	0,03074
	14,00	16,00	- 15,00	1,403	0,18645	0,10900	0,02807
	16,00	18,00	- 17,00	1,294	0,15838	0,09200	0,02587
	18,00	20,00	- 19,00	1,202	0,13251	0,07900	0,02404
	20,00	22,00	- 21,00	1,123	0,10847	0,06700	0,02246
	22,00	24,00	- 23,00	1,056	0,08601	0,06000	0,02112
	24,00	26,00	- 25,00	0,996	0,06489	0,00200	0,01992
26,00	28,00	- 27,00	0,994	0,04497	0,09600	0,01889	
28,00	30,00	- 29,00	0,898	0,02608	0,53400	0,01795	
Drenante	30,00	30,50	- 30,25	0,364	0,00813	0,34300	0,00182
Substrato	30,50	60,50	- 45,50	0,021	0,00631	0,02100	0,00631

Tempo stimato di esaurimento del cedimento

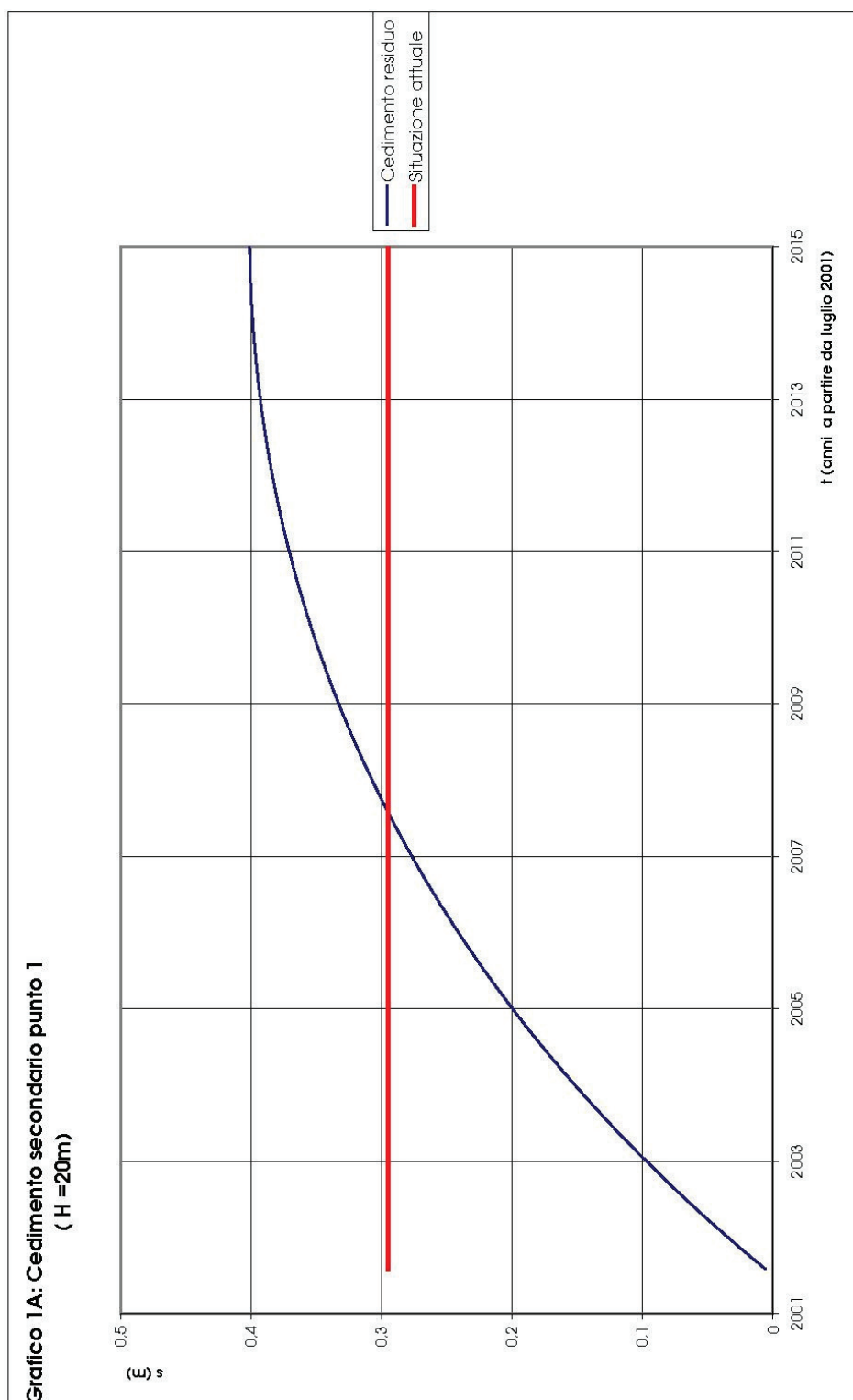
10 mesi



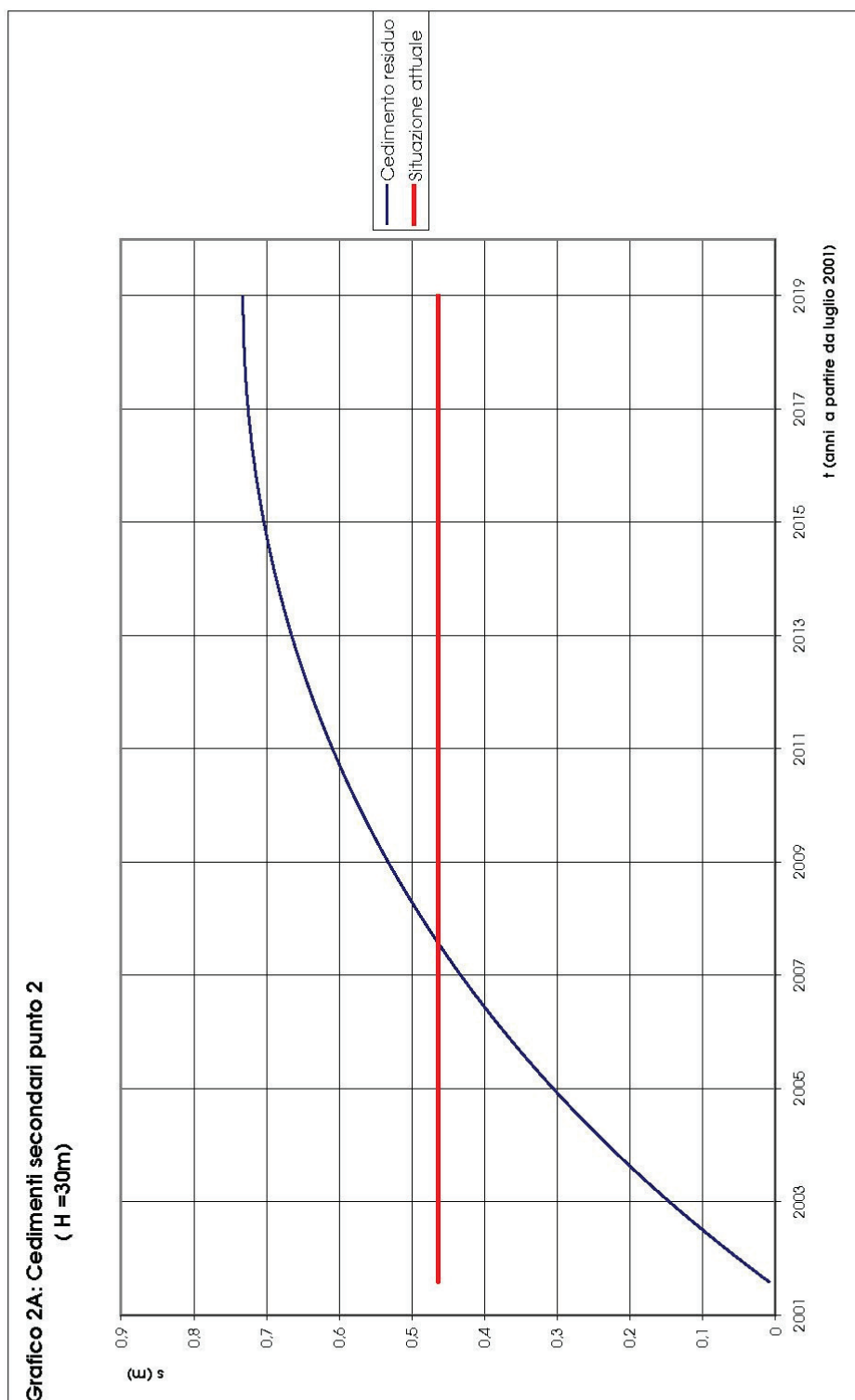
005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## Cedimenti secondari

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



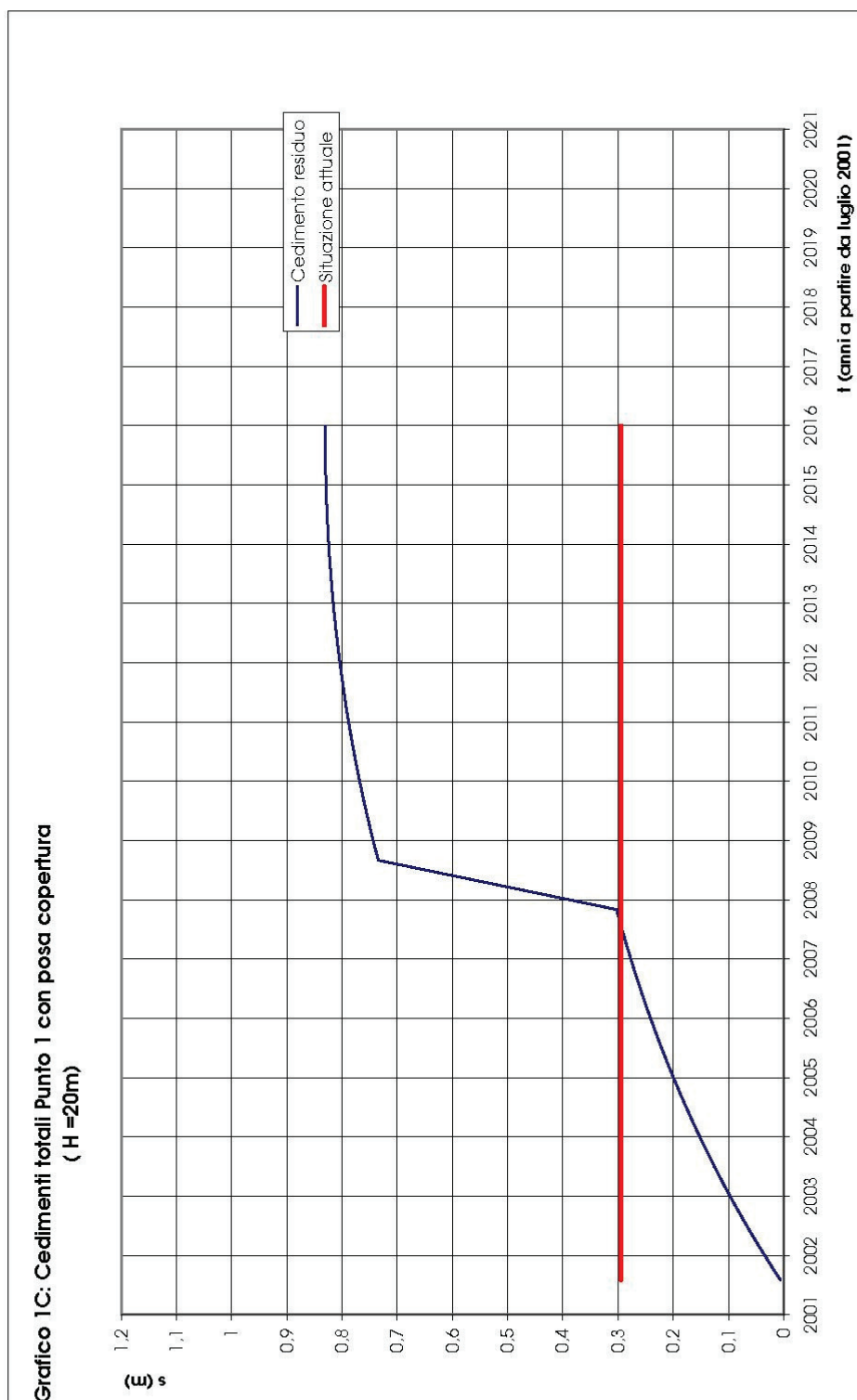
005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



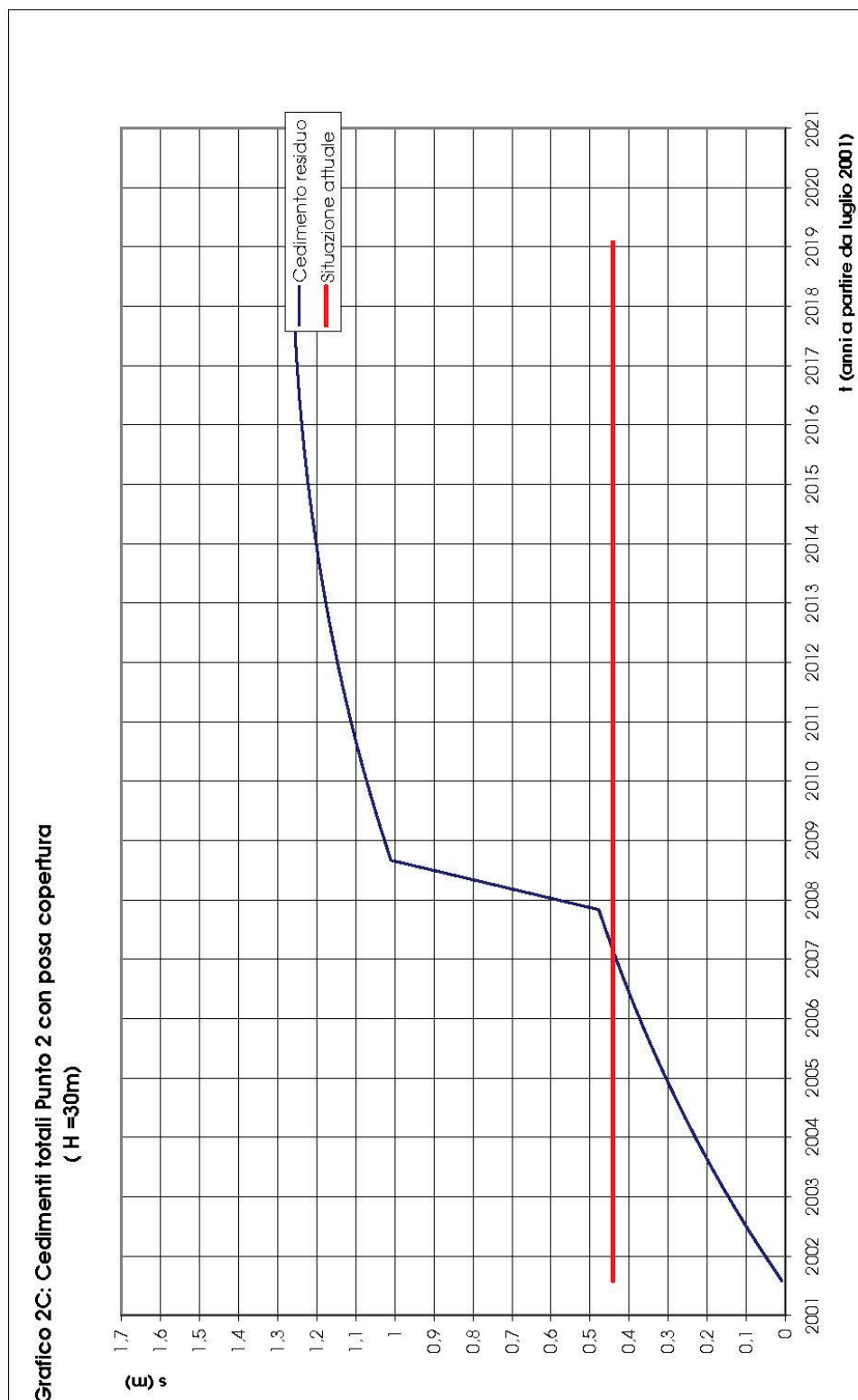
# **Cedimenti totali**

## **(ipotesi senza riprofilatura)**

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

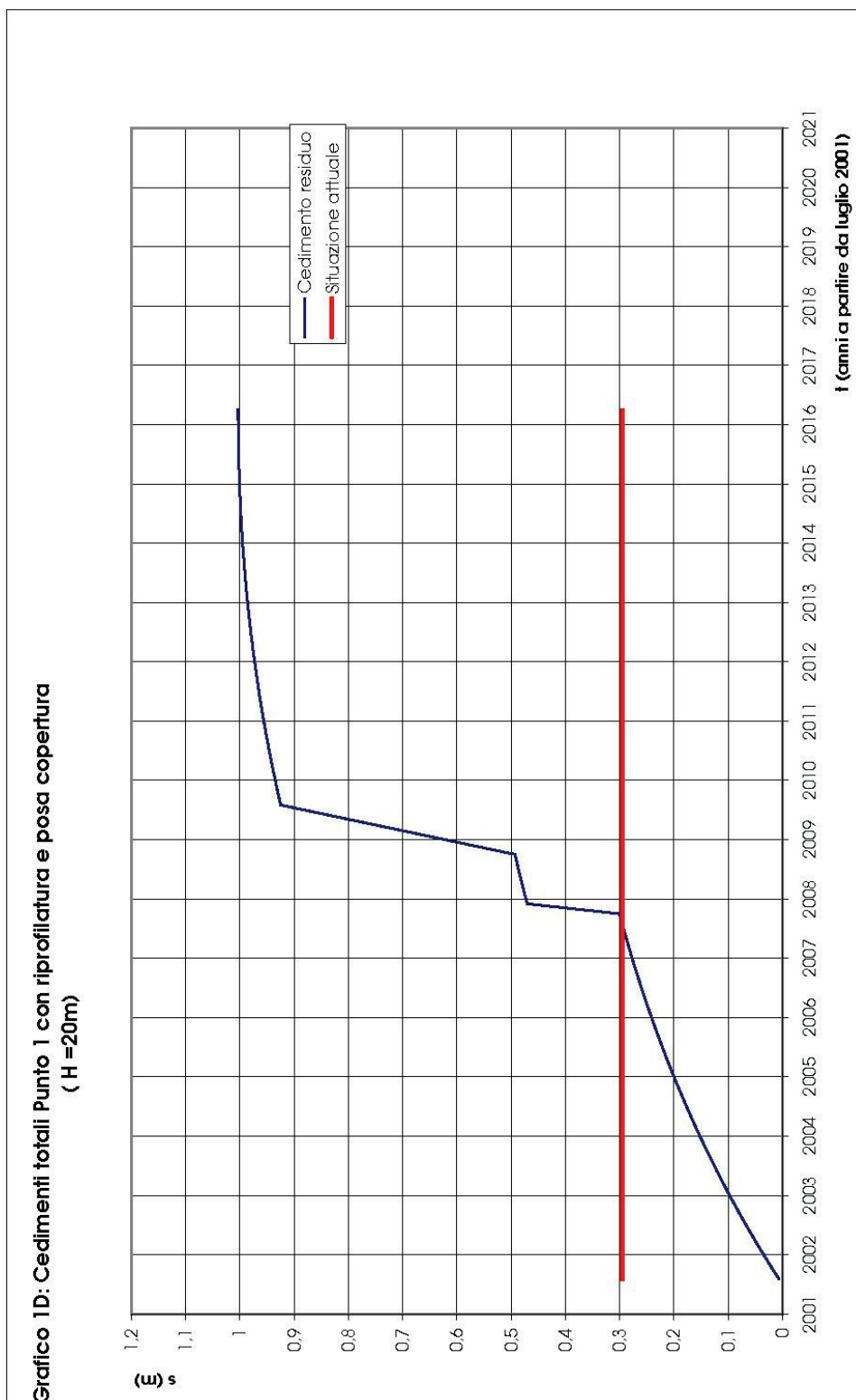


005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

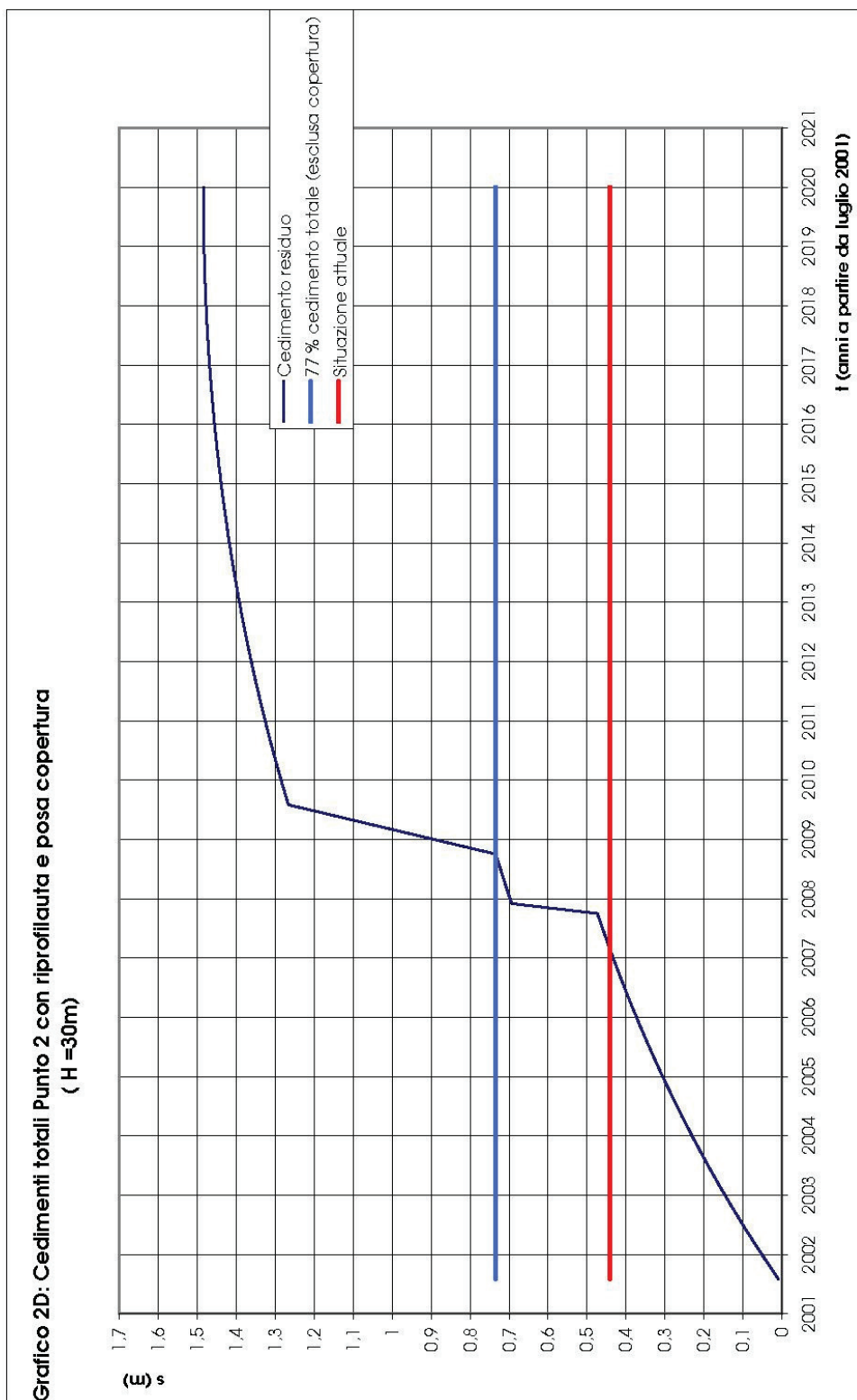
# **Cedimenti totali**

## **(ipotesi con riprofilatura)**

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

# Verifica pendenze sulle sezioni di progetto nel breve e nel lungo periodo

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

**Sezione: A-A'**

Punto	z iniziale (m s.l.m.)	Spessore rifiuti (m)	Tipo cedimenti	Cedimento stimato (m)	z finale (m s.l.m.)
A	746,50	0	-	0,00	746,50
B	752,50	30	1, 2, 3	1,02	751,48
C	744,50	20	1, 2	0,53	743,97
D	739,50	20	1, 2	0,53	738,97

Tratto	Distanza (m)	i iniziale (%)	i finale (%)
A-B	155,00	-3,87%	-3,21%
B-C	136,00	5,88%	5,52%
C-D	37,00	13,51%	13,51%

**Sezione: B-B'**

Punto	z iniziale (m s.l.m.)	Spessore rifiuti (m)	Tipo cedimenti	Cedimento stimato (m)	z finale (m s.l.m.)
E	742,00	20	1, 2	0,53	741,47
F	744,10	30	1, 2	0,79	743,31
G	742,00	20	1, 2	0,53	741,47

Tratto	Distanza (m)	i iniziale (%)	i finale (%)
E-F	71,00	-2,96%	-2,59%
F-G	54,00	3,89%	3,41%

**Sezione: C-C'**

Punto	z iniziale (m s.l.m.)	Spessore rifiuti (m)	Tipo cedimenti	Cedimento stimato (m)	z finale (m s.l.m.)
H	750,00	20	1, 2, 3	0,70	749,30
I	752,25	30	1, 2, 3	1,02	751,23
L	749,80	20	1, 2, 3	0,70	749,10

Tratto	Distanza (m)	i iniziale (%)	i finale (%)
H-I	61,50	-3,66%	-3,14%
I-L	62,00	3,95%	3,44%

**Sezione: D-D'**

Tratto	z iniziale (m s.l.m.)	Spessore rifiuti (m)	Tipo cedimenti	Cedimento stimato (m)	z finale (m s.l.m.)
M	750,45	30	1, 2, 3	1,02	749,43
N	748,40	30	1, 2, 3	1,02	747,38
O	746,50	20	1, 2, 3	0,70	745,80

	Distanza (m)	i iniziale (%)	i finale (%)
M-N	64,00	3,20%	3,20%
N-O	59,00	3,22%	2,68%

**Sezione: E-E'**

Tratto	z iniziale (m s.l.m.)	Spessore rifiuti (m)	Tipo cedimenti	Cedimento stimato (m)	z finale (m s.l.m.)
P	750,00	30	1, 2, 3	1,02	748,98
Q	747,50	20	1, 2, 3	0,70	746,80
R	743,50	0	1, 2, 3	0,00	743,50

	Distanza (m)	i iniziale (%)	i finale (%)
M-N	77,50	3,23%	2,81%
N-O	74,30	5,38%	4,44%

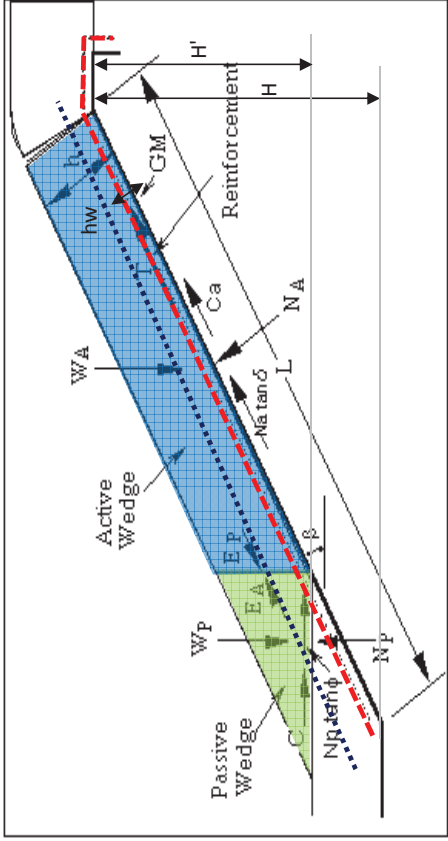
**Legenda tipo cedimenti**

1	Cedimenti per autodegradazione
2	Cedimenti per compattazione a seguito di posa pacchetto di copertura
3	Cedimenti per autocompattazione a seguito di movimentazione

005-2015.002.R02	Relazione Tecnica Generale – ALLEGATO A	E01	14/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



**COPERTURA DEFINITIVA  
CON RINFORZI - CASO STATICO**



caratte ristico	$\gamma$	$\psi$	progetto	udm
--------------------	----------	--------	----------	-----

**Geometria**

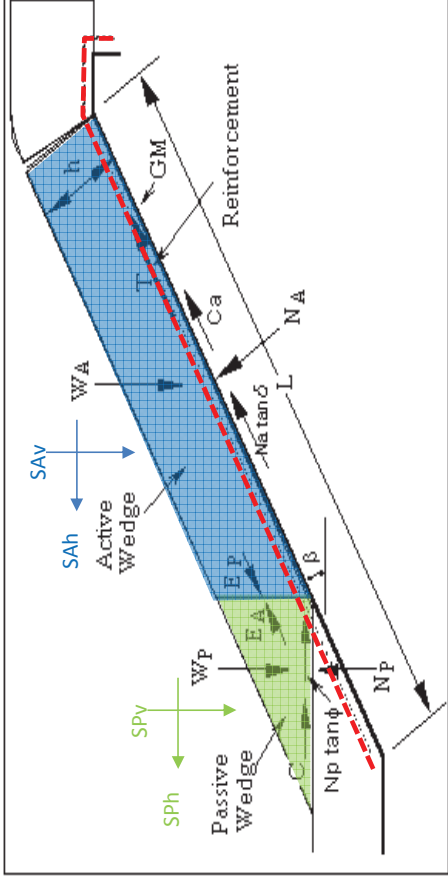
$H$			13 m	altezza della scarpata (comprensiva della copertura)
$\beta$			20.00 °	inclinazione della scarpata
$h$			1 m	spessore della copertura
$L$			38.01 m	lunghezza della scarpata
$L'$			35.26 m	lunghezza della scarpata esclusa copertura
$H'$			12.06 m	altezza della scarpata esclusa copertura
$hw$			1.00 m	altezza del battente idrico

**Caratteristiche del terreno di copertura**

$\gamma_{ter}$	18	1	18.00 kN/m <sup>3</sup>	peso specifico
$\gamma_{sat}$	21	1	21.00 kN/m <sup>3</sup>	peso specifico saturo
$\gamma_w$	10	1	10.00 kN/m <sup>3</sup>	peso specifico acqua
$\phi$	33	1.25	27.45 °	angolo di resistenza a taglio
$c'$	0	1.25	0.00 kPa	coesione efficace

caratte ristico	Y	$\psi$	progetto	udm
<b>Caratteristiche della geogriglia</b>				
T	400	2.420	165.29 kN/m	resistenza a trazione
<b>Caratteristiche di interfaccia lungo la scarpata</b>				
$\delta$	20	1.25	16.23 °	angolo d'attrito all'interfaccia
ca	0	1.25	0.00 kPa	adesione unitaria
<b>Calcolo delle forze</b>				
WA	1.0	1.0	736.69 kN	peso totale del cuneo in spinta attiva
Un	1.3	1.0	428.70 kN	spinta dell'acqua alla base del cuneo in spinta attiva
Uh	1.3	1.0	7.36 kN	spinta dell'acqua al contatto tra i cunei
NA	1.0	1.0	266.08 kN	forza normale al piano di scivolamento del cuneo in spinta attiva
Ca	1.0	1.0	0.00 kN	forza di adesione tra terreno di copertura e geosintetico
WP	1.0	1.0	32.67 kN	peso totale del cuneo in spinta passiva
C	1.0	1.0	0.00 kN	forza di adesione tra terreno di copertura e geosintetico
Uv	1.3	1.0	20.22 kN	spinta dell'acqua alla base del cuneo in spinta passiva
<b>Coefficienti dell'equazione di secondo grado in FS di equilibrio tra EP ed EA</b>				
WA-(NA+Un)*cos $\beta$ -T*sen $\beta$			27.28	
NA*tan $\delta$ +Ca			77.48	
C+WP*tan $\phi$			16.97	
a			82.31	28.15
b			-103.95	-35.55
c			13.77	4.71
FS statico	1.1		1.11	VERIFICATO

COPERTURA DEFINITIVA  
CON RINFORZI - CASO SISMICO



	caratte ristico	$\gamma$	$\psi$	progetto (combinazioni delle sollecitazioni sismiche)	udm	
<b>Geometria</b>						
H				13	m	altezza della scarpata (comprensiva della copertura)
$\beta$				20	°	inclinazione della scarpata
h				1	m	spessore della copertura
L				38.01	m	lunghezza della scarpata
L'				35.26	m	lunghezza della scarpata esclusa copertura
H'				12.06	m	altezza della scarpata esclusa copertura
hw				1.00	m	altezza del battente idrico
<b>Caratteristiche del terreno di copertura</b>						
$\gamma_{ter}$	18	1		18.00	kN/m3	peso specifico
$\gamma_{sat}$	21	1		21.00	kN/m3	peso specifico saturo
$\gamma_w$	10	1		10.00	kN/m3	peso specifico acqua
$\phi$	33	1.25		27.45	°	angolo di resistenza a taglio
c'	0	1.25		0.00	kPa	coesione efficace

caratte ristico	Y	ψ	progetto (combinazioni delle sollecitazioni sismiche)	udm			
<b>Caratteristiche della geogriglia</b>							
T	400.00	2.420	165.29	kN/m resistenza a trazione			
<b>Caratteristiche di interfaccia</b>							
δ	20	1.25	16.23	° angolo d'attrito all'interfaccia			
ca	0	1.25	0.00	kPa adesione tra terreno di copertura e geosintetico			
<b>Coefficienti sismici</b>							
caso			1	2	3	4	
a <sub>v</sub>			0.0428	0.0428	-0.0428	-0.0428	g
a <sub>H</sub>			0.0857	-0.0857	0.0857	-0.0857	g
<b>Calcolo delle forze</b>							
WA	1.0	1.0	736.69	736.69	736.69	736.69	kN peso totale del cuneo in spinta attiva
SA v	1.0	1.0	31.56	31.56	-31.56	-31.56	kN spinta sismica orizzontale sul cuneo in spinta attiva
SA h	1.0	1.0	63.12	-63.12	63.12	-63.12	kN spinta sismica verticale sul cuneo in spinta attiva
Un	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN spinta dell'acqua alla base del cuneo in spinta attiva
Uh	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN spinta dell'acqua al contatto tra i cunei
Und	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN spinta dinamica dell'acqua alla base del cuneo in spinta attiva
Uhd	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN spinta dinamica dell'acqua al contatto tra i cunei
NA	1.0	1.0	700.33	743.51	641.02	684.20	kN forza normale al piano di scivolamento del cuneo in spinta attiva
CA	1.0	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN forza di adesione tra terreno di copertura e geosintetico
WP	1.0	1.0	32.67	32.67	32.67	32.67	kN peso totale del cuneo in spinta passiva
SP v	1.0	1.0	1.40	1.40	-1.40	-1.40	kN spinta sismica orizzontale sul cuneo in spinta passiva
SP h	1.0	1.0	2.80	-2.80	2.80	-2.80	kN spinta sismica verticale sul cuneo in spinta passiva
C	1.0	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN forza di adesione tra terreno di copertura e geosintetico
Uv	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN spinta dell'acqua alla base del cuneo in spinta passiva
Uvd	1.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	kN spinta dinamica dell'acqua alla base del cuneo in spinta passiva
<b>Coefficienti dell'equazione di secondo grado in FS di equilibrio tra EP ed EA</b>							
(WA+SAv)-(NA+Un+Und)*cosβ-T*senβ			53.62	13.05	46.24	5.67	
NA*tanδ+Ca			203.92	216.49	186.65	199.22	
C+(WP+SPv)*tanφ			17.70	17.70	16.25	16.25	
Uh+Uhd+Sph			2.80	-2.80	2.80	-2.80	
a			150.13	33.05	129.84	12.77	
b			-237.18	-227.92	-215.66	-206.40	
c			36.23	38.47	33.17	35.40	
FS	1.1		1.41	6.72	1.49	15.99	MIN 1.41 VERIFICATO




**CITTA' DI ARIANO IRPINO**

Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

**RELAZIONE IDRAULICA**

<b>Approvato</b>	S.Veggi			 Ingegneria Ambiente Energia  Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI E-mail: <a href="mailto:desmos-ing@desmos-ing.it">desmos-ing@desmos-ing.it</a> E-mail certificata: <a href="mailto:desmos-ing@pec.it">desmos-ing@pec.it</a> P.I e C.F. : 09016150964
<b>Controllato</b>	S. Veggi			
<b>Redatto</b>	G. Fretti			
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	13/04/2015	
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R03	<b>Pagine</b>	1 di 32	

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>B</b>	<b>DRENAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....</b>	<b>4</b>
	B.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	4
	B.2 DRENI SUB- ORIZZONTALI .....	5
	<i>B.2.1 Metodo di calcolo .....</i>	<i>5</i>
	<i>B.2.1.1 Parametri di input.....</i>	<i>5</i>
	<i>Conducibilità idraulica (k) .....</i>	<i>6</i>
	<i>Tasso di ricarica (v), tasso di ricarica normalizzato (v<sub>n</sub>) e portata in uscita (Q).....</i>	<i>6</i>
	<i>Lunghezza media dei dreni (L) .....</i>	<i>7</i>
	<i>Interasse medio dei dreni (S).....</i>	<i>7</i>
	<i>Profondità media dello strato di base a bassa permeabilità (D).....</i>	<i>8</i>
	<i>Raggio del dreno (r<sub>0</sub>).....</i>	<i>8</i>
	<i>Inclinazione del dreno (α).....</i>	<i>9</i>
	<i>Inclinazione dello strato impermeabile di base (φ) .....</i>	<i>9</i>
	<i>Altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio (H<sub>i</sub>) .....</i>	<i>9</i>
	<i>Quota dello strato impermeabile di base in corrispondenza dell'uscita del dreno (E<sub>ip</sub>).....</i>	<i>9</i>
	<i>Quota dell'uscita del dreno (E<sub>do</sub>).....</i>	<i>9</i>
	<i>B.2.1.2 Espressioni di calcolo.....</i>	<i>9</i>
	<i>Profondità equivalente dello strato impermeabile di base (d).....</i>	<i>10</i>
	<i>Tasso di ricarica (v) e tasso di ricarica normalizzato (v<sub>n</sub>) .....</i>	<i>10</i>
	<i>Ubicazione del contatto del dreno (L<sub>c</sub>).....</i>	<i>10</i>
	<i>Altezza piezometrica media massima (H<sub>max</sub>).....</i>	<i>10</i>
	<i>Altezza piezometrica media (H<sub>avg</sub>) .....</i>	<i>11</i>
	<i>Fattore di correzione dell'altezza piezometrica (H<sub>f</sub>) .....</i>	<i>11</i>
	<i>Profilo piezometrico .....</i>	<i>12</i>
	<i>B.2.2 Applicazione del metodo al caso in esame.....</i>	<i>12</i>
	<i>Tasso di ricarica normalizzato (v<sub>n</sub>) .....</i>	<i>13</i>
	<i>Lunghezza media dei dreni (L) .....</i>	<i>13</i>
	<i>Interasse medio dei dreni (S).....</i>	<i>13</i>

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

	<i>Profondità media dello strato a bassa permeabilità (d)</i> .....	13
	<i>Raggio del dreno (<math>r_0</math>)</i> .....	13
	<i>Inclinazione del dreno (<math>\alpha</math>)</i> .....	13
	<i>Inclinazione dello strato impermeabile di fondo (<math>\phi</math>)</i> .....	14
	<i>Altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio (<math>H_i</math>)</i> .....	14
<b>B.3</b>	<b>TRINCEE DRENANTI</b> .....	<b>17</b>
	<i>B.3.1 Metodo di calcolo</i> .....	<i>17</i>
	<i>B.3.2 Applicazione del metodo al caso in esame</i> .....	<i>19</i>
<b>C</b>	<b>REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI</b> .....	<b>22</b>
	<b>C.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI</b> .....	<b>22</b>
	<b>C.2 METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO SUPERFICIALE</b> .....	<b>22</b>
	<i>C.2.1 Metodologia di calcolo della portata critica con il metodo cinematico</i> .....	<i>22</i>
	<i>C.2.2 Metodologia di calcolo della portata di esercizio</i> .....	<i>24</i>
	<b>C.3 DATI DI PROGETTO</b> .....	<b>25</b>
	<b>C.4 DIMENSIONAMENTO</b> .....	<b>25</b>
<b>D</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b> .....	<b>31</b>

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **A PREMESSA**

Nel presente elaborato vengono descritte e dimensionate le opere idrauliche per la regimazione delle acque superficiali ed il drenaggio delle acque sotterranee nell'ambito del progetto di chiusura della discarica in Località Difesa Grande nel comune di Ariano Irpino (AV). Le opere si inseriscono nelle attività finalizzate alla stabilizzazione del movimento di versante. Poiché si ritiene che il movimento in atto sia principalmente causato dalla saturazione degli strati superficiali in cui è inserita la discarica, gli interventi in oggetto hanno lo scopo di ridurre le pressioni interstiziali in corrispondenza delle ipotetiche superfici di scivolamento (opere di drenaggio) e di limitare la ricarica da parte delle acque meteoriche (opere di regimazione delle acque superficiali).

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## **B DRENAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE**

Le evidenze superficiali ed i monitoraggi effettuati hanno dato evidenza di un movimento gravitativo che in passato aveva interessato il versante di valle della discarica su di cui è posto il rilevato di coronamento interessano anche quest'ultimo nella sua parte esterna. In concomitanza con tali evidenze si osservò anche un innalzamento fino al piano campagna dei livelli idrici nel substrato naturale che è stato verificato anche nei rilevi recenti del 2015. Si presume infatti che sia stato il mutato regime delle pressioni interstiziali il principale fattore che ha innescato i fenomeni in atto.

Lo scopo delle opere in oggetto è pertanto quello di ridurre le pressioni interstiziali in corrispondenza delle (potenziali) superfici di scivolamento in modo tale da incrementare la resistenza a taglio disponibile e quindi migliorare le condizioni di stabilità del pendio.

Tali attività, unitamente ai prati armati realizzati su tutto l'argine perimetrale, rappresentano un primo step di intervento che sarà valutato attraverso i monitoraggi (topografici iniziati nel 2015 ed in corso, inclinometrici e piezometrici, meglio dettagliati altrove) che saranno effettuati in corso d'opera e prolungati successivamente al completamento delle opere. In base alle risultanze di tali monitoraggi si verificherà se gli interventi proposti sono sufficienti o se sarà necessario integrarli con ulteriori drenaggi e/o opere di consolidamento.

### **B.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

Le opere di drenaggio sono costituite da due tipologie di interventi entrambi concentrati nella zona di valle della discarica in corrispondenza dell'argine perimetrale e dei terreni subito a valle:

- Dreni sub-orizzontali a gravità disposti lungo la linea di massima pendenza, della lunghezza di circa 30 m, inclinati di 5° rispetto all'orizzontale ed aventi interasse di 15 m che si sviluppano a partire dal piede dell'argine di contenimento della discarica all'interno dell'argine stesso. Il dreno sarà costituito da una tubazione in HDPE DN 90 mm PN 16 fessurata per tutto il suo sviluppo ad esclusione degli ultimi 5 m a valle.
- Trincee drenanti a gravità disposte lungo la linea di massima pendenza, di lunghezza variabile tra 40 m e 70 m, larghezza 100 cm, profondità 5.5 m a partire dal piano campagna, interasse 30 m ubicate a valle dei dreni sub-orizzontali con una

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

sovrapposizione planimetrica di circa 5 m. Sul fondo della trincea sarà posizionata una tubazione in HDPE DN 200 mm PN 16 fessurata che favorirà il deflusso delle acque drenate verso valle.

Le acque captate dai suddetti sistemi di drenaggio saranno raccolte e convogliate per gravità ai recettori idrici superficiali ubicati in destra orografica attraverso un sistema di collettori.

## **B.2 DRENI SUB- ORIZZONTALI**

### **B.2.1 *Metodo di calcolo***

Crenshaw e Santi (2004) hanno sviluppato una metodologia per stimare il livello di falda nell'intorno di dreni orizzontali affiancati disposti sullo stesso piano.

Il metodo di Crenshaw (2003) e Crenshaw e Santi (2004) è basato sulle equazioni di Hooghoudt (1940) per calcolare l'andamento della superficie piezometrica in campi per coltivazioni drenati.

Le ipotesi iniziali sono le seguenti:

- La conducibilità idraulica  $K$  del terreno è omogenea;
- I dreni sono uniformemente spazati ad una distanza  $S$ ;
- Le ipotesi di Dupuit – Forchheimer e la legge di Darcy sono valide;
- Al di sotto del dreno, ad una profondità equivalente "d", si trova uno strato 'impermeabile';
- Il sistema si trova in uno stato stazionario (la portata in ingresso è uguale a quella in uscita);

#### **B.2.1.1 Parametri di input**

Qui di seguito vengono descritti i parametri di input del metodo e le modalità con cui possono essere calcolati o stimati.

Per i parametri geometrici si faccia riferimento anche alla Figura B.1 seguente.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

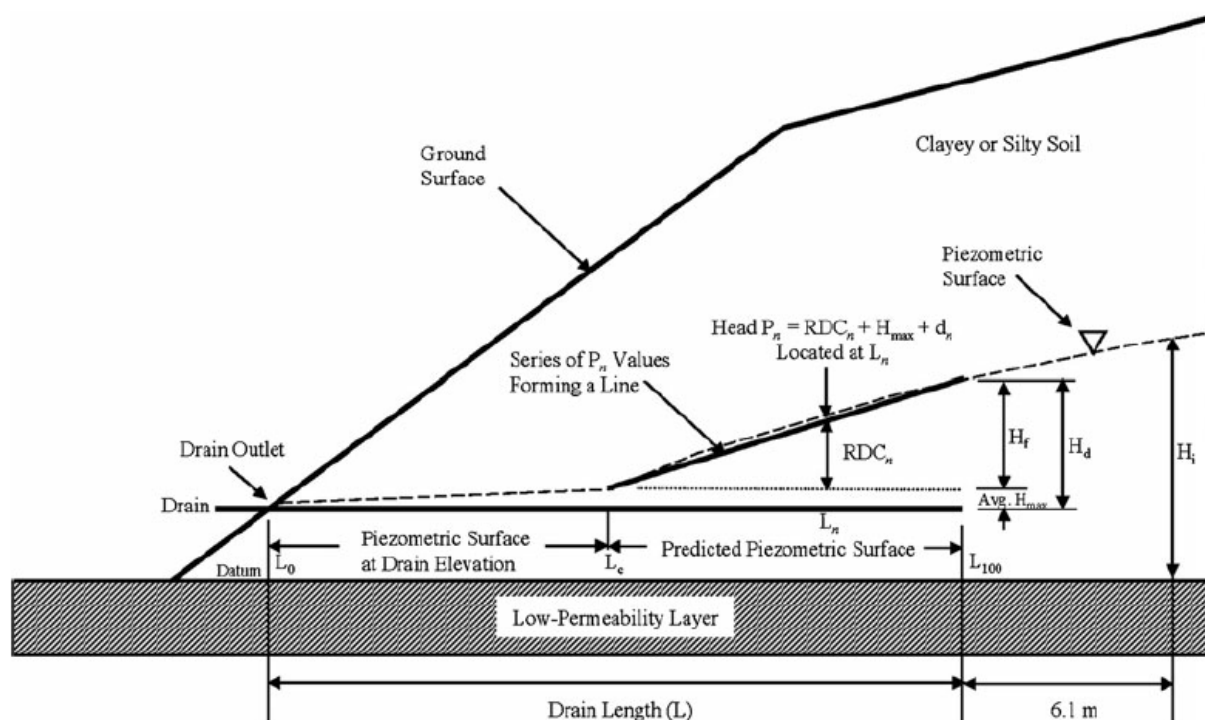


Figura B.1: Schema del pendio drenato con indicazione della piezometrica stimata con il metodo di Crenshaw e Santi (2012)

### Conducibilità idraulica ( $k$ )

Il valore della conducibilità idraulica può essere ottenuto attraverso prove di laboratorio, prove di campo o ricavato da letteratura.

### Tasso di ricarica ( $v$ ), tasso di ricarica normalizzato ( $v_n$ ) e portata in uscita ( $Q$ )

Il tasso di ricarica ( $v$ ) è definito come la velocità con cui l'acqua entra nell'area di influenza del sistema di drenaggio sia come infiltrazione verticale delle precipitazioni sia come flusso orizzontale delle acque di falda.

Può essere stimato in due modi:

- Utilizzando l'equazione (2) dove  $v$  è espresso in funzione della portata media in uscita da un dreno ( $Q$ ), della spaziatura media dei dreni ( $S$ ) e della lunghezza media dei dreni ( $L$ ). La definizione di  $Q$  può richiedere una misura diretta o una stima basata su esperienze precedenti e/o dati di progetti analoghi. In alternativa può essere utilizzato la portata totale dei dreni divisa per la superficie totale di drenaggio.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- Si può impiegare il tasso di ricarica normalizzato  $v_n = v/k$  (equazione (3)). Sulla base di simulazioni, modellazioni a scala di laboratorio o di campo, si raccomanda di utilizzare un intervallo di tassi di ricarica corrispondenti a valori di  $v_n$  compresi tra 0.01 e 0.3 (Crenshaw e Santi, 2004)

#### Lunghezza media dei dreni (L)

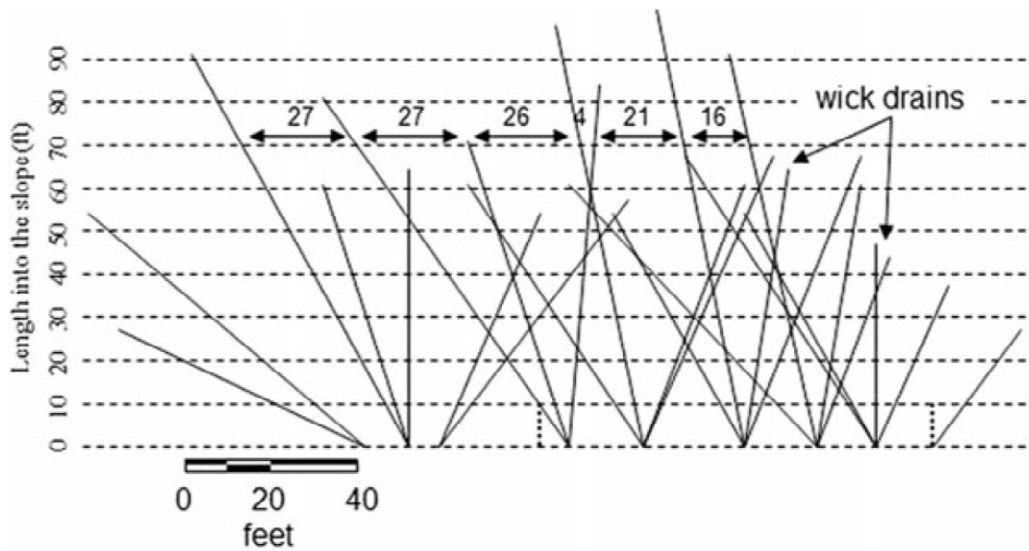
La lunghezza media dei dreni (L) può essere valutata attraverso una planimetria di progetto o dai dati di realizzazione.

#### Interasse medio dei dreni (S)

Qualora l'interasse dei dreni (S) non fosse costante si può procedere determinandone il valore medio come rapporto tra la somma delle singole distanze fra dreni a diverse profondità del versante e il numero di distanze misurate.

Tale metodologia è descritta in Figura B.2.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



<p>At a depth of 70 ft into the drain field, the average spacing is:</p> $\frac{\sum(r_{70})}{\# \text{ of drain spacings at 70 ft, or}}$ $(27+27+26+4+21+16) / 6 = 20.1 \text{ ft}$ <p>This calculation is made for every 10 ft. interval in the slope.</p>	<p>To estimate the average drain spacing for the entire drain field:</p> $S_{avg} = \frac{\sum(r_0) + \sum(r_{10}) + \dots + \sum(r_i)}{\# \text{ of drain spacings}}$ <p>This calculation is made once.</p>
--	--

Figura B.2: Esempio di calcolo dell'interasse medio dei dreni nel caso di disposizione a ventaglio (modificata da Crenshaw e santi 2004)

Profondità media dello strato di base a bassa permeabilità (D)

Per definizione, lo strato di base a bassa permeabilità è uno strato caratterizzato da una permeabilità di almeno un ordine di grandezza inferiore a quella dello strato che deve essere drenato (Luthin 1966).

La profondità media (D) di tale strato viene impiegata per il calcolo della profondità equivalente (d) (equazione (1)) che tiene conto delle variazioni apportate da tale strato al flusso radiale verso il dreno. Per  $D > S/4$  il valore di d calcolato con l'equazione (1) è costante (Prellwitz, 1978) e in generale il metodo non risente significativamente delle variazioni di questo parametro.

Raggio del dreno (r<sub>0</sub>)

Il raggio del dreno (r<sub>0</sub>) per le tubazioni è inteso come raggio interno.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### Inclinazione del dreno ( $\alpha$ )

L'inclinazione rispetto all'orizzontale del dreno ( $\alpha$ ) può essere stimata come una media delle inclinazioni dei dreni.

Normalmente i dreni sono installati con una inclinazione compresa tra  $2^\circ$  e  $10^\circ$  ma è possibile raggiungere anche i  $25^\circ$  (Cornforth 2005).

### Inclinazione dello strato impermeabile di base ( $\phi$ )

Il metodo è valido per valori dell'inclinazione dello strato impermeabile di base ( $\phi$ ) inferiori a  $10^\circ$ .

Se l'inclinazione dello strato di base è superiore a  $10^\circ$  ma tale da non intersecare il dreno, allora è possibile impiegare un angolo di  $0^\circ$ .

### Altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio ( $H_i$ )

L'altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio ( $H_i$ ) è quella misurata verticalmente a partire dallo strato impermeabile di base a circa 6 m a monte del sistema di drenaggio. A tale distanza, secondo Crenshaw (2003), la piezometria non dovrebbe essere influenzata dalla presenza dei dreni.

Tale indicazione non è stata verificata sperimentalmente ma è basata su simulazioni e prove in scala.

Il metodo ha una sensibilità elevata al valore di  $H_i$ .

### Quota dello strato impermeabile di base in corrispondenza dell'uscita del dreno ( $E_{ip}$ )

Si veda la Figura B.1.

### Quota dell'uscita del dreno ( $E_{do}$ )

Si veda la Figura B.1.

#### B.2.1.2 Espressioni di calcolo

Nel seguito vengono presentate le espressioni di calcolo che il metodo proposto prevede per la determinazione del profilo piezometrico a seguito dell'installazione dei dreni.

I simboli riportati nelle formule sono quelli delle grandezze definite al paragrafo precedente, salvo diversamente specificato.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### Profondità equivalente dello strato impermeabile di base (d)

La profondità equivalente dello strato impermeabile di base (d) viene calcolata a partire dalla profondità media (D) di tale strato con l'espressione seguente.

$$d = D \cdot [1 + (8D)/(\pi S) \cdot \ln(D/\pi r_0)]^{-1} \quad (1.)$$

### Tasso di ricarica (v) e tasso di ricarica normalizzato (v<sub>n</sub>)

Come precedentemente precisato, la ricarica può essere stimata in due modi: utilizzando il flusso in uscita (Q) oppure tramite la ricarica normalizzata (v<sub>n</sub>) con la seguente equazione:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2.)$$

dove  $A = L \cdot S$  è la superficie di ricarica dei dreni.

$$v_n = \frac{v}{k} \quad (3.)$$

### Ubicazione del contatto del dreno (L<sub>c</sub>)

Crenshaw e Santi (2004) hanno dimostrato che a seconda del valore di v<sub>n</sub> la piezometrica valutata in corrispondenza del piano verticale del dreno può presentare diversi andamenti in senso longitudinale.

La situazione più frequente si verifica per valori di v<sub>n</sub> compresi tra 0.01 e 0.3; in tal caso la piezometrica anzidetta coincide con la posizione del dreno in un tratto terminale di quest'ultimo posto in prossimità della posizione di uscita dal versante, mentre a distanze maggiori da quest'ultima essa diverge dal dreno e si ricongiunge con le condizioni al contorno di monte (H<sub>i</sub>). Il punto in cui la piezometrica diverge dal dreno è detta "punto di contatto" e si trova alla distanza L<sub>c</sub> dall'uscita del dreno.

La distanza L<sub>c</sub> può essere espressa come una percentuale (L<sub>c</sub>%) della lunghezza del dreno (L). L<sub>c</sub>% è una funzione empirica di v<sub>n</sub> secondo la relazione ricavata da basi statistiche:

$$L_c \% = -99.642 \cdot v_n + 81.047 \quad (4.)$$

$$L_c = L \cdot \frac{L_c \%}{100} \quad (5.)$$

### Altezza piezometrica media massima (H<sub>max</sub>)

L'altezza piezometrica massima (H<sub>max</sub>) è quella che si ha sulla verticale di mezzeria tra due dreni adiacenti in corrispondenza del 'punto di contatto' (si veda la Figura B.1).

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Il valore di  $H_{max}$  viene calcolato attraverso la seguente espressione:

$$H_{max} = \sqrt{\frac{v}{k}} \sqrt{\frac{S^2}{4}} - d \quad (6.)$$

#### Altezza piezometrica media ( $H_{avg}$ )

L'altezza piezometrica media ( $H_{avg}$ ) è la media delle altezze piezometriche tra due dreni adiacenti lungo la sezione trasversale in corrispondenza del 'punto di contatto' (si veda la Figura B.1).

Il valore esatto di  $H_{avg}$  è dato dall'espressione:

$$H_{avg} = \frac{\frac{S^2}{4} \sqrt{\frac{v}{k}} \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{2}{S} \sqrt{\frac{k}{v}} \sqrt{\frac{S^2 v}{4 k} - d^2} \right) + \frac{S^2}{8} \sqrt{\frac{v}{k}} \operatorname{sen} \left( 2 \cdot \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{2}{S} \sqrt{\frac{k}{v}} \sqrt{\frac{S^2 v}{4 k} - d^2} \right) \right) - 2d \sqrt{\frac{k}{v}} \sqrt{\frac{S^2 v}{4 k} - d^2}}{S} \quad (7.)$$

Normalmente si utilizza la seguente espressione approssimata che fornisce valori di  $H_{avg}$  che si scostano dal valore esatto calcolato con l'equazione (7) di circa 2 cm:

$$H_{avg} = \sqrt{\frac{v}{k}} \cdot \sqrt{\frac{S^2}{4}} - d \quad (8.)$$

#### Fattore di correzione dell'altezza piezometrica ( $H_i$ )

Poiché la distribuzione della ricarica sul sistema di drenaggio non è uniforme, è necessario effettuare una correzione di  $H_{max}$  per approssimare l'altezza piezometrica in corrispondenza della fine del dreno in condizioni di drenaggio.

Prima di tutto è necessario determinare l'altezza piezometrica in corrispondenza della estremità posteriore del dreno ( $H_{100}$ ). Essa è una percentuale ( $H_i\%$ ) dell'altezza indisturbata a tergo del dreno (condizione al contorno  $H_i$ ).  $H_i\%$  è una funzione di  $v_n$  secondo la seguente relazione empirica determinata su basi statistiche:

$$H_i\% = 95.509 \cdot v_n + 42.929 \quad (9.)$$

$$H_{100} = H_i \cdot \frac{H_i\%}{100} \quad (10.)$$

La differenza tra  $H_{100}$  che si trova ad una distanza  $L$  dall'uscita del dreno e  $H_{max}$  che si trova in corrispondenza del contatto del dreno è il fattore di correzione del dreno  $H_f$ :

$$H_f = H_{100} - H_{max} \quad (11.)$$

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



### Profilo piezometrico

Il profilo piezometrico varia a seconda che ci si trovi a monte o a valle del 'punto di contatto C'.

A valle (zona 1), l'altezza piezometrica è inferiore di  $H_{avg}$ ; in particolare si ipotizza che essa vari linearmente tra 0 in corrispondenza dell'inizio del tratto drenante e  $H_{avg}$  in corrispondenza del 'punto di contatto':

$$H_1(l) = l \cdot \frac{H_{avg}}{L_c} \quad (12.)$$

Dove  $l$  è la distanza dall'inizio del dreno in direzione del dreno.

Tale approssimazione produce altezze piezometriche leggermente superiori a quelle reali ed è quindi cautelativa.

A monte del 'punto di contatto' (zona 2), l'altezza piezometrica è maggiore di  $H_{avg}$ . Anche in questo caso si ipotizza che il profilo piezometrico vari linearmente tra il 'punto di contatto' e la fine del dreno secondo la relazione:

$$H_2(l) = (l - L_c) \frac{H_{100} - H_{max}}{L_{100} - L_c} + H_{avg} = (l - L_c) \frac{H_f}{L_{100} - L_c} + H_{avg} \quad (13.)$$

La piezometrica descritta è quella media tra due dreni.

### **B.2.2 Applicazione del metodo al caso in esame**

Qui di seguito si riportano i valori di input utilizzati per l'applicazione del metodo di Crenshaw e Santi (2004) al caso in esame.

parametro	simbolo	valore	u.d.m.
Lunghezza media dei dreni	L	30	m
Interasse medio dei dreni	S	15	m
Profondità media dello strato a bassa permeabilità	D	1.46	m
Raggio dei dreni	$r_0$	0.0368	m
Inclinazione del dreno	$\alpha$	5	°
Inclinazione dello strato impermeabile di base	$\varphi$	3.5	°
Altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio rispetto all'uscita del dreno	$H_i$	6.51	m

Tabella B.1: Dati di input per la modellazione idraulica dei dreni

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Per completezza è riportata una breve descrizione dei criteri adottati per la determinazione dei parametri suddetti.

#### Tasso di ricarica normalizzato ( $v_n$ )

Poiché non è nota da prove la conducibilità idraulica del substrato si è scelto di effettuare i calcoli in riferimento ai valori tipici del tasso di ricarica normalizzato ( $v_n$ ) che sono compresi tra 0.01 e 0.3. In particolare si è fatto riferimento a 3 valori: 0.025, 0.15 e 0.3. Il valore di 0.025 è quello per cui  $H_{avg}$  è nullo ovvero sia quello al di sotto del quale il profilo piezometrico finisce al di sotto del tubo drenante.

#### Lunghezza media dei dreni ( $L$ )

È stata impiegata la lunghezza media dei dreni di progetto. Si è tenuto conto del solo tratto drenante.

#### Interasse medio dei dreni ( $S$ )

È stato determinato a partire dalla planimetria di progetto per tenere conto della diversa spaziatura tra i diversi dreni e del fatto che siano divergenti. Anche in questo caso si è tenuto conto del solo tratto drenante.

#### Profondità media dello strato a bassa permeabilità ( $d$ )

La profondità media dello strato drenante è stato determinato sulla base della sezione longitudinale di progetto.

#### Raggio del dreno ( $r_0$ )

Il dreno è costituito da una tubazione in HDPE PE100 DN90mm PN16.

Il valore utilizzato è quello del raggio interno definito sulla base della pressione nominale della tubazione.

#### Inclinazione del dreno ( $\alpha$ )

L'inclinazione del dreno ( $\alpha$ ) rispetto all'orizzontale, poiché i dreni sono curvi, è stata considerata pari a 5°.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

*Inclinazione dello strato impermeabile di fondo ( $\phi$ )*

Lo strato impermeabile di fondo (limo argilloso debolmente sabbioso), sulla base di quanto emerge dalla caratterizzazione geologica, è costituito dall'alterazione del substrato base (argilla con limo). Tali materiali hanno una permeabilità molto bassa, compresa tra  $2.5 \times 10^{-11}$  m/s e  $3 \times 10^{-10}$  m/s.

I dreni saranno realizzati nel materiale di riporto sovrastante caratterizzati da valori di permeabilità certamente di 1-2 ordini di grandezza inferiore a quella del substrato e pertanto sono rispettate le ipotesi del metodo impiegato.

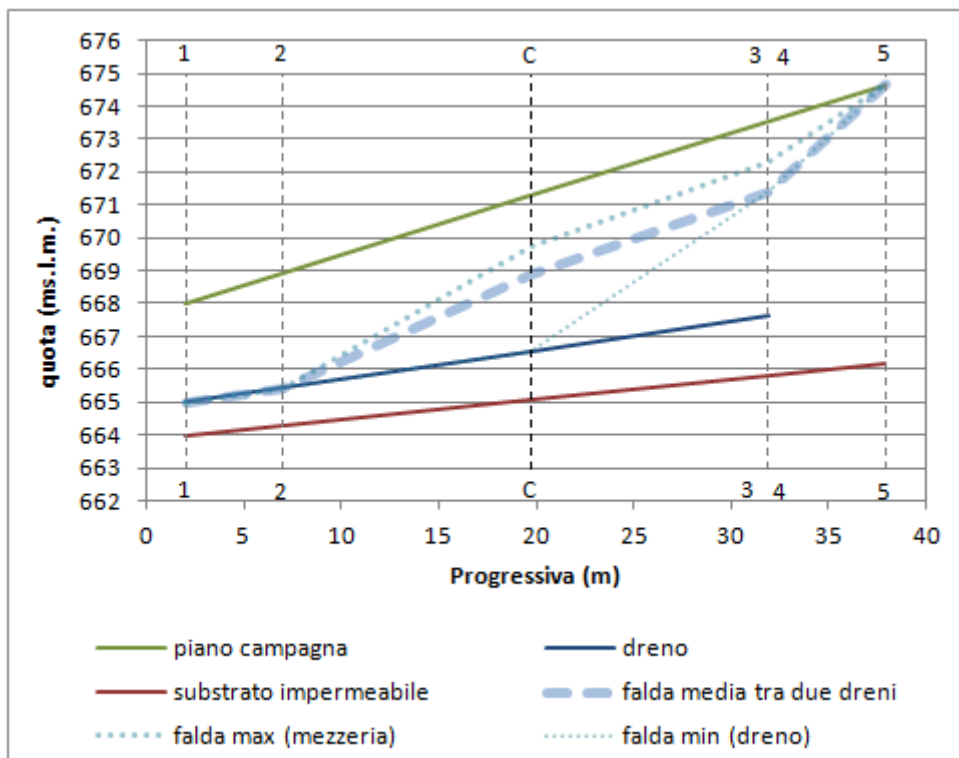
L'inclinazione dello strato impermeabile di fondo è stato definito sulla base di quanto riportato nelle sezioni geologiche nell'area di intervento ed è stato assunto pari a  $3.5^\circ$ .

*Altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio ( $H_i$ )*

Sulla base degli ultimi rilievi piezometrici si è verificato che in prossimità delle zone di instabilità i livelli idrici sono situati in corrispondenza del piano campagna e pertanto nelle valutazioni di seguito riportate è stata considerata tale condizione.

Qui di seguito si riportano i risultati delle verifiche condotte con la metodologia ed i valori di input riportati al paragrafo B.2.1.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



- sezione (1) = sezione in corrispondenza dell'uscita del dreno  
 sezione (2) = sezione in corrispondenza dell'inizio della fessurazione a valle  
 sezione (c) = sezione in corrispondenza del 'punto di contatto'  
 sezione (3) = sezione in corrispondenza della fine della fessurazione a monte  
 sezione (4) = sezione finale del dreno  
 sezione (5) = sezione in cui la falda è indisturbata

Figura B.3: Superfici piezometriche per Tasso di ricarica normalizzato ( $v_n$ ) pari a 0.3

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

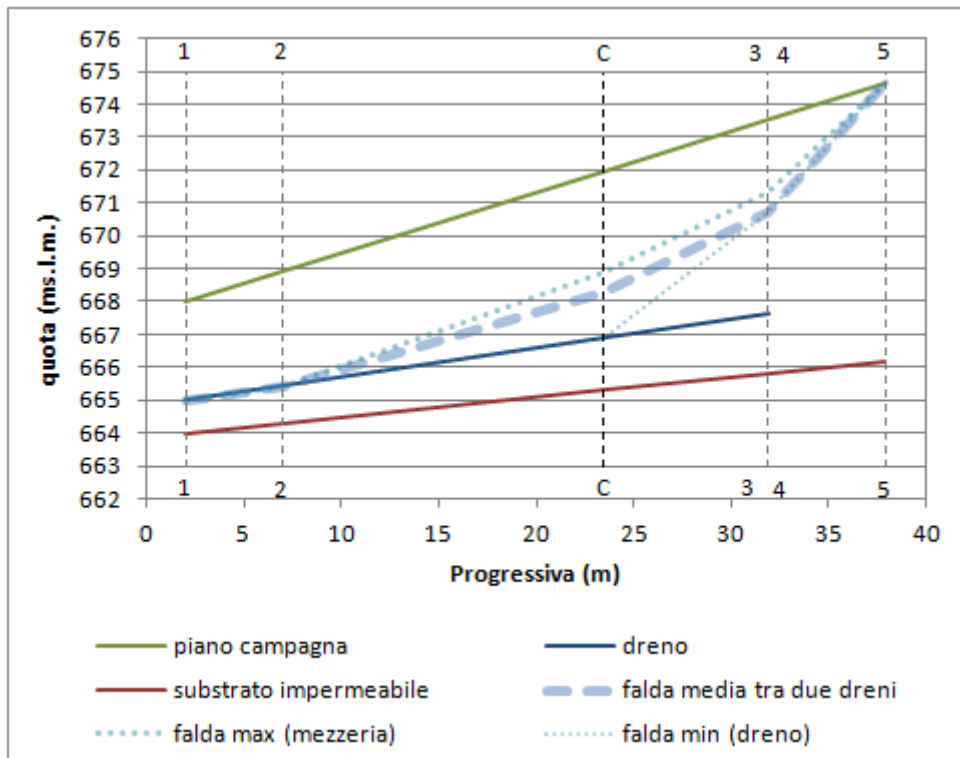


Figura B.4: Superfici piezometriche per Tasso di ricarica normalizzato ( $v_n$ ) pari a 0.15

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

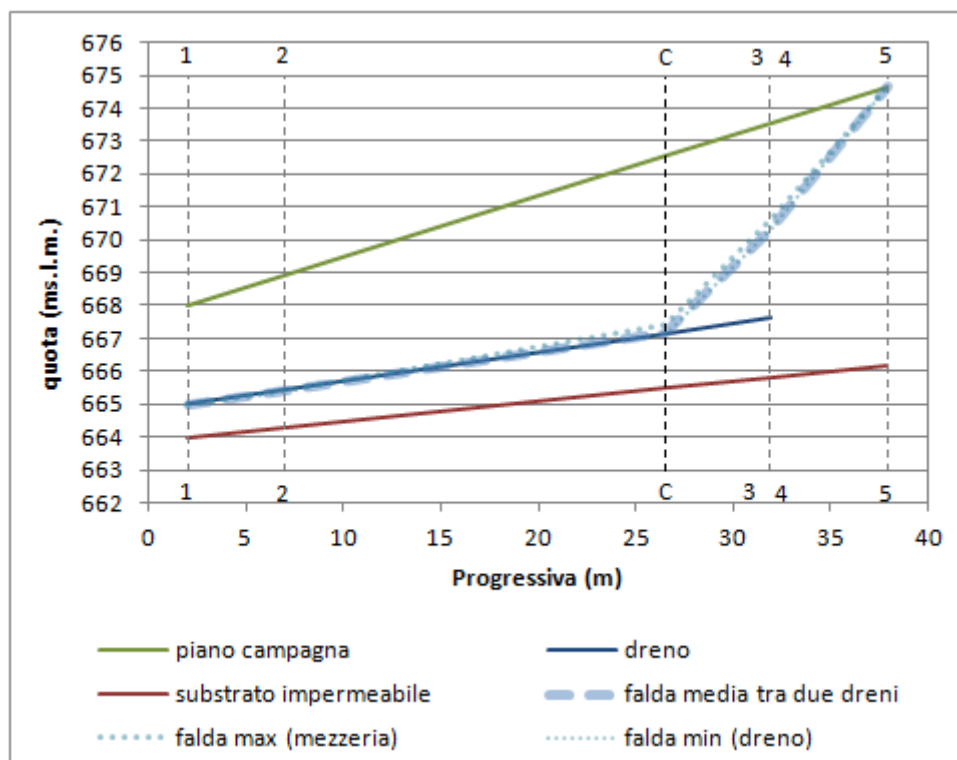


Figura B.5: Superfici piezometriche per Tasso di ricarica normalizzato ( $v_n$ ) pari a 0.025

Nella tabella seguente sono sintetizzati i valori di  $H_{avg}$ ,  $H_{max}$  e dell'abbassamento medio  $dH$  della falda determinato nelle tre ipotesi analizzate.

$v_n$	$H_{max}$ [m]	$H_{avg}$ [m]	$dH$ [m]
0.3	3.21	2.33	2.32
0.15	2.01	1.39	3.08
0.025	0.29	0.04	3.86

Tabella B.2: Sintesi dei risultati di dimensionamento dei dreni orizzontali

## B.3 TRINCEE DRENANTI

### B.3.1 Metodo di calcolo

I criteri di dimensionamento delle trincee si basano su alcune ipotesi semplificative che saranno meglio dettagliate nel seguito.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

La scelta di adottare un approccio semplificato deriva innanzitutto dal fatto che approcci più complessi non forniscono risultati significativamente diversi. A ciò si aggiunga una conoscenza limitata delle condizioni al contorno (caratteristiche del sito, geometria dei movimenti in atto, modalità di ricarica delle acque, ecc) che rendono comunque necessaria l'introduzione di approssimazioni.

In genere, a seguito dell'installazione di un sistema drenante, si instaura un processo di filtrazione tridimensionale in quanto il moto dell'acqua avviene longitudinalmente (monte – valle) e trasversalmente al pendio. Ci si può però ricondurre a una condizione di moto piano approssimata in relazione alla geometria del sistema; in particolare, nel caso di trincee drenanti la condizione di moto piano di ha in una sezione trasversale al pendio qualora le trincee siano parallele, disposte lungo le linee di massima pendenza ed aventi lunghezza (L) molto maggiore dell'interasse (S); Nell'integrazione delle equazioni che regolano il processo di filtrazione è inoltre necessario tenere conto delle condizioni iniziali (quote piezometriche antecedenti l'intervento) e delle condizioni al contorno imposte dal sistema drenante.

Le condizioni al contorno sono poste al contatto tra sistema di drenaggio e terreno in posto e in corrispondenza del piano campagna (variabile nel tempo e tra le condizioni limite di apporto continuo con formazione di lama d'acqua in superficie e apporto nullo).

Le considerazioni che emergono dagli studi fatti sui risultati ottenibili dalle diverse condizioni al contorno suggeriscono l'opportunità di progettare i sistemi di drenaggio nell'ipotesi cautelativa di apporto superficiale con formazione di lama d'acqua in superficie.

Sulla base delle ipotesi suddette i diversi autori hanno sviluppato degli abachi per il dimensionamento dei sistemi di drenaggio, per la valutazione dell'efficienza e dei tempi di risposta del sistema.

Per le valutazioni di seguito riportate è utile fare riferimento anche al concetto di efficienza idraulica di un drenaggio. In particolare si definisce efficienza idraulica puntuale  $E(t)$  il rapporto tra la riduzione di pressione interstiziale ottenuta nel punto in esame ( $-\Delta u$ ) e la massima riduzione possibile corrispondente all'annullamento delle pressioni interstiziali nel punto ( $-\Delta u_{\max} = u_0$ ). Tale valore dipende varia da punto a punto nel volume di terreno e, ai fini applicativi se ne valuta il valore medio  $\bar{E}(t)$  lungo la superficie di scorrimento o su una superficie ad essa prossima.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Per pendii omogenei o in presenza di modesta variazioni dei valori di  $\phi'$  lungo la superficie di scorrimento il valore di  $\bar{E}(t)$  corrisponde al rapporto tra l'incremento del fattore di sicurezza ( $\Delta F(t)$ ) per effetto della riduzione delle pressioni interstiziali ( $-\Delta u$ ) ed il massimo incremento del fattore di sicurezza ( $\Delta F_{max}$ ) ottenibile con l'annullamento delle pressioni interstiziali ( $-\Delta u_{max}=u_0$ ).

Gli abachi di letteratura riportano i valori dell'efficienza idraulica media a regime  $\bar{E}(t=\infty)$  in funzione della geometria. Il valore di  $\bar{E}(t=\infty)$  che si ottiene è relativo all'intero interasse tra i dreni per alcuni piani orizzontali a diverse profondità dal piano campagna.

I dettagli di calcolo per le opere in oggetto sono riportati nei paragrafi seguenti.

### **B.3.2 Applicazione del metodo al caso in esame**

Nell'ipotesi di condizioni piane su una sezione trasversale al pendio si è assunto che il piano campagna e la falda iniziale siano orizzontali, che le trincee abbiano sezione rettangolare e siano fra loro parallele e che la lunghezza (L) sia molto maggiore dell'interasse (A).

Facendo riferimento alla seguente Figura B.6, le principali caratteristiche dimensionali delle trincee drenanti proposte sono qui di seguito sintetizzate:

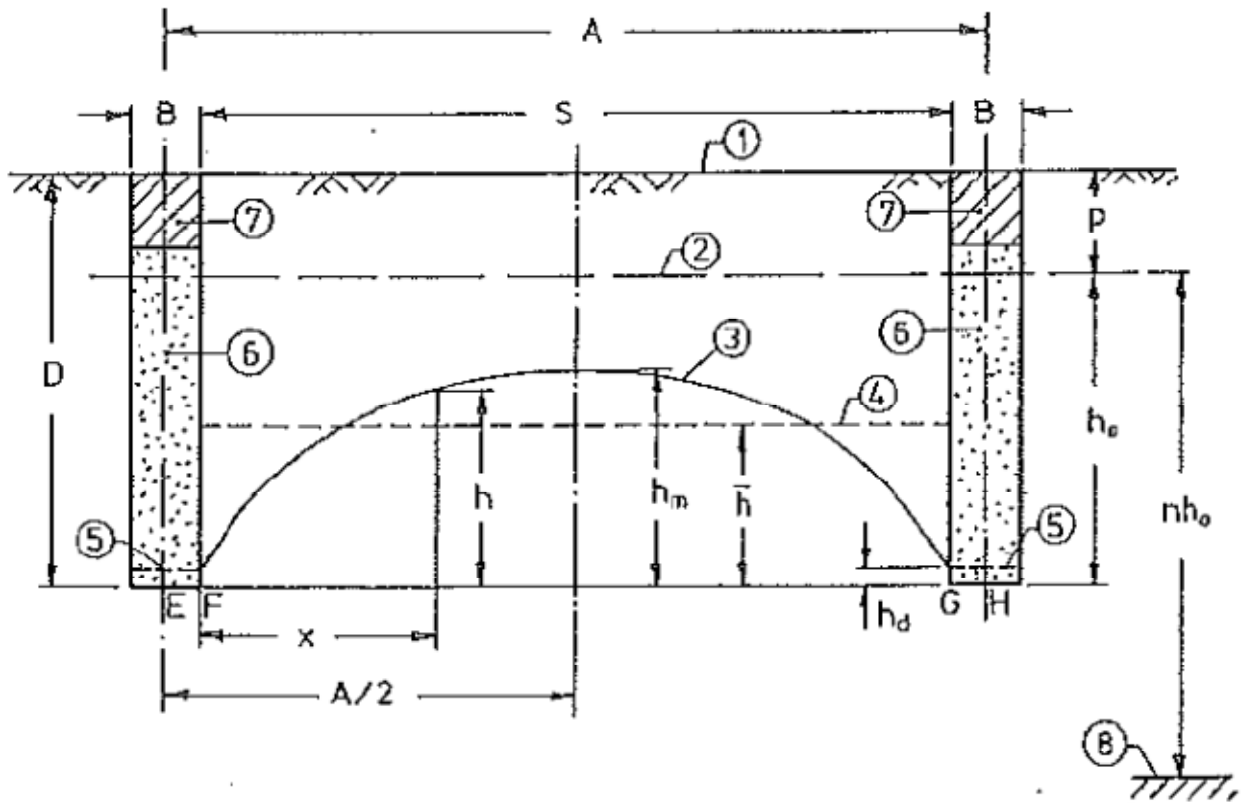
- |  |       |        |
|--|-------|--------|
| • interasse tra le trincee   | A     | 30.0 m |
| • lunghezza delle trincee  | L     | 40.0 m |
| • profondità della trincea   | D     | 5.5 m  |
| • larghezza della trincea  | B     | 0.5 m  |
| • livello piezometrico iniziale rispetto alla base delle trincee (coincidente con il piano campagna) | $h_0$ | 5.5 m  |
| • profondità dello strato impermeabile di base rispetto al livello piezometrico iniziale             | N     | 4.5 m  |

Per 'strato impermeabile di base' si intende uno strato avente permeabilità significativamente inferiore a quella dello strato in cui si trova la trincea che, nel caso in esame, non è presente. Pertanto, poiché gli autori riportano che per valori superiori i risultati del calcolo non variano in maniera significativa nell'intorno della trincea, il valore di "n" assunto nel presente progetto è pari a 4.5.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Non avendo inoltre specifiche informazioni in merito e tenendo conto della tipologia e delle condizioni di saturazione dei materiali presenti in sito, si è assunto che il rapporto tra permeabilità orizzontale e verticale  $R_k$  sia pari a 1.



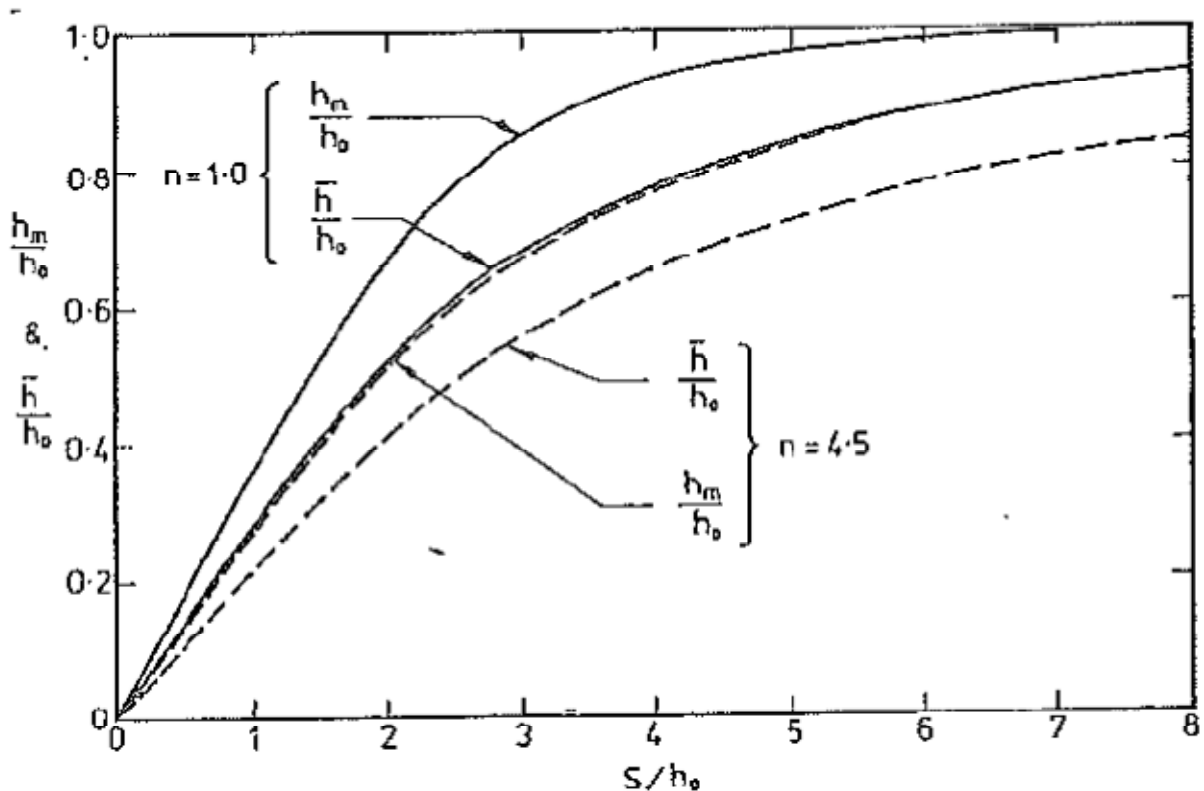
- (1) Piano campagna
- (2) Livello piezometrico iniziale rispetto al piano di base delle trincee (EH)
- (3) Livello piezometrico dopo il drenaggio rispetto al piano di base delle trincee (EH)
- (4) Livello piezometrico medio dopo il drenaggio rispetto al piano di base delle trincee (EH)
- (5) Livello piezometrico medio nei dreni dopo il drenaggio rispetto al piano di base delle trincee (EH)
- (6) Trincea drenante
- (7) Tratto sigillato con argilla
- (8) Strato impermeabile di base

Figura B.6: Sezione tipologica di un sistema di trincee drenanti (Hutchinson, 1977)

Dai dati precedentemente descritti è possibile determinare le seguenti grandezze adimensionali con cui possono essere utilizzati gli abachi di calcolo:

- $S/D = S/h_0 = 5.36$
- $B/D = B/h_0 = 0.09$

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



NOTA: I rapporti  $S/D$  e  $h/D$  possono essere considerati approssimativamente equivalenti a  $S/h_0$  e  $h/h_0$  rispettivamente. Per tenere conto dell'effetto di  $R_k \neq 1$  è sufficiente applicare le idonee trasformazioni

Figura B.7: Curve che mostrano la relazione tra  $h_m/h_0$  e  $S/h_0$  e tra  $\bar{h}/h_0$  e  $S/h_0$  per  $n=1$  e per  $n=4.5$  e con  $R_k=1$  (Hutchinson, 1977)

Entrando con il valore di  $S/D = S/h_0$  nel grafico in Figura B.7 si possono ottenere i valori dell'altezza piezometrica in corrispondenza della mezzeria tra i due dreni ( $h_m$ ) e dell'altezza piezometrica media ( $\bar{h}$ ) a regime che sono pari a 4.79 m e 4.07 m rispettivamente. A tali valori corrispondono un abbassamento minimo del livello piezometrico di 0.71 m in corrispondenza della mezzeria tra i due dreni ed un abbassamento medio di 1.43 m rispetto alla falda iniziale.

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## C REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

### C.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il sistema di regimazione delle acque superficiali è costituito da un reticolo di canalizzazioni che si sviluppano lungo la sommità e le berme del corpo rifiuti, sulla pista di coronamento e al piede del rilevato perimetrale della discarica. I vari livelli delle canalizzazioni sono collegati tra loro da discese realizzate lungo la linea di massima pendenza delle scarpate.

Il canale al piede del rilevato perimetrale è quindi collegato ai recettori superficiali ubicati sia in destra sia in sinistra orografica alla discarica.

### C.2 METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO SUPERFICIALE

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato raffrontando la portata d'acqua generata dalle precipitazioni su una determinata superficie (portata critica) e quella che la relativa canalizzazione è in grado di allontanare (portata di esercizio).

#### C.2.1 *Metodologia di calcolo della portata critica con il metodo cinematico*

La determinazione della portata critica si basa normalmente sullo studio idrologico della zona. In particolare si farà ricorso al metodo cinematico che definisce la portata critica in base a intensità, durata e frequenza delle precipitazioni di breve durata e forte intensità (eventi critici) e facendo ricorso alla trasformazione afflussi – deflussi definita dalle caratteristiche locali di permeabilità dei suoli e dei sistemi di impermeabilizzazione e copertura.

Per la valutazione dell'evento critico necessario per dimensionare la rete di drenaggio, si può fare riferimento all'antica formula razionale, secondo la quale la portata al colmo risulta pari a:

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2,78 \cdot \phi \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c, T) \quad (14.)$$

in cui:

$Q_c$  = portata critica [l/s]

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

S	= area della superficie sottesa	[ha]
u	= coefficiente udometrico, pari alla portata per unità di superficie	[l/s/ha]
$\phi$	= coefficiente di afflusso ( $\leq 1$ )	[-]
$\varepsilon$	= coefficiente di laminazione dipendente al metodo di trasformazione afflussi deflussi scelto ( $\leq 1$ )	[-]
i	= intensità media della precipitazione	[mm/h]
$\theta_c$	= durata critica	[ore]
T	= tempo di ritorno	[anni]

L'intensità media della precipitazione viene determinata sulla base delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) ricavate da dati sperimentali sito- specifici ed ha espressione:

$$i(d;T) = a(T) \cdot d^{n(T)} \quad (15.)$$

dove d rappresenta la durata dell'evento considerato che, in particolare, è quello avente durata pari alla durata critica.

Nel caso specifico si è scelto di utilizzare il metodo cinematico per la determinazione della durata critica:

$$\theta_c = T_e + \frac{T_r}{1,5} \quad (16.)$$

dove  $T_e$  è il tempo di ingresso nella rete che, non potendo essere stimato sulla base di misurazioni reali o dati diretti, è stato ipotizzato pari a 10 minuti facendo riferimento ai valori riportati in letteratura per zone pavimentate con piccole pendenze e caditoie poco frequenti, e  $T_r$  è il tempo di corrivazione valutato con il metodo cinematico. In sostanza, fissata la geometria del condotto, esso è il tempo impiegato dalla portata a percorrere tutta la lunghezza del condotto stesso in condizioni di massimo riempimento e cioè:

$$T_r = \frac{L}{V_r} \quad (17.)$$

dove L è la lunghezza del condotto e  $V_r$  è la velocità a massimo riempimento secondo la formula di Chezy:

$$V_r = \chi \cdot \sqrt{R \cdot j} \quad (18.)$$

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

dove:

R	= raggio idraulico (=A/C)	[m]
A	= area bagnata	[m <sup>2</sup> ]
C	= perimetro bagnato	[m]
j	= pendenza	[-]
$\chi$	= coefficiente di Chezy, che, secondo la formula di Gaukler- Strickler è pari a	

$$\chi = k_s \cdot R^{1/6} \quad (19.)$$

con  $k_s$  coefficiente di scabrezza.

### **C.2.2 Metodologia di calcolo della portata di esercizio**

Per il dimensionamento idraulico delle canalizzazioni si fa riferimento alla sezione di valle per ciascuno dei rami previsti e si è applicata la formula di Chezy secondo la quale la portata di esercizio  $Q_d$  è pari a:

$$Q_d = A \cdot \chi \sqrt{R \cdot i} \quad (20.)$$

dove:

$Q_d$	= portata d'esercizio	[m <sup>3</sup> /s]
A	= sezione utile di passaggio	[m <sup>2</sup> ]
C	= contorno bagnato	[m]
R	= raggio idraulico (=A/C)	[m]
i	= pendenza	[%]
$\chi$	= coefficiente di resistenza	[m <sup>1/3</sup> /s]

Il coefficiente  $\chi$  è ricavato dalla seguente espressione (Gaukler- Strickler):

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} \quad (21.)$$

dove:

n	= coefficiente di scabrezza	
R	= raggio idraulico (=A/C)	[m]

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **C.3 DATI DI PROGETTO**

Il dimensionamento è stato effettuato in conformità al D.Lgs. 36/03 (Allegato 1. punto 2.3) ossia ipotizzando un tempo di ritorno di 10 anni.

Le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP) sono state determinate sulla base dei dati di precipitazioni intense di durata  $d = 1, 3, 6, 12, 24$  ore misurate ricavate dagli annali idrologici per la stazione di Ariano Irpino nel periodo 1968-1975.

### **C.4 DIMENSIONAMENTO**

Per ciascuno dei sistemi di regimazione precedentemente descritti saranno proposte due tabelle:

- La prima relativa alla determinazione della **portata critica** con il metodo cinematico ( $Q_c$ ), descritto al paragrafo C.2. La tabella, oltre al valore di  $Q_c$ , riporta i seguenti parametri
  - la superficie del bacino drenata dalla canalizzazione considerata ( $S$ )
  - la superficie del bacino drenata dalla canalizzazione considerata e da quelle a monte ( $S_i$ )
  - la durata dell'evento critico ( $\theta_c$ ) e
  - la relativa intensità di pioggia ( $i$ ) determinata sulla base delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica individuate al paragrafo C.3
  - il coefficiente di afflusso ( $\psi$ ).
- La seconda con il valore della **portata di esercizio** ( $Q_e$ ) relativa alla canalizzazione considerata ed i relativi parametri geometrici:
  - le dimensioni della canaletta,
  - la pendenza del tratto in esame ( $pend$ ),

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- la lunghezza (L),
- la scabrezza (n),
- la sezione ed il raggio idraulico (A e R),
- il battente idraulico massimo (h).

Ciascuna canalizzazione è identificata dalla sezione di monte e dalla sezione di chiusura la cui ubicazione è riportata nelle tavole di progetto

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Tabella C.1: Calcolo della portata critica

	$\rho_c$ [h]	$i$ [mm/h]	$\psi$ [-]	$S$ [ha]	$S_t$ [ha]	$Q_c$ [m <sup>3</sup> /s]
1 - 2	0.175	241.80	0.80	0.707	0.707	0.380
4 - 3	0.170	247.60	0.80	0.034	0.034	0.019
3 - 2	0.171	246.47	0.80	0.000	0.034	0.019
2 - 34	0.176	241.40	0.80	0.000	0.741	0.398
34 - 32	0.176	241.01	0.80	0.000	0.741	0.397
30 - 32	0.174	243.00	0.80	0.280	0.280	0.151
32 - 31	0.176	240.80	0.80	0.000	1.021	0.547
31 - 37	0.179	238.15	0.80	0.148	1.168	0.619
2 - 7	0.177	240.26	0.80	0.310	0.310	0.165
3 - 8	0.176	240.83	0.80	0.312	0.312	0.167
11 - 8	0.170	247.71	0.80	0.088	0.088	0.049
8 - 7	0.177	239.85	0.80	0.000	0.400	0.214
7 - 38	0.178	239.46	0.80	0.000	0.710	0.378
38 - 37	0.178	239.22	0.80	0.000	0.710	0.378
37 - 41	0.181	235.65	0.80	0.121	1.999	1.048
7 - 12	0.174	242.73	0.80	0.189	0.189	0.102
14 - 13	0.171	246.33	0.80	0.243	0.243	0.133
13 - 12	0.171	246.14	0.80	0.000	0.243	0.133
12 - 42	0.175	242.32	0.80	0.000	0.433	0.233
42 - 41	0.175	242.17	0.80	0.000	0.433	0.233
41 - 45	0.182	234.61	0.80	0.044	2.476	1.292
12 - 17	0.170	247.14	0.80	0.036	0.036	0.020
19 - 18	0.171	247.01	0.80	0.216	0.216	0.119
18 - 17	0.171	246.83	0.80	0.000	0.216	0.118
17 - 46	0.171	246.41	0.80	0.000	0.252	0.138
46 - 45	0.171	246.24	0.80	0.000	0.252	0.138
45 - 49	0.184	232.72	0.80	0.189	2.917	1.510
17 - 22	0.169	248.15	0.80	0.202	0.202	0.111
24 - 23	0.170	247.43	0.80	0.317	0.317	0.174
23 - 22	0.170	247.04	0.80	0.000	0.317	0.174
27 - 22	0.172	245.15	0.80	0.240	0.240	0.131
22 - 50	0.173	244.74	0.80	0.000	0.759	0.413
50 - 49	0.173	244.31	0.80	0.000	0.759	0.412
49 - 53	0.186	153.25	0.80	0.202	3.878	1.322
22 - 28	0.168	249.58	0.80	0.054	0.054	0.030
29 - 28	0.180	237.37	0.80	0.267	0.267	0.141
28 - 54	0.180	236.99	0.80	0.000	0.320	0.169
54 - 53	0.184	232.88	0.80	0.000	0.320	0.166
55 - 53	0.181 ↑	156.74	0.80	0.526	0.526	0.183
53 - 57	0.188	229.53	0.80	0.000	4.725	2.412

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



	$\theta_c$ [h]	$i$ [mm/h]	$\psi$ [-]	$S$ [ha]	$St$ [ha]	$Qc$ [m <sup>3</sup> /s]
1 - 6	0.176	241.39	0.80	0.741	0.741	0.398
4 - 5	0.169	248.47	0.80	0.027	0.027	0.015
5 - 6	0.171	246.95	0.80	0.000	0.027	0.015
6 - 35	0.176	240.99	0.80	0.000	0.768	0.412
35 - 36	0.176	240.72	0.80	0.000	0.768	0.411
30 - 36	0.181	235.92	0.80	0.701	0.701	0.368
36 - 40	0.183	233.95	0.80	0.208	1.677	0.873
6 - 10	0.173	244.15	0.80	0.370	0.370	0.201
5 - 9	0.176	240.75	0.80	0.290	0.290	0.155
11 - 9	0.170	247.52	0.80	0.093	0.093	0.051
9 - 10	0.177	239.57	0.80	0.000	0.384	0.204
10 - 39	0.178	239.17	0.80	0.000	0.753	0.401
39 - 40	0.178	238.90	0.80	0.000	0.753	0.400
40 - 44	0.188	228.78	0.80	0.189	2.619	1.333
10 - 16	0.174	243.12	0.80	0.253	0.253	0.137
14 - 15	0.171	246.25	0.80	0.239	0.239	0.131
15 - 16	0.172	245.90	0.80	0.000	0.239	0.130
16 - 43	0.174	242.71	0.80	0.000	0.492	0.266
43 - 44	0.175	242.42	0.80	0.000	0.492	0.265
44 - 48	0.191	226.33	0.80	0.094	3.205	1.613
16 - 21	0.168	249.34	0.80	0.050	0.050	0.028
19 - 20	0.171	246.90	0.80	0.227	0.227	0.124
20 - 21	0.171	246.55	0.80	0.000	0.227	0.124
21 - 47	0.171	246.13	0.80	0.000	0.276	0.151
47 - 48	0.172	245.84	0.80	0.000	0.276	0.151
48 - 52	0.194	224.13	0.80	0.162	3.644	1.816
21 - 26	0.169	248.64	0.80	0.138	0.138	0.076
24 - 25	0.172	245.61	0.80	0.425	0.425	0.232
25 - 26	0.172	245.33	0.80	0.000	0.425	0.232
27 - 26	0.186	231.32	0.80	0.352	0.352	0.181
26 - 51	0.186	231.02	0.80	0.000	0.915	0.470
51 - 52	0.186	230.71	0.80	0.000	0.915	0.469
52 - 55	0.196	221.61	0.80	0.260	4.818	2.375
26 - 29	0.169	248.29	0.80	0.071	0.071	0.039
29 - 56	0.170	247.87	0.80	0.000	0.071	0.039
56 - 55	0.170	247.38	0.80	0.000	0.071	0.039
55 - 58	0.197	220.84	0.80	0.000	4.889	2.401

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Tabella C.2: Calcolo della portata defluente

	<b>b</b>	<b>B</b>	<b>H o DI</b>	<b>j</b>	<b>L</b>	<b>n</b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>R</b>	<b>Qd</b>
	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	s/m <sup>1/3</sup>	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]
1 - 2	0.400	1.00	0.30	0.043	176.2	0.017	0.203	0.12	0.13	0.380
4 - 3	0.400	1.00	0.30	0.021	47.5	0.017	0.044	0.02	0.04	0.019
3 - 2	0.350	0.35	0.13	0.333	44.3	0.013	0.018	0.01	0.02	0.019
2 - 34	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.357	0.18	0.15	0.398
34 - 32	1.500	1.50	0.30	0.140	21.2	0.013	0.061	0.09	0.06	0.404
30 - 32	0.600	2.10	0.75	0.009	116.7	0.017	0.155	0.12	0.11	0.152
32 - 31	0.500	0.50	0.50	0.050	6.0	0.013	0.246	0.12	0.12	0.547
31 - 37	0.600	2.10	0.75	0.022	63.5	0.017	0.264	0.23	0.17	0.622
2 - 7	0.400	1.00	0.30	0.006	77.5	0.017	0.220	0.14	0.13	0.166
3 - 8	0.400	1.00	0.30	0.007	76.4	0.017	0.217	0.13	0.13	0.169
11 - 8	0.400	1.00	0.30	0.028	53.2	0.017	0.071	0.03	0.06	0.049
8 - 7	0.350	0.35	0.13	0.354	41.9	0.013	0.086	0.03	0.06	0.214
7 - 38	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.344	0.17	0.14	0.379
38 - 37	1.500	1.50	0.30	0.243	17.7	0.013	0.050	0.08	0.05	0.385
37 - 41	0.600	2.10	0.75	0.021	60.7	0.017	0.354	0.34	0.21	1.051
7 - 12	0.400	1.00	0.30	0.006	59.6	0.017	0.169	0.10	0.11	0.103
14 - 13	0.400	1.00	0.30	0.027	72.9	0.017	0.128	0.07	0.09	0.134
13 - 12	0.350	0.35	0.13	0.727	10.8	0.013	0.050	0.02	0.04	0.137
12 - 42	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.238	0.12	0.12	0.234
42 - 41	1.500	1.50	0.30	0.394	14.0	0.013	0.032	0.05	0.03	0.236
41 - 45	0.600	2.10	0.75	0.020	25.0	0.017	0.403	0.40	0.23	1.296
12 - 17	0.400	1.00	0.30	0.006	28.6	0.017	0.066	0.03	0.05	0.020
19 - 18	0.400	1.00	0.30	0.041	77.0	0.017	0.107	0.05	0.08	0.120
18 - 17	0.350	0.35	0.13	0.323	6.8	0.013	0.060	0.02	0.04	0.120
17 - 46	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.163	0.08	0.10	0.139
46 - 45	1.500	1.50	0.30	0.407	14.5	0.013	0.023	0.03	0.02	0.140
45 - 49	0.600	2.10	0.75	0.099	101.6	0.017	0.285	0.25	0.18	1.514
17 - 22	0.400	1.00	0.30	0.090	83.6	0.017	0.082	0.04	0.06	0.112
24 - 23	0.400	1.00	0.30	0.038	66.4	0.017	0.137	0.07	0.09	0.176
23 - 22	0.350	0.35	0.13	0.345	15.3	0.013	0.076	0.03	0.05	0.176
27 - 22	0.400	1.00	0.30	0.024	84.1	0.017	0.132	0.07	0.09	0.131
22 - 50	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.376	0.19	0.15	0.425
50 - 49	1.500	1.50	0.30	0.264	31.1	0.013	0.051	0.08	0.05	0.414
49 - 53	0.600	2.10	0.75	0.045	66.8	0.017	0.329	0.31	0.20	1.329
22 - 28	0.400	1.00	0.30	0.102	49.3	0.017	0.037	0.02	0.03	0.031
29 - 28	0.400	1.00	0.30	0.011	134.6	0.017	0.170	0.10	0.11	0.141
28 - 54	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.188	0.09	0.11	0.170
54 - 53	1.500	1.50	0.30	0.044	134.7	0.013	0.051	0.08	0.05	0.169
55 - 53	0.600	2.10	0.75	0.006	177.4	0.017	0.196	0.16	0.14	0.185
53 - 57			0.71	0.171	83.0	0.013	0.390	0.22	0.19	2.419

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

	<b>b</b>	<b>B</b>	<b>H o DI</b>	<b>j</b>	<b>L</b>	<b>n</b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>R</b>	<b>Qd</b>
	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	s/m <sup>1/3</sup>	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]
1 - 6	0.400	1.00	0.30	0.045	189.1	0.017	0.205	0.12	0.13	0.398
4 - 5	0.400	1.00	0.30	0.025	39.7	0.017	0.037	0.02	0.03	0.016
5 - 6	0.350	0.35	0.13	0.284	54.8	0.013	0.017	0.01	0.02	0.016
6 - 35	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.367	0.18	0.15	0.412
35 - 36	1.500	1.50	0.30	0.374	24.1	0.013	0.046	0.07	0.04	0.416
30 - 36	0.600	2.10	0.75	0.021	351.5	0.017	0.199	0.16	0.14	0.370
36 - 40	0.600	2.10	0.75	0.048	73.2	0.017	0.257	0.22	0.17	0.873
6 - 10	0.400	1.00	0.30	0.014	74.0	0.017	0.196	0.12	0.12	0.201
5 - 9	0.400	1.00	0.30	0.007	76.8	0.017	0.209	0.13	0.13	0.157
11 - 9	0.400	1.00	0.30	0.027	55.1	0.017	0.074	0.04	0.06	0.052
9 - 10	0.350	0.35	0.13	0.332	49.2	0.013	0.086	0.03	0.06	0.207
10 - 39	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.360	0.18	0.15	0.402
39 - 40	1.500	1.50	0.30	0.436	27.4	0.013	0.043	0.06	0.04	0.403
40 - 44	0.600	2.10	0.75	0.005	65.0	0.017	0.580	0.68	0.31	1.337
10 - 16	0.400	1.00	0.30	0.008	64.4	0.017	0.185	0.11	0.12	0.137
14 - 15	0.400	1.00	0.30	0.027	73.6	0.017	0.127	0.07	0.09	0.131
15 - 16	0.350	0.35	0.13	0.516	17.4	0.013	0.055	0.02	0.04	0.133
16 - 43	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.262	0.13	0.13	0.266
43 - 44	1.500	1.50	0.30	0.428	27.4	0.013	0.034	0.05	0.03	0.272
44 - 48	0.600	2.10	0.75	0.005	32.0	0.017	0.637	0.79	0.33	1.615
16 - 21	0.400	1.00	0.30	0.032	31.2	0.017	0.050	0.02	0.04	0.029
19 - 20	0.400	1.00	0.30	0.040	78.3	0.017	0.111	0.06	0.08	0.126
20 - 21	0.350	0.35	0.13	0.351	13.9	0.013	0.060	0.02	0.04	0.125
21 - 47	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.173	0.09	0.10	0.151
47 - 48	1.500	1.50	0.30	0.406	26.4	0.013	0.025	0.04	0.02	0.160
48 - 52	0.600	2.10	0.75	0.024	63.2	0.017	0.460	0.49	0.26	1.819
21 - 26	0.400	1.00	0.30	0.061	57.9	0.017	0.074	0.04	0.06	0.077
24 - 25	0.400	1.00	0.30	0.029	86.0	0.017	0.172	0.10	0.11	0.232
25 - 26	0.350	0.35	0.13	0.337	11.0	0.013	0.093	0.03	0.06	0.233
27 - 26	0.400	1.00	0.30	0.004	121.0	0.017	0.256	0.17	0.15	0.182
26 - 51	0.500	0.50	0.50	0.015	5.0	0.013	0.348	0.17	0.15	0.472
51 - 52	1.500	1.50	0.30	0.301	27.5	0.013	0.053	0.08	0.05	0.471
52 - 55	0.600	2.10	0.75	0.037	93.5	0.017	0.470	0.50	0.26	2.383
26 - 29	0.400	1.00	0.30	0.071	70.8	0.017	0.048	0.02	0.04	0.040
29 - 56	0.500	0.50	0.50	0.010	5.0	0.013	0.070	0.04	0.05	0.040
56 - 55	1.500	1.50	0.30	0.213	31.0	0.013	0.013	0.02	0.01	0.039
55 - 58			0.71	0.120	41.9	0.013	0.435	0.25	0.20	2.405

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## D RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Crenshaw B.A. (2003); "Water table profiles in the vicinity of horizontal drains"; M. Eng. Thesis, Department of Geology and Geological Engineering, Colorado School of Mines;
- Crenshaw B.A., Santi P.M. (2004); "Water table profiles in the vicinity of horizontal drains"; Environmental Engineering Geoscience, Vol. X, No. 3, August 2004, pp. 191- 201
- Desideri A., Miliziano S., Rampello S.; Drenaggi a gravità per la stabilizzazione dei pendii; Hevelius Edizioni srl; 1997
- Desideri A., Rampello S.; Stabilizzazione dei pendii mediante sistemi di drenaggio; Mitigazione del rischio mediante interventi di consolidamento e rinforzo dei terreni, Conferenze di Geotecnica di Torino, XXII ciclo, 1-48.
- Hutchinson J.N.; Assessment of the effectiveness of corrective measures in relation to geological condition ad type of slope movements; Bulletin of the International Association of Engineering Geology n.16, 131-155, Krefeld 1977
- Hooghoudt S.B. (1940); "Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond, 7, Algemeene beschouwing van het probleem van de detail ontwatering en de infiltratie door middle van parallel loopende drains, greppels, slooten, en kanalen." Versl Landbouwkd Onderz 46:515–707
- Luthin J.N. (1966); "Drainage engineering". Wiley, New York
- Picarelli L., Urcioli G.; Stabilizzazione dei pendii in frana; Opere di sostegno e di stabilizzazione dei pendii: principi teorici, aspetti progettuali ed esempi applicativi; ed. Politecnico di Torino; 2011

005-2015.002.R03	Relazione Idraulica	E01	13/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



**CITTA' DI ARIANO IRPINO**


Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

# **Progetto Definitivo di chiusura della discarica RSU con stabilizzazione del movimento di versante**

## **CRONOPROGRAMMA**

<b>Approvato</b>	S.Veggi		
<b>Controllato</b>	S. Veggi		
<b>Redatto</b>	D. Paci		
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	10/04/2015
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R04	<b>Pagine</b>	1 di 8

 **Desmos**  
Ingegneria Ambiente Energia

Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI  
Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI  
E-mail: [desmos-ing@desmos-ing.it](mailto:desmos-ing@desmos-ing.it)  
E-mail certificata: [desmos-ing@pec.it](mailto:desmos-ing@pec.it)  
P.I e C.F. : 09016150964

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>B</b>	<b>PRESENTAZIONE DEL PROGETTO.....</b>	<b>3</b>
	B.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI .....	3
<b>C</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI .....</b>	<b>5</b>
	C.1 IMPOSTAZIONE GENERALE INTERVENTI .....	5
	C.2 CRONOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI E DELLA COLTIVAZIONE.....	6
	C.3 DATI SIGNIFICATIVI.....	6
<b>D</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>7</b>

005-2015.002.R04	Cronoprogramma	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **A PREMESSA**

Il presente documento intende definire la tempistiche di esecuzione degli interventi di chiusura della discarica in Località Difesa Grande nel comune di Ariano Irpino (AV) e la relativa post-gestione trentennale.

005-2015.002.R04	Cronoprogramma	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **B PRESENTAZIONE DEL PROGETTO**

Il progetto prevede la copertura finale della discarica e la sua rinaturalizzazione oltreché una serie di interventi finalizzati alla sistemazione complessiva dell'area di pertinenza.

Ad oggi si prevede il raggiungimento della quota sommitale autorizzata per i rifiuti solo nell'invaso principale al fine di creare una adeguata conformazione finale, funzionale al deflusso delle acque meteoriche, da raggiungersi con il conferimento di biostabilizzato (secondo le modalità che verranno individuate e secondo quanto previsto dall'Articolo 6-ter del Decreto legge 23-05-2008, n. 90 e dalla successiva D.G.R. n.426 del 04/08/2011) e quindi con la posa del pacchetto di copertura previsto da progetto.

Gli interventi sull'area di pertinenza della discarica consistono nella rimodellazione del versante di valle della discarica e del rilevato perimetrale, in opere di drenaggio delle acque di infiltrazione nel sottosuolo e di regimentazione delle acque superficiali. In ultimo si aggiunge la realizzazione del recupero vegetazionale del paramento esterno del rilevato perimetrale della discarica e delle aree esterne limitrofe con la tecnica dei "prati armati ®" o equivalente. Tale tecnica prevede la semina di piante erbacee a radicazione profonda e rapido accrescimento che minimizzano l'infiltrazione di acque meteoriche, favoriscono la desaturazione ed il miglioramento della stabilità del terreno corticale.

Tali opere si inseriscono nelle attività finalizzate alla stabilizzazione del movimento di versante a valle della discarica.

Gli interventi saranno accompagnati da un monitoraggio topografico e piezometrico che si aggiunge ai monitoraggi già previsti dal piano di sorveglianza e controllo.

### **B.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI**

Nel presente progetto sono stati previsti, in sintesi, i seguenti interventi:

- rimodulazione della conformazione attuale dell'ammasso rifiuti attraverso lo scavo e la riprofilatura delle scarpate nell'invaso secondario e la posa di rifiuti selezionati (frazione organica stabilizzata) nel solo involucro principale in modo da raggiungere la quota autorizzata,
- adeguamento e implementazione del sistema di estrazione del percolato prodotto all'interno del corpo rifiuti,

005-2015.002.R04	Cronoprogramma	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



- predisposizione di un sistema di copertura definitiva della discarica conforme alla normativa di settore (D.Lgs. 36/03) comprensivo di rinaturalizzazione della superficie finale,
- predisposizione di una serie di interventi volti a garantire la stabilizzazione degli argini perimetrali oggetto di dissesti localizzati che consistono in riprofilature locali e recupero vegetazionale con la tecnica dei “prati armati ®” o equivalente,
- Interventi di drenaggio del rilevato e dei terreni a valle della discarica da eseguirsi mediante dreni sub-orizzontali e trincee drenanti con relativi collettori di scarico.
- Riprofilatura dei terreni a valle della discarica e recupero vegetazionale con la tecnica dei “prati armati ®” o equivalente, compresa opera di contenimento al confine di proprietà realizzata con gabbioni,
- adeguamento del sistema di regimazione delle acque meteoriche sulla copertura definitiva e lungo gli argini perimetrali e le aree limitrofe fino al confine di proprietà,
- predisposizione del sistema di monitoraggio sulla copertura definitiva.

005-2015.002.R04	Cronoprogramma	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **C CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**

### **C.1 IMPOSTAZIONE GENERALE INTERVENTI**

La pianificazione temporale degli interventi è stata condotta tenendo conto della primaria esigenza da parte della proprietà di intervenire non solo sulla discarica ma anche sulle aree circostanti per la risoluzione delle problematiche di stabilità.

In particolare le attività sono state suddivise in due fasi operative (Fasi 1, 3) intervallate da fasi osservazionali (Fasi 2 e 4) in quanto l'intervento è stato basato sul metodo osservazionale (punto 6.2.4 del D.M. 14/01/2008) e dall'inizio conseguente della post-gestione della discarica.

Le fasi di costruzione sono:

- Fase 1: interventi sistemazione e di drenaggio e del versante di valle della discarica e del paramento esterno del rilevato perimetrale,
- Fase 3: riprofilatura dei rifiuti ed abbancamento del biostabilizzato per il raggiungimento delle quota finale di abbancamento, costruzione del capping sulla parte sommitale della discarica. In tale fase si continuerà il monitoraggio topografico e piezometrico.

Le fasi osservazionali sono:

- Fase 2 (6 mesi): monitoraggio topografico, piezometrico dell'efficacia degli interventi di drenaggio e riprofilatura del versante di valle,
- Fase 4 (12 mesi): prosecuzione del monitoraggio topografico, piezometrico in relazione anche alla riprofilatura delle scarpate della discarica, dell'abbancamento e della posa della copertura finale.

A valle di tale fase si valuteranno eventuali ulteriori interventi legati al versante.

A partire dalla fine della realizzazione della copertura, ai sensi dell'art.12 del D. Lgs. 36/2003 e dopo la visita dell'Ente territoriale competente partirà il periodo di post-gestione di durata trentennale.

005-2015.002.R04	Cronoprogramma	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **C.2 CRONOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI E DELLA COLTIVAZIONE**

In **Allegato 1** al presente documento è riportato il Cronoprogramma generale degli interventi dove viene indicata in modo schematico la successione dei cantieri realizzativi e delle fasi di coltivazione.

## **C.3 DATI SIGNIFICATIVI**

L'inizio dei lavori avverrà entro 90 giorni naturali e consecutivi dalla comunicazione da parte dell'Ente competente dell'autorizzazione del progetto di chiusura in modo tale da poter consentire l'affidamento dei lavori di progetto.

Si prevede di completare la realizzazione degli interventi in progetto in:

- Fase 1: interventi sistemazione e di drenaggio e del versante di valle della discarica e del paramento esterno del rilevato perimetrale – **180 giorni** naturali e consecutivi,
- Fase 3: riprofilatura dei rifiuti ed abbancamento della FOS per il raggiungimento delle quota finale di abbancamento, costruzione del capping sulla parte sommitale della discarica – **365 giorni** naturali e consecutivi.

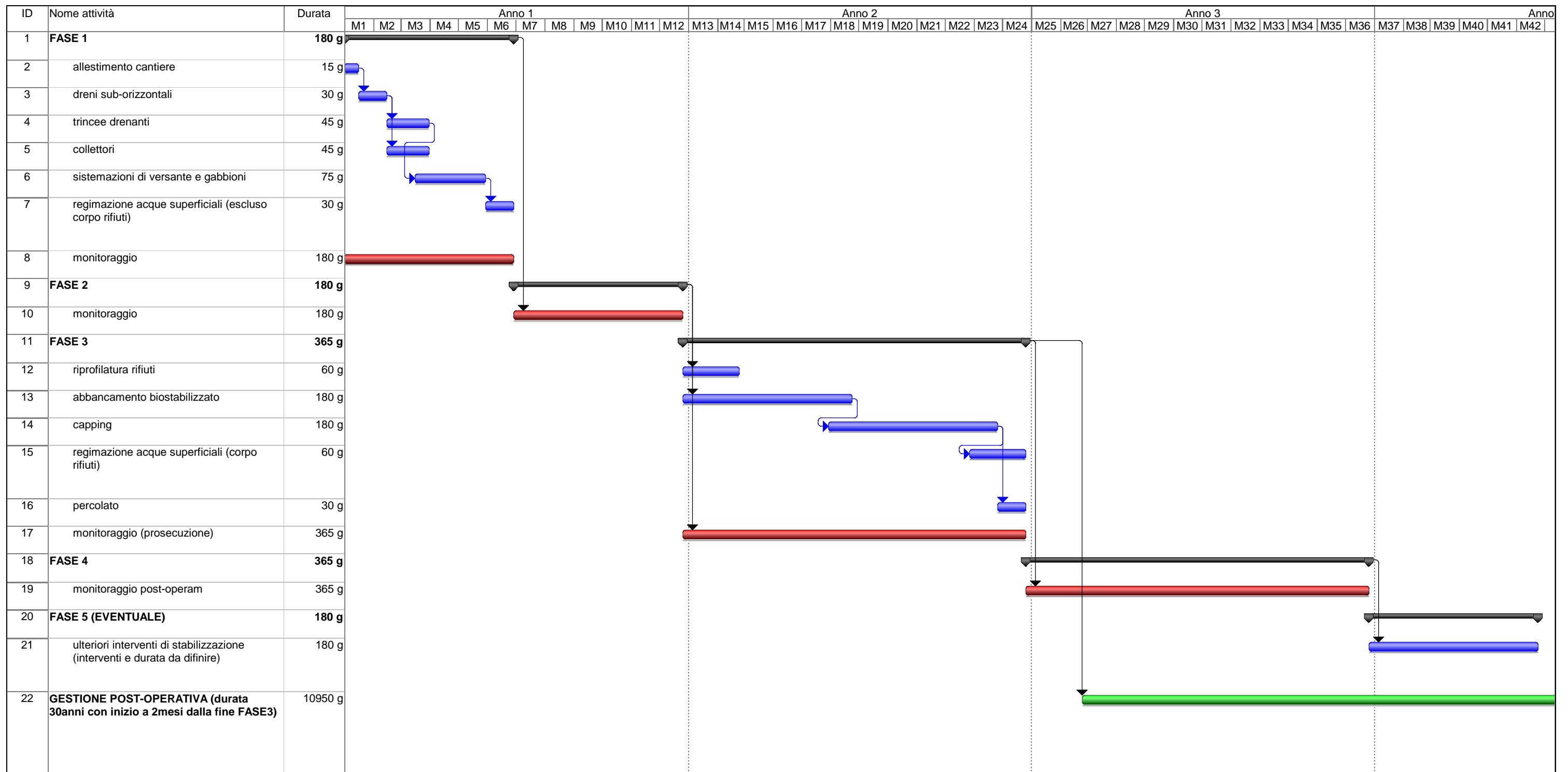
Si precisa che i monitoraggi previsti dal piano di monitoraggio e controllo (elab. 5-2015.002.R07) e le relative frequenze conformi al D. Lgs. 36/2003 per la gestione post-operativa saranno adottate anche nel periodo transitorio che inizierà dalla comunicazione di autorizzazione del progetto di chiusura e terminerà quando partirà il periodo trentennale di gestione post-operativa.

005-2015.002.R04	Cronoprogramma	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## D ALLEGATI

Allegato 1 Cronoprogramma generale

005-2015.002.R04	Cronoprogramma	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>








**CITTA' DI ARIANO IRPINO**

Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

# **DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONELA**

<b>Approvato</b>	S.Veggi			 <b>Desmos</b> Ingegneria Ambiente Energia
<b>Controllato</b>	S. Veggi			
<b>Redatto</b>	D. Paci			
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	10/04/2015	
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R05	<b>Pagine</b>	1 di 163	

Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI  
Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI  
E-mail: [desmos-ing@desmos-ing.it](mailto:desmos-ing@desmos-ing.it)  
E-mail certificata: [desmos-ing@pec.it](mailto:desmos-ing@pec.it)  
P.I e C.F. : 09016150964

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>10</b>
<b>B</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>11</b>
	B.1 QUALITÀ, REQUISITI, PROVENIENZA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	11
	B.2 ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI .....	12
<b>C</b>	<b>MOVIMENTAZIONE TERRENI</b> .....	<b>14</b>
	C.1 PREMESSA.....	14
	<i>C.1.1 Classificazione del materiale</i> .....	14
	C.2 PROGRAMMA LAVORI.....	15
	<i>C.2.1 Allontanamento delle acque dall'area di lavoro</i> .....	16
	<i>C.2.2 Pulizia preliminare dell'area</i> .....	16
	<i>C.2.3 Programma lavori</i> .....	17
	C.3 PREPARAZIONE DELL'AREA – DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO SUPERFICIALE .....	17
	C.4 SAGGI E TRACCIATI .....	18
	C.5 SCAVI 19	
	<i>C.5.1 Scavi di sbancamento</i> .....	19
	<i>C.5.2 Scavi di fondazione</i> .....	20
	<i>C.5.3 Norme generali</i> .....	21
	<i>C.5.4 Materiale di risulta</i> .....	22
	<i>C.5.5 Verifica tolleranze plano- altimetriche e accettazione lavoro</i> .....	23
	C.6 RILEVATI E REINTERRI .....	23
	<i>C.6.1 Provenienza dei materiali</i> .....	24
	<i>C.6.1.1 Apertura e/o sfruttamento cave di prestito</i> .....	25
	<i>C.6.1.2 Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava</i> .....	25
	<i>C.6.2 Prove di qualificazione del materiale</i> .....	25
	<i>C.6.2.1 Materiale proveniente da scavi</i> .....	26
	<i>C.6.2.2 Materiale proveniente da cave di prestito</i> .....	26
	<i>C.6.3 Posa in opera</i> .....	26
	<i>C.6.4 Mezzi di compattazione</i> .....	28
	<i>C.6.4.1 Operazioni di compattazione</i> .....	29

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

C.6.5	<i>Prove di controllo sul materiale posato in opera</i> .....	29
C.6.6	<i>Valori di riferimento</i> .....	30
C.6.7	<i>Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione</i> .....	30
C.7	MODALITÀ DI MANTENIMENTO .....	31
C.8	RAPPORTINI.....	31
<b>D</b>	<b>MOVIMENTAZIONE E RIPROFILATURA DI TERRENO DI RICOPERTURA RIFIUTI</b>	<b>33</b>
<b>E</b>	<b>DEMOLIZIONE E/O RICOSTRUZIONE DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE, ARMATO E/O COMPRESSO</b> .....	<b>34</b>
<b>F</b>	<b>CALCESTRUZZI</b> .....	<b>36</b>
F.1	CARATTERISTICHE DELLE MATERIE PRIME .....	36
F.1.1	<i>Cemento</i> .....	36
F.1.2	<i>Aggregati</i> .....	37
F.1.3	<i>Acqua di impasto</i> .....	38
F.1.4	<i>Additivi</i> .....	38
F.1.5	<i>Aggiunte</i> .....	39
F.2	REQUISITI PER IL CALCESTRUZZO FRESCO .....	39
F.2.1	<i>Lavorabilità</i> .....	39
F.2.1.1	<i>Misura della consistenza</i> .....	40
F.2.2	<i>Rapporto acqua/cemento</i> .....	41
F.2.3	<i>Granulometria e dimensione massima degli aggregati</i> .....	42
F.2.4	<i>Massa volumica</i> .....	42
F.2.5	<i>Contenuto d'aria</i> .....	42
F.3	REQUISITI PER IL CALCESTRUZZO INDURITO .....	43
F.3.1	<i>Resistenza a compressione</i> .....	43
F.3.2	<i>Massa volumica</i> .....	44
F.3.3	<i>Durabilità</i> .....	44
F.4	SPECIFICA DEL CALCESTRUZZO .....	45
CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO FRESCO .....	45	
CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO INDURITO .....	46	
F.5	CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA .....	46
F.5.1	<i>Impianto di produzione</i> .....	46

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



<i>F.5.2</i>	<i>Stoccaggio delle materie prime</i> .....	<i>46</i>
	<i>CEMENTO</i> 47	
	<i>AGGREGATI</i> .....	<i>47</i>
	<i>ACQUA D'IMPASTO</i> .....	<i>47</i>
	<i>AGGIUNTE</i> 47	
	<i>ADDITIVI</i> 48	
<i>F.5.3</i>	<i>Apparecchiature di dosaggio</i> .....	<i>48</i>
<i>F.5.4</i>	<i>Processo di produzione</i> .....	<i>49</i>
<i>F.5.4.1</i>	<i>Dosaggio delle materie prime</i> .....	<i>49</i>
<i>F.5.4.2</i>	<i>Miscelazione delle materie prime</i> .....	<i>49</i>
	<i>MISCELAZIONE IN BETONIERA</i> .....	<i>49</i>
	<i>MISCELAZIONE IN MISCELATORE FISSO</i> .....	<i>50</i>
<i>F.5.4.3</i>	<i>Movimentazione del calcestruzzo</i> .....	<i>50</i>
	<i>TRASPORTO CON BETONIERA</i> .....	<i>50</i>
	<i>TRASPORTO CON AUTOCARRO</i> .....	<i>51</i>
	<i>MOVIMENTAZIONE CON POMPA</i> .....	<i>51</i>
	<i>MOVIMENTAZIONE CON NASTRO TRASPORTATORE</i> .....	<i>52</i>
<i>F.5.4.4</i>	<i>Documento di consegna del calcestruzzo</i> .....	<i>52</i>
<b>F.6</b>	<b>CONTROLLO DI CONFORMITÀ DEL CALCESTRUZZO</b> .....	<b>53</b>
<i>F.6.1</i>	<i>Conformità per la resistenza a compressione</i> .....	<i>53</i>
<i>F.6.2</i>	<i>Conformità per proprietà diverse dalla resistenza</i> .....	<i>54</i>
<b>F.7</b>	<b>CONTROLLI DI PRODUZIONE</b> .....	<b>54</b>
<i>F.7.1</i>	<i>Controllo al ricevimento delle materie prime</i> .....	<i>54</i>
<i>F.7.2</i>	<i>Controllo del calcestruzzo</i> .....	<i>55</i>
<i>F.7.3</i>	<i>Controllo delle apparecchiature</i> .....	<i>55</i>
<b>F.8</b>	<b>CONTROLLI AL RICEVIMENTO DEL CALCESTRUZZO IN CANTIERE</b> .....	<b>55</b>
<b>F.9</b>	<b>POSA IN OPERA DELLE MISCELE</b> .....	<b>56</b>
<i>F.9.1</i>	<i>Stagionatura</i> .....	<i>57</i>
<i>F.9.2</i>	<i>Casseformi e finitura</i> .....	<i>58</i>
<i>F.9.2.1</i>	<i>Casseformi</i> .....	<i>58</i>
<i>F.9.2.2</i>	<i>Disarmanti</i> .....	<i>59</i>
<i>F.9.2.3</i>	<i>Riprese di getto</i> .....	<i>59</i>
<i>F.9.2.4</i>	<i>Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari</i> .....	<i>59</i>
<i>F.9.2.5</i>	<i>Tolleranze sulle strutture dei getti</i> .....	<i>60</i>
<b>F.10</b>	<b>ACCIAIO DI ARMATURA</b> .....	<b>60</b>
<i>F.10.1</i>	<i>Acciai per barre ad aderenza migliorata</i> .....	<i>61</i>
<i>F.10.2</i>	<i>Posa in opera</i> .....	<i>62</i>
<b>F.11</b>	<b>UNIONI E GIUNTI</b> .....	<b>62</b>
<i>F.11.1</i>	<i>Sigillanti</i> .....	<i>63</i>

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

F.12	MATERIALI PROTETTIVI PER I CALCESTRUZZI .....	65
<b>H</b>	<b>CARPENTERIA METALLICA.....</b>	<b>66</b>
H.1	CERTIFICATI DEI MATERIALI FERROSI .....	67
H.2	PREFABBRICAZIONE .....	67
H.3	ZINCATURA DI PROFILATI METALLICI .....	68
H.4	STRUTTURE IMPIEGATE.....	68
<b>I</b>	<b>TUBAZIONI.....</b>	<b>69</b>
I.1	TUBAZIONI LISCE IN HDPE .....	69
	<i>I.1.1 Normativa di riferimento .....</i>	<i>69</i>
	<i>I.1.2 Caratteristiche generali.....</i>	<i>70</i>
	<i>I.1.3 Marcatura.....</i>	<i>71</i>
	<i>I.1.4 Criteri di accettazione.....</i>	<i>71</i>
I.2	MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI.....	72
	<i>I.2.1 Trasporto.....</i>	<i>72</i>
	<i>I.2.2 Carico, scarico e movimentazione.....</i>	<i>72</i>
	<i>I.2.3 Accatastamento dei tubi.....</i>	<i>73</i>
	<i>I.2.4 Conservazione dei raccordi, valvole e pezzi speciali .....</i>	<i>73</i>
I.3	MODALITÀ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA .....	74
	<i>I.3.1 Scavo.....</i>	<i>74</i>
	<i>I.3.2 Letto di posa.....</i>	<i>74</i>
	<i>I.3.3 Posa in opera.....</i>	<i>75</i>
	<i>I.3.4 Reinterri e riempimenti .....</i>	<i>76</i>
I.4	SISTEMI DI GIUNZIONE .....	77
	<i>I.4.1 Tubazioni in HDPE.....</i>	<i>77</i>
	<i>I.4.1.1 Attrezzature impiegate.....</i>	<i>78</i>
	<i>I.4.1.2 Saldatura per elettro fusione.....</i>	<i>79</i>
	<i>VERIFICA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI.....</i>	<i>80</i>
	<i>CONTROLLO DEI MATERIALI.....</i>	<i>80</i>
	<i>PREPARAZIONE DEGLI ELEMENTI DA SALDARE .....</i>	<i>81</i>
	<i>POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DA SALDARE .....</i>	<i>81</i>
	<i>SALDATURA.....</i>	<i>81</i>
	<i>I.4.1.3 Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa) .....</i>	<i>82</i>
	<i>VERIFICA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI.....</i>	<i>83</i>
	<i>CONTROLLO DELLA SALDATRICE .....</i>	<i>83</i>

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

	<i>CONTROLLO DEI MATERIALI</i> .....	84
	<i>PREPARAZIONE DELLE TESTATE</i> .....	84
	<i>SELEZIONE DEI PARAMETRI DI SALDATURA</i> .....	84
	<i>Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento delle testate</i> .....	85
	<i>Fase 2: Riscaldamento</i> .....	85
	<i>Fase 3: Rimozione del termoelemento</i> .....	86
	<i>Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura</i> .....	86
	<i>Fase 5: Saldatura</i> .....	86
	<i>Fase 6: Raffreddamento</i> .....	86
	<i>I.4.1.4 Giunto a bicchiere</i> .....	86
	<i>I.4.1.5 Anello elastomerico</i> .....	87
	<i>I.4.1.6 Filettatura</i> .....	87
	<i>I.4.1.7 Giunti metallici</i> .....	87
	<i>I.4.1.8 Raccordi in materiale termoplastico</i> .....	88
	<i>I.4.1.9 Giunzioni mediante flangiatura</i> .....	88
<b>I.5</b>	<b>COLLAUDO IDRAULICO PER TUBAZIONI IN PRESSIONE</b> .....	<b>89</b>
	<i>I.5.1 Collaudo tradizionale</i> .....	<i>89</i>
	<i>I.5.2 Collaudo aggiornato</i> .....	<i>90</i>
	<i>I.5.2.1 Prova preliminare</i> .....	<i>91</i>
	<i>I.5.2.2 Prova principale</i> .....	<i>91</i>
<b>I.6</b>	<b>COLLAUDO IDRAULICO PER TUBAZIONI CORRUGATE</b> .....	<b>92</b>
<b>I.7</b>	<b>TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IMPIEGATI</b> .....	<b>93</b>
<b>J</b>	<b>ARGILLA</b> .....	<b>94</b>
	<b>J.1 COMPOSIZIONE</b> .....	<b>94</b>
	<b>J.2 PROVENIENZA</b> .....	<b>94</b>
	<b>J.3 PROVE DI QUALIFICAZIONE</b> .....	<b>95</b>
	<b>J.4 CAVE DI PRESTITO E FORNITURA</b> .....	<b>95</b>
	<i>J.4.1 Apertura e/o sfruttamento cave di prestito</i> .....	<i>95</i>
	<i>J.4.1.1 Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava</i> .....	<i>96</i>
	<b>J.5 PROVE DI CONTROLLO SUL MATERIALE APPROVVIGIONATO IN CANTIERE</b> .....	<b>96</b>
	<b>J.6 POSA IN OPERA DELLO STRATO MINERALE</b> .....	<b>97</b>
	<i>J.6.1 Piano di posa</i> .....	<i>97</i>
	<i>J.6.2 Campo prova</i> .....	<i>98</i>
	<i>J.6.3 Provenienza del materiale</i> .....	<i>98</i>
	<i>J.6.4 Prove di controllo effettuate nel campo prova</i> .....	<i>98</i>
	<i>J.6.5 Modifiche delle modalità di posa dello strato minerale</i> .....	<i>98</i>
	<i>J.6.6 Stesura del materiale dello strato impermeabile</i> .....	<i>99</i>

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

J.6.6.1	Norme generali.....	99
J.6.6.2	Programma di stesura del materiale.....	99
J.6.6.3	Smaltimento provvisorio delle acque meteoriche.....	100
J.6.6.4	Approvazione.....	100
J.6.6.5	Operazioni di stesura.....	100
J.6.6.6	Umidificazione.....	101
J.6.6.7	Condizioni climatiche.....	101
J.6.6.8	Tolleranze plano-altimetriche.....	101
J.6.6.9	Protezione dello strato completato.....	102
J.6.7	Mezzi di compattazione.....	102
J.6.7.1	Prescrizioni limite.....	102
J.6.7.2	Operazioni di compattazione.....	102
J.6.8	Prove di controllo da effettuarsi in fase di stesura dello strato minerale.....	103
J.6.8.1	Prove di controllo prima della compattazione.....	103
J.6.8.2	Prove di controllo dopo la compattazione.....	103
J.6.8.3	Valori di riferimento.....	104
J.6.9	Rapporti.....	105
J.6.10	Verifica finale.....	106

## **L GEOMEMBRANA IN LDPE..... 107**

L.1	CARATTERISTICHE GENERALI.....	107
	<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</i>	<i>107</i>
L.2	CONTROLLI DI QUALITÀ IN FABBRICA.....	108
L.3	CONTROLLI IN FASE DI SCELTA E QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE.....	109
L.3.1	Referenze del Produttore.....	109
L.3.2	Referenze del Posatore di teli.....	110
L.3.3	Requisiti e garanzie.....	110
L.3.4	Ispezioni e prove.....	110
L.3.5	Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera.....	110
L.3.6	Verifica qualità del materiale approvvigionato/presente in cantiere.....	111
L.4	POSA IN OPERA DEL MATERIALE.....	111
L.4.1	Manutenzione della superficie di posa.....	111
L.4.2	Posizionamento dei teli in opera.....	111
L.4.3	Verbale di accettazione.....	112
L.5	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	112
L.5.1	Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale.....	112
L.5.2	Controlli da effettuarsi in corso d'opera.....	112
L.5.2.1	Controlli sulla posa dei teli.....	112
L.5.2.2	Controlli sulla saldatura dei teli.....	113

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

L.5.2.3	Saldatura a doppia pista con cuneo caldo .....	114
---------	--	-----

## **M GEOCOMPOSITO BENTONITICO..... 119**

M.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	119
	<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i> .....	119
M.2	CONTROLLI IN FASE DI SCELTA E QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE.....	122
	<i>M.2.1 Referenze del Produttore</i> .....	122
	<i>M.2.2 Ispezioni e prove</i> .....	122
	<i>M.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera</i> .....	122
	<i>M.2.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere</i> .....	123
M.3	POSA IN OPERA DEL MATERIALE.....	123
	<i>M.3.1 Manutenzione della superficie di posa</i> .....	123
	<i>M.3.2 Posizionamento dei teli in opera</i> .....	123
	<i>M.3.3 Verbale di accettazione</i> .....	123
	<i>M.3.4 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale</i> .....	124
	<i>M.3.5 Controlli da effettuarsi in corso d'opera</i> .....	124

## **N GEOTESSILI..... 126**

N.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	126
	<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i> .....	129
N.2	CONTROLLI IN FASE DI SCELTA E QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE.....	130
	<i>N.2.1 Referenze del Produttore</i> .....	130
	<i>N.2.2 Ispezioni e prove</i> .....	130
	<i>N.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera</i> .....	130
	<i>N.2.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere</i> .....	131
N.3	POSA IN OPERA DEL MATERIALE.....	131
	<i>N.3.1 Manutenzione della superficie di posa</i> .....	131
	<i>N.3.2 Posizionamento dei teli in opera</i> .....	132
	<i>N.3.3 Verbale di accettazione</i> .....	132
	<i>N.3.4 Procedure per la posa in opera</i> .....	132
N.4	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	133
	<i>N.4.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale</i> .....	133
	<i>N.4.2 Controlli sulla posa dei teli</i> .....	133

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

<b>O</b>	<b>MATERIALE DRENANTE .....</b>	<b>135</b>
O.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	135
O.2	STRATO DRENANTE PER BIOGAS.....	135
O.2.1	<i>Materiale drenante .....</i>	<i>135</i>
O.2.1.1	<i>Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale .....</i>	<i>135</i>
O.2.1.2	<i>Controlli in corso d'opera.....</i>	<i>136</i>
O.3	STRATO DRENANTE SOTTO IL MANTO VEGETALE .....	136
O.3.1	<i>Materiale drenante .....</i>	<i>136</i>
O.3.1.1	<i>Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale .....</i>	<i>136</i>
O.3.1.2	<i>Controlli in corso d'opera.....</i>	<i>136</i>
<b>P</b>	<b>GEOCOMPOSITO DRENANTE.....</b>	<b>138</b>
P.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	138
P.2	MODALITÀ DI POSA DEL GEOCOMPOSITO DRENANTE .....	139
<b>Q</b>	<b>GABBIONI .....</b>	<b>141</b>
Q.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	141
<b>R</b>	<b>GEOGRIGLIA DI RINFORZO .....</b>	<b>142</b>
R.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	142
R.1.1	<i>Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale .....</i>	<i>143</i>
R.1.1.1	<i>Referenze del produttore .....</i>	<i>143</i>
R.1.1.2	<i>Ispezione e prove .....</i>	<i>144</i>
R.1.1.3	<i>Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio .....</i>	<i>144</i>
R.1.1.4	<i>Verifica del materiale da approvvigionare in cantiere .....</i>	<i>144</i>
R.2	POSA IN OPERA GEOGRIGLIA DI RINFORZO .....	145
R.2.1	<i>Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale .....</i>	<i>145</i>
R.2.2	<i>Controlli sulla posa .....</i>	<i>145</i>
<b>S</b>	<b>BIOSTUOIA .....</b>	<b>147</b>
S.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	147
S.1.1	<i>Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale .....</i>	<i>148</i>
S.1.1.1	<i>Referenze del produttore .....</i>	<i>148</i>
S.1.1.2	<i>Ispezione e prove .....</i>	<i>148</i>
S.1.1.3	<i>Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio .....</i>	<i>148</i>
S.2	POSA IN OPERA DELLA BIOSTUOIA .....	149

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

<i>S.2.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale</i> .....	149
<b>T STRATO DI COPERTURA SUPERFICIALE</b> .....	<b>150</b>
T.1 GENERALITÀ.....	150
T.2 MATERIALE AGRARIO .....	150
T.2.1 <i>Terra di coltivo riportata</i> .....	150
T.2.2 <i>Substrati di coltivazione</i> .....	151
T.2.3 <i>Concimi minerali ed organici</i> .....	152
T.2.4 <i>Ammendanti e correttivi</i> .....	152
T.2.5 <i>Prodotti per pacciamatura</i> .....	153
T.2.6 <i>Torba</i> .....	153
T.2.7 <i>Fitofarmaci</i> .....	153
T.2.8 <i>Drenaggi e materiali antierosione</i> .....	153
T.2.9 <i>Acqua</i> .....	154
T.2.10 <i>Materiale vegetale</i> .....	154
T.2.11 <i>Tappeti erbosi in piote e zolle</i> .....	156
T.2.12 <i>Pulizia generale del terreno</i> .....	156
T.2.13 <i>Lavorazione del suolo</i> .....	157
T.2.13.1 <i>Aratura</i> .....	157
T.2.13.2 <i>Fresatura, sarchiatura, erpicatura e zappatura</i> .....	157
T.2.13.3 <i>Vangatura</i> .....	158
T.2.13.4 <i>Correzione, ammendamento e concimazione del terreno</i> .....	159
T.2.14 <i>Apporto di terra di coltivo</i> .....	159
T.2.15 <i>Formazione dei prati</i> .....	160
T.2.16 <i>Semina di tappeti erbosi</i> .....	160
T.2.17 <i>Messa a dimora delle zolle erbose</i> .....	161
T.2.18 <i>Inerbimento e piantagioni di scarpate e terreni in pendio</i> .....	161
<b>U VERIFICHE SULLA COPERTURA DEFINITIVA</b> .....	<b>162</b>
U.1 RILIEVO TOPOGRAFICO .....	162
U.2 PROVE DI TAGLIO DI INTERFACCIA .....	162

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **A PREMESSA**

Il presente documento ha lo scopo di precisare le caratteristiche dei materiali e le modalità di posa in opera delle opere definite nel Progetto Definitivo per la realizzazione del capping con stabilizzazione del movimento di versante della discarica in Località Difesa Grande nel comune di Ariano Irpino (AV).

Il progetto in esame è redatto in ottemperanza alla richiesta della Regione Campania, U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e Rifiuti – Avellino (Prot. 2014.0859761 del 17/12/2014) che, comunicato l'esito della Conferenza dei servizi dell'11/12/2014 nella quale veniva approvato l'esito del Piano di Caratterizzazione e del documento Analisi di Rischio sito-specifica della discarica in oggetto dichiarando concluso positivamente il procedimento, richiedeva di presentare un progetto con interventi finalizzati ad evitare l'eventuale fenomeno gravitativo evidenziato dall'Autorità di Bacino con nota prot. 15931 del 10/12/2014 ed il contestuale adeguamento al D. Lgs. 36/2003 del sistema di copertura finale.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## **B PREMESSA**

### **B.1 QUALITÀ, REQUISITI, PROVENIENZA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare per la realizzazione delle opere descritte nel presente disciplinare devono corrispondere ai requisiti prescritti nei successivi Capitoli; nel caso in cui non siano espressamente dichiarate le caratteristiche del materiale, l'Impresa deve fare riferimento a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.

In mancanza di particolari prescrizioni, i materiali impiegati devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

La Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.

I materiali occorrenti devono provenire da località e/o Aziende che l'Impresa ritiene di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e comunque rispondenti ai requisiti di cui sopra. L'impresa deve quindi sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori ogni materiale in fase di approvvigionamento in cantiere e durante la posa in opera.

Nel caso in cui la Direzione Lavori dovesse rifiutare una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa, a sua cura e spese, deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

I materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere, a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa risulta essere la sola ed unica responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere devono essere eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione della Direzione Lavori o dalle disposizioni che verranno ordinate volta per volta dalla Direzione Lavori. Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

L'impiego, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione Lavori.

L'Impresa deve demolire e rifare, a sua cura e spese, i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione e protesta.

In merito all'eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dalla normativa vigente, verrà deciso secondo la procedura stabilita dalle norme medesime.

Qualora la Direzione Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare le necessarie verifiche.

## **B.2 ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI**

I controlli di qualificazione in fase di approvvigionamento devono essere realizzati a cura dell'Impresa.

Le prove di controllo in corso d'opera rimangono a carico dell'Impresa e devono essere eseguite da un laboratorio (ufficiale quando previsto dalla legge) di gradimento della Committente e della Direzione Lavori.

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'impresa è obbligata a prestarsi in tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione dei campioni, le analisi in sito e/o l'invio degli stessi a laboratori specializzati (ufficiali quando previsto dalla legge) indicati dalla Committente e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

Il prelievo dei saggi e/o campioni per le prove prescritte deve avvenire in contraddittorio e dell'operazione deve essere redatto apposito verbale con tutte le indicazioni utili ad individuare univocamente i prelievi effettuati, la loro conservazione e la loro autenticità che deve essere garantita, secondo i casi, da punzonature e/o sigilli e/o fotografie.

Le diverse prove ed esami sui campioni devono essere effettuate presso laboratori specializzati ,secondo quanto previsto nel presente documento.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

I risultati ottenuti in tali laboratori di fiducia della Committente sono i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## C MOVIMENTAZIONE TERRENI

### C.1 PREMESSA

La movimentazione dei terreni comprende le seguenti categorie di lavoro:

- diserbamento e scoticamento superficiale
- scavi che si distinguono in:
  - scavi di sbancamento
  - scavi di fondazione
- rilevati e reinterri

Nell'esecuzione di qualunque operazione di movimentazione dei terreni, l'Impresa dovrà attenersi alle norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Inoltre dovrà predisporre tutti gli accorgimenti necessari per garantire la piena ed assoluta sicurezza degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per la movimentazione dei terreni dovranno essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva, atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro.

Al termine della movimentazione dei terreni e prima di procedere all'attività successiva, si dovrà aspettare l'approvazione dei lavori effettuati da parte della Direzione Lavori.

#### **C.1.1 *Classificazione del materiale***

I terreni vengono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR – UNI 10006:1963 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre” ed il suo aggiornamento (limitatamente alle parti A, B e C) la cui denominazione è UNI 10006:2002 “Costruzione e manutenzione delle strade, tecniche di impiego delle terre”.

In particolare si ha:

- Materiale sciolto: comprende terreni, terre, sabbia e materiali sciolti di piccola pezzatura in generale, nonché le rocce profondamente alterate, oppure diaclasate, fratturate e fessurate.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Lo scavo può essere effettuato con il normale impiego di mezzi meccanici senza richiedere l'uso del martellone.

I trovanti di volume sino a 1,00 m<sup>3</sup> in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria.

– Roccia: comprende in generale tutti quei materiali litici, duri e compatti il cui scavo viene effettuato mediante l'utilizzo di martelloni o ricorrendo all'uso di esplosivi.

I trovanti di volume superiore a 1,00 m<sup>3</sup> in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria.

Per la contabilizzazione dei prezzi corrispondenti alla suaccennata classificazione, dovrà essere cura dell'Impresa avvisare la Direzione Lavori di ogni cambio di categoria, richiedendo che la stessa Direzione Lavori provveda a determinare i volumi dei materiali corrispondenti alle diverse categorie, quando questi materiali siano ancora in sito.

## **C.2 PROGRAMMA LAVORI**

Prima di iniziare, l'Impresa potrà eseguire un rilievo topografico dell'area oggetto dell'Appalto e fornirlo alla Direzione Lavori, la quale provvederà ad effettuare una verifica con il rilievo di progetto per tenere conto di variazioni altimetriche legate ad eventuali movimentazioni. In caso contrario, l'Impresa accetterà tacitamente il rilievo fornito dalla Committente o quanto indicato dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà inoltre eseguire la picchettatura del perimetro esterno dell'area di lavoro, in modo che risultino chiaramente visibili i limiti da rispettare durante le operazioni di movimentazione dei terreni.

Prima di iniziare i lavori di movimentazione con lo scotico dell'area, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti, in accordo con le richieste del Committente.

Durante i lavori, l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema dettato, ed in modo speciale la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

relazione alle caratteristiche dei materiali da interessare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere e specificatamente gli impianti ausiliari siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

### ***C.2.1 Allontanamento delle acque dall'area di lavoro***

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'allontanamento e allo smaltimento delle acque di qualsiasi provenienza (meteoriche e/o sotterranee) e quantità, eventualmente raccolte in corrispondenza dell'area di lavoro, durante le operazioni di movimentazione dei terreni e comunque fino all'attività successiva.

L'allontanamento delle acque dovrà avvenire senza intralciare le attività di cantiere.

Dovrà essere eseguito con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

I sistemi impiegati per l'eliminazione delle acque dovranno essere sicuri ed idonei, in modo che non ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento dei lavori nell'area di cantiere e nelle zone limitrofe e nessun danno alle opere in costruzione, al personale di cantiere ed alla proprietà.

### ***C.2.2 Pulizia preliminare dell'area***

Tutte le aree interessate da lavori di movimentazione del terreno (ad esempio strade di accesso, scavi, rilevati, depositi di materiali, etc.) dovranno essere ripuliti ed approntati adeguatamente a cura dell'Impresa.

La superficie di lavoro dovrà essere sgomberata da tutti gli oggetti estranei quali strutture varie, resti vegetali (ceppi, radici, arbusti e sterpaglie), materiali di scarico e rifiuti provvisoriamente accumulati, rinvenuti alla consegna del cantiere.

Sarà a cura e spese dell'Impresa l'allontanamento e lo smaltimento di tutto il materiale rinvenuto, salvo diversamente specificato dalla Committente.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **C.2.3 Programma lavori**

Prima di iniziare, l'Impresa potrà eseguire un rilievo topografico dell'area oggetto dell'Appalto e fornirlo alla Direzione Lavori, la quale provvederà ad effettuare una verifica con il rilievo di progetto, per tenere conto di variazioni altimetriche legate ad eventuali movimentazioni. In caso contrario, l'Impresa accetterà tacitamente quello eseguito in fase di Progetto Definitivo o quanto indicato dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà inoltre eseguire la picchettatura del perimetro esterno dell'area di lavoro, in modo che risultino chiaramente visibili i limiti da rispettare durante le operazioni di movimentazione dei terreni.

Prima di iniziare i lavori di movimentazione con lo scotico dell'area, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti, in accordo con le richieste del Committente.

Durante i lavori, l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema dettato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei materiali da interessare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere e specificatamente gli impianti ausiliari siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

## **C.3 PREPARAZIONE DELL'AREA – DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO SUPERFICIALE**

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante ed alberi.

Lo scotico consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua

Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- il diserbamento e lo scotico del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di realizzare qualsiasi scavo e/o rilevato;
- tutto il materiale vegetale (inclusi ceppi e radici) dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
- il materiale scoticato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente, il materiale dovrà essere trasportato a discarica;
- è comunque vietato categoricamente la posa in opera di tale materiale per la costruzione di rilevati;
- lo scotico viene stabilito alla quota di 20 cm al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento, tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti il terreno.

Il terreno proveniente dalle operazioni di scotico eccedenti le quantità necessarie alle successive lavorazioni deve essere allontanato dal Cantiere a cura e spese dell'Impresa che provvederà a trasportarlo in luogo idoneo, in ottemperanza alla normativa vigente in materia.

#### **C.4 SAGGI E TRACCIATI**

Al termine delle operazioni di preparazione dell'area e prima di iniziare i lavori di scavo e/o riporto, l'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettatura completa o parziale dell'area, in modo che risultino indicati i limiti delle varie categorie delle opere in progetto (scavi, riporti, strade, etc.), in base alle dimensioni riportate negli elaborati di progetto.

A tempo opportuno e secondo le indicazioni della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà posizionare le modine o garbe utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora alla movimentazione dei terreni siano connesse opere murarie e/o in calcestruzzo (semplice, armato e precompresso), l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori di movimentazione dei terreni.

L'impresa è tenuta all'accertamento della presenza di eventuali sottoservizi prima di cominciare qualsiasi operazione di scavo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro o altri motivi, al di fuori delle linee indicate nei disegni e senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

L'Impresa, inoltre, dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

## **C.5 SCAVI**

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata alla formazione di strutture quali fondazioni, canalizzazioni rete fognaria, argini di vario tipo e funzione, etc..

Il materiale di scavo, salvo casi eccezionali, è costituito da materiale sciolto.

Gli scavi possono essere eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici.

Si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Le superfici finali devono essere sagomate e le scarpate profilate come indicato negli elaborati grafici di progetto.

### **C.5.1 Scavi di sbancamento**

Sono così denominati i movimenti di terreno, occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, (piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, etc.) e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **C.5.2 Scavi di fondazione**

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti (di norma verticali o subverticali) e a parete ristretta, riproducenti il perimetro dell'opera, necessari per dar luogo a muri, pilastri di fondazione, tubazioni, condotte di qualsiasi natura, fossi, cunette, etc..

Vengono anche denominati scavi a sezione obbligata.

Gli scavi di fondazione dovranno essere eseguiti fino alle quote previste da progetto. Qualora si riscontrassero situazioni particolari, la Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variare le quote nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze, le pareti saranno verticali od a scarpa a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prescritta dalla Direzione Lavori, ma, in tal caso, non sarà pagato il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione rimasti intorno alle murature ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano del terreno o a quota di progetto, previa approvazione della Direzione Lavori.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione verranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **C.5.3 Norme generali**

Nell'esecuzione degli scavi (di sbancamento e di fondazioni), l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

L'Impresa dovrà profilare le scarpate degli scavi con le inclinazioni appropriate, in relazione alla natura e alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico della stessa; inoltre dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo le quote e le pendenze di progetto.

L'Impresa dovrà prendere tutte le precauzioni possibili ed usare i metodi di scavo più idonei allo scopo per evitare sfornellamenti e smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto. Qualsiasi smottamento, movimenti di massi o terra, che si verificano nelle aree di scavo comporterà l'onere della rimozione del materiale da parte dell'Impresa.

Nel caso in cui il fondo risultasse smosso, l'Impresa dovrà compattare detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (prova di compattazione AASHO modificato – CNR 69/1978 e CNR 22/1972).

Se negli scavi si dovessero superare i limiti di progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito dall'Impresa e la stessa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in eccesso, utilizzando materiali e mezzi idonei.

Comunque la Direzione Lavori avrà sempre la facoltà, a suo insindacabile giudizio, di stabilire la sospensione e la limitazione dello scavo se lo riterrà necessario per la stabilità delle scarpate, specialmente nei periodi di pioggia.

L'Impresa dovrà eseguire, ove previsto dagli elaborati di progetto e/o richiesto dalla Direzione Lavori, scavi campione con prelievi di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Impresa).

Tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) dovranno essere adottate dall'Impresa per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente danneggiate.

Dovrà inoltre recintare ed apporre opportuni sistemi di segnaletica alle aree di scavo.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.) al contenimento delle pareti degli

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

scavi, in modo da proteggere contro ogni pericolo, gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione sia degli scavi che delle murature, in accordo a quanto prescritto negli elaborati di progetto ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi. Essa sarà la sola ed unica responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature.

L'Impresa dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere alle fasi di lavoro successive.

In caso di inosservanza, la Direzione Lavori potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Per l'esecuzione degli scavi e relativi trasporti di materiale, l'Impresa sarà libera di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché siano riconosciuti rispondenti allo scopo dalla Direzione Lavori e non siano pregiudizievoli per la buona riuscita ed il regolare andamento dei lavori.

I mezzi meccanici predisposti devono garantire la continuità e regolarità del lavoro. Allorché, in corso di lavoro, gli impianti di cantiere risultassero deficienti e/o comunque non rispondessero alle esigenze dei lavori in atto, l'Impresa è tenuta ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente, e ciò a sue spese senza che possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi e/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 scavo con altre attività previste in cantiere essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

#### **C.5.4 Materiale di risulta**

I materiali provenienti dagli scavi in genere dovranno essere reimpiegati all'interno del cantiere per la formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori (si veda il Paragrafo C.6.2.1).

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente, per essere poi ripresi a tempo opportuno.

I materiali invece che risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, a rifiuto in discariche autorizzate.

### **C.5.5 Verifica tolleranze plano- altimetriche e accettazione lavoro**

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo plano-altimetrico (rilievo topografico) dell'area di scavo, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo, degli impluvi ed espluvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori.

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica:  $\pm 10$  cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica:  $\pm 25$  cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di scavo e di fondo.

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo.

Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo dei volumi di scavo.

Dopo tali controlli la Direzione Lavori accetterà lo scavo effettuato, evidenziando eventuali difformità e gli oneri a carico dell'Impresa.

Si precisa che all'Impresa non verranno riconosciuti volumi di scavo maggiori a quelli previsti dalle quote di fondo scavo pur permettendo alla stessa le tolleranze plano-altimetriche indicate.

## **C.6 RILEVATI E REINTERRI**

Con il termine "rilevati" vengono definite tutte le opere in terra che si innalzano sopra il piano campagna.

Con il termine "reinterri" si intendono i lavori di riempimento degli scavi effettuati.

In linea di massima i materiali da impiegare saranno specificati negli elaborati di progetto, ovvero indicati dalla Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **C.6.1 Provenienza dei materiali**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, l'Impresa dovrà impiegare i materiali ritenuti idonei, provenienti dalle operazioni di scavo effettuate precedentemente e stoccati all'interno del cantiere.

Tale materiale dovrà essere preventivamente stoccato all'interno del cantiere, selezionandolo in funzione delle caratteristiche granulometriche, in modo da consentire eventuali operazioni di miscelazione per ottenere la composizione granulometrica richiesta.

Il materiale dovrà essere privo di qualsiasi materia estranea, quale terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo a giudizio della Direzione Lavori alla costruzione dei rilevati. Saranno altresì considerati non idonei ciottoli o blocchi con dimensioni superiori ai 10 cm, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle operazioni di scotico o comunque con alto contenuto di materiale organico o abbondante presenza di frazioni fini, quali limi o argille, saranno utilizzati esclusivamente come terreno vegetale per inerbimento.

Qualora, una volta esauriti i materiali ritenuti idonei provenienti dagli scavi, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelievo del materiale necessario da cave di prestito, previa autorizzazione della Direzione Lavori e della Committente.

Per ogni zona di provenienza del materiale naturale, l'Impresa dovrà eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno un sondaggio o pozzetto ogni 10.000 m<sup>3</sup>), avvertendo la Direzione Lavori sulla data di esecuzione in modo da consentire di assistere e fornendo la documentazione comprovante l'esecuzione degli stessi (stratigrafie, fotografie, relazione).

Sarà compito dell'Impresa prelevare campioni nel corso dei sondaggi e/o dei pozzetti e fornire, tramite prove di qualificazione elencate nel Paragrafo C.6.2.2, gli elementi necessari per l'approvazione del materiale naturale.

I risultati delle prove effettuate dall'Impresa dovranno essere messi a disposizione della Committente e della Direzione Lavori che si riserveranno nel giro di 15 giorni di esprimere il parere favorevole o contrario, prima dell'inizio del trasporto del materiale in cantiere.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

#### **C.6.1.1 Apertura e/o sfruttamento cave di prestito**

Lo sfruttamento della cava di prestito e/o l'apertura di una nuova cava è a totale cura e spese dell'Impresa e precisamente:

- si assumerà tutti gli oneri relativi alla predisposizione e alla presentazione agli uffici competenti, nonché alla richiesta e all'ottenimento delle relative autorizzazioni;
- dovrà corrispondere le relative indennità ai proprietari delle cave;
- dovrà provvedere al sicuro e facile deflusso delle acque che si dovessero raccogliere nelle cave stesse, evitando ristagni e danni alle proprietà circostanti;
- dovrà sistemare convenientemente le scarpate, in osservanza anche alla normativa vigente.

Le cave di prestito dovranno 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 dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.

#### **C.6.1.2 Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava**

L'Impresa potrà formare, su delle opportune aree in cantiere assegnate dalla Direzione Lavori o dalla Committente, dei depositi intermedi di accumulo di materiale per il riporto, se il recapito di tale materiale al cantiere dovesse procedere ad un ritmo più veloce della sua messa in opera.

### **C.6.2 Prove di qualificazione del materiale**

Prima di iniziare le operazioni di stesura degli strati di riporto, sarà a cura e spese dell'impresa verificare la rispondenza del materiale da impiegarsi con quelli progettuali richiesti.

Il materiale che non risponderà ai requisiti richiesti dovrà essere miscelato con le frazioni mancanti fino all'ottenimento del fuso granulometrico corretto.

Il prelievo dei campioni, le analisi, l'approvazione della Direzione Lavori e la successiva compattazione dovranno avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da far sì che le condizioni atmosferiche non alterino il grado di umidità del materiale.

In caso negativo non si procederà alla compattazione e dovranno essere presi provvedimenti tali che riportino il materiale al grado di umidità voluto e le verifiche diano esito positivo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### C.6.2.1 Materiale proveniente da scavi

Il materiale proveniente dagli scavi dovrà essere sottoposto a prove di caratterizzazione e costipamento per verificarne l'idoneità.

Le prove da effettuarsi a carico dell'Impresa alla frequenza indicata sono:

- n. 1 analisi granulometrica per setacciatura (ASTM D421) e per sedimentazione con aerometro (ASTM D422), per ogni 2.500 m<sup>3</sup> di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318), per ogni 5.000 m<sup>3</sup> di materiale;
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione) con provini di grosso diametro ( $\phi \geq 150$  mm) per ogni 5.000 m<sup>3</sup> di materiale;

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

### C.6.2.2 Materiale proveniente da cave di prestito

Per ogni campione di materiale naturale prelevato in cava, l'Impresa dovrà fornire le seguenti prove necessarie per l'accettazione dello stesso:

- n. 1 misurazione dell'umidità naturale (in cava) (ASTM D2216), per ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale;
- n. 1 analisi granulometrica per setacciatura (ASTM D421) e per sedimentazione con aerometro (ASTM D422), per ogni 2.500 m<sup>3</sup> di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318), per ogni 5.000 m<sup>3</sup> di materiale;
- n.1 classificazione CNR, per ogni 5.000 m<sup>3</sup> di materiale
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione), per ogni 5.000 m<sup>3</sup> di materiale;

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

### **C.6.3 Posa in opera**

La posa in opera del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore altezza massima finita minore o uguale a 30 cm, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua e fino all'ottenimento degli spessori richiesti dal progetto, così come indicato negli elaborati grafici.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si può verificare durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale dovrà essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti il rilevato dovrà essere il più omogenea possibile. In particolare, si dovrà evitare di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita e/o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato un'elevata percentuale di vuoti), a strati di terre a grana più fine che, per effetto delle vibrazioni prodotte dai veicoli transitanti in aree limitrofe, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

In ogni caso, il terreno da impiegare non dovrà presentare elementi di dimensioni maggiori di 25 cm (10cm nell'ultimo metro); questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo o frantumati, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

La procedura di stesura e compattazione sarà così articolata:

- riporto e stesura del materiale con estensione degli strati, in direzione perpendicolare alla scarpata, la superficie di stesura di ciascuno strato sarà maggiore della sagoma di progetto del rilevato; la maggiore estensione orizzontale degli strati sarà tale da permettere la compattazione dell'intera sagoma di progetto e consentire la riprofilatura dello stesso con mezzi meccanici;
- compattazione di ciascun strato con estensione in direzione perpendicolare alla scarpata oltre la sagoma di progetto del rilevato di 0,5-2,0 m, cioè ad una distanza di 1,0-1,5 m dal bordo esterno del rilevato per garantire la sicurezza degli operatori;
- riprofilatura finale della parete partendo dall'alto verso il basso con mezzo meccanico per raggiungere la sagoma prevista.

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa dovrà mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione), per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati, a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85 – 90 %, secondo il tenore in fino e la plasticità del terreno).

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa dovrà provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato.

Se nel rilevato dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire, a sua cura e spese, i lavori di ricarica.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore dovrà essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo di cui al Paragrafo C.6.5.

Nel caso in cui l'Impresa non raggiunga le caratteristiche di addensamento richieste è tenuta a ridurre gli spessori di stesa o ad aumentare il numero di passate del rullo compattatore.

Si precisa che all'Impresa sarà riconosciuto solo il volume di riporto previsto dagli elaborati di progetto, rimanendo a sua cura e spese, la fornitura, la messa in opera e la compattazione di volumi maggiori di materiale.

#### **C.6.4 Mezzi di compattazione**

Si dovranno impiegare rulli statici del tipo "a piastra" oppure rulli vibranti lisci con peso non inferiore a 10 t (5 t per metro lineare di tamburo).

Le prescrizioni di cui sotto sono delle richieste minime.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Si prevede un numero minimo di n. 4 passate di rullo vibrante per il materiale costituente il corpo rilevato.

Il giusto numero di passate sarà definito con la Direzione Lavori nella fase di lavorazione iniziale, valutando anche l'uso e l'opportunità di vibrare durante la compattazione.

Qualora la densità in sito e le prove di carico su piastra non raggiungano i limiti previsti, il numero di passate richiesto dovrà essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non sarà concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle minime.

#### *C.6.4.1 Operazioni di compattazione*

I rulli compattanti dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con una sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

La velocità operativa dei rulli non dovrà superare 4 km/h.

Le operazioni di compattazione dovranno essere dirette da un capo squadra competente.

Sarà a sua cura la compilazione dei rapportini di cui al Paragrafo C.8.

#### ***C.6.5 Prove di controllo sul materiale posato in opera***

Dopo la compattazione del materiale viene richiesta l'esecuzione delle seguenti prove con la frequenza indicata:

##### **Prove da effettuarsi in sito**

- n. 1 prova di carico su piastra (norma svizzera VSS - SNV 670317) per la misurazione del modulo di compressibilità determinato con piastra da 30 cm di diametro per ogni 3.000 m<sup>3</sup> di materiale compattato per i rilevati.

Le prove di carico su piastra verranno eseguite a strato ultimato.

I moduli di compressibilità verranno calcolati nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 kg/cm<sup>2</sup>; il limite di accettabilità prescritto dalla norma è pari a 350 kg/cm<sup>2</sup>.

- n. 1 determinazione della densità (ASTM D1556 –metodo della sabbia calibrata, ASTM D2167 – volunometro a membrana) e del contenuto d'acqua (ASTM D2216) ogni 3.000 m<sup>3</sup> di materiale compattato per i rilevati.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Le piccole cavità derivanti dall'asporto di materiale per le prove di densità (nel caso si utilizzi il metodo della sabbia calibrata) andranno accuratamente liberate dalla sabbia calibrata usata per la prova, ed intasate con argilla compattata manualmente.

### **Prove da effettuarsi in laboratorio**

Esecuzione su campioni ricostruiti rappresentativi del sito delle seguenti prove:

- n.1 prova di compressione triassiale UU (ASTM D2850) e CID (AGI 1994) alternativamente almeno 1 e per ogni 10.000 m<sup>3</sup>;
- n.1 prova di taglio (ASTM D3080) su campioni provenienti dalle scarpate per ogni 10.000 m<sup>3</sup>.

Inoltre per ogni prova meccanica di cui sopra verranno effettuate:

- n. 1 analisi granulometrica per setacciatura (ASTM D421) e per sedimentazione con aerometro (ASTM D422), per ogni 2.500 m<sup>3</sup> di materiale.

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

L'Impresa dovrà 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 potrà richiedere, durante il lavoro, una frequenza maggiore delle analisi per un periodo di tempo ritenuto necessario per garantire la qualità della compattazione.

### **C.6.6 Valori di riferimento**

Il materiale compattato in sito dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- densità:  $\geq 90\%$  della densità ottimale del Proctor Standard;
- modulo di deformabilità:  $M_E \leq 350 \text{ kg/cm}^2$  valutato tra 0,5 e 1,5 kg/cm<sup>2</sup> (ottenuto tramite prove di carico su piastra).

### **C.6.7 Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione**

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo plano-altimetrico (rilievo topografico) del rilevato, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo e degli impluvi ed espluvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori.

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- tolleranza altimetrica:  $\pm 10$  cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica:  $\pm 25$  cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di posa.

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo.

Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo del volume del rilevato.

Dopo tali controlli la Direzione Lavori accetterà il rilevato effettuato, evidenziando eventuali difformità e gli oneri a carico dell'Impresa.

### **C.7 MODALITÀ DI MANTENIMENTO**

L'Impresa dovrà mantenere, a sua cura e spese, la superficie in ottimo stato di conservazione fino all'esecuzione dell'attività successiva.

Tramite apposite canalette si impedirà la corrivazione e/o il ristagno sulle superfici preparate.

Sarà a cura e spesa dell'Impresa il trasporto a rifiuto di tutto il materiale di scarto.

### **C.8 RAPPORTINI**

Sarà a cura dell'Impresa compilare i seguenti rapportini, copia dei quali dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori

#### **Frequenza giornaliera**

- data, inizio e termine delle operazioni di stesura e di compattazione;
- quota ed area delle zone in cui è stato steso del materiale ed in cui è stata effettuata la compattazione;
- volume di materiale compattato con indicazione del relativo numero di passaggi di rullo,
- temperatura massima e minima durante le operazioni di stesura;
- numero ed ubicazione planimetrica ed altimetrica delle prove di controllo eseguite durante la giornata.

#### **Frequenza settimanale**

- risultati delle prove di laboratorio e in sito.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **A fine lavori**

- ubicazione del campo prova (eventuale);
- dimensioni planimetriche, numero e spessore degli strati (indicando sia lo spessore del materiale sciolto che lo spessore finale compattato);
- metodo di compattazione impiegato:
  - tipo e caratteristiche del rullo impiegato;
  - numero dei passaggi del rullo e relativa velocità;
  - umidità del materiale immediatamente prima dell'inizio della compattazione;
- risultati di tutte le prove in sito e di laboratorio effettuate su ciascuno strato con indicazione dell'ubicazione del punto di prova o di prelievo;
- volume cumulativo di materiale compattato.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **D MOVIMENTAZIONE E RIPROFILATURA DI TERRENO DI RICOPERTURA RIFIUTI**

La movimentazione del terreno di ricopertura dei rifiuti sarà effettuata asportando le quantità fuori sagoma dei rifiuti e posandole in zone indicate dalla Direzione della Discarica.

L'Impresa esecutrice dovrà adottare e seguire tutte le normative vigenti in materia di sicurezza del lavoro e seguire le misure adottate dalla stessa Discarica per la coltivazione.

La riprofilatura dei rifiuti avverrà provvedendo a mantenere una copertura dei rifiuti con terreno sciolto di riporto per uno spessore di ~ 50 cm.

Il materiale sarà steso ed addensato con mezzi meccanici.

La conformazione finale delle scarpate dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

Dovrà essere effettuato un Piano di Lavoro da sottoporre preventivamente ad approvazione da parte della Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

<b>E DEMOLIZIONE E/O RICOSTRUZIONE DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE, ARMATO E/O COMPRESSO</b>
--

Ove sia necessario, l'Impresa è obbligata ad accertare, con la massima cura, la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari in modo da conoscesse la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui agli artt. da 71 a 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164, e comunque a norma delle vigenti leggi sulla sicurezza sul lavoro, con i mezzi che riterrà più opportuni, previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa sarà unica responsabile civile e penale delle azioni conseguenti e dipendenti dall'esecuzione dei lavori di demolizione e rimozione.

Le demolizioni e rimozioni di strutture in calcestruzzo, interrate e non, di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso) dovranno essere eseguite con ordine e con le precauzioni atte a prevenire possibilità di infortuni e ad evitare danni alle residue strutture e a terzi, nonché incomodi e disturbi. Tutto quanto demolito e rimosso oltre misura dovrà essere ricostruito a cura e spesa dell'Impresa.

Si dovranno impiegare i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

I materiali risultanti da demolizioni e rimozioni non dovranno essere lasciati cadere dall'alto, ma calati con tiri o guidati verso il basso, evitando di sollevare polvere e ricorrendo, quando necessario, a bagnature.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a puntellare ed a mettere in condizioni di sicurezza le strutture o parti di struttura pericolanti e quelle che non dovranno essere demolite e/o rimosse.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi impiegati, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

- il personale addetto alla demolizione e/o rimozione delle strutture dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori sia per l'individuazione immediata di eventuali condizioni di pericolo;
- l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
- i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Se in zona sono presenti condotti elettrici, tubazioni per il trasporto di fluidi (acqua, percolato) si dovranno interrompere i flussi. A tal fine l'impresa dovrà prendere direttamente accordi con la Direzione della discarica.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, dovranno 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 della Committente, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

Invece i materiali scartati provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno, a cura e spese dell'Impresa, essere allontanati dal cantiere e portati in discarica.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non che formano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Saranno considerati calcestruzzi armati, per quanto riguarda le demolizioni, quelli che hanno armatura in ferro.

Ai fini contabili le misurazioni vengono effettuate in base alle dimensioni reali delle strutture prima della demolizione e/o rimozione, con esclusione di quanto eseguito oltre misura.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **F CALCESTRUZZI**

Il calcestruzzo è un materiale composito che si ottiene per miscelazione di cemento, aggregati (grossi e fini in proporzioni opportune) ed acqua e per successivo indurimento della pasta cementizia. Oltre a questi componenti, il calcestruzzo può contenere additivi e/o aggiunte.

La miscela cementizia che l'Impresa deve impiegare per la realizzazione delle opere oggetto del presente Capitolato ed essere del tipo “ a prestazione garantita”.

Il calcestruzzo può essere miscelato in cantiere, preconfezionato o prodotto in un impianto per componenti di calcestruzzo prefabbricato.

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge del 5/11/1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Per le specifiche, prestazioni, produzione e conformità del calcestruzzo l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI EN 206-1:2000 “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”. In particolare tale norma si applica al calcestruzzo per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali per edifici e strutture di ingegneria civile.

### **F.1 CARATTERISTICHE DELLE MATERIE PRIME**

I materiali impiegati per la formazione del calcestruzzo devono rispondere alle caratteristiche indicate dalle norme vigenti in materia in merito a cemento, aggregati, acqua, aggiunte ed additivi.

In particolare non devono contenere sostanze nocive in quantità tali da compromettere la durabilità del calcestruzzo e/o da causare la corrosione delle armature e devono essere idonei all'impiego previsto nel calcestruzzo.

#### **F.1.1 *Cemento***

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende ed indurisce a seguito di processi di idratazione. Una volta indurita, la pasta cementizia mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

I cementi impiegati devono soddisfare ai requisiti previsti dalla Legge 26/05/1965 n. 595 ed essere conformi alla norma UNI EN 197-1:2001 "Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".

Essi sono raggruppati in cinque tipi principali come segue:

- CEM I: cemento Portland;
- CEM II: cemento Portland composito;
- CEM III: cemento d'altoforno;
- CEM IV: cemento pozzolanico;
- CEM V: cemento composito.

In particolare il cemento da impiegarsi per realizzare opere impermeabili verso l'esterno (quali pozzi, vasche di raccolta acque di prima pioggia, platee di fondazioni, etc.) dovrà avere caratteristiche conformi anche alle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" del D.M. 14/01/1966, modificato con D.M. 03/06/1968 e D.M. 31/08/1972 ed aggiornamenti successivi.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi, l'Impresa deve far riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI 9156:1997 "Cementi resistenti ai solfati. Classificazioni e composizione";
- UNI EN 197-2:2001 "Valutazione della conformità";
- UNI 8981-1:1999 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive";
- UNI 9606:1997 "Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione".

### ***F.1.2*** ***Aggregati***

Gli aggregati sono costituiti da elementi minerali granulare integri o frantumati, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo.

Devono essere privi di elementi gelivi e friabili, sostanze organiche, polverulente e scistose, limose ed argillose, gesso, solfati solubili, pirite, pirrotite, marcasite, etc..

Vengono considerati idonei:

- gli aggregati normali e pesanti conformi alla norma UNI EN 12620:2003 "Aggregati per calcestruzzo";
- gli aggregati leggeri conformi alla norma UNI EN 13055-1:2003 "Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione".

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Le caratteristiche degli aggregati devono essere rispondenti alle norme UNI EN 8520-1:1999 “Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche” e UNI 8520-2:2002 “Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti”.

Nel caso in cui gli aggregati contengano composti silicei suscettibili di attacco da parte degli alcali (ioni sodio e potassio provenienti dal cemento o da altri materiali presenti nella miscela cementizia) e il calcestruzzo sia esposto ad un ambiente umido, l'impresa deve prendere idonei provvedimenti, previa approvazione della Direzione Lavori, per prevenire eventuali reazioni dannose tra alcali e silice.

L'assortimento granulometrico delle miscele deve essere realizzato impiegando almeno due classi granulometriche diverse. L'impiego di aggregati in frazione unica è permesso solo per calcestruzzi di classe di resistenza  $\leq 12/15$ .

La dimensione massima dell'aggregato deve essere tale da permettere all'impasto di riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della sua lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro (se presenti), delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

### **F.1.3 Acqua di impasto**

L'acqua per gli impasti deve rispettare le prescrizioni della norma UNI EN 1008:2003 “Acqua d'impasto per il calcestruzzo. Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo”.

### **F.1.4 Additivi**

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità (in massa) rispetto al cemento, inducono le modifiche richieste delle proprietà del calcestruzzo.

Devono rispettare i requisiti prescritti dalla norma UNI EN 934-2:2002 “Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura”.

Nel caso di impiego contemporaneo di più additivi, la loro compatibilità deve essere controllata in fase di qualifica della miscela cementizia.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **F.1.5 Aggiunte**

Sono materiali finemente suddiviso che vengono impiegati per la formazione del calcestruzzo, con lo scopo di migliorare alcune proprietà o di ottenere proprietà speciali.

E' ammesso l'impiego di aggiunte di due tipi:

- Tipo I (aggiunte inerti):
  - filler conformi alla norma UNI EN 12620:2003 "Aggregati per calcestruzzo";
  - pigmenti conformi alla norma UNI EN 12878:2001 "Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce - Specifiche e metodi di prova".
- Tipo II (aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente):
  - ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450:1995 "Ceneri volanti per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e controllo di qualità";
  - fumi di silice conformi al progetto di norma prEN 13263:1998.

In mancanza di indicazioni normative o della Direzione Lavori, non si deve tener conto di tali materiali nel computo del dosaggio di cemento.

## **F.2 REQUISITI PER IL CALCESTRUZZO FRESCO**

### **F.2.1 Lavorabilità**

La lavorabilità, designata con il termine "consistenza" nella normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforme.

Poiché le caratteristiche desiderate di durabilità e di resistenza meccanica possono essere effettivamente raggiunte solo se la movimentazione, la posa in opera e la stagionatura avvengano correttamente, la lavorabilità viene imposta dal tipo di costruzione e dalle modalità di posa in opera adottati, in particolare dal metodo di compattazione.

Le proprietà del calcestruzzo fresco collegate con la lavorabilità sono:

- la stabilità, ossia la capacità dell'impasto di mantenere, sotto l'azione di forze esterne, l'uniformità di distribuzione dei componenti;
- la mobilità, ossia la facilità con la quale l'impasto fluisce nella cassaforma fino a raggiungere le zone meno accessibili;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- la compattabilità, ossia la facilità con la quale l'impasto può essere assestato nella cassaforma e l'aria intrappolata rimossa.

#### F.2.1.1 Misura della consistenza

La lavorabilità dell'impasto si valuta attraverso misure di consistenza del calcestruzzo fresco. I metodi di misura più largamente adottati sono i seguenti:

- abbassamento del cono (norma UNI EN 12350-2:2001 "Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono").

La prova è sensibile alle variazioni di consistenza del calcestruzzo corrispondenti ad abbassamenti compresi tra 10 mm e 200 mm, oltre questi due limiti, la misurazione dell'abbassamento può risultare inadeguata e quindi si devono prendere in considerazione altri metodi. Se l'abbassamento continua a variare sensibilmente durante il primo minuto dopo il sollevamento dello stampo, questo metodo di prova non è adeguato come misura della consistenza. La prova non è adatta se la dimensione massima dell'aggregato del calcestruzzo è maggiore di 40 mm.

- prova Vébé (norma UNI EN 12350-3:2001 "Prova sul calcestruzzo fresco - Prova Vébé").

Questo metodo non può essere applicato a calcestruzzi con aggregati aventi dimensione massima maggiore di 63 mm.

Se il tempo Vébé è minore di 5s o maggiore di 30s, la prova Vébé non è adatta.

- indice di compattabilità (norma UNI EN 12350-4:2001 "Prova sul calcestruzzo fresco - Indice di compattabilità").

La consistenza del calcestruzzo fresco viene valutata mediante la misurazione dell'abbassamento al cono, con la determinazione dell'indice di compattabilità.

Questo metodo non può essere applicato a calcestruzzi con aggregati aventi dimensione massima maggiore dei 63 mm.

Se l'indice di compattabilità è minore di 1,04 o maggiore di 1,46, la prova è da ritenersi inadatta.

- spandimento (norma UNI EN 12350-5:2001 "Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse").

Questo metodo non può essere applicato a calcestruzzi cellulari o a calcestruzzi senza fini, e neppure a calcestruzzi con aggregati aventi dimensione maggiore di 63 mm.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

La prova di spandimento consente di misurare variazioni di consistenza del calcestruzzo per valori di spandimento compresi tra i 340 mm ed i 600 mm; oltre questi due limiti, la prova può essere non significativa e quindi occorre prendere in considerazione altri metodi.

Il metodo di misura più diffuso è quello che propone la valutazione della consistenza mediante l'abbassamento al cono.

Per miscele molto asciutte di solito si ricorre al metodo Vebè.

Per calcestruzzi fluidi e molto fluidi è preferibile ricorrere alla prova di spandimento.

La prova di consistenza deve essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La lavorabilità è una proprietà del calcestruzzo fresco che diminuisce con il procedere delle reazioni di idratazioni del cemento. E' pertanto necessario che l'impasto possenga la lavorabilità richiesta non solo al momento del confezionamento, ma soprattutto al momento della sua posa in opera.

Se l'intervallo di tempo che intercorre tra il confezionamento e il getto non è breve, e soprattutto se la temperatura ambiente è elevata, la lavorabilità iniziale deve essere maggiore di quella richiesta per la posa in opera. Dopo l'approvazione da parte della Direzione Lavori, l'Impresa può ricorrere, appena prima del getto, ad aggiunte di additivi superfluidificanti (norma UNI EN 934-2:2002 "Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura").

### **F.2.2 Rapporto acqua/cemento**

Il rapporto acqua/cemento delle miscele deve essere stabilito in modo da garantire la durabilità del calcestruzzo, il raggiungimento della resistenza richiesta dagli elaborati di progetto e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele, sia allo stato fresco che indurito.

Per determinare il rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta (cioè l'aggregato non cede e non assorbe acqua dall'impasto); pertanto si deve tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia essa in eccesso o in difetto rispetto alla condizione sopra menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati in fase di qualificazione, secondo la norma UNI EN 1097-6:2002 " Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua".

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Il suddetto rapporto deve essere controllato secondo le indicazioni riportate nella norma UNI 6393:1988 “Controllo della composizione del calcestruzzo fresco” e non deve discostarsi di + 0,02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

### **F.2.3 Granulometria e dimensione massima degli aggregati**

Gli aggregati impiegati per la realizzazione di calcestruzzi di classe di resistenza  $\leq$  C12/15 devono appartenere ad almeno due classi granulometriche diverse.

Le classi granulometriche devono essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro, acqua essudata etc.. Si deve comunque adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

La curva granulometrica deve essere verificata su campioni prelevati secondo la norma UNI EN 932-1:1998 “Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati – Metodi di campionamento” e analizzati secondo la norma UNI EN 933-1:1999 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per staccatura”.

La determinazione della massima dimensione nominale deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 933-1.

### **F.2.4 Massa volumica**

La determinazione della massa volumica del calcestruzzo fresco viene effettuata secondo la norma UNI EN 12350-6:2001 “ Massa volumica del calcestruzzo. Determinazione su calcestruzzo fresco”.

### **F.2.5 Contenuto d'aria**

Nei casi in cui sia necessario determinare questo parametro (ad esempio quando si impieghino additivi aeranti), esso deve essere misurato in conformità alla norma UNI EN12350-7:2002 “Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione”.

Il contenuto d'aria viene specificato come valore minimo; IL limite superiore è pari al valore inferiore più il 4% assoluto.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



### **F.3 REQUISITI PER IL CALCESTRUZZO INDURITO**

#### **F.3.1 Resistenza a compressione**

La resistenza a compressione del calcestruzzo viene espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore al di sotto del quale viene a trovarsi dal punto di vista probabilistico il 5% dell'insieme di tutti i possibili valori di resistenza misurati sul calcestruzzo in esame.

Il calcestruzzo viene classificato in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica  $R_{CK}$  oppure  $f_{CK}$ . La resistenza caratteristica  $R_{CK}$  viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato; la resistenza caratteristica  $f_{CK}$  viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm d'altezza; i valori espressi in  $N/mm^2$  elencati nella Tabella F-1 risultano compresi in uno dei seguenti campi:

- Calcestruzzo non strutturale: 8/10 - 12/15;
- Calcestruzzo ordinario: 16/20 – 45/55;
- Calcestruzzo ad alte prestazioni: 50/60 – 60/75;
- Calcestruzzo ad alta resistenza: 70/85 – 100/115.

Classe di resistenza	$f_{CK}$	$R_{CK}$	Categoria del calcestruzzo
	$N/mm^2$	$N/mm^2$	
C8/10	8	10	Non strutturale
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	
C20/25	20	25	Ordinario
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	
C50/60	50	60	
C55/67	55	67	Alte prestazioni
C60/75	60	75	
C70/85	70	85	
C80/95	80	95	Alta resistenza
C90/105	90	105	
C100/115	100	115	

Tabella F-1 Classi di resistenza per il calcestruzzo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **F.3.2 Massa volumica**

La determinazione della massa volumica del calcestruzzo indurito viene effettuata secondo la norma UNI EN 12350-7:2001 “ Massa volumica del calcestruzzo. Determinazione su calcestruzzo indurito”.

### **F.3.3 Durabilità**

La durabilità del calcestruzzo è definita come capacità da parte delle opere e/o elementi prefabbricati di mantenere per il tempo previsto (vita utile), entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio e con normali interventi di manutenzione, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

La degradazione delle strutture di calcestruzzo può avvenire per:

- azione chimica di sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esercizio;
- azioni fisiche o meccaniche inerenti all'esercizio stesso o esercitate dall'ambiente.

Le cause più frequenti sono dovute alla presenza di solfati, ai fenomeni di corrosione delle armature, ai cicli gelo – disgelo, all'attacco di acque aggressive di varia natura (acque dilavanti, acque di mare, etc.) e alle reazioni alcali-silice.

E' fondamentale per la durabilità della struttura evitare:

- la presenza di vuoti dovuti a inadeguata compattazione o a non omogenea distribuzione dell'impasto nelle casseformi;
- la formazione di fessure da ritiro plastico;
- l'interruzione anticipata della stagionatura protetta;
- la riduzione del copriferro al di sotto del limite minimo previsto.

Ai fini della durabilità, il calcestruzzo dovrebbe avere un coefficiente di permeabilità  $k \leq 1 \times 10^{-11}$  m/s, o una resistenza alla penetrazione d'acqua secondo la norma ISO 7031 (UNI EN 07.04.113.0) con valore massimo non superiore a 50 mm e valore medio non superiore a 20 mm; i due limiti sono equivalenti per la definizione dell'impermeabilità del calcestruzzo. Il controllo della durabilità attraverso prove di penetrazione dell'acqua deve essere effettuato solo in circostanze particolari e solo su richiesta della Direzione Lavori, in quanto è una prova molto onerosa, sia dal punto di vista economico che tempistico.

Il controllo della durabilità si basa sulla misura della resistenza a compressione (resistenza caratteristica). Il criterio ha come riferimento la relazione permeabilità – rapporto a/c – resistenza

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

meccanica; al diminuire del valore  $a/c$ , diminuisce il volume dei pori capillari o penetrabili dalle sostanze nell'ambiente di esposizione e di conseguenza diminuisce la permeabilità, mentre aumenta la resistenza meccanica.

I criteri in base ai quali si definisce la durabilità del calcestruzzo fanno riferimento a:

- tipo e contenuto di cemento;
- rapporto  $a/c$ ;
- spessore del copriferro (nel caso di strutture armate, ordinarie e precomprese).

Questi criteri sono comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare dell'intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo di cemento, si abbassa il rapporto  $a/c$  e si aumenta lo spessore del copriferro. Pertanto, tenuto conto che il controllo di qualità dei calcestruzzi si basa sulla resistenza caratteristica a compressione, la durabilità è tanto più alta, quanto maggiore è la resistenza caratteristica.

#### **F.4 SPECIFICA DEL CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo viene specificato in riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita).

I dati fondamentali, da indicarsi sempre ed in conformità ai requisiti della norma UNI EN 206-1, sono:

- classe di resistenza ( $R_{CK}$ );
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza, indicando il relativo metodo di misura;
- diametro massimo dell'aggregato;
- rapporto acqua/cemento ( $a/c$ );
- tipologia strutturale (semplice, armato o precompresso).

Se richiesto dalla Direzione Lavori devono essere definite ulteriori caratteristiche quali:

#### **CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO FRESCO**

- tipo, classe e contenuto minimo di cemento;
- contenuto d'aria;
- contenuto di cloruri;
- sviluppo di calore durante l'idratazione;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- requisiti speciali per gli aggregati;
- requisiti speciali per la temperatura del calcestruzzo fresco;
- requisiti tecnici aggiuntivi.

#### CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO INDURITO

- resistenza alla penetrazione dell'acqua ai fini della permeabilità;
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo;
- resistenza all'azione combinata del gelo e di agenti disgelanti;
- resistenza agli attacchi chimici;
- requisiti tecnici aggiuntivi.

Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, si devono prendere in considerazione condizioni supplementari relative al trasporto e alle procedure di cantiere (tempo e frequenza delle consegne, trasferimento per pompaggio o per nastro trasportatore, etc.)

La composizione della pasta cementizia deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali e minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

Il calcestruzzo armato, ordinario o precompresso, deve contenere una quantità di cemento sufficiente per assicurare un adeguato grado di protezione dell'acciaio contro la corrosione.

## **F.5 CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA**

### ***F.5.1 Impianto di produzione***

L'impianto deve avere un'adeguata capacità di stoccaggio delle materie prime (cementi, aggregati, aggiunte, additivi) per garantire la continuità della produzione e senza interruzione dei getti, secondo il previsto programma dei lavori. Inoltre deve essere dotato di strumenti ed attrezzature idonee a garantire il costante controllo dei dosaggi.

### ***F.5.2 Stoccaggio delle materie prime***

I materiali di tipo diverso devono essere movimentati e stoccati in modo da evitare miscele, contaminazioni o deterioramento.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### CEMENTO

Il cemento può essere approvvigionato all'impianto di confezionamento in sacchi o sfuso. In particolare:

- sfuso: deve essere conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta verso l'umidità atmosferica. Ciascun silos deve contenere un cemento di un unico tipo e unica classe e, a tale scopo, deve essere chiaramente identificato da idonei contrassegni.
- In sacchi: deve essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto in ambiente chiuso. I sacchi di cemento di diverso tipo e classe devono essere conservati separatamente e chiaramente identificabili.

Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza; per ciascuna struttura si deve impiegare cemento di un unico tipo e classe.

### AGGREGATI

Gli aggregati possono essere stoccati in tramogge o in cumuli e devono essere chiaramente identificabili mediante idonei contrassegni.

Il luogo di accumulo a terra degli aggregati deve essere di dimensioni adeguate per consentire l'immagazzinamento delle pezzature tra loro separate, in modo da impedirne la frammistione. La superficie di appoggio di ogni cumulo deve essere conformata in modo da consentire il naturale allontanamento delle acque meteoriche e di percolazione.

Nel caso in cui l'impianto sia dotato di tramogge, il loro numero deve essere almeno pari al numero di classi granulometriche di volta in volta utilizzate.

### ACQUA D'IMPASTO

Nel caso in cui sia necessario l'accumulo di acqua d'impasto, questo deve essere realizzato mediante cisterne, serbatoi o bacini nei quali sia evitato il rischio di inquinamento con elementi dannosi al calcestruzzo.

In relazione alle condizioni ambientali, devono essere predisposte idonee protezioni per consentire all'acqua di mantenere una temperatura tale da assicurare che il calcestruzzo possa essere prodotto nelle adeguate condizioni.

### AGGIUNTE

Le aggiunte minerali devono essere conservate in

- ambienti chiusi idonei, se consegnate non sfuse (es. in sacchi),

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- silos, se consegnate sfuse in polvere,
- cisterne, se consegnate liquide.

I depositi devono essere chiaramente identificabili mediante idonei contrassegni e accuratamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Le aggiunte consegnate non sfuse devono essere conservate nelle confezioni originali sigillate, su cui devono essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso.

Non è consentito immagazzinare aggiunte di diverso tipo, miscelandole tra loro.

### ADDITIVI

Gli additivi consegnati sfusi devono essere depositati in cisterne opportunamente protette per limitare gli effetti dell'umidità ambientale e delle basse/alte temperature.

Se consegnati non sfusi, devono essere conservati nelle confezioni originali sigillate, su cui devono essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso, in ambienti chiusi idonei per la loro corretta conservazione.

I depositi devono essere chiaramente identificabili mediante idonei contrassegni e accuratamente protetti dall'umidità atmosferica, dalle basse/alte temperature e dalle impurità.

Non è consentito immagazzinare additivi di diverso tipo, miscelandoli tra loro.

### **F.5.3 Apparecchiature di dosaggio**

Per ogni miscela di almeno 1 m<sup>3</sup> di calcestruzzo, le caratteristiche delle apparecchiature di dosaggio devono essere tali da realizzare e mantenere, nelle normali condizioni operative, le tolleranze indicate nella Tabella F-2.

Se più impasti vengono miscelati o rimiscelati in betoniera, le tolleranze indicate in Tabella F-2 si applicano al carico complessivo.

<b>Materia prima</b>	<b>Tolleranza</b>
Cemento Acqua d'impasto Aggregato totale Aggiunte in quantità > 5% in massa rispetto al cemento	± 3% della quantità richiesta
Aggiunte in quantità ≤ 5% in massa rispetto al cemento	± 5% della quantità richiesta

Tabella F-2 Tolleranze previste per le materie prime.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

I cementi, gli aggregati e le aggiunte in polvere devono essere dosati in massa mediante pesatura. L'acqua d'impasto, gli aggregati leggeri, gli additivi e le aggiunte in forma liquida possono essere dosati in massa o a volume.

#### **F.5.4 Processo di produzione**

##### **F.5.4.1 Dosaggio delle materie prime**

Il cemento e le aggiunte in polvere possono essere dosati nello stesso dispositivo; l'acqua e le eventuali altre aggiunte liquide e gli additivi devono essere dosati con dispositivi separati, impiegati esclusivamente per ciascuno di essi.

Per le diverse classi granulometriche gli aggregati possono essere dosati per pesate singole o cumulative progressive.

Si deve eseguire la compensazione del peso delle sabbie, in relazione alla loro umidità, con conseguente variazione del quantitativo di acqua d'impasto immesso.

La compensazione del quantitativo di acqua d'impasto immessa con il peso degli aggregati grossi deve essere operata sulla base della percentuale di umidità corrispondente alle rilevazioni effettuate durante i più recenti controlli periodici effettuati sugli stessi.

##### **F.5.4.2 Miscelazione delle materie prime**

L'impasto deve avere le seguenti caratteristiche:

- coesività tale da poter essere trasportato e movimentato senza che si verifichi la segregazione dei singoli elementi;
- lavorabilità conforme a quella richiesta e riportata nel documento di trasporto.

La miscelazione può avvenire in betoniera o in miscelatore fisso.

#### **MISCELAZIONE IN BETONIERA**

Le betoniere devono essere in grado di ottenere una miscelazione intima dei componenti ed una consistenza del calcestruzzo uniforme nell'intero carico.

Al fine di garantire una corretta miscelazione occorre che:

- la betoniera non venga caricata per un volume di calcestruzzo superiore a quello indicato dal costruttore della macchina;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- i componenti dell'impasto, per quanto possibile, vengano immessi in modo uniforme durante il carico;
- al termine della fase di carico e prima di iniziare il trasporto, la betoniera ruoti alla massima velocità prevista dal costruttore della macchina per almeno 4 minuti.

#### MISCELAZIONE IN MISCELATORE FISSO

Per i miscelatori fissi, onde garantire la corretta miscelazione dell'impasto, la durata della miscelazione deve essere maggiore di 30 secondi.

Il tempo<sup>1</sup> e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre una miscela rispondente ai requisiti progettuali di omogeneità.

Per quanto non specificato, vale la norma UNI EN 206-1.

#### F.5.4.3 Movimentazione del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego, ed il suo scarico, deve essere effettuato con mezzi e attrezzature idonei al fine di evitare la segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo stesso.

Il trasporto del calcestruzzo al luogo d'impiego può avvenire con betoniere o autocarri.

#### TRASPORTO CON BETONIERA

Durante il trasporto e successivamente, in caso di attesa dello scarico, la betoniera deve rimanere costantemente in movimento.

In linea di massima, in relazione alle condizioni ambientali, salvo che non vengano previste idonee misure (quali l'aggiunta di additivi ritardanti), il calcestruzzo deve essere messo in opera entro 2 ore dal momento in cui è stata introdotta l'acqua d'impasto nella miscela (corrispondente all'ora di carico della betoniera).

In generale, non sono ammesse aggiunte di acqua o additivi alla consegna. In casi speciali è possibile aggiungere acqua d'impasto e/o additivi, sotto la responsabilità del Produttore, se ciò serve a riportare la consistenza al valore di specifica e purché non vengano superati i valori di specifica e l'aggiunta dell'additivo sia prevista nel progetto di miscela di calcestruzzo.

<sup>1</sup> Il tempo di miscelazione decorre da quando tutti i componenti del calcestruzzo sono all'interno del mescolatore in rotazione.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



La quantità e la tipologia di acqua e/o additivi da aggiungere alla consegna nella betoniera (ciò non è possibile se si utilizzano autocarri) devono essere riportata nel documento di consegna – trasporto.

Le betoniere devono essere soggette a manutenzione programmata periodica e tenute in buone condizioni operative, in modo che le proprietà del calcestruzzo non ne vengano negativamente influenzate.

### TRASPORTO CON AUTOCARRO

Il trasporto del calcestruzzo con autocarro può avvenire a condizione che:

- il calcestruzzo venga mescolato da un miscelatore fisso di impianto;
- il calcestruzzo abbia consistenza umida e la lunghezza del percorso e la sua accidentalità siano tali da non causare la segregazione dell'impasto;
- non siano stati immessi additivi aeranti;
- il cassone dell'autocarro sia a tenuta stagna ad evitare perdite di miscela;
- la messa in opera avvenga, in relazione alle condizioni ambientali, entro 20 – 40 minuti dall'immissione dell'acqua d'impasto nel miscelatore fisso.

La movimentazione in fase di messa in opera può avvenire con pompa o con nastro trasportatore.

### MOVIMENTAZIONE CON POMPA

La movimentazione del calcestruzzo mediante pompa non ne deve alterare la composizione.

Si raccomanda che la pompabilità risulti assicurata da:

- una corretta composizione granulometrica;
- un adeguato contenuto di parti fini;
- l'eventuale inserimento di aggiunte e/o additivazioni atte ad evitare aggiunte di acqua d'impasto.

E' assolutamente vietato aggiungere acqua d'impasto, additivi e qualsiasi altra sostanza nella tramoggia di alimentazione della pompa.

Nel caso di interruzione del flusso di pompaggio, per qualunque motivo, l'addetto alla pompa deve aver cura di procedere a frequenti brevi aspirazioni e spinte del calcestruzzo, al fine di tenerlo in movimento all'interno delle tubazioni.

Durante la messa in opera del calcestruzzo si raccomanda che:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- il terminale in gomma della pompa sia posto in posizione verticale per evitare la segregazione dell'impasto;
- nel caso di getti verticali, la tubazione della pompa venga fatta penetrare IL più possibile nel cassero per ridurre al minimo il rischio di segregazione dell'impasto;
- nel caso di getti su soletta, si eviti l'accumulo di rilevanti quantità di calcestruzzo.

#### MOVIMENTAZIONE CON NASTRO TRASPORTATORE

La movimentazione del calcestruzzo mediante nastro trasportatore deve essere tale da evitarne la segregazione.

A tal fine è indispensabile che:

- l'inclinazione del nastro sia tale da non causarne il riflusso del calcestruzzo a nastro fermo;
- la tensione del tappeto e la distanza tra i rulli sia tale da non causare evidenti sobbalzi alla massa del calcestruzzo;
- al termine del nastro, il calcestruzzo finisca in una tramoggia che ne permetta lo scarico verticale nel punto di messa in opera.

E' assolutamente vietato aggiungere acqua d'impasto, additivi e qualsiasi altra sostanza direttamente sul nastro.

#### F.5.4.4 Documento di consegna del calcestruzzo

Alla consegna del calcestruzzo, il Produttore deve fornire all'Impresa un documento di consegna su cui siano riportate le informazioni seguenti:

- numero di serie;
- denominazione dell'impianto di confezionamento;
- dichiarazione di conformità alle specifiche d'ordine e alla norma UNI EN 206-1;
- identificazione della betoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- data e ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- quantità (m<sup>3</sup>) di calcestruzzo fornito;
- classe di resistenza;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza o valore di riferimento;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- codice identificativo della ricetta impiegata per il confezionamento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- tipo, classe di resistenza e contenuto di cemento;
- rapporto a/c;
- dosaggio ed tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione Lavori per accettazione.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

## **F.6 CONTROLLO DI CONFORMITÀ DEL CALCESTRUZZO**

Il controllo della conformità comprende l'insieme di azioni e decisioni da prendere, in accordo con i criteri di conformità preliminarmente adottati, al fine di verificare la conformità del calcestruzzo alle specifiche.

Tale controllo è parte integrante del controllo del processo di produzione.

Le disposizioni riportate nel seguito del presente Paragrafo si applicano anche al calcestruzzo per elementi prefabbricati.

I criteri da adottare per la valutazione della conformità sono riportati nella norma UNI EN 206-1.

### ***F.6.1 Conformità per la resistenza a compressione***

Nel piano di campionamento e di prova e nei criteri di conformità del calcestruzzo o delle famiglie di calcestruzzi occorre distinguere tra

- produzione iniziale: la produzione si considera iniziale fino al raggiungimento di almeno 35 risultati di prova;
- produzione continua: la produzione si considera continua quando sono disponibili almeno 35 risultati di prova, ottenuti in un periodo di tempo non maggiore di 12 mesi.

Se la produzione di un calcestruzzo di composizione particolare, o di una famiglia di calcestruzzi, è stata sospesa per più di 12 mesi, il Produttore deve adottare il piano di campionamento e prova e i criteri di conformità previsti per la produzione iniziale.

Il Produttore può adottare il piano di campionamento e prova ed i criteri di conformità previsti per la produzione iniziale anche per la produzione continua.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

I campioni di calcestruzzo devono essere prelevati in maniera casuale e in conformità alla norma UNI EN 12350-1.

La frequenza minima di campionamento e di prova del calcestruzzo deve essere conforme a quanto indicato nel prospetto 13 della norma UNI EN 206-1.

Il risultato di prelievo deve essere quello ottenuto da un singolo provino o dalla media dei risultati ottenuti di due o più provini confezionati con il materiale di un unico prelievo e sottoposti a prova alla stessa età di maturazione.

### ***F.6.2 Conformità per proprietà diverse dalla resistenza***

I campioni di calcestruzzo devono essere prelevati in maniera casuale e in conformità alla norma UNI EN 12350-1.

La frequenza minima di campionamento e i metodi di prova del calcestruzzo devono essere conformi a quanto indicato nei prospetti 17 e 18 della norma UNI EN 206-1.

## **F.7 CONTROLLI DI PRODUZIONE**

Le materie prime, le apparecchiature, le procedure di produzione e il calcestruzzo devono essere, con riferimento alle specifiche ed ai requisiti riportate nella norma UNI EN 206-1, soggetti ad autocontrollo attuato mediante personale qualificato e la disponibilità di un laboratorio di riferimento correttamente attrezzato, allo scopo di fornire gli strumenti utili a:

- verificare la rispondenza delle materie prime impiegate alle norme vigenti e alle esigenze della propria produzione;
- progettare correttamente le miscele;
- controllare il livello qualitativo della produzione.

L'autocontrollo può essere demandato, purché in forma continuativa, ad una struttura esterna (laboratorio ufficiale).

Tutti i risultati devono essere registrati e conservati per almeno 2 anni.

### ***F.7.1 Controllo al ricevimento delle materie prime***

I componenti non devono essere impiegati senza prima essere stati controllati o senza che sia stata accertata la loro conformità ai requisiti specificati.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Le prove devono essere effettuate seguendo le indicazioni delle norme di prova e le frequenze minime riportate nel prospetto 22 della norma UNI EN 206-1.

Per ciascuna prova deve essere redatto un apposito verbale.

### **F.7.2 Controllo del calcestruzzo**

Le prove sul calcestruzzo devono essere effettuate seguendo le indicazioni delle norme di prova e le frequenze minime riportate nel prospetto 24 della norma UNI EN 206-1.

Per ciascuna prova deve essere redatto un apposito verbale.

### **F.7.3 Controllo delle apparecchiature**

Deve essere predisposto un programma dei controlli delle tarature degli strumenti e delle apparecchiature utili al dosaggio delle materie prime (bilance, dosatori degli additivi, misuratori dell'acqua d'impasto, etc.) che rispetti le frequenze minime riportate nel prospetto 23 della norma UNI EN 206-1.

## **F.8 CONTROLLI AL RICEVIMENTO DEL CALCESTRUZZO IN CANTIERE**

Ai fini del controllo di accettazione, i prelievi, il confezionamento dei cubetti, la loro stagionatura devono essere eseguiti nel rispetto delle relative norme UNI in vigore all'atto dell'Appalto.

Per ogni prelievo effettuato, deve essere redatto un verbale redatto anche dal personale delegato dal Produttore al momento della consegna del calcestruzzo, chiamato ad assistere al prelievo.

E' compito e responsabilità dell'Impresa:

- verificare che gli elementi contenuti nel documento di consegna corrispondano alle prescrizioni richieste e respingere il carico in caso di loro mancata corrispondenza;
- controllare che tipo e diametro massimo dell'aggregato corrispondano a quanto richiesto e in caso di difformità, respingere IL carico;
- controllare che la consistenza del calcestruzzo consegnato sia corrispondente a quanto richiesto e specificato sul documento di consegna e in caso di non conformità, respingere il carico.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **F.9 POSA IN OPERA DELLE MISCELE**

La posa in opera del calcestruzzo deve essere eseguita con ogni cura e a regola d'arte dopo aver preparato accuratamente le casseforme, gli scavi da riempire ed i piani di posa e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, etc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni degli elaborati progettuali e di capitolato.

I getti, che devono risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto, possono essere iniziati solo dopo la verifica delle casseformi, degli scavi e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Si avrà cura che, in nessun caso, si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma o scavo e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

Nel caso della trincea di ancoraggio si avrà un unico strato orizzontale di spessore pari a 15 cm, come da progetto.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare un metro.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli necessari a raggiungere la compattazione ottimale della miscela, approvati preventivamente dalla Direzione Lavori. La vibrazione del calcestruzzo dovrà proseguire fino a che praticamente cessi la fuoriuscita di bolle d'aria senza provocare segregazione.

Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi adeguatamente con malta cementizia immediatamente dopo il disarmo ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando, in ogni caso, che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico della Impresa.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 5 mm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Dal Giornale Lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa deve tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo successivamente (ad esempio con l'impiego di un vibratore).

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del calcestruzzo.

Qualora il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento; l'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

### **F.9.1 Stagionatura**

La stagionatura è un insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente, privo di fessure e durevole. Mediante un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, IL calcestruzzo può raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa ed in particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento, i seguenti fenomeni:

- essiccazione della superficie del calcestruzzo, per evitare che gli strati superficiali diventino porosi;
- congelamento dell'acqua di impasto prima che IL calcestruzzo abbia raggiunto un adeguato grado di indurimento;
- movimenti differenziali dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, in quanto possono essere causa di fessurazioni.

La stagionatura deve avvenire a temperatura ambiente, nell'intervallo di 5–35°C con esclusione di qualsiasi intervento esterno di riscaldamento o raffreddamento, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori e/o progettuale.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

A getto ultimato, l'Impresa deve curare, a sua cura e spese, la stagionatura per evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 7 giorni dal getto per mezzo di:

- prodotti antievaporanti, conformi alle norme UNI 8656:1984 + FA 219-87:1987 "Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti" e approvati dalla Direzione Lavori, da applicare a spruzzo subito dopo il getto;
- continua bagnatura;
- altri idonei sistemi, sempre previa approvazione della Direzione Lavori.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata a cura della Direzione Lavori e a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

Durante il periodo della stagionatura, l'Impresa, a sua cura e spese, deve proteggere i getti da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti deve essere effettuata solo quando sono state sicuramente raggiunte le resistenze prescritte negli elaborati progettuali.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa deve attenersi a quanto prescritto dal D.M. 09/01/96 e successivi aggiornamenti e norme tecniche.

## ***F.9.2 Casseformi e finitura***

La superficie esterna dei getti in calcestruzzi deve essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, macchie, etc. che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza, sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera (ove richiesto).

### ***F.9.2.1 Casseformi***

Le casseforme devono essere rigide e a perfetta tenuta, per evitare la fuoriuscita della pasta cementizia. Inoltre devono essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa deve provvedere, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Nel caso siano impiegate cassetture a perdere inglobate nell'opera, si deve verificare la sua funzionalità (se è elemento portante) e che non sia dannosa per l'estetica o la durabilità (se è elemento accessorio).

#### *F.9.2.2 Disarmanti*

L'Impresa deve impiegare prodotti disarmanti aventi requisiti di cui alle specifiche della norma UNI 8866-1:1986 + A1:1989 "Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione". Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseformi.

L'Impresa deve controllare che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie della struttura; a tale scopo si devono impiegare prodotti efficaci per la loro azione specifica; è vietato l'impiego di lubrificanti di qualsiasi natura e olii esausti.

#### *F.9.2.3 Riprese di getto*

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti con soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata con opportuni additivi di ripresa come specificato nelle tavole di progetto. L'Impresa, prima dell'utilizzo fornirà la documentazione tecnica relativa a tali additivi, se diversi da quelli previsti, per l'approvazione della Direzione Lavori.

#### *F.9.2.4 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari*

L'Impresa ha a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, sede di tubi e di cavi, opere di interdizione, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così indicate dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Per l'assistenza alla posa in opera di apparecchi forniti e posti in opera da altre Ditte, l'Impresa sarà compensata con i relativi prezzi di elenco.

#### F.9.2.5 Tolleranze sulle strutture dei getti

L'Impresa è tenuta ad osservare le tolleranze di seguito indicate, salvo diversamente specificato dalla Direzione Lavori.

Le opere od elementi strutturali che presentino, rispetto alle dimensioni di progetto, differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o se necessario demolite e ricostruite ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

In conseguenza di ciò l'Impresa non può pretendere alcun indennizzo né riceverà alcun compenso per i lavori di demolizione o rifacimento restando peraltro responsabile di ogni eventuale ritardo.

	<b>altezza h</b>	<b>totale max</b>
Variazione della verticale per superfici di pilastri, pareti, spigoli e giunti	sino a 3 m	0,5 cm
	sino a 6 m	1,0 cm
	sino a 25 m	2,0 cm
Variazione di misure in altezza tra pavimento e soffitto	sino a 3 m	0,5 cm
	sino a 6 m	1,0 cm
	sino a 25 m	2,0 cm
Variazione rispetto alle quote di progetto		1,0 cm
Variazione di misure planimetriche nella posizione reciproca di travi-pilastri e pareti	per h > 6 m	1,0 cm
	per h > 15 m	2,5 cm

## F.10 ACCIAIO DI ARMATURA

L'Impresa deve osservare le prescrizioni di cui ai punti 2.2 "Acciaio da c.a." e 2.3 "Acciaio da c.a.p." del D.M. del 09/01/1996 "Norme Tecniche per le opere in c.a. e c.a.p. ed in acciaio", e successive modifiche, nonché al punto 1.1 dell'Allegato 4 del citato Decreto.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Gli acciai da impiegare devono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche del citato decreto.

Le barre in acciaio che l'Impresa deve impiegare sono del tipo ad aderenza migliorata - FeB44k controllate in Stabilimento, escludendo i tipi FeB38k e acciaio tondo liscio.

In particolare le barre impiegate devono essere saldabili e marchiati dal Produttore.

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori la documentazione di qualificazione prevista dalle normative vigenti.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere le barre controllate in Stabilimento. Anche in questo caso i campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, ad un laboratorio ufficiale. Di tale operazione deve essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal D.M. del 09/01/1996 e successivi aggiornamenti.

La Direzione Lavori può dare il benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere, soltanto dopo aver ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si deve come indicato nel D.M. del 09/01/1996 e successivi aggiornamenti e norme tecniche relative.

### ***F.10.1 Acciai per barre ad aderenza migliorata***

L'Impresa fornirà alla Direzione Lavori la documentazione di qualificazione dell'acciaio per barre ad aderenza migliorata (Fe B44k controllato in Stabilimento) così come previsto dalle normative vigenti.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere anche le barre controllate in Stabilimento. Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, ad un laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà il benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14.2.1992 e successivi aggiornamenti e norme tecniche relative.

### ***F.10.2 Posa in opera***

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi, dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0.6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua.

## **F.11 UNIONI E GIUNTI**

Per "unioni" si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

Per "giunti" si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguirsi con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità (sia in elevazione che in fondazione) onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e/o di eventuali assestamenti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

I giunti dovranno essere ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, etc.)affioranti in faccia, vista secondo linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno riportate negli elaborati di progetto; nel caso in cui non siano specificate, tali prescrizioni saranno stabilite dalla Direzione Lavori o sottoposte dall'Impresa alla Direzione Lavori per accettazione.

I giunti dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, in quanto si è tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco. Solo nel caso in cui è previsto in progetto che IL giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi prevederà espressamente le voci relative alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specifiche di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti di tenuta e/o di copertura dei giunti possono essere costituiti da:

- elastomeri a struttura
- etilica (stirolo, butadiene);
- paraffinica (butile);
- complessa (silicone, poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene);
- elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene);
- cloruro di polivinile;
- sigillanti.

I giunti aventi superfici affacciate dovranno garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Per le caratteristiche prestazionali richieste, si rimanda al Paragrafo F.9.2.3.

### **F.11.1 Sigillanti**

L'introduzione di giunti nelle strutture in c.a. crea delle aperture che dovranno essere sigillate, al fine di impedire il passaggio di gas, liquidi o di altre sostanze indesiderate all'interno e/o attraverso le stesse, nonché la penetrazione di vento e pioggia. Nei serbatoi, nei canali, nelle condotte e nelle vasche, i giunti dovranno essere sigillati per impedire la fuoriuscita del contenuto. Inoltre, nella maggior parte delle strutture esposte all'azione degli agenti atmosferici, il calcestruzzo stesso dovrà essere protetto dalle conseguenze dannose provocate dai fenomeni di gelo e disgelo, di bagnatura e asciugatura, percolazione od erosione causati da qualsiasi afflusso concentrato o

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

eccessivo d'acqua e/o percolato, in corrispondenza dei giunti. Occorre impedire che sostanze solide estranee, tra cui il ghiaccio, si raccolgano nei giunti aperti; in caso contrario, i giunti non riusciranno a chiudersi liberamente in seguito. Qualora ciò accadesse, potrebbero generarsi elevate tensioni con conseguente innesco del processo di degrado del calcestruzzo.

Per impedire la penetrazione di liquidi (a volte in pressione), solidi o gas e proteggere il calcestruzzo dal degrado si dovranno impiegare sigillanti.

I sigillanti dovranno assolvere la loro funzione in presenza di ripetuti movimenti di contrazione e dilatazione, con il giunto che si apre e si chiude, ed esposti a condizioni di caldo, freddo, umidità, radiazione solare e ad agenti chimici aggressivi.

Nella maggior parte delle strutture in calcestruzzo, tutti i giunti tra calcestruzzo e calcestruzzo (di contrazione, dilatazione e costruzione), e il perimetro delle aperture lasciate per altri scopi, richiedono una sigillatura.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare:

- la tenuta ai liquidi;
- l'elasticità sotto le deformazioni previste, cioè il diagramma sforzo-deformazione (allungamento) dovrà essere compatibile con le deformazioni elastiche del supporto;
- un'aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primer;
- la compatibilità chimica con il supporto al quale è destinato;
- la resistenza agli specifici aggressivi chimici;
- la durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni d'impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

I sigillanti verranno considerati al momento della fornitura. La Direzione Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa.

L'accettazione si intende comprovata quando il prodotto risponde alle specifiche di progetto o alle norme UNI e/o è in possesso di attestati di conformità, in loro mancanza si farà riferimento ai valori dichiarati dal Produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si dovrà far riferimento alle norme UNI vigenti.

Per le modalità operative, l'Impresa dovrà seguire quanto indicato dal Produttore o dalla Direzione Lavori.

## **F.12 MATERIALI PROTETTIVI PER I CALCESTRUZZI**

Si dovranno adottare sistemi protettivi superficiali sul calcestruzzo in grado di costituire uno schermo verso l'ambiente esterno, impedendo da un lato la penetrazione delle sostanze aggressive e dall'altro quella di acqua ed ossigeno, che contribuiscono alle reazioni che causano la degradazione.

I requisiti per i rivestimenti protettivi per calcestruzzo possono dividersi in diverse categorie:

- ◆ la capacità di isolare il calcestruzzo dagli aggressivi presenti nell'ambiente (capacità di barriera) si riferisce principalmente all'acqua liquida, agli ioni cloruro, all'anidride carbonica, ed all'ossigeno, che partecipano attivamente ai processi di corrosione.  
 Nei riguardi di queste sostanze la pellicola di protettivo deve naturalmente risultare il più possibile impervia. La pellicola dovrà risultare al contrario il più permeabile possibile al vapore d'acqua; in caso contrario con il variare della temperatura possono generarsi tensioni di vapore all'interfaccia pellicola calcestruzzo, capaci di causarne il distacco.
- ◆ l'aderenza al supporto di calcestruzzo, che naturalmente risulta essere una caratteristica molto importante, dovrebbe risultare elevata, anche in presenza di umidità nel calcestruzzo al momento dell'applicazione, fatto questo molto comune.
- ◆ la resistenza nei confronti degli agenti aggressivi dell'ambiente, cioè la loro durabilità, deve essere verificata nei confronti dell'irraggiamento solare, dei cicli di gelo-disgelo e di eventuale abrasione.
- ◆ devono essere in grado di mantenere integra la pellicola attraverso fessure già esistenti nel conglomerato, che normalmente variano d'apertura con le variazioni termiche e con il ritiro; più gravoso è il requisito di mantenere l'integrità attraverso fessure che si aprono dopo l'applicazione della pellicola sulla superficie del calcestruzzo, cioè la cosiddetta gap bridging ability.

La scelta del rivestimento protettivo più idoneo da adottarsi verrà definito dalla Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## H CARPENTERIA METALLICA

Sono incluse in questa categoria di fornitura tutti quegli elementi metallici di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte degli apparecchi o attrezzature.

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, tondo, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi devono appartenere a uno dei seguenti tipi:

- Fe 430;
- Fe 510

in base a quanto indicato dagli elaborati di progetto; in mancanza di particolari indicazioni si utilizzerà il tipo Fe 430.

Gli acciai inossidabili devono essere conformi alle caratteristiche di progetto e alle norme UNI riportate di seguito, nonché la normativa vigente in materia.

Gli acciai impiegati devono essere conformi alla normativa vigente in materia.

Di seguito si riportano alcune norme UNI di interesse:

- UNI EN 10025-1:2005 “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura”;
- UNI EN 10025-2:2005 “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali”;
- UNI EN 10025-3:2005 “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato”;
- UNI EN 10025-5:2005 “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica”;
- UNI EN 10277-1:2000 “Prodotti di acciaio finiti a freddo - Condizioni tecniche di fornitura – Generalità”;
- UNI EN 10277-2:2000 “Prodotti di acciaio finiti a freddo - Condizioni tecniche di fornitura - Acciai per impieghi generali”;
- UNI EN 10277-4:2000 “Prodotti di acciaio finiti a freddo - Condizioni tecniche di fornitura - Acciai da cementazione”;
- UNI EN 10305-1:2003 “Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi senza saldatura trafilati a freddo”;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



- UNI EN 10305-2:2003 “Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi saldati trafilati a freddo”;
- UNI EN 10305-3:2003 “Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi saldati calibrati a freddo”;
- UNI EN 10305-4:2003 “Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi senza saldatura trafilati a freddo per sistemi idraulici e pneumatici”;
- UNI EN 10305-5:2003 “Tubi di acciaio per impieghi di precisione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi saldati calibrati a freddo di sezione quadrata e rettangolare”;
- UNI EN 10088-1:1997 “Acciai inossidabili. Lista degli acciai inossidabili”;
- UNI EN 10088-2:1997 “Acciai inossidabili. Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali”;
- UNI EN 10088-3:1997 “Acciai inossidabili. Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella e profilati per impieghi generali”.

La bulloneria devono essere come indicato negli elaborati di progetto, in base alle norme CNR 10011, ma in ogni caso mai inferiori alla classe 6.6.

## **H.1 CERTIFICATI DEI MATERIALI FERROSI**

Per i materiali metallici, l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le fabbriche e fonderie fornitrici e presso i laboratori ufficiali in conformità alle norme vigenti (D.M. 14.2.1992 e relative norme tecniche).

La Direzione Lavori può a sua discrezione ordinare prelievi e prove di controllo nelle singole partite, a cura e spese dell'Impresa.

## **H.2 PREFABBRICAZIONE**

Quando necessario la prefabbricazione deve essere eseguita in Stabilimento.

Le strutture devono essere realizzate eseguendo le operazioni di saldatura e foratura dei singoli elementi in Stabilimento. Successivamente vengono zincati a caldo.

L'assemblaggio in opera deve avvenire unendo gli elementi solo con bulloni senza saldature, forature e modifiche.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **H.3 ZINCATURA DI PROFILATI METALLICI**

La zincatura di profilati, tondi e larghi, piatti, tubolari a freddo o scatolati sarà conforme alla norma UNI 5744:1966 "Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso".

La quantità di zinco non deve essere inferiore a 300 g/m<sup>2</sup> di superficie realmente coperta.

### **H.4 STRUTTURE IMPIEGATE**

Le strutture oggetto del presente Capitolato sono le seguenti:

- Canaletta semicircolare in acciaio zincato ed ondulata avente diametro 1000 mm.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## I TUBAZIONI

### I.1 TUBAZIONI LISCE IN HDPE

#### I.1.1 *Normativa di riferimento*

La normativa di riferimento per le tubazioni lisce è la seguente:

- UNI EN 12201-1:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità”;
- UNI EN 12201-2:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi”;
- UNI EN 12201-3:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi”;
- UNI EN 12201-4:2002 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole”;
- UNI EN 12201-5:2004 “ Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema”;
- UNI 7613:1976 + SS UNI E13.08.623.0:1998 “Tubi di polietilene ad alta densità' per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti”;
- UNI 7615:1976 “Tubi di polietilene ad alta densità'. Metodi di prova”;
- UNI 7616:1976 + A90:1979 “Raccordi di polietilene ad alta densità' per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova”;
- UNI EN 1092-1:2003 “Flange e loro giunzioni. Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN. Flange di acciaio”;
- UNI 11149:2005 “Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione”;
- UNI ENV 1046:2003 “Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Sistemi di adduzione d'acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati - Raccomandazioni per installazione interrata e fuori terra”.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### ***1.1.2 Caratteristiche generali***

I tubi, i raccordi, le valvole e tutti pezzi speciali impiegati devono essere prodotti con resine polietileniche ad alta densità (HDPE) e comunque sempre in conformità alle norme UNI EN 12201 – 1,2,3,4.

In particolare i materiali impiegati per la realizzazione di parti non in polietilene devono essere conformi alle relative norme vigenti all'atto della consegna del contratto.

Le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi devono essere lisce e prive di difetti superficiali (rigature, cavità, asperità, etc.) che possano compromettere la funzionalità degli stessi.

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

I tubi e i raccordi di polietilene devono essere solo di colore nero o blu, come previsto dalle norme UNI EN di cui sopra.

I tubi vengono forniti confezionati in rotoli (per piccoli diametri) e in barre (per diametri medio – grandi).

In particolare le tubazioni fessurate devono avere fessure realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo, occupando circa i 2/3 della circonferenza, alternandole tra loro in modo da ridurre la conseguente perdita di resistenza allo schiacciamento. Il numero e la posizione delle fessure viene deciso in fase progettuale e/o dalla Direzione Lavori.

Le forniture devono sempre essere accompagnate da specifica certificazione del Produttore, con riferimento al cantiere e al numero del documento di trasporto, attestante che per i materiali oggetto della fornitura sono state eseguite le prove e le verifiche previste dalle norme in vigore e/o dallo schema di certificazione imposto dall'IIP.

In ogni caso la Direzione Lavori può riservarsi, durante tutto il corso dei lavori, la facoltà di effettuare controlli sulla rispondenza alle normative vigenti, eseguire o fare eseguire dall'Istituto Italiano dei Plastici o a Laboratori specializzati di fiducia, analisi e controlli dei materiali proposti o di quelli già eventualmente forniti, su campioni scelti per quantità e tipo, a suo insindacabile giudizio.

I Produttori di tubi, raccordi, valvole e pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000 certificato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### ***1.1.3 Marcatura***

Tutti i tubi e raccordi devono essere marcati in modo permanente e leggibile senza ingrandimento, riportando tutte le informazioni relative alle caratteristiche dimensionali e di impiego, nonché i dati necessari alla rintracciabilità degli stessi. In particolare i tubi devono essere marcati almeno ogni metro lineare per tutta la loro lunghezza.

La marcatura minima richiesta deve riportare le indicazioni riportate di seguito.

#### TUBI

- Nome o simbolo del Produttore;
- Identificativo del marchio IIP/a;
- Numero della norma;
- Materiale e designazione (PE x);
- Dimensioni ( $D_N \times e_N$ );
- Serie (S) o Rapporto dimensionale normalizzato (SDR);
- Classe di pressione in bar (PN y);
- Data e/o codice di produzione.

#### RACCORDI

##### Sul raccordo stesso

- nome o simbolo del Produttore;
- identificativo del marchio IIP/a;
- diametro nominale e serie del tubo/SDR;
- data e/o codice di produzione.

##### Sull'etichetta

- numero della norma;
- materiale e designazione (PE X);
- classe di pressione in bar (PN Y);
- sistema di riconoscimento dei parametri di fusione (valido solo per raccordi a fusione).

### ***1.1.4 Criteri di accettazione***

La Direzione Lavori accetterà i materiali proposti solo dopo aver accertato la loro idoneità alla realizzazione dell'impianto in progetto, in rispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Speciale d'Appalto, ed in particolare che essi siano oggetto del marchio IIP-UNI con le limitazioni previste dalle norme di riferimento.

Solo a questo punto l'Impresa può approvvigionare i materiali in cantiere.

## **I.2 MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI**

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei raccordi, l'Impresa deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici (IIP).

### ***I.2.1 Trasporto***

Nel trasporto dei tubi i piani d'appoggio devono essere privi di asperità.

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

I tubi forniti in barre devono essere sostenuti per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo da non danneggiare in alcun modo i tubi.

### ***I.2.2 Carico, scarico e movimentazione***

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o con il braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di adeguate ampiezza.

Se invece queste operazioni vengono effettuate manualmente, l'Impresa deve evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

La Direzione Lavori deve assicurarsi che tutte le operazioni di carico, scarico e movimentazione avvengano correttamente.

Nel caso in cui alcuni tubi risultino danneggiati, devono essere identificati con la dicitura "da non usare" e segregati in apposita zona all'interno del cantiere. La Direzione Lavori deve quindi valutare le condizioni dei pezzi danneggiati e decidere sugli opportuni provvedimenti da prendere.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### ***1.2.3 Accatastamento dei tubi***

Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.

L'altezza d'accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m qualunque sia il diametro e lo spessore. I tubi in rotoli devono essere appoggiati orizzontalmente e l'altezza dell'accatastamento non deve superare i 2 m.

Limitatamente ai tubi di diametro esterno superiore a 500 mm, è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Al termine dell'accatastamento dei tubi in cantiere, l'Impresa deve assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire l'alloggiamento all'interno dei tubi di foglie, polvere, piccoli animali, acque meteoriche etc..

E' a cura e spese dell'Impresa il corretto posizionamento dei tubi , al fine di evitare ogni possibile incidente dovuto a non previsti movimenti degli stessi.

Qualora i tubi vengano accatastati all'aperto per lunghi periodi, l'Impresa deve proteggerli dalle radiazioni UV, a sua cura e spese.

### ***1.2.4 Conservazione dei raccordi, valvole e pezzi speciali***

L'Impresa deve predisporre, a sua cura e spese, tutte le misure necessarie affinché i materiali in polietilene approvvigionati e stoccati in cantiere siano riparati dalle radiazioni solari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con conseguente decadimento delle proprietà fisico-chimico-meccaniche.

I raccordi , le valvole e i pezzi speciali possono essere imballati in differenti modi, secondo la forma, la dimensione e il tipo di trasporto; se fossero forniti sfusi, l'Impresa deve aver cura di non accatastarli disordinatamente, così da evitare il danneggiamento per effetto degli urti tra loro e con eventuali materiali pesanti ivi presenti.

In particolare, i raccordi elettrosaldabili devono sempre essere forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggere da polveri, umidità, salsedine, raggi UV, etc.. In particolare si deve evitare la vicinanza di fonti di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari, fino all'atto del loro impiego.

Analoghe indicazioni valgono per la conservazione dei lubrificanti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **I.3 MODALITÀ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA**

Per la verifica e la posa in opera delle tubazioni, l'Impresa deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici (IIP).

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano ed installano le tubazioni in PVC-U inferiori a 0°C.

#### ***I.3.1 Scavo***

Lo scavo deve essere realizzato a sezione obbligata.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo che deve contenere.

La profondità minima di interramento deve essere di 1 m dal piano campagna, misurata dalla generatrice superiore del tubo, e in ogni caso valutata in funzione di eventuali carichi stradali e/o pericolo di gelo.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesto, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti, se non specificato diversamente negli elaborati di progetto.

Per le modalità di scavo si rimanda al Paragrafo C.5.

#### ***I.3.2 Letto di posa***

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo e stabile sul fondo dello stesso, lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere livellato con materiale granulare idoneo riportato negli elaborati di progetto oppure definito dalla Direzione Lavori. In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su di un letto con spessore non inferiore a 10 – 15 cm di materiale granulare e protette su tutta la loro circonferenza con identico materiale ben compattato.

Prima della posa dei tubi, l'Impresa deve compattare accuratamente il materiale granulare steso, avendo cura di rispettare le pendenze calcolate in fase di progetto.

Nel caso in cui i valori delle pendenze non fossero rispettati, è a cura e spese dell'Impresa, riportarsi a quei valori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



E' essenziale che il letto non sia molto rigido e che offra al tubo un sostegno buono e uniformemente distribuito.

### ***1.3.3 Posa in opera***

Prima della posa in opera, l'Impresa deve ispezionare singolarmente i tubi per scoprire eventuali difetti; inoltre gli eventuali raccordi, valvole, punte, bicchieri e guarnizioni devono essere integri. Nel caso in cui uno o più elementi non risultassero tali, è a cura e spese dell'Impresa, il ripristino con nuovi elementi integri.

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti e con adeguati mezzi d'opera, al fine di evitare deformazioni plastiche e/o danneggiamento alla superficie esterna dei tubi, e comunque solo dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi, in funzione delle prescrizioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

Eventuali variazioni possono essere consentite in presenza di ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi, non suscettibili di spostamento, e preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, deve preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della Direzione Lavori.

I tubi devono essere collocati nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni da parte della Direzione Lavori.

Nel caso in cui singole barre o tratti di condotta siano da realizzarsi fuori scavo, gli stessi devono essere calati nelle fosse con le prescritte precauzioni, previa predisposizione già citata del fondo.

I tubi vengono allineati inizialmente, tanto in senso planimetrico che altimetrico, ricalzandoli in vicinanza dei giunti. In seguito si deve fissare la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione, in modo che non si verifichino contro pendenze rispetto al piano di posa.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi, tubi e raccordi devono essere ricontrollati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità. Dopodiché i tubi devono essere fissati definitivamente nella loro posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea, senza l'impiego di cunei di metallo, di legno o pietrame.

Per i terminali dei tratti già collegati, che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, l'Impresa deve provvedere, a sua cura e spese, alla loro chiusura ermetica, per evitare l'introduzione di materiali estranei.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Gli organi d'intercettazione (valvole, saracinesche e simili) che con il loro peso possono sollecitare i tubi, devono essere sostenuti con idonei supporti, in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri o manicotti con diametro esterno maggiore di quello della condotta, devono essere accuratamente riempite, onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri, una volta terminata la posa della tubazione (valido solo per tubazioni in HDPE).

Non è necessario scavare le nicchie per l'alloggiamento dei bicchieri quando si utilizzano tubazioni corrugate con diametro esterno del bicchiere uguale al diametro esterno della condotta.

### ***1.3.4 Reinterri e riempimenti***

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, l'Impresa deve disporre sopra di essi uno strato di materiale granulare non inferiore a 10 – 15 cm misurati sulla generatrice superiore del tubo. Il materiale deve essere lo stesso di quello impiegato per la realizzazione del letto di posa delle tubazioni.

Oltre tale quota, il riempimento deve essere effettuato con il materiale proveniente dagli scavi, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm.

Il reinterro con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua.

Il compattamento dello strato fino a circa 2/3 del tubo deve essere eseguito a mano per formare strati successivi di 20 cm, avendo massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote al di sotto del tubo e che lo strato di rinfiacco tra tubo e parete sia continuo e compatto.

Il materiale granulare compattato deve presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiacciando la tubazione da ogni lato; in particolare il costipamento deve raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata.

La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

Tenuto conto che la tubazione, in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni a causa del suo coefficiente di dilatazione termico, se bloccato alle estremità prima del riempimento, si deve procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna. E' quindi preferibile che il riempimento venga fatto nelle ore meno calde della giornata;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- si procede sempre a zone di 20/30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si deve lavorare su tre tratte consecutive e quindi eseguire 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 del materiale granulare intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si può procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di 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 m 5-6 dal pezzo stesso.

Il riempimento successivo dello scavo può essere effettuato con il materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi di 20-30 cm, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici. La compattazione in sito del terreno di reinterro deve raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata.

L'Impresa deve posizionare, a sua cura e spese, opportuni nastri segnaletici lungo l'asse della condotta ad una distanza da essa di circa 30 cm, al fine di facilitarne l'esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione e/o lavori di scavo.

## **I.4 SISTEMI DI GIUNZIONE**

### **I.4.1 *Tubazioni in HDPE***

Le giunzioni dei tubi, dei raccordi e dei pezzi speciali di polietilene possono avvenire con due sistemi:

- per saldatura;
  - mediante elettrofusionione;
  - mediante procedimento ad elementi termici (saldatura testa a testa).
- per serraggio meccanico;
  - mediante giunto a bicchiere;
  - mediante anelli elastomerici;
  - mediante filettatura;
  - mediante giunti metallici;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- mediante raccordi in materiale termoplastico;
- per flangiatura.

Le saldature di qualunque tipologia devono essere eseguiti esclusivamente da personale specializzato, munito di certificato di abilitazione all'esecuzione di giunti saldati sui tubi di materia plastica, di cui alla norma UNI 9737/1997 " Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con i procedimenti ad elementi termici per contatto con attrezzatura meccanica e a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

#### *I.4.1.1     Attrezzature impiegate*

##### *I.4.1.1.1    Tipologia*

Le attrezzature per la lavorazione e la posa di tubazioni di PE si distinguono in:

- attrezzature per saldare;
- attrezzature complementari.

Le attrezzature per saldare devono essere del tipo:

- saldatrici ad elementi termici per contatto (norma UNI 10565);
- saldatrice per elettrofusione (norma UNI 10566);
- saldatrice a termoelemento per saldare nel bicchiere.

Le attrezzature complementari sono quelle utilizzate per la lavorazione e la preparazione dei pezzi da saldare (raschiatori, tagliatubi, allineatori, morsetti, perforatori, riarrotondatori e posizionatori per prese, chiavi , etc.).

Le saldatrici e tutte le attrezzature, che l'Impresa ritiene opportuno impiegare per il montaggio delle tubazioni in HDPE, devono sempre e comunque essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

##### *I.4.1.1.2    Sicurezza e rispetto della normativa elettrica*

Poiché le operazioni di saldatura vengono eseguite per lo più in ambienti umidi (trincee) e, in alcuni casi, anche in presenza di acqua, l'Impresa deve impiegare solo saldatrici alimentate elettricamente certificate, in modo da garantire l'incolumità e la sicurezza del personale addetto.

Per quanto sopra, le saldatrici devono essere costruite ed usate nel rispetto delle seguenti norme:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- norma CEI 107/1 “Norme generali di sicurezza per gli apparecchi elettrotermici d’uso domestico e similare”;
- norma CEI 107/50 “Ferri per saldare e apparecchi simili - Norme particolari di sicurezza”;
- norma CEI 64/8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c”.

#### I.4.1.2 Saldatura per elettrofusione

Questo sistema di saldatura consente collegamenti fra tubo e tubo, fra tubo e raccordo, mediante un elemento con resistenza elettrica incorporata (manicotti elettrici).

E' di semplice realizzazione e facilmente attuabile, soprattutto per diametri medio-piccoli; inoltre non richiede la totale omogeneità tra tubi e/o raccordi da collegare.

La saldatura viene realizzata con l'ausilio di manicotti elettrici i quali, prodotti per stampaggio, contengono delle resistenze in grado di fondere il materiale delle superfici di contatto tra tubo o raccordo e manicotto.

La saldatura viene effettuata inserendo le estremità del tubo o del raccordo nelle apposite sedi del manicotto e collegando le resistenze di quest'ultimo alla relativa saldatrice.

Per l'esecuzione della saldatura per elettrofusione, l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI 10521 “Saldatura di materie plastiche. 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”.

##### I.4.1.2.1 Saldatrici

Le saldatrici sono costituite da un dispositivo erogatore di energia che può essere a comando manuale, semiautomatico o automatico, caratterizzando i vari tipi di saldatrici. Questi dispositivi regolano la quantità di energia in funzione a quanto viene loro richiesto dal circuito elettrico incorporato nell'elemento elettrosaldabile.

Ogni saldatrice deve essere impiegata solamente per i raccordi elettrosaldabili per cui è stata abilitata; infatti non è possibile saldare elementi elettrosaldabili con saldatrici appartenenti a sistemi diversi.

Sono in commercio specifiche apparecchiature polivalenti che consentono di saldare elettrosaldabili appartenenti a diversi sistemi, in quanto l'impostazione dei dati di saldatura avviene in maniera automatica, mediante l'ausilio di codici a barre, carte magnetiche o sistemi equivalenti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

In ogni caso queste saldatrici devono essere dotate di dispositivi in grado sia di verificare la resistenza elettrica degli elettrosaldabili prima della saldatura, che di intervenire automaticamente per l'interruzione dell'energia, a saldatura avvenuta.

Per eseguire la saldatura per elettrofusione è inoltre richiesto l'impiego di attrezzature quali tagliatubi, raschiatori di tipo manuale o meccanico, allineatori, riarrotondatori, posizionatori per prese a settore.

Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10566 "Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), mediante raccordi elettrosaldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti".

#### I.4.1.2.2 Preparazione per la saldatura

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa deve eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

#### VERIFICA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI

La saldatura deve essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5 °C e +40 °C.

Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

L'esecuzione delle saldature deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto; in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

#### CONTROLLO DEI MATERIALI

L'Impresa deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli, sbecature o altro: eventuali discontinuità devono essere eliminate asportando per taglio, IL tratto del tubo che lo contiene.

Si devono correggere eventuali ovalizzazioni dei tubi superiori all'1,5%, mediante appositi congegni arrotondatori e/o allineatori, al fine di riportare le dimensioni entro i valori normati; non è

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

comunque ammesso il riscaldamento delle estremità per recuperare eventuali ovalizzazioni o ridurre la curvatura dei tubi.

Infine si deve verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione di plastica per evitare l'effetto di correnti d'aria durante la fase di saldatura.

### PREPARAZIONE DEGLI ELEMENTI DA SALDARE

Le superfici interna ed esterna dei tubi devono essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre o carta morbida e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, alcole etilico, tricloroetano o clorotene).

Su tutta la superficie esterna da saldare, sia dei tubi che dei codoli dei raccordi, si deve asportare lo strato di ossidazione superficiale mediante appositi raschiatori automatici, semiautomatici o manuali. Non è consentito l'utilizzo di tela smeriglio, raspe o altri attrezzi di fortuna per l'asportazione.

La lunghezza del tubo sottoposto a raschiatura deve risultare maggiore della lunghezza del raccordo elettrosaldabile per un tratto di almeno 10 mm di ciascuna estremità. Questa operazione deve essere eseguita in modo omogeneo ed uniforme su tutta la superficie esterna del tubo interessata alla saldatura e realizzata per una profondità di:

- 0,1 mm per tubi con diametri uguali o inferiori a 63 mm;
- 0,2 mm per tubi con diametri superiori a 63 mm;

Il raccordo elettrosaldabile non deve essere sottoposto a raschiatura.

### POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DA SALDARE

Prima di inserire il raccordo elettrosaldabile, si deve segnare sulle testate da congiungere la profondità d'inserimento dell'elettrosaldabile mediante una matita cerosa per circa 1/3 della circonferenza degli elementi da congiungere.

Inserire quindi le testate nell'elettrosaldabile e bloccare la giunzione nell'allineatore.

Infine verificare il corretto inserimento dell'elettrosaldabile sugli elementi da saldare e la loro coassialità.

### SALDATURA

L'Impresa deve eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Le parti saldate devono rimanere bloccate fino al completamento dell'operazione di saldatura ed essere mantenute tali fino a raffreddamento avvenuto per un tempo comunque non inferiore a 20 minuti, evitando tutte le possibili sollecitazioni esterne.

L'Impresa deve registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

#### *1.4.1.3 Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa)*

Questo sistema di saldatura consente l'esecuzione di giunzioni di due prodotti (tubi e/o raccordi) di uguale spessore, mediante l'impiego di saldatrici ad elemento termico per contatto (saldatrice a piastra).

Sono eseguite normalmente fuori scavo e, quando le condizioni lo consentono, anche entro lo scavo. E' idonea soprattutto per grandi diametri.

La saldatura viene realizzata con l'ausilio di una saldatrice a piastre composta da ganasce per bloccare ed allineare le estremità dei tubi da saldare, una fresa per spianare e rifinire le testate, da una piastra riscaldata che mediante contatto fonde alcuni mm di PE sulle testate affinché realizzino la saldatura.

Seguendo un opportuno ciclo le estremità delle tubazioni vengono rifinite, riscaldate fino allo stato plastico, per contatto con la termoplastra, e quindi unite a pressione fino ad ottenere un corpo unico.

Per l'esecuzione della saldatura mediante elementi termici di contatto, l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI 10520 " Saldatura di materie plastiche. 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".

##### **1.4.1.3.1 Saldatrici**

Le saldatrici sono costituite da un basamento (telaio), da due elementi di guida e da due carrelli, uno mobile ed uno fisso, su ognuno dei quali trovano posto almeno due ganasce.

La pressione per la traslazione del carrello scorrevole viene fornita da una centralina con pompa e distributore a funzionamento manuale o elettroidraulico.

Sono vietate le macchine saldatrici in cui la traslazione delle morse avviene per movimento meccanico manuale e la pressione di saldatura avviene mediante molle.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



La fresa utilizzata per la spianatura delle testate deve essere elettrica, atta in ogni caso a lavorare le testate da saldare in maniera piana ed ortogonale all'asse del tubo e/o raccordo.

Il termoelemento (termoplastra) deve mantenere una temperatura costante, sulle superfici piane ricoperte con appropriati rivestimenti antiaderenti.

In ogni caso le attrezzature impiegate devono garantire:

- una perfetta coassialità delle testate;
- un adeguato pianparallelismo delle superfici da saldare;
- la regolazione e il controllo dei parametri di saldatura (pressione, temperatura, tempo).

Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10565 " Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa/testa di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti".

#### I.4.1.3.2 Preparazione per la saldatura

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa deve eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

#### VERIFICA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI

La saldatura deve essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5 °C e +40 °C.

Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

L'esecuzione delle saldature deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto; in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

#### CONTROLLO DELLA SALDATRICE

Oltre alle verifiche di integrità e funzionamento sulla centralina idraulica, fresatrice e strumentazione, si deve controllare l'efficienza della termoplastra.

La massima differenza ammessa tra la temperatura impostata e quella rilevata in un punto qualunque del termoelemento con un termometro digitale tarato non deve essere superiore a  $\pm 10^\circ\text{C}$ .

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### CONTROLLO DEI MATERIALI

L'Impresa deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli e graffiature rilevanti e che siano rispettate le tolleranze relative allo spessore, al diametro esterno "qualunque" e all'ovalizzazione massima consentita dalle norme di prodotto applicabili.

Nel caso in cui l'ovalizzazione risultasse eccessiva, si può fare uso di attrezzi arrotondatori; non è comunque ammesso il riscaldamento delle estremità.

Inoltre deve verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione.

### PREPARAZIONE DELLE TESTATE

Le testate devono essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, tricloroetano o clorotene);

Si deve controllare scrupolosamente che:

- il disassamento massimo fra le due teste non sia superiore al 10% dello spessore degli elementi da saldare, con un massimo di 2 mm;
- il pianparallelismo delle superfici spianate, avvicinando le parti, non presenti in nessun punto una luce superiore a:
  - 0,3 mm fino a De 200 mm
  - 0,5 mm fino a De 400 mm
  - 1,0 mm oltre De 450 mm

Nel caso in cui uno dei due controlli non risultasse soddisfacente, l'Impresa deve procedere nuovamente alle fasi di serraggio, fresatura ed eventuale pulizia, al fine di garantire il buon allineamento delle testate.

### SELEZIONE DEI PARAMETRI DI SALDATURA

I parametri di saldatura dipendono dallo spessore dei tubi e raccordi impiegati ed in particolare:

- la temperatura del termoelemento deve essere pari a:
  - $T = 210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ , per spessore  $\leq 12$  mm;
  - $T = 200^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ , per spessore  $> 12$  mm.
- I valori delle spinte da applicare:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- per le fasi di preriscaldamento e saldatura i valori della pressione devono essere tali per cui le superfici a contatto siano soggette ad una pressione pari a  $0,15 \text{ N/mm}^2$ , riferita alla superficie della corona circolare del tubo.
- per la fase di riscaldamento il valore della pressione deve essere tale per cui le superfici a contatto siano sempre soggette ad una pressione non superiore a  $0,02 \text{ N/mm}^2$ , riferita alla superficie della corona circolare del tubo.

I valori di pressione, che dipendono dal tipo di saldatrice impiegata, si possono ricavare direttamente dalle tabelle fornite dal Costruttore oppure possono essere calcolati conoscendo la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando.

- Le indicazioni fornite dal manometro della saldatrice devono corrispondere alle spinte calcolate o alle pressioni indicate dalla tabella: le pressioni di preriscaldamento ( $P_1$ ) e di saldatura ( $P_5$ ) devono essere aumentate del valore dell'attrito (pressione di trascinamento) che la macchina incontra, sia per l'avvicinamento delle testate, sia per il trascinamento della barra e/o raccordo da saldare.

La pressione di trascinamento è la minima pressione letta sul manometro che permette il movimento relativo delle due testate precedentemente fissate al supporto mobile della saldatrice. Il suo valore dipende principalmente dal peso degli elementi da unire e non deve risultare superiore al valore delle pressioni  $P_1$  e  $P_5$ . Si misura sperimentalmente, e deve sempre essere verificata dall'operatore prima di ogni saldatura.

#### I.4.1.3.3 Ciclo di saldatura

La saldatura deve essere eseguita seguendo le fasi del ciclo di saldatura riportate di seguito. In particolare:

##### Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento delle testate

In fase di preriscaldamento le superfici di saldatura devono essere premute contro il termoelemento con una forza di  $0,15 \text{ N}$  per ogni  $\text{mm}^2$  di superficie della corona circolare interessata alla saldatura, a cui va aggiunta la pressione di trascinamento, fino al formarsi di un cordolo regolare su tutta la circonferenza, la cui dimensione è specificata nelle tabelle approntate dal Costruttore della saldatrice, così come tutti i tempi necessari al procedimento ( $t_1, t_2, t_3, t_4, t^5$ )

##### Fase 2: Riscaldamento

Durante la fase di riscaldamento, le superfici devono aderire al termoelemento ad una pressione minima ( $0,02 \text{ N/mm}^2$ ).

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### Fase 3: Rimozione del termoelemento

Trascorso il tempo di riscaldamento  $t_2$ , le superfici di saldatura devono essere allontanate rapidamente dal termoelemento, che deve essere tolto e quindi riavvicinate in un tempo  $t_3$ .

### Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura

Avvenuto l'avvicinamento delle superfici di saldatura, la pressione deve essere aumentata gradualmente e senza sbalzi in un tempo  $t_4$ , fino a  $0,15 \text{ N/mm}^2$  a cui va aggiunta la pressione di trascinamento.

### Fase 5: Saldatura

Il tempo  $t_5$  necessario per raggiungere la pressione ottimale è correlato allo spessore del tubo.

### Fase 6: Raffreddamento

Si deve evitare nel modo più assoluto qualsiasi raffreddamento brusco della saldatura (ottenuto, ad esempio, con aria o acqua).

Al termine del tempo di saldatura in pressione è possibile liberare il tubo dalle ganasce, avendo cura di non sottoporlo ad apprezzabili sollecitazioni fino al raffreddamento completato. In questo periodo si deve, inoltre, provvedere a proteggere la zona di saldatura dagli agenti atmosferici (pioggia, vento, umidità, eccessivo irraggiamento solare, etc.).

I tempi e le pressioni di preriscaldamento, riscaldamento e saldatura sono rilevabili dalla tabella della macchina e sono validi a temperatura ambiente ( $20^\circ\text{C}$ ) in assenza di correnti d'aria.

Il cordolo formatosi durante la saldatura deve essere, per quanto possibile, regolare ed uniforme e deve corrispondere alle dimensioni previste dalla tabella della norma UNI 10520.

L'Impresa deve eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice.

L'Impresa deve registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

#### 1.4.1.4 Giunto a bicchiere

Tale giunzione è idonea solo per basse pressioni di esercizio.

il giunto a bicchiere stampato in PE viene saldato in Stabilimento su una delle estremità della barra del tubo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Il bicchiere presenta una forma leggermente svasata tale da poter ricevere l'estremità opposta di un altro tubo.

La tenuta viene realizzata comprimendo nello spazio tra parete del tubo e quella del bicchiere un'ideale guarnizione.

#### *1.4.1.5 Anello elastomerico*

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionali nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed eventualmente alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo. I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento, mentre sopra il suolo possono essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

#### *1.4.1.6 Filettatura*

I giunti sono composti da innesti filettati Maschio/Femmina che vengono saldati in Stabilimento sulle estremità della barra del tubo.

L'avvitamento deve essere effettuato fino in fondo, ma senza forzare eccessivamente.

Questo sistema è consigliato per la posa dei tubi impiegati per la captazione del biogas.

#### *1.4.1.7 Giunti metallici*

Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione e a innesto. Alcuni non effettuano il graffaggio del tubo esterno (es. giunti universali o dedicati) , altri presentano un sistema di graffaggio antisfilamento sulla circonferenza esterna del tubo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

#### *1.4.1.8 Raccordi in materiale termoplastico*

Vengono usati vari tipi di raccordi a compressione in materiale termoplastico, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

Comunque i giunti devono rispondere ai requisiti prescritti dalla norma 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" e pertanto verificati con i relativi metodi di prova prescritti nella norma UNI 9562 "Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova".

#### *1.4.1.9 Giunzioni mediante flangiatura*

##### *1.4.1.9.1 Flangiatura a saldare*

Si usano flange scorrevoli infilate su collari in PE saldabili mediante saldatura ad elementi termici per contatto o per elettrofusione.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio dal fornitore dei tubi.

Le flange vengono quindi collegate con bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, utilizzando idonee guarnizioni. L'inserimento di guarnizioni è consigliata in tutti i casi.

Le flange, a seconda dell'uso della condotta, possono essere di materiale metallico o termoplastico; a collegamento avvenuto, flange e bulloni possono essere convenientemente protetti contro la corrosione.

##### *1.4.1.9.2 Flangiatura a compressione*

Si possono utilizzare flange mobili a serraggio meccanico dotate di guarnizione conica in cui inserire il tubo; la guarnizione stessa funge da tenuta con la controflangia.

È indispensabile l'inserimento di una boccia di rinforzo all'interno del tubo. per evitare eventuali collassamenti dello stesso.

Tale flangia può essere dotata di ghiera antisfilamento.

Vi sono inoltre altri sistemi di flangiatura, costituiti da giunti di collegamento di tipo universale, con gamma diametri d'accoppiamento variabile da un lato, e dall'altro dotati di flangia di collegamento. Tali giunti flangiati devono avere boccia di rinforzo all'interno del tubo. Il giunto può avere funzione antisfilamento.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Tutti i sistemi di flangiatura a compressione possono essere utilizzati come giunti di smontaggio.

## **I.5 COLLAUDO IDRAULICO PER TUBAZIONI IN PRESSIONE**

Il collaudo si deve eseguire sulla tubazione installata, compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione, se questi sono dimensionati per la pressione di prova. Se questi accessori non sono adatti alla pressione di collaudo, devono essere esclusi con inserimento di dischi di intercettazione.

Le prove di collaudo possono essere di due tipi:

- collaudo tradizionale;
- collaudo aggiornato (con riferimento ai progetti EN)

e possono essere scelte indifferentemente.

### ***I.5.1 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 deve creare nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che avrà come risultato, un aumento di volume della condotta.

La prova idraulica dei tubi in PE in opera è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 m, 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 in 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 eviterà sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte, consentendo una definizione più precisa della quantità di acqua aggiunta durante le ore di collaudo.

Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si deve riempire 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 procederà con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non deve superare assolutamente il valore PN + 5 bar.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Nel punto di pompaggio deve essere installato, oltre ad un manometro di pressione, anche un manometro registratore (pressione e tempo), permettendo così di documentare l'andamento della prova idraulica e un contatore volumetrico.

La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova ed 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 dilaterà sotto la pressione interna e raggiungerà 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 avrà valori più contenuti.

Durante l'operazione di precollaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni e i raccordi flangiati saranno da rinserrare ciclicamente. Prestare attenzione durante queste operazioni al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo adeguate protezioni all'operatore.

Al termine della prova preliminare, che deve terminare senza 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 ed 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  $IL \leq p \leq 1,8$  bar (differenza fra pressione iniziale con pressione finale).

Durante la prova principale si controllano, da parte dell'operatore, tutte le giunzioni senza che si riscontri alcuna perdita visibile. A collaudo terminato si redige un protocollo che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

### **1.5.2 Collaudo aggiornato**

Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il "metodo a contrazione" (variazione del volume modificando la pressione).

Il principio di questo 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.

Gli elementi necessari per il collaudo sono: unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio 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).

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Le tubazioni devono essere coperte in tutta l'estensione di collaudo per non far loro superare la temperatura massima 20°C.

#### *1.5.2.1 Prova preliminare*

Le operazioni da effettuarsi per la prova preliminare sono:

1. Riempire 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. Chiudere la valvola di alimentazione dell'acqua e lasciare assestare la condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).
2. Mettere 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.
3. Mantenere la  $P_{Coll}$  per 30 minuti ripristinando la caduta di pressione al valore  $P_{Coll}$  (fase di mantenimento).
4. Controllare nella successiva ora (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 un'ora, si riprende il collaudo. E' necessario il superamento di questa prova per eseguire la prova principale.

#### *1.5.2.2 Prova principale*

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione ( $P_{Abb}$ ); per i successivi 30 minuti si deve controllare l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1,5 ore per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).

Se il valore di caduta di pressione rilevata dopo 30 minuti 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 dell'acqua scaricato durante la riduzione di pressione.

Se la quantità del liquido è inferiore a quello calcolato il collaudo è positivo; se invece è superiore, la prova deve essere ripetuta.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **I.6 COLLAUDO IDRAULICO PER TUBAZIONI CORRUGATE**

Come specificato nel progetto di norma EN 13476–1, il sistema tubazione corrugata - manicotto è garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di – 0,3 bar alla temperatura di 23°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° a 1°).

Il collaudo idraulico viene 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 (norma UNI EN 1610:1999 “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”).

La norma prevede la possibilità di eseguire il collaudo con due diversi metodi:

- prova ad acqua (metodo “W”);
- prova ad aria (metodo “L”), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD).

I valori di riferimento per la pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo sono riportati nel prospetto 3 in riferimento a “tubi in calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali” della norma UNI EN 1610.

E’ consigliabile eseguire la prova di tenuta ad aria, essendo questa più rapida per motivi logistici rispetto a quella ad acqua.

### Metodo ad aria

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.

La prova di collaudo è suddivisa nelle seguenti fasi:

- caricamento dell’aria nella condotta ad una pressione di 0,5 bar;
- raggiungimento della pressione di collaudo di circa 0,3 bar nella condotta;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- assestamento del sistema per un periodo di circa 5 minuti;
- inizio del collaudo ad una pressione stabilizzata di 0,3 bar;
- verifica della perdita di pressione dopo un tempo prestabilito di 15 minuti.

La prova è da ritenersi positiva se il decadimento della pressione è inferiore del 10% rispetto alla pressione iniziale.

## **I.7 TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IMPIEGATI**

Le tubazioni oggetto del presente Capitolato sono di tipo liscio, fessurate per le linee drenanti nei diametri e con PN e SDR indicato negli elaborati di progetto.

I raccordi e le valvole devono essere compatibili con le tubazioni scelte e comunque devono sempre essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

I sistemi di giunzione scelti dall'Impresa devono essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

In particolare per le tubazioni impiegate per il percolato, le giunzioni devono essere effettuate solo con saldatura testa a testa.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## J ARGILLA

### J.1 COMPOSIZIONE

Il materiale da utilizzarsi per la costruzione della copertura definitiva è costituito da argilla con granulometria all'interno dei limiti indicati in Tabella J-1.

	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

Tabella J-1 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.

E' escluso l'impiego di materiale proveniente dal lavaggio degli inerti.

### J.2 PROVENIENZA

Il materiale naturale deve provenire da una o più cave di prestito proposte dall'Impresa ed approvate dalla Direzione Lavori.

Per ogni zona di provenienza del materiale naturale, l'Impresa deve eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno un sondaggio o pozzetto ogni 10.000 m<sup>3</sup>), avvertendo la Direzione Lavori

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

sulla data di esecuzione in modo da consentire di assistere e fornendo la documentazione comprovante l'esecuzione degli stessi (stratigrafie, fotografie, relazione).

E' compito dell'Impresa prelevare campioni nel corso dei sondaggi e/o dei pozzetti e fornire, tramite prove di qualificazione elencate nel Paragrafo J.3, gli elementi necessari per l'approvazione del materiale naturale. I risultati delle prove effettuate dall'Impresa devono essere messi a disposizione della Committente e della Direzione Lavori che si riserveranno nel giro di 15 giorni di esprimere il parere favorevole o contrario, prima dell'inizio del trasporto del materiale in cantiere.

### **J.3 PROVE DI QUALIFICAZIONE**

Per ogni campione di materiale naturale prelevato, l'Impresa deve fornire le seguenti prove necessarie per l'accettazione dello stesso:

- n. 1 misurazione dell'umidità naturale (in cava) (ASTM D2216);
- n. 1 analisi mineralogica;
- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422);
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318);
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione);
- n. 3 prove di permeabilità sul materiale compattato con metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D18130) a diversi contenuti d'acqua, tutte effettuate con gradiente idraulico i pari a 30 e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm<sup>2</sup> ;

I risultati delle prove devono essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiscono parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

### **J.4 CAVE DI PRESTITO E FORNITURA**

#### **J.4.1 *Apertura e/o sfruttamento cave di prestito***

Lo sfruttamento della cava di prestito e/o l'apertura di una nuova cava è a totale cura e spese dell'Impresa e precisamente:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- si assume tutti gli oneri relativi alla predisposizione e alla presentazione agli uffici competenti, nonché alla richiesta e all'ottenimento delle relative autorizzazioni;
- deve corrispondere le relative indennità ai proprietari delle cave;
- deve provvedere al sicuro e facile deflusso delle acque che si dovessero raccogliere nelle cave stesse, evitando ristagni e/o danni alle proprietà circostanti;
- deve sistemare convenientemente le scarpate, in osservanza anche alla normativa vigente.

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 l'Impresa, a sua cura e spese, dovesse avvalersi.

#### *J.4.1.1 Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava*

L'Impresa può formare, su delle opportune aree in cantiere assegnate dalla Direzione Lavori o dalla Committente, dei depositi intermedi di accumulo di materiale per il riporto, se il recapito di tale materiale al cantiere dovesse procedere ad un ritmo più veloce della sua messa in opera.

## **J.5 PROVE DI CONTROLLO SUL MATERIALE APPROVVIGIONATO IN CANTIERE**

Prima della compattazione, l'impresa deve prelevare 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 (ASTM D422) ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318) ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale;
- n.1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità ogni 2000 m<sup>3</sup>,

Si vogliono verificare le caratteristiche di compattazione per poi confrontarle con i risultati delle prove di controllo che verranno effettuate sul materiale compattato.

I risultati delle prove devono essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiscono parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Il prelievo dei campioni, le analisi, l'approvazione della Direzione Lavori e la successiva compattazione deve avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da far sì che le condizioni atmosferiche non alterino il grado di umidità del materiale. In caso negativo non si può procedere alla compattazione ma devono essere presi provvedimenti tali da riportare il materiale al grado di umidità voluto e le verifiche diano esito positivo.

La Direzione Lavori si riserva di chiedere una frequenza maggiore di prove nel caso in cui il materiale risulti poco omogeneo.

La Direzione Lavori deve essere avvertita quando avverranno tali prelievi, in modo da consentirle di assistere.

Inoltre si richiede la presenza in sito di un laboratorio da campo per l'esecuzione di prove di controllo sul materiale approvvigionato e la taratura delle procedure di posa in opera dello strato minerale.

## **J.6 POSA IN OPERA DELLO STRATO MINERALE**

### **J.6.1 *Piano di posa***

Il piano di posa appositamente preparato deve essere mantenuto in condizioni ottimali dall'Impresa che lo ha eseguito fino all'inizio delle operazioni di posa dello strato argilloso.

In particolare si deve evitare che le acque meteoriche si raccolgono su tale superficie, tramite l'impiego di apposite canalizzazioni perimetrali.

L'Impresa deve assolutamente evitare il formarsi di pozze d'acqua piovana prima di iniziare la posa dello strato impermeabile sulla superficie del piano di posa; se, nonostante le pendenze prescritte dal progetto, si verificassero ristagni d'acqua, vi si deve ovviare colmando con materiale di riporto le lievi depressioni che dovessero determinare tali ristagni.

E' a cura e spesa dell'Impresa il trasporto a rifiuto di tutto il materiale di scarto.

Gli oneri relativi al campo prova, al carico, al trasporto, alla miscelazione, alla messa in opera ed alle relative prove di controllo dei materiali sono a cura e spese dell'Impresa che eseguirà l'impermeabilizzazione argillosa.

Non vengono compensati con voci di elenco prezzi, quindi l'Impresa deve tenerne conto nella formulazione dei prezzi relativi alle opere di progetto.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **J.6.2 Campo prova**

Il campo prova è propedeutico alla realizzazione della copertura definitiva dell'impianto di interrimento controllato in oggetto e consente la taratura delle procedure di posa in opera dello strato di argilla.

### **J.6.3 Provenienza del materiale**

Il materiale argilloso deve provenire dalla cava scelta dall'Impresa e sul quale sono state precedentemente eseguite le prove di qualificazione.

### **J.6.4 Prove di controllo effettuate nel campo prova**

Le prove di controllo da eseguirsi in sito, a spese e cura dell'Impresa, presso il campo prova sono le seguenti:

- n.2 prove di densità (ASTM D1556 –metodo della sabbia calibrata, ASTM D2167 – volunometro a membrana):
- n.2 prove di permeabilità con permeametro di Boutwell (ASTM D6391);

I risultati delle prove, unitamente ad una relazione che indichi le modalità di posa (quali fresatura, passate rullo, bagnatura), devono essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiscono parte integrante della messa in opera, da adattarsi per l'esecuzione dello strato argilloso.

### **J.6.5 Modifiche delle modalità di posa dello strato minerale**

Le procedure di stesa, compattazione nonché di umidificazione, indicate nelle apposite specifiche dedicate a ciascuna lavorazione o concordate con la Direzione Lavori preventivamente alle operazioni di posa, possono essere variate dalla stessa Direzione Lavori in corso d'opera.

In ogni caso, se le prove di controllo effettuate in sito presso il campo prova non risultassero soddisfacenti, l'Impresa deve ripetere, a sua cura e spese, il campo prova e le relative prove, fino alla messa a punto di una metodologia di posa che permetterà di ottenere i risultati richiesti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## **J.6.6 Stesura del materiale dello strato impermeabile**

### **J.6.6.1 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 risultino praticamente deficienti e comunque non rispondano 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 Ella possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi e/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 compiuta, la superficie stesa e compattata risponda con perfetta esattezza al tracciato ed alle pendenze richieste dagli elaborati progettuali, e presenti un'accurata lavorazione, elemento indispensabile per la sua funzionalità.

### **J.6.6.2 Programma di stesura del materiale**

Prima dell'esecuzione l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indica i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti in accordo con le richieste della Committente. Nell'esecuzione l'Impresa deve attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

E' facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

Resta, in ogni caso, stabilito che il sistema dettato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, deve essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, deve dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere sono largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

#### *J.6.6.3 Smaltimento provvisorio delle acque meteoriche*

Al fine di smaltire le acque piovane, sia dalla superficie dello strato impermeabile in formazione che dal piano di posa del medesimo, nell'intervallo di tempo precedente alla stesura degli strati successivi, devono essere realizzate canalette di raccolta perimetrali in modo tale da evitare ristagni o infiltrazioni oppure punti di raccolta dotati di elettropompe per l'allontanamento delle acque nel reticolo superficiale dell'impianto.

#### *J.6.6.4 Approvazione*

Il materiale di impermeabilizzazione può essere steso solo previa approvazione della superficie di imposta o dello strato precedente da parte della Direzione Lavori, in base alle prove di controllo descritte precedentemente eseguite dall'Impresa o facendone eseguire altre sempre a cura e spese dell'Impresa.

#### *J.6.6.5 Operazioni di stesura*

In linea di principio, ogni strato deve essere steso sulla massima superficie possibile compatibile con le lavorazioni, prima che inizi la compattazione.

La dimensione delle zolle di materiale di riporto non deve essere maggiore di 3 cm.

Ogni strato deve essere steso in modo uniforme affinché risulti, dopo la compattazione, uno spessore inferiore o uguale a 20 cm, oppure un eventuale spessore minore precisato dalla Direzione Lavori e resosi necessario per ottenere il grado di compattazione e la permeabilità richiesti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

#### J.6.6.6 Umidificazione

Il materiale in opera, pronto per la compattazione, deve avere un contenuto d'acqua, come precisato precedentemente entro i limiti prefissati, definiti in fase di qualificazione del materiale. A tale scopo l'Impresa deve provvedere ad areare il terreno per asciugarlo o ad inumidirlo a secondo delle necessità.

#### J.6.6.7 Condizioni climatiche

Eventuali integrazioni del contenuto d'acqua devono essere definite tenendo conto delle condizioni atmosferiche, per evitare l'essiccamento dello strato appena messo in opera fino alla stesura di quello successivo.

In caso di pioggia in cantiere devono essere tenuti mezzi idonei che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie deve essere convenientemente erpicata provvedendo a rimuovere lo strato superficiale rammollito oppure tale materiale viene fatto essiccare in loco (se le condizioni climatiche lo consentono) fino ad ottenere il contenuto d'acqua previsto.

#### J.6.6.8 Tolleranze plano-altimetriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica:  $\pm 10$  cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica:  $\pm 25$  cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di posa.

Tali valori non sono validi per i pozzetti e le tracce ove verranno realizzati i pozzi di estrazione del percolato, per i quali si prevedono le seguenti tolleranze:

- tolleranza altimetrica:  $\pm 5$  cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica:  $\pm 10$  cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di posa.

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo.

Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo del volume dell'argine.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### J.6.6.9 Protezione dello strato completato

Lo strato deve essere mantenuto in condizioni ottimali, in particolare evitando fessurazioni dovute alle condizioni climatiche o altro tipo di danneggiamento fino alla copertura con gli ulteriori strati di impermeabilizzazione previsti.

Tali attività di mantenimento (bagnatura, temporanea, etc.) sono a totale cura e spese dell'Impresa, le cui modalità devono essere concordate con la Direzione Lavori.

### J.6.7 **Mezzi di compattazione**

Si devono impiegare rulli statici del tipo "a piede di pecora" e/o "a piastra" con peso non inferiore a 10 t (5 t per metro lineare di tamburo).

#### J.6.7.1 Prescrizioni limite

Le prescrizioni di cui sotto sono delle richieste minime. Il numero di passate del rullo e lo spessore degli strati deve essere determinato all'inizio dei lavori di compattazione mediante campo prova e verificato in base ai risultati conseguiti nel corso del lavoro; qualora le prove di densità in sito, eseguite a tale momento, provassero l'impossibilità di raggiungere la densità specificata con le prescrizioni limite, il numero di passate richiesto deve essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non viene concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle limite.

Tipo di strato	Numero di passate minimo
Strati impermeabilizzanti di spessore massimo 20 cm	6

#### J.6.7.2 Operazioni di compattazione

I rulli compattanti devono operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con una sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

La velocità operativa dei rulli non deve superare 4 km/h.

Le operazioni di compattazione devono essere dirette da un capo squadra competente. E' a sua cura la compilazione dei rapportini di cui al Paragrafo J.6.9.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **J.6.8 Prove di controllo da effettuarsi in fase di stesura dello strato minerale**

### **J.6.8.1 Prove di controllo prima della compattazione**

Dopo la stesa del materiale viene richiesta l'esecuzione delle seguenti prove con la frequenza indicata:

- controllo dimensione delle zolle ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale steso;
- controllo periodico del contenuto d'acqua del materiale (ASTM D2216) ogni 500 m<sup>3</sup> per dare indicazioni all'Impresa per l'umidificazione o l'areazione del materiale.

Tale controllo può essere richiesto dalla Direzione Lavori con frequenza giornaliera se le operazioni di compattazione non sono condotte in un tempo ragionevolmente ristretto dopo la fornitura del materiale tale che le condizioni atmosferiche alterino il grado di umidità dello stesso.

I valori di riferimento per le prove citate in precedenza sono:

- dimensione massima delle zolle: 3 cm;
- contenuto d'acqua: compreso nel campo di variazione definito dalle prove di qualificazione del materiale.

### **J.6.8.2 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 sito**

- misurazione dello spessore degli strati e verifica dell'avvenuta compenetrazione degli stessi: minimo n 4 prove per ogni 10.000 m<sup>3</sup> di materiale minerale posato;
- determinazione della densità (ASTM D1556 –metodo della sabbia calibrata, ASTM D2167 – volunometro a membrana) e del contenuto d'acqua (ASTM D2216): minimo n 4 prove per ogni 10.000 m<sup>3</sup> di materiale minerale posato.

Le piccole cavità derivanti dall'asporto di materiale per le prove di densità (nel caso si utilizzi il metodo della sabbia calibrata) devono essere accuratamente liberate dalla sabbia calibrata usata per la prova, ed intasate con argilla compattata manualmente.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **Prove da effettuarsi in laboratorio**

Prelievo dei campioni cubici da sottoporre alle seguenti prove:

- n. 2 prova di permeabilità effettuata con gradiente idraulico  $i$  pari a 30 e pressione di confinamento efficace pari a  $0.25 \text{ kg/cm}^2$ , per ogni  $5.000 \text{ m}^3$  di materiale minerale posato, in corrispondenza delle prove di densità effettuate in sito;
- n.1 prova di compressione triassiale UU (ASTM D2850) per ogni  $5.000 \text{ m}^3$  di materiale minerale posato.

Inoltre per ogni prova meccanica di cui sopra devono essere effettuate:

- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422);
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318).

I risultati delle prove devono essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiscono parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

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 il lavoro, una frequenza maggiore delle analisi per un periodo di tempo ritenuto necessario per garantire la qualità della compattazione.

Si richiede la presenza di un laboratorio da campo in sito per l'esecuzione delle prove sul materiale messo in opera dopo la compattazione.

#### *J.6.8.3*    Valori di riferimento

Il materiale compattato in sito per la realizzazione dello strato impermeabile di copertura deve avere le seguenti caratteristiche:

- permeabilità in laboratorio:  $K \leq 5 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s}$  effettuate su campioni prelevati in sito o altro valore maggiore;
- permeabilità in sito:  $K \leq 10^{-6} \text{ cm/s}$ ;
- coesione non drenata:  $c_u \geq 0,6 \text{ kg/cm}^2$ ;
- densità:  $\geq 95\%$  della densità ottimale del Proctor Standard;
- spessore minimo dello strato:  $\geq 0,5 \text{ m}$ , riferito alle quote as-built del piano di posa, con variazioni ammesse in eccedenza di +10 cm.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Tali limiti consentono di ottenere i requisiti di permeabilità e di resistenza richiesti nonché di impedire fessurazioni legate all'essiccazione del materiale steso in opera che potrebbero verificarsi anche adottando tutte le cautele descritte nei successivi capitoli.

### **J.6.9 Rapportini**

E' a cura dell'Impresa compilare i seguenti rapportini, copia dei quali dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori:

#### **Frequenza giornaliera**

- a) rapportini di stesura e di compattazione indicante data, inizio e termine delle operazioni di stesura e di compattazione, quota ed area delle zone in cui è stato steso del materiale ed in cui è stata effettuata la compattazione, volume di materiale compattato con indicazione del relativo numero di passaggi di rullo, temperatura massima e minima durante le operazioni di stesura;
- b) numero ed ubicazione planimetrica ed altimetrica delle prove di controllo eseguite durante la giornata.

#### **Frequenza settimanale**

Risultati delle prove di laboratorio e in sito.

#### **Al termine della stesura dello strato minerale**

Rapportino indicante:

- ubicazione del campo prova;
- dimensioni planimetriche, numero e spessore degli strati (indicando sia lo spessore del materiale sciolto che lo spessore finale compattato);
- metodo di compattazione impiegato (tipo e caratteristiche del rullo impiegato, numero dei passaggi del rullo e relativa velocità, umidità del materiale immediatamente prima dell'inizio della compattazione);
- risultati di tutte le prove in sito e di laboratorio effettuate su ciascuno strato con indicazione della ubicazione planimetrica del punto di prova o di prelievo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **J.6.10 Verifica finale**

Al termine dei lavori l'Impresa deve essere effettuato, a cura e spese dell'Impresa, la verifica topografica dello spessore finale dello strato minerale impermeabile.

Tale verifica deve essere rappresentata tramite opportune planimetrie e sezioni quotate firmate da un tecnico abilitato.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## **L GEOMEMBRANA IN LDPE**

### **L.1 CARATTERISTICHE GENERALI**

Le geomembrane in LDPE (Polietilene a Bassa Densità), che vengono impiegate per la copertura definitiva della discarica in oggetto, devono rispondere alle caratteristiche tecniche riportate in Tabella L-1.

Inoltre devono essere:

- autoestinguenti;
- resistenti ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabili da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;
- stabili ai raggi UV e 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.

#### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- 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 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”.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Aspetto delle superfici	-	-	Lisce
Contenuto in nero fumo (CB)	UNI 9556	%	≥ 2
Spessore (a 20 kPa)	UNI EN 1849-2	mm	≥ 0,70
Massa areica		g/m <sup>2</sup>	≥ 650
Massa volumica	UNI EN ISO 1183	g/m <sup>3</sup>	≥ 930
Sforzo di snervamento	UNI EN 12311-2	MPa	≥ 12 (L) ≥ 12 (T)
Deformazione a snervamento		%	≥ 15(L) ≥ 15(T)
Sforzo di rottura		MPa	≥ 20 (L) ≥ 20 (T)
Deformazione a rottura		%	≥ 800 (L) ≥ 800 (T)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 1
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	≥ 5
Lunghezza del rotolo		m	≥ 50

Tabella L-1 Caratteristiche principali della geomembrana in LDPE rinforzata da impiegarsi per la copertura finale.

## **L.2 CONTROLLI DI QUALITÀ IN FABBRICA**

Le geomembrane in LDPE devono essere prive di fori, rigonfiamenti, impurità o qualsiasi segno di contaminazione dovuto ad agenti esterni. Qualsiasi eventuale difetto deve essere riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal Produttore, previo benestare della Direzione Lavori, altrimenti si deve procedere all'eliminazione della parte difettosa.

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**

Tutti gli ingredienti che concorrono a formare il materiale della geomembrana devono essere campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la rispondenza alle specifiche.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Tale campionamento comprende un prelievo della parte alta ed uno della parte bassa da ogni contenitore.

Vanno eseguite prove per determinare la densità e l'indice di fluidità; inoltre si deve effettuare un'ispezione visiva per individuare eventuali contaminanti.

### **Materiale in rotoli**

Il prodotto viene campionato almeno due volte per ogni turno di lavoro. I campioni vanno prelevati anche se non possono essere immediatamente sottoposti a prova.

Di norma il campionamento viene effettuato dal personale del Produttore, anche se in qualsiasi momento deve essere garantita alla Direzione Lavori la possibilità di prelevare campioni a proprio piacimento.

I campioni prelevati del materiale in produzione devono essere sottoposti a prove per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del Produttore deve fornire giornalmente un certificato di controllo qualità riferito alla produzione della giornata. Copia dei certificati devono essere inviati alla Direzione Lavori.

Devono essere effettuate ispezioni visive del telo per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori o altri difetti visibili.

### **Materiale di saldatura**

Tutto il materiale di saldatura deve essere del tipo consigliato e fornito dal Produttore e 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.

## **L.3 CONTROLLI IN FASE DI SCELTA E QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE**

### ***L.3.1 Referenze del Produttore***

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti ed è l'unica e la sola responsabile del prodotto approvvigionato.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Tale documentazione insieme ad un campione del materiale deve essere sottoposto alla Committente per accettazione, insieme ai documenti di gara.

### ***L.3.2 Referenze del Posatore di teli***

L'impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente i dettagli di proprie precedenti esperienze nella posa di geomembrane in LDPE insieme ai nominativi e "Curriculum Vitae" del personale qualificato che intende proporre per l'installazione dei teli.

Tale personale deve essere autorizzato dal Produttore alla posa di detto prodotto, e deve impiegare le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal Produttore stesso.

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

### ***L.3.3 Requisiti e garanzie***

L'Impresa garantisce per 10 (dieci) anni, che l'opera è priva di gravi difetti (art.1669 C.C.) e si cautela con una Polizza Assicurativa, presentata alla Committente, per risarcire eventuali danni di inquinamento, l'importo della quale deve essere definito all'atto della definizione contrattuale.

### ***L.3.4 Ispezioni e prove***

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione della geomembrana in LDPE.

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

### ***L.3.5 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera***

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio, l'installazione e la saldatura dei teli in LDPE, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

Il Produttore della geomembrana in LDPE deve fornire inoltre complete istruzioni scritte sulle modalità di ripristino del materiale.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

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

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

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

Prima di iniziare la posa del materiale, 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) (valido solo per la copertura definitiva).

### ***L.3.6 Verifica qualità del materiale approvvigionato/presente in cantiere***

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche della geomembrana in LDPE, al fine di controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati in Tabella L-1.

## **L.4 POSA IN OPERA DEL MATERIALE**

### ***L.4.1 Manutenzione della superficie di posa***

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini (valido solo per le impermeabilizzazioni definitive).

### ***L.4.2 Posizionamento dei teli in opera***

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti e saldati al più presto.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

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

Le operazioni di saldatura dei teli non possono essere effettuate se la temperatura di contatto misurata sulla superficie dei teli è superiore a + 30°C.

### **L.4.3 Verbale di accettazione**

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

## **L.5 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

### **L.5.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale**

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

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia liscio e totalmente privo di ristagni di acque meteoriche o di qualsiasi materiale potenzialmente dannoso per l'integrità della geomembrana.

### **L.5.2 Controlli da effettuarsi in corso d'opera**

#### **L.5.2.1 Controlli sulla posa dei teli**

Durante la posa della geomembrana in LDPE, 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 disposizione dei teli deve soddisfare alcuni requisiti che riguardano il numero e la geometria delle giunzioni; in particolare si deve minimizzare il numero delle giunture, poichè rappresentano le linee di debolezza dell'intero sistema di impermeabilizzazione.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 30 cm, garantendo così la continuità della geomembrana, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in Tabella L-1, viene prelevato un campione di geomembrana ogni 10.000 m<sup>2</sup> di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

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

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

#### L.5.2.2 Controlli sulla saldatura dei teli

Poiché la saldatura dei teli è un'operazione delicata da cui può dipendere l'efficienza dell'intero sistema di impermeabilizzazione, essa deve essere realizzata da personale qualificato e con l'impiego di accessori e tecniche specifiche, secondo quanto richiesto dalla norma UNI 10567:1996 "Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati".

Il posatore deve esercitare la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal Produttore.

La saldatura dei teli potrà essere eseguita in due modi:

- a doppia pista con cuneo caldo (valido solo per i teli impiegati per la copertura provvisori);
- ad estrusione interposta a facce parallele.

Per le finiture (angoli, zone in cui non si può ricorrere alla saldatura a doppia pista) e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta, previa approvazione della Direzione Lavori.

Non saranno permesse discontinuità o distacchi parziali del bordo del telo superiore rispetto a quello inferiore. Ove tale difetto dovesse verificarsi, il materiale verrà smerigliato e saldato nuovamente. Qualsiasi punto del telo che si presenti danneggiato per abrasione, punzonamento o per qualsiasi altra manomissione verrà sostituito o riparato con un altro pezzo di telo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### L.5.2.3 Saldatura a doppia pista con cuneo caldo

Questo tipo di saldatura si realizza per sovrapposizione di due teli che verranno giuntati da un'attrezzatura movente a cuneo caldo.

La macchina di saldatura si sposterà automaticamente sulla testata del giunto tramite rulli di pressione che spingeranno un cuneo su cui scorrono i teli da saldare. Il cuneo riscaldato da resistenze termostatate raggiungerà la temperatura più idonea per la fusione dei lembi che, in rapporto anche alla pressione esercitata dai rulli (circa 30 kg) ed alla durata del contatto, si salderanno fra loro.

Poichè 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.

Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, come descritto nel Paragrafo L.5.2.3.3, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

#### L.5.2.3.1 Saldatura ad estrusione interposta a facce parallele

Questo tipo di saldatura si realizza a mezzo estrusione di un cordone dello stesso polimero tra i 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 dovrà avere le seguenti dimensioni minime:

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

L'attrezzatura da saldatura impiegata sarà in grado di controllare in modo continuo le temperature e le pressioni nella zona di contatto cioè dove la macchina sta effettivamente 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, previa approvazione della Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



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.

Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, come descritto nel Paragrafo L.5.2.3.3, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

#### L.5.2.3.2 Saldatura campione

Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m verrà eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere.

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

I provini della saldatura verranno sottoposti a prove distruttive, descritte nel dettaglio nel Paragrafo L.5.2.3.3., e nessuna saldatrice potrà iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

#### L.5.2.3.3 Controllo qualità delle saldature effettuate in cantiere

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

- prove non distruttive: n.1 per ciascuna giuntura;
- prove distruttive: n.1 ogni 300m lineari di saldatura;
- prove distruttive su giunti di controllo: n.1 per ogni saldatrice per ogni giornata di lavoro.

Il posatore fornirà e manterrà in cantiere le attrezzature necessarie per il controllo distruttivo di tutte le saldature.

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

Il 10% di tutte le saldature effettuate verranno provate in cantiere utilizzando:

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

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- per saldature per estrusione: attrezzature ad ultrasuoni. In tutti i punti dove non fosse possibile effettuare la verifica con ultrasuoni, le saldature saranno verificate come riterrà opportuno la Direzione Lavori.

Un tecnico esperto di controllo qualità, indicato dal posatore, ispezionerà visualmente ogni giunto man mano che verrà realizzato. Qualsiasi area che apparisse difettosa verrà 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 4atm 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 oppure con altro modo ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori. 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 osserverà la formazione di bolle.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### ***Prove distruttive***

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

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

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

- prova di trazione delle giunzioni (UNI 8202/30);
  - prova di sfogliamento o "peeling" (UNI 10567);
- e nessuna saldatrice potrà iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

Le saldature dovranno essere più robuste del materiale.

Il campione di saldatura verrà conservato per successive prove di laboratorio secondo quanto prescritto dai relativi standards.

Una volta che la geomembrana è stata messa in opera, si preleveranno campioni 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 (UNI 8202/30);
- prova di sfogliamento o "peeling" (UNI 10567).

Tutte le prove verranno eseguite in presenza della Direzione Lavori.

#### 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.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### 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, andrà 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 andrà riparata seguendo le istruzioni del Produttore.

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

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **M GEOCOMPOSITO BENTONITICO**

### **M.1 CARATTERISTICHE GENERALI**

Il geocomposito bentonitico deve essere costituito da uno strato di bentonite sodica granulare racchiuso e fissato, mediante coesione meccanica (agugliatura: n. punti  $\geq 50.000 \text{ m}^2$ ; cuciture disposte ad interassi ravvicinati:  $< 50 \text{ mm}$ ), a due geosintetici, assolutamente esenti da collanti, appretti, impregnanti e senza aver subito alcun trattamento di termosaldatura e termocalandratura.

I geosintetici impiegati possono essere di diverso tipo:

- geotessili del tipo tessuto in PP, PE e/o PET;
- geotessili del tipo non tessuto in PP, PE e/o PET;

Il geocomposito bentonitico impiegato deve rispondere alle caratteristiche tecniche riportate in Tabella M-1 e Tabella M-2.

Inoltre deve essere:

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

Il 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.

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 964-1:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli";

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- UNI EN 14196:2004 “Geosintetici - Metodi di prova per la misurazione della massa areica di geocompositi bentonitici”;
- UNI EN ISO 10319:1998 “Geotessili - Prova di trazione a banda larga”;
- 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”;
- ASTM D5084:2003 “Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter”;
- ASTM D5321:2002 “Standard Test Method for Determining the Coefficient of Soil and Geosynthetic or Geosynthetic and Geosynthetic Friction by the Direct Shear Method”;
- ASTM D5890:2002 “Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners”.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

<b>Caratteristiche</b>	<b>Norma</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Geotessile di contenimento			PP (sup) PP (inf)
Spessore (a 2kPa)	UNI EN 964-1	mm	≥ 5
Massa areica	UNI EN 14196	g/m <sup>2</sup>	≥ 4000
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 20(L) ≥ 15 (T)
Deformazione al carico massimo	UNI EN ISO 10319	%	≥ 13(L) ≥ 9(T)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 2,8
Coeff. di permeabilità	ASTM D5084	m/s	≤ 5x10 <sup>-11</sup>
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	≥ 4
Lunghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	≥ 30

Tabella M-1 Caratteristiche minime del geocomposito bentonitico.

<b>Caratteristiche</b>	<b>Norma</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Contenuto di montmorillonite	Test al blu di metilene	%	> 70
Indice di rigonfiamento	ASTM D5890	ml/2g	≥ 20
Umidità	UNI EN 14196	g/m <sup>2</sup>	≤ 14

Tabella M-2 Caratteristiche minime della bentonite sodica granulare.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **M.2 CONTROLLI IN FASE DI SCELTA E QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE**

### ***M.2.1 Referenze del Produttore***

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

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

### ***M.2.2 Ispezioni e prove***

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione del geocomposito bentonitico.

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

### ***M.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera***

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

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

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

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

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Prima di iniziare la posa del materiale, 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).

#### ***M.2.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere***

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geocomposito bentonitico e bentonite sodica granulare (se presenti punti singolari da dover sigillare), affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati nel Paragrafo M.1.

### **M.3 POSA IN OPERA DEL MATERIALE**

#### ***M.3.1 Manutenzione della superficie di posa***

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

#### ***M.3.2 Posizionamento dei teli in opera***

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

#### ***M.3.3 Verbale di accettazione***

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera. Controlli in corso d'opera

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### ***M.3.4 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale***

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.

### ***M.3.5 Controlli da effettuarsi in corso d'opera***

Durante la posa del geocomposito bentonitico, 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 non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità del manto bentonitico, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

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

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

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nel Paragrafo M.1, viene prelevato un campione di geocomposito bentonitico ogni 10.000 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 riportate nel Paragrafo M.1 delle caratteristiche della bentonite sodica granulare 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).

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

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.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## N GEOTESSILI

### N.1 CARATTERISTICHE GENERALI

I geotessili impiegati hanno funzioni di protezione dello strato impermeabile, dello strato drenante e/o di separazione dagli strati sovrastanti; possono essere del tipo “tessuto” o “non tessuto”.

Nel caso in oggetto, i geotessili impiegati devono rispondere alle caratteristiche tecniche riportate in Tabella M1, M2 ed M3.

Inoltre devono essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- inattaccabili da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- stabili agli agenti atmosferici in genere;
- stabilizzati ai raggi UV (per i geotessili in HDPE).

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.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

<b>Caratteristiche</b>	<b>Norma</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Tipo geotessile	-	-	non tessuto
Tipo di polimero	-	-	-
Massa areica	UNI EN 965	g/m <sup>2</sup>	150
Spessore (a 2 kPa)	UNI EN 964-1	mm	≥ 1,5
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	KN/m	≥ 10 (L) ≥ 10 (T)
Deformazione al carico massimo		%	≥ 65(L) ≥ 65(T)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 1,6
Apertura nel punzonamento dinamico	UNI EN 918	mm	14
Permeabilità	UNI EN ISO 11058	m/s	≤ 0,1
Apertura di filtrazione	UNI EN ISO 12956	µm	≤ 110
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	1÷6
Lunghezza del rotolo		m	150

Tabella N-1: Caratteristiche minime del geotessile non tessuto da 150 g/m<sup>2</sup>.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

<b>Caratteristiche</b>	<b>Norma</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Tipo geotessile	-	-	non tessuto
Tipo di polimero	-	-	-
Massa areica	UNI EN 965	g/m <sup>2</sup>	400
Spessore (a 2 kPa)	UNI EN 964-1	mm	≥ 8
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	KN/m	≥ 45 (L) ≥ 50 (T)
Deformazione al carico massimo		%	≥ 120(L) ≥ 95(T)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 9
Apertura nel punzonamento dinamico	UNI EN 918	mm	0
Permeabilità	UNI EN ISO 11058	m/s	≤ 10
Apertura di filtrazione	UNI EN ISO 12956	µm	≤ 100
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	a richiesta
Lunghezza del rotolo		m	a richiesta

Tabella N-2: Caratteristiche minime del geotessile non tessuto da 400 g/m<sup>2</sup>.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Tipo geotessile	-	-	tessuto
Tipo di polimero	-	-	PE, PET
Massa areica	UNI EN 965	g/m <sup>2</sup>	90
Spessore (a 2 kPa)	UNI EN 964-1	mm	≥ 0,5
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	KN/m	≥ 15 (L) ≥ 14 (T)
Deformazione al carico massimo		%	≥ 27 (L) ≥ 24 (T)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 2 (per PE) n.d. (per PET)
Apertura nel punzonamento dinamico	UNI EN 918	mm	≤ 16 (per PE) n.d. (per PET)
Permeabilità (normale al piano)	UNI EN ISO 11058	m/s	≥ 200 x 10 <sup>-3</sup>
Apertura di filtrazione	UNI EN ISO 12956	µm	≥ 400
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	≥ 1,5
Lunghezza del rotolo		m	≥ 100

Tabella N-3 Caratteristiche minime del geotessile a maglia larga.

#### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI EN 965:1997 “Geotessili e prodotti affini. Determinazione della massa areica”;
- UNI EN 964-1:1997 “Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli”;

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- UNI EN ISO 10319:1998 “Geotessili - Prova di trazione a banda larga”;
- UNI EN ISO 12236:1999 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)”;
- UNI EN 918:1999 “Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono)”;
- UNI EN ISO 11058:2002 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico”;
- UNI EN ISO 12956:2001 “Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica”;
- UNI EN ISO 10320:2002 “Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito”.

## **N.2 CONTROLLI IN FASE DI SCELTA E QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE**

### ***N.2.1 Referenze del Produttore***

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

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

### ***N.2.2 Ispezioni e prove***

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geotessili.

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

### ***N.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera***

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



la posa in opera dei geotessili, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

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

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

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

Prima di iniziare la posa del materiale, 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).

#### ***N.2.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere***

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geotessuto, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati nel Paragrafo N.1.

Il materiale deve riportare ben evidenziato su ogni rotolo il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti prima di innescare qualsiasi processo di deterioramento.

### **N.3 POSA IN OPERA DEL MATERIALE**

#### ***N.3.1 Manutenzione della superficie di posa***

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### ***N.3.2 Posizionamento dei teli in opera***

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

### ***N.3.3 Verbale di accettazione***

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

### ***N.3.4 Procedure per la posa in opera***

L'Impresa deve organizzare le operazioni di posa dei teli in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori, che limitatamente a queste attività, può essere prorogata dalla Direzione Lavori in base alle esigenze di coltivazione.

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

Le giunzioni tra i teli devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

Le giunzioni tra i teli devono essere cucite evitando fili o graffette metalliche ed assicurando, con i certificati necessari, che gli eventuali prodotti utilizzati per le suddette operazioni non siano in alcun modo dannosi per i teli in HDPE sia durante le fasi costruttive che di esercizio dell'impianto. 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.

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.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

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

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la Direzione Lavori deve approvare per iscritto il lavoro eseguito.

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.

## **N.4 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

### ***N.4.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale***

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 geotessile.

### ***N.4.2 Controlli sulla posa dei teli***

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 non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità del telo, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nel Paragrafo N.1, viene prelevato un campione per ogni tipo di geotessile impiegato e per ogni 20.000 m<sup>2</sup> di materiale posato, da sottoporre 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).

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Non ci sono particolari criteri di controllo sulle giunture tra i teli adiacenti, tuttavia si sottolinea che le cuciture non dovrebbero presentare fili o graffette in metallo.

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

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## O MATERIALE DRENANTE

### O.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Lo strato di materiale drenante deve essere costituito da materiale inerte naturale o proveniente da impianti di recupero (ghiaie e sabbie) rispondente ai seguenti requisiti:

- ghiaie e sabbie pulite con contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM) < 5 %;
- conducibilità idraulica: >  $1 \times 10^{-4}$  m/s.

Lo strato drenante deve avere uno spessore non inferiore a 50 cm e deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.

### O.2 STRATO DRENANTE PER BIOGAS

#### O.2.1 *Materiale drenante*

Lo strato di materiale drenante deve essere costituito da materiale inerte naturale (ghiaie e sabbie) rispondente ai seguenti requisiti:

- contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM): < 5 %;
- dimensione granulometrica: 40÷60 mm (< 60%);
- contenuto in carbonati: < 5 %;
- conducibilità idraulica:  $\geq 1 \times 10^{-4}$  m/s.

Lo strato drenante deve avere uno spessore non inferiore a 50 cm e deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.

#### O.2.1.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

In fase di accettazione, le prove di controllo da effettuarsi sono almeno 1, e se la quantità supera i 10.000 m<sup>3</sup> di materiale posato, almeno 3 provenienti da punti diversi della cava e sono indicate di seguito:

- 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.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### O.2.1.2 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 10.000 m<sup>2</sup> di materiale posato;
- n.1 prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 10.000 m<sup>2</sup> di materiale posato;

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

## **O.3 STRATO DRENANTE SOTTO IL MANTO VEGETALE**

### ***O.3.1 Materiale drenante***

Lo strato di materiale drenante deve essere costituito da materiale inerte naturale o proveniente da impianto di recupero (ghiaie e sabbie) rispondente ai seguenti requisiti:

- ghiaie e sabbie pulite con contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM) < 5 %;
- conducibilità idraulica:  $\geq 1 \times 10^{-4}$  m/s.

Lo strato drenante deve avere uno spessore non inferiore a 50 cm e deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.

#### O.3.1.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

In fase di accettazione, le prove di controllo da effettuarsi sono almeno 1, e se la quantità supera i 10.000 m<sup>3</sup> di materiale posato, almeno 3 provenienti da punti diversi della cava e sono indicate di seguito:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422);
- n.1 analisi di permeabilità (ASTM D5084);

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

#### O.3.1.2 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:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 10.000 m<sup>2</sup> di materiale posato;
- n.1 prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 10.000 m<sup>2</sup> di materiale posato;

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

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## P GEOCOMPOSITO DRENANTE

### P.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Il geocomposito drenante (GCD) è un prodotto costituito da uno strato di georete (o di geostuoia o di elemento stampato) interposto tra due strati di geotessile. La georete ha funzione drenante, mentre i due geotessili hanno funzione filtrante. Lo spessore complessivo dei geocompositi per drenaggio è generalmente compreso nell'intervallo 5-30 mm.

Il suo utilizzo è previsto sulla scarpata.

Il geocomposito consente di ovviare alla difficoltà di reperire materiale drenante minerale naturale (ghiaia e sabbie) avente le caratteristiche di granulometria e permeabilità richieste nei quantitativi previsti, di ridurre gli spessori della copertura (e quindi i carichi gravanti sulla discarica) soprattutto in scarpate ad elevata pendenza e di ridurre i tempi di posa in opera dello strato.

Lo spessore nominale del geocomposito drenante sarà di 1 cm, mentre la trasmissività (prodotto del coefficiente di permeabilità planare per lo spessore) dovrà essere tale da garantire l'equivalenza prestazionale con uno strato minerale di spessore 0,5 m e permeabilità  $k=2 \cdot 10^{-3}$  m/s.

Le caratteristiche tecniche e prestazionali dovranno essere conformi a quelle riportate nella Tabella P.1.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Massa areica	UNI EN 965	g/m <sup>2</sup>	>400
Spessore (a 2 kPa)	UNI EN 964-1	mm	≥ 5
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	KN/m	≥ 7 (L)
Deformazione al carico massimo		%	≥ 50(L)
Portata idraulica longitudinale a 200 KPa (i=0,3) (*)	UNI EN ISO 10319	m <sup>2</sup> /s	≥ 1,2*10 <sup>-3</sup>
Larghezza del rotolo	UNI EN ISO 10320	m	≥ 2,5
Lunghezza del rotolo		m	≥ 50

(\*) valore fornito dal produttore, a cui applicare il fattore di sicurezza.

Tabella P-1: Caratteristiche del geocomposito drenante.

## **P.2 MODALITÀ DI POSA DEL GEOCOMPOSITO DRENANTE**

La superficie su cui posare il geocomposito drenante sarà priva di asperità od improvvisi gradini e priva di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti dei geocompositi. Le varie sezioni del telo saranno srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto.

Lo srotolamento dei teli dovrà avvenire a temperature non inferiori a +5 °C. Inoltre, saranno evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati i teli saranno zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Le operazioni di posa saranno organizzate in modo tale ridurre i tempi di esposizione dei teli ai raggi solari. I teli saranno posizionati in opera con asse longitudinale parallelo alla massima pendenza. Le giunzioni tra teli contigui saranno per sovrapposizione dei lembi con sovrapposizione

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

minima di 30 cm e saranno parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi, senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **Q GABBIONI**

### **Q.1 CARATTERISTICHE GENERALI**

I gabbioni dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura, di diametro 2,7 – 3,0 mm di superficie zincata, e devono rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27.08.1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza. Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni scelti dalla Direzione Lavori fra quelli di uso corrente.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovrà avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni.

Le cuciture dovranno essere tali da creare una struttura monolitica e da assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere. Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25 cm – 30 cm.

Saranno ammessi altri sistemi, purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori.

Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni potrà essere costituito da pietrame o ciottoli di composizione compatta, sufficientemente duri, di peso specifico elevato e di natura non geliva, non alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua. In ogni caso, il materiale di riempimento dovrà essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. Le dimensioni dei ciottoli dovranno essere comprese fra il 100% e il 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza. Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## R GEOGRIGLIA DI RINFORZO

### R.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Per il rinforzo dello della copertura della discarica in scarpata è previsto l'impiego di una geogriglia di rinforzo.

Le geogriglie da impiegare dovranno essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel terreno;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabili da microrganismi, insetti, muffe e roditori;
- imputrescibili;
- resistente all'invecchiamento.

Il materiale impiegato deve essere certificato secondo le norme ISO 9001 ed essere conforme ai requisiti della direttiva CE come materiale da rinforzo (R).

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche nominali minime delle 2 geogriglie da utilizzare per gli interventi in oggetto. Si sottolinea che i valori di resistenza alla trazione di ciascuna delle geogriglie riportati nella tabella seguente dovranno essere ridotti con i coefficienti parziali di sicurezza specificati nel seguito in modo tale che da garantire la resistenza alla trazione di lungo periodo.

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Polimero della griglia			PET-PVA
Polimero del rivestimento			polimerico
Resistenza a trazione	EN ISO 10319	kN/m	≥ 200 (L)
Deformazione al carico massimo		%	≤ 10 (L)
Larghezza del rotolo		m	≥4.0

Tabella R-1 Caratteristiche minime della geogriglia di rinforzo in scarpata

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## Resistenza a trazione

Il valore della resistenza a trazione della geogriglia indicata nella precedente Tabella R-1 è il valore della resistenza nominale (o resistenza caratteristica  $T_k$ ). Quello che dovrà essere effettivamente garantito è il valore impiegato nel calcolo corrispondente alla resistenza di lungo periodo (resistenza di progetto  $T_d$ ).

La resistenza di progetto  $T_d$  è legata al valore della resistenza caratteristica  $T_k$  dalla seguente relazione<sup>2</sup>:

$$T_d = T_k \cdot \frac{1}{RF_{CR} \cdot RF_{ID} \cdot RF_W \cdot RF_{CH}}$$

dove:

$RF_{CR}$  coefficiente di sicurezza nei confronti del carico statico sostenuto nella vita di esercizio (50 anni) alla temperatura di progetto (30°) e corrisponde al coefficiente di sicurezza nei confronti di fenomeni di creep;

$RF_{ID}$  coefficiente di sicurezza nei confronti del danneggiamento meccanico in relazione alla granulometria del materiale impiegato;

$RF_W$  coefficiente di sicurezza nei confronti della degradazione per l'esposizione agli agenti atmosferici per il massimo periodo di esposizione prevista;

$RF_{CH}$  coefficiente di sicurezza nei confronti della riduzione di resistenza a causa di fenomeni chimici o biologici per ambiente aggressivo con valori del pH compresi tra 4 e 9.

In fase di accettazione del materiale, l'Appaltatore dovrà garantire che il prodotto proposto fornisca un valore di resistenza previste dal progetto giustificando adeguatamente i valori dei singoli coefficienti di riduzione da applicare alla resistenza caratteristica.

### R.1.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

#### R.1.1.1 Referenze del produttore

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le schede tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di

<sup>2</sup> Il riferimento normativo è la ISO/TR 20432: "Guidelines for the determination of the long-term strength of geosynthetics for soil reinforcement"

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

qualità e, per ciascun rotolo, il Certificato comprovante la Marcatura CE, e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

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

#### **R.1.1.2 Ispezione e prove**

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geosintetici.

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

#### **R.1.1.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio**

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

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

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

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

#### **R.1.1.4 Verifica del materiale da approvvigionare in cantiere**

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geosintetico, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore, al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, prima dell'inizio dei lavori dovrà effettuare a sue spese, in un laboratorio specializzato, le prove sotto indicate, e dovrà presentare al Committente i certificati di prova in originale dei geosintetici che intende posare. Il materiale dovrà essere sottoposto alle seguenti prove:

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- resistenza a trazione (UNI EN ISO 10319);
- deformazione a rottura (UNI EN ISO 10319).

Il materiale dovrà riportare ben evidenziato su ogni rotolo il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti prima di innescare qualsiasi processo di deterioramento.

## **R.2 POSA IN OPERA GEOGRIGLIA DI RINFORZO**

La geogriglia viene generalmente confezionata in rotoli di larghezza standard di 4,4 m mentre la lunghezza standard è di 50 m.

Per prevenire eventuali danneggiamenti il materiale deve essere stoccato in luoghi secchi e puliti sovrapponendo non più di cinque rotoli per volta. Il peso di ciascun rotolo è tale da necessitare l'impiego di un mezzo meccanico per la sua movimentazione.

Il terreno di posa del materiale deve risultare piano e privo di radici, massi ed ondulazioni.

I rotoli verranno posizionati in modo tale che la direzione longitudinale risulti parallela alla direzione principale delle tensioni ed che teli contigui risultino tra loro allineati.

La posa in opera della geogriglia avviene srotolandolo per brevi tratti nella direzione individuata e correggendo eventuali errori direzionali. Va prestata attenzione affinché i singoli nastri risultino ben allineati e non attorcigliati; il disallineamento non deve superare i 50 mm per ogni 5 m di geogriglia. Nel caso in cui si preveda la posa simultanea di più rotoli questi devono essere stesi in modo sfalsato per evitare interferenza tra i vari nuclei centrali su cui la geogriglia è avvolta ed i nastri non devono essere sovrapposti.

### ***R.2.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale***

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 geotessile.

### ***R.2.2 Controlli sulla posa***

La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 30 cm, salvo diverse indicazioni dei Fornitori, garantendo così la continuità del telo.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Al fine di verificare la rispondenza alle caratteristiche richieste del materiale saranno prelevati 2 campioni di geosintetico ogni 10'000 m<sup>2</sup>, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica;
- spessore (a 2 kPa);
- resistenza a trazione longitudinale
- allungamento a rottura.

I campioni dovranno essere prelevati secondo le modalità e delle dimensioni indicate dalla metodologia di prova di riferimento per l'esecuzione delle prove.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## S BIOSTUOIA

### S.1 CARATTERISTICHE GENERALI

In scarpata protezione del terreno vegetale in attesa che si sviluppi la copertura vegetale è prevista la posa di una biostuoia.

La biostuoia è in realtà un geocomposito costituito una massa organica racchiusa tra due reti. Tra una delle reti e la massa organica sarà inoltre posto un foglio di cellulosa in grado di decomporsi celermente dopo la posa.

Il pacchetto descritto verrà assemblato meccanicamente mediante una serie di cuciture longitudinali poste ad interasse di circa 50 mm in modo da rendere solidali gli strati.

Le principali caratteristiche del geosintetico sono riassunte nella tabella seguente.

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
<b>Reti di contenimento</b>			
Materiale			PP
Massa areica	UNI EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	≥ 10
maglia		mm	≤ 8x10
Resistenza a trazione longitudinale e trasversale	EN ISO 10319	kN/m	≥ 0.5
Deformazione al carico massimo longitudinale e trasversale		%	≤ 20
<b>Massa organica</b>			
Materiale			Fibre di paglia e cocco
Massa areica	UNI EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	≥ 400
<b>Foglio intermedio</b>			
Materiale			cellulosa
Massa areica	UNI EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	≥ 25
<b>Geocomposito</b>			
Larghezza del rotolo		m	≥ 1

Tabella S-1: Caratteristiche minime della biostuoia

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **S.1.1 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale**

### **S.1.1.1 Referenze del produttore**

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le schede tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità e, per ciascun rotolo, il Certificato comprovante la Marcatura CE, e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

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

### **S.1.1.2 Ispezione e prove**

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geosintetici.

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

### **S.1.1.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio**

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

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

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

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

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **S.2 POSA IN OPERA DELLA BIOSTUOIA**

La biostuoia dovrà essere posata in opera in condizioni di umidità sufficiente a garantire la germogliazione della semina.

I rotoli di biostuoia verranno svolti in direzione di massima pendenza; si prevede una sovrapposizione tra teli di circa 15 cm.

Il giunto tra rotoli successivi verrà realizzato per mezzo di picchettatura con interasse variabile tra 0,5÷1m.

### ***S.2.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale***

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 geotessile.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## T STRATO DI COPERTURA SUPERFICIALE

### T.1 GENERALITÀ

È prevista la stesa di uno strato di terreno agrario di spessore non inferiore ad 1 m.

Tutto il materiale agrario e vegetale occorrente per la realizzazione della copertura deve essere delle migliori qualità e priva di difetti.

La provenienza viene liberamente scelta dall'Impresa purché, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, i materiali siano riconosciuti accettabili. L'Impresa è obbligata a notificare, in tempo utile alla Direzione Lavori la provenienza dei materiali per il regolare prelievo dei relativi campioni.

L'Impresa deve sostituire a sua cura e spese, con altre rispondenti ai requisiti concordati, le eventuali partite non ritenute conformi dalla Direzione Lavori.

L'approvazione dei materiali consegnati sul posto non è tuttavia considerata come accettazione definitiva: la Direzione Lavori si riserva infatti la facoltà di rifiutare in qualsiasi momento, quei materiali e quelle provviste che si siano, per qualsiasi causa, alterati dopo l'introduzione sul cantiere, nonché il diritto di farli analizzare a cura e spese dell'Impresa, per accertare la loro corrispondenza con i requisiti specificati nel presente Capitolato e dalle norme vigenti.

In ogni caso l'Impresa, pur avendo ottenuto l'approvazione dei materiali dalla Direzione Lavori, resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere.

### T.2 MATERIALE AGRARIO

Per materiale agrario si intende tutto il materiale impiegato negli specifici lavori agrari e forestali di vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, etc.), necessario alla messa a dimora, alla cura e alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

#### ***T.2.1 Terra di coltivo riportata***

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina l'Impresa è tenuta a verificare, con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori e sotto la sorveglianza della Direzione Lavori, se il terreno in sito sia adatto alla piantagione o se, al contrario, risulti necessario (e in che misura) apportare

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

nuova terra vegetale, la cui qualità deve essere a sua volta sottoposta a verifica ed approvazione da parte della Direzione Lavori per ogni tipologia di suolo.

Il terreno vegetale deve provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m. Qualora il prelievo della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità deve essere limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici della specie a portamento erbaceo (di norma non superiore a 0,50 m) ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali.

Il terreno vegetale deve essere di reazione neutra, risultare sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea od arbustiva permanente: esso deve risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

L'Impresa deve garantire la qualità del terreno di riporto; a tal fine, l'Impresa può disporre, a spese della Committente e su richiesta della Direzione Lavori, l'esecuzione delle analisi di laboratorio. Tali analisi devono essere eseguite, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S.).

I campioni per le analisi del terreno in sito devono essere prelevati in modo che siano rappresentativi di tutte le parti del suolo soggette alla sistemazione, curando che il prelievo avvenga tenendo conto non solo delle aree manifestamente omogenee (per giacitura, per esposizione, per colorazione, etc.) ma anche delle specie vegetali che in quei luoghi devono essere collocate a dimora o trapiantate, e in riferimento alla costituzione dei tappeti erbosi.

A seconda dell'estensione dell'intervento, deve essere prelevato un campione per ogni zona omogenea.

### **T.2.2 Substrati di coltivazione**

Con substrati di coltivazione si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari, al fine di ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora.

Per i substrati imballati le confezioni devono riportare quantità, tipo e caratteristiche del contenuto. In mancanza delle suddette indicazioni sulle confezioni, o nel caso di substrati non confezionati, l'Impresa deve fornire, oltre ai dati sopra indicati, i risultati di analisi realizzate a proprie spese,

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

secondo i metodi normalizzati dalla S.I.S.S. per i parametri indicati dalla Direzione Lavori da sottoporre all'approvazione della stessa.

Una volta pronti per l'impiego, i substrati devono essere omogenei e i componenti distribuiti in proporzioni costanti all'interno della loro massa.

I substrati non confezionati o privi delle indicazioni sopra citate sulla confezione, possono contenere anche altri componenti, in proporzioni note, tutti chiaramente specificati, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori.

L'Impresa deve determinare e sottoporre sempre all'approvazione della Direzione Lavori la densità apparente e la capacità di campo dei substrati destinati alle opere pensili a verde.

### ***T.2.3 Concimi minerali ed organici***

I concimi minerali, organici, misti e complessi da impiegare devono avere titolo dichiarato secondo la normativa vigente in materia ed essere forniti nell'involucro originale del Produttore, fatta esclusione per i letami, per i quali vengono valutate di volta in volta qualità e provenienza dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di indicare con maggior precisione il tipo di concime che deve essere impiegato, scegliendolo di volta in volta in base alle analisi di laboratorio del terreno, dei concimi proposti delle condizioni delle piante durante la messa a dimora e del periodo di manutenzione.

### ***T.2.4 Ammendanti e correttivi***

Per 'ammendanti' si intendono quelle sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno.

Per 'correttivi' si intendono quei prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

In accordo con la Direzione Lavori, si possono impiegare prodotti con funzioni miste, purché ne siano dichiarati la provenienza, la composizione e il campo di azione e siano forniti preferibilmente negli involucri originali secondo la normativa vigente.

I fertilizzanti organici (letame maturo, residui organici di varia natura, etc.) devono essere raccolti o procurati dall'Impresa soltanto presso luoghi o fornitori precedentemente autorizzati dalla Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### **T.2.5 Prodotti per pacciamatura**

Per 'pacciamatura' si intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, sbalzi termici, etc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale (ciottoli e altri materiali lapidei frantumati, corteccia di conifere, cippatura di ramaglia, scaglie di pigna, etc.) o di sintesi (argilla espansa, film in materiale plastico, teli in materiale tessuto non tessuto, etc.).

Questi devono essere forniti (quando si tratti di prodotti confezionabili) in accordo con la Direzione Lavori, nei contenitori originali che riportino la dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Il pacciamante di origine vegetale deve essere esente da parassiti, patogeni di varia natura, semi di piante estranee, non fermentato e proveniente da piante sane.

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di valutare di volta in volta qualità e provenienza.

### **T.2.6 Torba**

Salvo precise richieste della Direzione Lavori, l'Impresa deve fornire torba della migliore qualità, confezionata in balle compresse e sigillate di circa 0,16 m<sup>3</sup>.

### **T.2.7 Fitofarmaci**

I fitofarmaci da impiegarsi (es. anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, coadiuvanti, acaricidi, ecc.) devono essere forniti nei contenitori originali e sigillati dal Produttore, con l'indicazione della composizione e della classe di tossicità, secondo la normativa vigente in materia.

Il loro utilizzo deve essere preventivamente autorizzato dalla ASL e approvato dalla Direzione Lavori.

### **T.2.8 Drenaggi e materiali antierosione**

I materiali da impiegare per la realizzazione di drenaggi e opere antierosione devono corrispondere a quanto indicato in progetto e, per quelli forniti in confezione, essere consegnati nei loro imballi originali, attestanti quantità e caratteristiche del contenuto (resistenza, composizione chimica, requisiti idraulici e fisici, durata, etc.) per essere approvati dalla Direzione Lavori prima del loro impiego.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Per i prodotti non confezionati, la Direzione Lavori deve verificare di volta in volta qualità e provenienza.

### **T.2.9 Acqua**

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione non deve contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa, inoltre deve provenire da depositi o bacini di raccolta, per permettere una adeguata ossigenazione.

Nel caso di acqua proveniente dalla rete pubblica, questa deve essere lasciata decantare per almeno 24 ore per permettere l'allontanamento del cloro.

La temperatura dell'acqua non deve essere inferiore ai  $\frac{3}{4}$  della temperatura esterna dell'aria e comunque non inferiore a 15°C.

Se non le sarà consentito di approvvigionarsi da fonti della Committente, l'Impresa, è tenuta, su richiesta della Direzione Lavori, a verificare periodicamente mediante analisi effettuate secondo le procedure normalizzate dalla S.I.S.S., la qualità dell'acqua da utilizzare e a segnalare le eventuali alterazioni riscontrate. Gli oneri relativi sono a carico della Committente.

In caso contrario l'Impresa deve provvedere a sua cura e spese al controllo periodico della qualità dell'acqua.

### **T.2.10 Materiale vegetale**

Per 'materiale vegetale' si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Questo materiale deve provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931 n. 987 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni.

L'Impresa deve dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di effettuare, contestualmente all'Impresa, visite ai vivai di provenienza allo scopo di scegliere le piante; si riserva inoltre la facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche di progetto, in quanto non conformi ai requisiti fisiologici e fitosanitari che garantiscano la buona riuscita del lavoro, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

Le piante devono essere esenti da residui di fitofarmaci, attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Per quanto riguarda le avversità delle piante, devono essere osservate le disposizioni previste dal D.M. 11.7.80 “norme fitosanitarie relative all’importazione, esportazione e transito dei vegetali e prodotti vegetali” e successive integrazioni e modifiche e tutte le altre norme vigenti in materia.

L’Impresa, sotto la sua piena responsabilità, può utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori. Le piante devono aver subito le necessarie lavorazioni in vivaio e rispondere alle specifiche contenute negli elaborati di progetto.

Le piante devono essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà, nome commerciale per le coltivazioni) del gruppo a cui si riferiscono.

Le caratteristiche con le quali le piante devono essere fornite (densità e forma della chioma, presenza e numero di ramificazioni, sistema di preparazione dell’apparato radicale, etc.) sono precisate negli elaborati di progetto.

L’Impresa deve far pervenire alla Direzione Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate in cantiere.

Per quanto riguarda il trasporto delle piante, l’Impresa deve prendere tutte le precauzioni necessarie affinché queste arrivino sul luogo della sistemazione nelle stesse condizioni in cui hanno lasciato il vivaio, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei, con particolare attenzione affinché rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi anche a causa dei sobbalzi o per il peso del carico del materiale soprastante.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante devono essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno. Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) deve essere il più breve possibile. Nell’eventualità che per avverse condizioni climatiche le piante approvvigionate a piè d’opera non possano essere messe a dimora in breve, si deve provvedere a collocare il materiale in tagliola, curando in seguito le necessarie annaffiature ed evitando pregerminazioni.

In particolare l’Impresa deve assicurarsi che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Non è consentita la sostituzione di piante che l'Impresa non riuscisse a reperire; ove tuttavia venga dimostrato che una o più specie non siano reperibili, l'Impresa può proporre la sostituzione con piante simili.

L'Impresa deve sottoporre per iscritto tali proposte di sostituzione alla Direzione Lavori con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori stessi ed almeno un mese prima della piantagione cui si riferiscono. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di accettare le sostituzioni indicate e/ o di proporre di alternative.

### ***T.2.11 Tappeti erbosi in piote e zolle***

Qualora fosse richiesto un rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) oppure si intendesse procedere alla costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, l'Impresa deve fornire zolle e/o piote erbose precoltivate costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monofita, etc.).

Prima di procedere alla fornitura, l'Impresa deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'Impresa deve prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, vengono di norma fornite in forme regolari di rettangolari, quadrate o a strisce.

Al fine di non spezzarne la compattezza, le piote precoltivate devono essere consegnate arrotolate, mentre le zolle devono essere fornite su pallet.

Tutto il materiale, di qualunque tipo sia, al fine di evitare danni irreparabili dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce, non deve essere lasciato accatastato o arrotolato per più di 24 ore dalla consegna.

### ***T.2.12 Pulizia generale del terreno***

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'Impresa con il terreno a quota d'impianto.

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera per la presenza di materiale di risulta, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base all'Elenco prezzi e in accordo con la Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Per quanto attiene le quote relative all'andamento superficiale del terreno, l'impresa è tenuta, visti gli elaborati progettuali a provvedere alle necessarie movimentazioni al fine di ottenere gli andamenti superficiali previsti dal progetto stesso, ciò minimizzando le asportazioni dello strato di coltivo esistente.

### **T.2.13 Lavorazione del suolo**

Su indicazione della Direzione Lavori, l'Impresa deve procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria, preferibilmente eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici, a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto.

#### **T.2.13.1 Aratura**

La lavorazione del terreno deve avere il carattere di una vera e propria aratura, sarà perciò eseguita fino alla profondità di almeno cm. 40, salvo diversamente ordinato dalla Direzione Lavori. L'aratura deve eseguirsi con il mezzo trainante più leggero possibile in relazione alle caratteristiche del terreno stesso per minimizzare la compressione.

Le fette di lavorazione devono essere rovesciate con successione regolare senza lasciare fasce intervallate di terreno sodo.

Ove necessario il lavoro deve completarsi a mano: le arature devono effettuarsi sempre previa autorizzazione della Direzione Lavori e sono finalizzate a garantire l'esecuzione degli interventi solo a terreno "in tempera".

Inoltre è possibile effettuare la lavorazione del terreno mediante l'uso di pala meccanica.

#### **T.2.13.2 Fresatura, sarchiatura, erpicatura e zappatura**

La lavorazione può avere profondità di lavoro da 5-8 cm a 15-20 cm.

L'intervento deve sminuzzare accuratamente il terreno in superficie, anche per assicurare una buona penetrazione delle acque meteoriche.

Può essere necessario procedere a una o più passate fino ad ottenere un omogeneo sminuzzamento delle zolle e completa estirpazione delle infestanti.

Nelle immediate vicinanze di alberi, arbusti, manufatti recinzioni, siepi, impianti irrigui, il lavoro deve ovviamente completarsi a mano.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### T.2.13.3 Vangatura

La vangatura dovrà avere profondità di lavoro di almeno 30 cm; durante il lavoro si deve avere cura di far affiorare in superficie pietre ed erbe infestanti che devono sempre asportarsi comprendendo anche e totalmente le parti ipogee.

Qualora, a causa della limitata superficie delle aree di intervento non possano venire impiegati mezzi meccanici, la vangatura deve sostituirsi all'aratura.

Eseguito il lavoro di aratura o vangatura, l'Impresa deve effettuare un successivo lavoro complementare di preparazione, consistente in una erpicatura o zappatura di tutte le aree destinate all'impianto; con questa operazione, da eseguirsi a terreno asciutto, il terreno medesimo deve risultare uniformemente sminuzzato.

Naturalmente, se con una sola lavorazione di erpice o zappa il terreno non risultasse uniformemente sminuzzato, l'Impresa è tenuta ad effettuare successive lavorazioni con gli strumenti adatti, fino a raggiungere l'uniforme sminuzzamento del terreno richiesto.

Qualora fra il momento di impianto degli alberi e la formazione del prato trascorresse tempo sufficiente alla proliferazione di vegetazione infestante, è a cura e spese dell'Impresa dare corso a sollecite fresature ed erpicature, al fine di eliminare tale vegetazione e ciò prima che questa giunga a maturità (produzione del seme).

Le lavorazioni devono essere eseguite nei periodi idonei con il terreno in tempera, evitando di danneggiarne la struttura e di formare suole di lavorazione.

Nel corso di questa operazione l'Impresa deve rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che possono impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico (rocce, massi, etc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.

Nel caso ci si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentino difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (cavi, fognature, tubazioni, etc.), l'Impresa deve interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla Direzione Lavori. Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma deve essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Impresa fino a completa soddisfazione della Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

#### T.2.13.4 *Correzione, ammendamento e concimazione del terreno*

Dopo avere effettuato le lavorazioni su istruzione della Direzione Lavori, l'Impresa deve incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti ammessi dalla Direzione Lavori.

La concimazione organica e/o chimica deve essere rapportata ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari necessità delle singole specie da mettere a dimora.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa deve effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi idonei per quanto attiene solubilità e pronta assimilazione degli elementi.

Nel caso di impianto di nuovi alberi, la concimazione di fondo può essere evitata in caso di impiego di piante micorrizzate, con possibile aggiunta di specifici prodotti biostimolanti.

L'impiego di prodotti a base di biostimolanti rappresenta poi l'unico intervento possibile nel caso di reimpianto di alberi in terreni in cui sia accertata o si sospetti la presenza di patogeni fungini agenti a livello degli apparati radicali.

Il trattamento con tali prodotti può essere effettuato dalla primavera all'autunno, evitando periodi eccessivamente siccitosi e con temperature massime superiori ai 26 – 28 °C.

La modalità di distribuzione deve essere valutata caso per caso e deve comunque interessare solo gli strati superficiali di terreno normalmente esplorati dalle radici assorbenti (15 – 25 cm di profondità).

I trattamenti con fitofarmaci devono essere comunque autorizzati dalla Direzione Lavori, tempestivi ed eseguiti da personale abilitato secondo la normativa vigente, che deve attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dal Produttore e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

#### **T.2.14 *Apporto di terra di coltivo***

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa in accordo con la Direzione Lavori, deve verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione; in caso contrario deve apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato adeguato per i prati, tenendo presente l'eventuale calo del terreno per assestamento, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate tutte le zolle e gli ammassi di terra.

La terra di coltivo rimossa e accantonata nelle fasi iniziali degli scavi deve essere utilizzata insieme a quella apportata, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Le quote definitive del terreno devono essere quelle indicate negli elaborati grafici di progetto e devono comunque essere approvate dalla Direzione Lavori.

### ***T.2.15 Formazione dei prati***

La formazione dei prati deve aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante previste in progetto e dopo l'esecuzione delle eventuali opere murarie e delle attrezzature complementari. Tutte le aree da seminare o piantare a prato non devono essere sistemate fino a che non sia stato installato o reso operante un adeguato sistema di irrigazione, se previsto.

I vari tipi di prato devono presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, "chiarie" ed avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause.

### ***T.2.16 Semina di tappeti erbosi***

Dopo la preparazione del terreno su indicazione della Direzione Lavori, l'area deve essere seminata e rullata a terreno asciutto.

Qualora la morfologia del terreno lo consenta, è preferibile che le operazioni di semina vengano effettuate mediante speciale seminatrice munita di rullo a griglia, al fine di ottenere l'uniforme spargimento del seme e dei concimi minerali complessi. In caso contrario la semina, eseguita a spaglio, deve effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La copertura del seme deve essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco o tramite specifiche attrezzature meccaniche.

L'operazione deve essere eventualmente ripetuta dopo il secondo sfalcio.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente bagnato fino a che il suolo non risulti imbevuto di acqua fino alla profondità di almeno 5 cm. Per impedire che l'acqua possa asportare semi o terriccio, l'irrigazione dei prati appena formati deve essere realizzata per mezzo di irrigatori provvisti di nebulizzatori.

La superficie deve essere opportunamente delimitata per evitarne il calpestio nelle fasi iniziali di sviluppo delle specie.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

### ***T.2.17 Messa a dimora delle zolle erbose***

Le zolle erbose per la formazione dei prati devono essere messe a dimora stendendole sul terreno in file a giunti sfalsati tra fila e fila e devono risultare assestate a perfetta regola d'arte, in modo che non si presenti soluzione di continuità tra zolla e zolla.

Il piano di appoggio delle zolle deve risultare debitamente livellato ed il terreno precedentemente lavorato.

Per favorirne l'attecchimento, le zolle devono essere compattate per mezzo di battitura o di rullatura e, infine, abbondantemente irrigate.

### ***T.2.18 Inerbimento e piantagioni di scarpate e terreni in pendio***

Le scarpate e i terreni con pronunciata pendenza devono essere inerbiti con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatte a formare uno stabile tappeto erboso polifita.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **U VERIFICHE SULLA COPERTURA DEFINITIVA**

Prima dell'inizio e terminata la messa in opera della copertura definitiva, l'Impresa deve effettuare la verifica finale dell'idoneità della stessa mediante:

- rilievo topografico.

Le prove sono a carico/cura dell'Impresa.

### **U.1 RILIEVO TOPOGRAFICO**

Il rilievo topografico permette di effettuare una verifica plano-altimetrica delle quote di progetto della copertura finale.

Per la verifica degli spessori potranno essere adottati anche l'esecuzione di pozzetti e la posa di assestimenti a discrezione della D.L..

Tale verifica deve essere opportunamente indicata in apposite planimetrie e sezioni quotate firmate da tecnico abilitato.

### **U.2 PROVE DI TAGLIO DI INTERFACCIA**

L'Impresa è tenuta, se richiesta dalla Direzione Lavori, a fornire per ciascuna interfaccia tra geosintetici (geocomposito drenante, geocomposito bentonitico ecc.) oppure tra geosintetico e terreno (terreno vegetale, geogriglia ecc.) almeno 2 prove di taglio su interfaccia e di pull-out.

Il provino relativo ai vari tipi di terreno da utilizzare per le prove deve essere ricostruito in laboratorio con modalità e tecniche indicate dalla Direzione Lavori.

005-2015.002.R05	Disciplinare Tecnico Prestazionale	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>





**CITTA' DI ARIANO IRPINO**


Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

# **PIANO DI RIPRISTINO AMBIENTALE**

<b>Approvato</b>	S.Veggi		
<b>Controllato</b>	S. Veggi		
<b>Redatto</b>	D. Paci		
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	01/04/2015
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R06	<b>Pagine</b>	1 di 10

 **Desmos**  
Ingegneria Ambiente Energia

Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI  
Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI  
E-mail: [desmos-ing@desmos-ing.it](mailto:desmos-ing@desmos-ing.it)  
E-mail certificata: [desmos-ing@pec.it](mailto:desmos-ing@pec.it)  
P.I e C.F. : 09016150964

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>INTRODUZIONE GENERALE .....</b>	<b>2</b>
	A.1 INTRODUZIONE .....	2
<b>B</b>	<b>CONSIDERAZIONI GENERALI.....</b>	<b>3</b>
	B.1 IL RIPRISTINO AMBIENTALE.....	3
<b>C</b>	<b>PIANO DI RIPRISTINO VEGETAZIONALE .....</b>	<b>4</b>
	C.1 CONSIDERAZIONI SULL'IMPIEGO DI SPECIE AUTOCTONE.....	4
	C.2 MODALITÀ DI INERBIMENTO E IMPIANTO.....	6
	C.3 LA TECNOLOGIA DEI PRATI ARMATI .....	6
	C.4 CURE COLTURALI SUCCESSIVE ALL'IMPIANTO.....	7
<b>D</b>	<b>TEMPISTICA.....</b>	<b>9</b>
	D.1 TEMPISTICA PREVISTA PER LA MESSA IN OPERA DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO AMBIENTALE.....	9

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **A INTRODUZIONE GENERALE**

### **A.1 INTRODUZIONE**

Nel presente elaborato vengono descritte le opere da attuare per il ripristino ambientale nel progetto di chiusura e sistemazione definitiva della discarica per rifiuti non pericolosi della discarica in Località Difesa Grande nel comune di Ariano Irpino, in Provincia di Avellino.

Le opere si inseriscono nelle attività finalizzate al capping definitivo ed alla stabilizzazione del movimento di versante.

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **B CONSIDERAZIONI GENERALI**

### **B.1 IL RIPRISTINO AMBIENTALE**

Il piano di ripristino ambientale descrive le modalità e gli obiettivi di recupero e sistemazione della discarica in relazione alla destinazione d'uso prevista dalla stessa area. L'elaborato qui presentato è stato redatto secondo i criteri stabiliti dall'Allegato 2 ai sensi del D. Lgs. 36/03 oltre che conformemente a quanto previsto dall'art. 208 del D.Lgs. 152/06 (che sostituisce gli articoli 27 e 28 del D.Lgs. 22/97).

In particolare, al Capitolo 3 dell'Allegato 2 dello stesso Decreto sono poi riportati i principali contenuti di tale Piano; in particolare viene precisato che deve individuare:

- il quadro di riferimento dell'area e delle zone limitrofe su morfologia, geomorfologia, geologia, idrogeologia, clima, uso del suolo, idrologia superficiale, boschi, aspetti di vegetazione, di gestione agricola e faunistici;
- le analisi del paesaggio e della qualità dell'ambiente;
- gli obiettivi e vincoli della sistemazione ambientale prescelta;
- la destinazione d'uso dell'area;
- i tempi e le modalità di esecuzione del recupero e della sistemazione ambientale;
- la documentazione cartografica ed eventuali analisi.

Scopo della presente relazione tecnica è dunque quello di fornire adeguate indicazioni relativamente alla sistemazione a verde dell'area di discarica e delle zone di pertinenza adiacenti. Per raggiungere tale finalità si è reso indispensabile un attento studio della zona per quanto riguarda tutte le caratteristiche da prendere in considerazione per ottenere risultati soddisfacenti. L'area è stata dunque analizzata sotto i suoi aspetti climatico - vegetazionali per poter individuare le specie più idonee da mettere a dimora e i criteri ottimali per le modalità di impianto.

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **C PIANO DI RIPRISTINO VEGETAZIONALE**

### **C.1 CONSIDERAZIONI SULL'IMPIEGO DI SPECIE AUTOCTONE**

Per minimizzare l'impatto visivo della discarica e favorirne il reinserimento in un contesto ambientale naturale, si prevede un riassetto vegetativo il cui obiettivo è esclusivamente protettivo – paesaggistico.

L'ambiente è definibile come un complesso sistema delle risorse naturali ed umane e le loro interazioni.

In questa accezione, le risorse si identificano in larga misura con le componenti ambientali, suddivisibili in:

- Naturali biotiche (flora, fauna ed ecosistemi)
- Naturali abiotiche (aria, acqua, suolo, sottosuolo, paesaggio)
- Umane (salute umana, attività socio-economiche, beni artistici e culturali)

L'obiettivo fondamentale delle attività scientifiche di conservazione e riqualificazione dell'ambiente e le normative ad esse associate, è quello di arrivare a conoscere approfonditamente il sistema in esame, per valutarne gli equilibri naturali originari e cercare di mantenerli o ripristinarli operando le scelte più corrette.

Per tale motivo il piano di riassetto di un sito adibito a discarica non può prescindere da una accurata campagna di indagini sulla quale basare un piano di risanamento mirato.

Gli obiettivi che si vogliono raggiungere nel presente contesto sono il recupero, la rinaturalizzazione e la valorizzazione di un area adibita a discarica che, in ambiente fortemente caratterizzato dall'attività agricola, comporta un evidente impatto ambientale.

Per rinaturalizzazione si intende tutta quella serie di operazioni di risanamento ambientale che, con l'impianto di vegetazione e con la riduzione delle cause che hanno provocato il degrado, favoriscono il reinstaurarsi delle condizioni ecologiche in quelle aree fortemente degradate.

Si tratta cioè di ricreare un ambiente nuovamente ospitale per la flora e la fauna autoctona, reintegrando l'area con l'ambiente circostante.

La finalità ultima dell'intervento è quella di far evolvere spontaneamente l'area in oggetto verso lo stato di climax, in maniera tale che si inserisca indistintamente nell'ambiente circostante sia da un punto di vista naturalistico che estetico.

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

In tal modo si raggiungerà anche l'obiettivo di minimizzare gli interventi manutentivi dell'area che si dovrebbero limitare esclusivamente al primo anno di impianto.

In tale ottica risulta fondamentale operare delle scelte che mirino all'insediamento di specie autoctone erbacee ed arbustive al fine di garantirne la persistenza e l'integrazione con le altre specie viventi presenti nell'area.

Per arrivare a definire tali scelte progettuali, si è andati a studiare le componenti del clima, suolo, sottosuolo, fauna, flora e le relative interazioni presenti nelle zone circostanti.

Poiché il contesto in esame presenta un movimento in atto, principalmente causato dalla saturazione degli strati superficiali in cui è inserita la discarica, gli interventi di ripristino ambientale previsti hanno lo scopo anche di stabilizzare lo strato corticale della discarica.

In particolare si prevede di rinaturalizzare la superficie della discarica e le scarpate laterali presenti distinguendo le prime dalle seconde.

Sulla parte sommitale della discarica si prevede l'utilizzo di specie erbacee ed arbustive autoctone, mentre lungo gli argini perimetrali è previsto il trattamento tipo prato armato.

In entrambi i casi, è prevista una copertura con strato finale di terreno vegetale di circa un metro.

Si prevede pertanto di utilizzare un substrato con caratteristiche chimico-fisico idonee alla germinazione, emergenza e sviluppo delle specie vegetali da impiantare che saranno prevalentemente di tipo erbaceo con presenza di specie arbustive.

Si avrà cura di dare risalto al consolidamento dell'argine di contenimento della discarica mediante l'utilizzo di specie arbustive.

Oltre al raggiungimento degli obiettivi precedentemente descritti, con la sistemazione proposta si prevede di migliorare le caratteristiche meccaniche del terreno ed evitare i fenomeni erosivi che si instaurerebbero in assenza di vegetazione.

Tra le varie specie autoctone individuate, la selezione è stata indirizzata verso quelle più capaci di sopravvivere su terreni poveri e poco profondi, capaci di resistere a condizioni di stress idrico spinto e che presentino apparati radicali sufficientemente profondi e ben sviluppati.

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Per quanto riguarda le specie erbacee, ci si è orientati verso un miscuglio di:

*Festuca arundinacea* (60%), *Festuca ovina* (15%), *Lolium perenne* (15%), *Cinodon dactylon* (5%), *Achillea millefolium* (2%), *Malva sylvestris* (2%), *Chrysanthemum leucanthemum* (0,1%), *Daus carota* (0,1%), *Galium mollugo* (0,1%), *Valium verum* (0,1%), *Leontodon autumnalis* (0,1%), *Pimpinella saxifraga* (0,1%), *Plantago lanceolata* (0,1%), *Salvia pratensis* (0,2%).

Per quanto riguarda le specie arbustive, si sono individuate le seguenti essenze:

*Robinia pseudoacacia* (20%), *Spartium junceum* (20%), *Crataegus oxycantha* (15%), *Phillyrea spp* (20%), *Asparagus acutifolius* (10%), *Rosmarinus spp* (15%).

Le percentuali indicano le quote di ricoprimento della superficie.

## **C.2 MODALITÀ DI INERBIMENTO E IMPIANTO**

Per quanto riguarda le specie erbacee, è prevista un semina meccanica a spaglio nella parte sub pianeggiante e mediante idrosemina lungo le scarpate. Il periodo in cui effettuare tali operazione è inizio autunno o fine inverno.

Le specie arboree dovranno essere preferibilmente impiantate durante il periodo di riposo vegetativo all'interno di buche di dimensioni 30cm x 30cm x 30cm opportunamente concimate sul fondo.

## **C.3 LA TECNOLOGIA DEI PRATI ARMATI**

La tecnologia tipo PRATI ARMATI ® è stata prevista lungo le scarpate perimetrali del rilevato della discarica per la stabilizzazione delle stesse e per il contrasto dell'erosione e la rinaturalizzazione. Questa è una innovativa tecnologia verde, che impiega esclusivamente sementi di particolari piante erbacee perenni che sono dotate di particolari caratteristiche fisiologiche e di un apparato radicale profondo e resistente. Con tale tecnologia si prevede dunque di contribuire alla stabilizzazione lo strato corticale della discarica per lo spessore medio di 1 m consentendo, al contempo, di prevenire l'erosione su versanti.

L'aspetto più interessante dell'impiego di queste piante è che, grazie alla loro rusticità e capacità di adattamento, è possibile utilizzarle da sole per stabilizzare il versante, senza terreno vegetale di

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

riporto, né materiali o manufatti plastici, etc. I vantaggi derivanti dall'applicazione di questo trattamento sono:

- Blocco dell'erosione idrica ed eolica;
- Immobilizzazione dei rifiuti;
- Riduzione della produzione di percolato;
- Riduzione drastica costi e tempi di intervento 5. Riduzione drastica costi energetici di intervento;
- Riduzione drastica delle emissioni di inquinanti dovuti all'utilizzo di tecniche tradizionali;
- Non utilizzo di materiali e manufatti plastici, argilla, terreno vegetale, etc per la messa in sicurezza;
- Rinaturalizzazione con specie autoctone;
- Eliminazione di ogni manutenzione post-impianto.

L'impianto erbaceo che ne deriva è naturale, rustico e perenne, non necessita quindi di né di continui rifacimenti né di costante manutenzione.

Le Specie Erbacee a Radicazione Profonda (come i PRATI ARMATI®) possono invece fornire una soluzione rapida, economica e sicura per la messa in sicurezza d'emergenza di queste discariche. Tali interventi rientrano oltretutto nella categoria delle tecniche "in situ", senza cioè movimentazione o rimozione del suolo.

I PRATI ARMATI® infatti:

- crescono anche su suoli sterili e fortemente inquinati da metalli pesanti, idrocarburi, rifiuti;
- incrementano la resistenza al taglio del terreno ed il suo fattore di sicurezza;
- riducono l'erosione eolica ed idrica e la conseguente dispersione di inquinanti;
- riducono il trascinarsi a valle dei rifiuti affioranti, che vengono inglobati nella copertura vegetale: isolano quindi i rifiuti dall'ambiente esterno;
- riducono la produzione di percolato nelle discariche grazie a: elevata riduzione delle infiltrazioni di acque meteoriche dovuta al ruscellamento al di sopra della coltre erbacea allettata; intensa capacità traspirativa di queste piante; conferiscono un aspetto verde e naturale alla discarica, migliorandone l'impatto visivo.

#### **C.4 CURE COLTURALI SUCCESSIVE ALL'IMPIANTO**

Una volta messe a dimora le piantine a regola d'arte, occorrerà seguirne la crescita e lo sviluppo nel tempo.

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



Nell'arco dei primi tre anni le cure colturali consisteranno nella sostituzione delle fallanze, cioè di tutte le piantine morte, deperienti, stentate e malformate. È inoltre opportuno provvedere ad una periodica ricalzatura delle radici e, in caso di prolungata siccità, ad irrigazioni di soccorso.

Nel tempo verranno selezionate le piante peggiori che verranno soppresse e, se è il caso, sostituite con altri soggetti.

Si procederà altresì ad integrare con ulteriori semine le zone ove l'inerbimento risulterà carente.

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **D TEMPISTICA**

### **D.1 TEMPISTICA PREVISTA PER LA MESSA IN OPERA DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO AMBIENTALE**

Facendo riferimento all'elaborato di progetto "Copertura e sistemazione definitiva: Planimetria di progetto" (rif. 5-2015.001.D04E01), le superfici dei paramenti dall'argine di valle e degli argini della pista perimetrale della discarica ed ogni altra area interessata da movimento terra, saranno oggetto di intervento di ripristino vegetazionale prima del completamento delle attività di costruzione della copertura.

Ciò al fine di avere già un risultato, sia dal punto di vista del recupero vegetazionale che per le problematiche di stabilità, prima del completamento della copertura finale della discarica.

La rinaturalizzazione vegetazionale della discarica nella sua parte sommitale sarà effettuata al termine della costruzione della copertura.

Per maggiori dettagli circa la tempistica degli interventi si veda l'elaborato: Cronoprogramma (rif. 5-2015.001.R04E01).

005-2015.002.R06	Piano di Ripristino Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



**CITTA' DI ARIANO IRPINO**


Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

# **PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

<b>Approvato</b>	S.Veggi		
<b>Controllato</b>	S. Veggi		
<b>Redatto</b>	D. Paci		
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	01/04/2015
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R07	<b>Pagine</b>	1 di 17

 **Desmos**  
Ingegneria Ambiente Energia

Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI  
Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI  
E-mail: [desmos-ing@desmos-ing.it](mailto:desmos-ing@desmos-ing.it)  
E-mail certificata: [desmos-ing@pec.it](mailto:desmos-ing@pec.it)  
P.I e C.F. : 09016150964

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>B</b>	<b>MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....</b>	<b>4</b>
<b>C</b>	<b>SORVEGLIANZA E CONTROLLO PERCOLATO .....</b>	<b>7</b>
<b>D</b>	<b>SORVEGLIANZA E CONTROLLO EMISSIONI GASSOSE E QUALITÀ DELL'ARIA.</b>	<b>8</b>
<b>E</b>	<b>SORVEGLIANZA E CONTROLLO BIOGAS NEL SOTTOSUOLO.....</b>	<b>9</b>
	E.1 DINAMICA DEI FENOMENI DI MIGRAZIONE DEL BIOGAS NEL SOTTOSUOLO .....	9
	E.2 I FATTORI CHE INFLUENZANO LA VARIABILITÀ DEL FENOMENO DI MIGRAZIONE	9
	E.3 MONITORAGGIO DEL SOTTOSUOLO PERIMETRALE ED ESTERNO DELLE DISCARICHE .....	10
	E.4 PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA PRESENZA DI BIOGAS NEL SOTTOSUOLO ....	11
	E.5 MONITORAGGIO DEGLI SPAZI CONFINATI PRESSO I POSSIBILI BERSAGLI DELLA MIGRAZIONE.....	11
	E.6 MODALITÀ E FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI DEL GAS DAI SISTEMI DI MONITORAGGIO .....	12
	E.7 PARAMETRI ANALITICI E DATI DA RILEVARE .....	12
	E.8 AZIONI CORRETTIVE DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DELLE DISCARICHE E DEL SOTTOSUOLO IN PRESENZA DI FENOMENI DI MIGRAZIONE DEL BIOGAS .....	13
<b>F</b>	<b>SORVEGLIANZA E CONTROLLO TOPOGRAFICO DELLA DISCARICA.....</b>	<b>14</b>
<b>G</b>	<b>ELENCO DI COMUNICAZIONI ANNUALI ALL'AUTORITÀ .....</b>	<b>15</b>
<b>H</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>16</b>
	H.1 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	16

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## A INTRODUZIONE

Nel presente elaborato vengono descritte tutti gli interventi di monitoraggio previsti, ai sensi del D.Lgs. 36/03, nell'ambito della sistemazione definitiva della discarica per rifiuti non pericolosi sita in località Difesa Grande, nel comune di Ariano Irpino, in Provincia di Avellino.

Si precisa che i controlli e le frequenze adottate sono conformi a quelle indicate dal D. Lgs. 36/2003 per il periodo di gestione post-operativa.

Tale piano si riferisce quindi al periodo di gestione post-operativa di durata trentennale che inizierà una volta realizzata la copertura finale della discarica, ai sensi dell'art.12 del D. Lgs. 36/2003 e dopo la visita dell'Ente territoriale competente.

Si è altresì ritenuto di applicare tale piano nel periodo transitorio per la realizzazione degli interventi che inizierà dalla comunicazione di autorizzazione del progetto di chiusura e terminerà quando partirà il periodo trentennale di gestione post-operativa.

Gli interventi di monitoraggio previsti sono tali da garantire che:

- a) tutte le sezioni impiantistiche assolvano alle funzioni per le quali sono progettate in tutte le condizioni operative previste;
- b) vengano adottati tutti gli accorgimenti per ridurre i rischi per l'ambiente ed i disagi per la popolazione;
- c) venga assicurato un tempestivo intervento in caso di imprevisti;
- d) venga garantito l'addestramento costante del personale impiegato nella gestione;
- e) venga garantito l'accesso ai principali dati di funzionamento nonché ai risultati delle campagne di monitoraggio.

Il monitoraggio in particolare definisce le modalità, i parametri e la periodicità dei campionamenti su:

- acque sotterranee;
- percolato;
- acque di drenaggio superficiale;
- gas di discarica;
- qualità dell'aria;
- parametri meteorologici;
- monitoraggio topografico dei capisaldi della discarica.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

I prelievi e le analisi finalizzate alla caratterizzazione dello stato qualitativo rispetto agli standard di riferimento, saranno eseguite secondo metodiche standard.

Le analisi saranno svolte da un laboratorio accreditato ai sensi delle norme UNI EN 45000.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## B MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Il campionamento delle acque sarà effettuato nei punti di monitoraggio M1-M2-M3 in accordo con standard EPA che prevedono il prelievo mediante opportuna pompa, a seguito di uno spurgo condotto a bassa portata fino ad ottenere valori costanti di conducibilità, pH, potenziale redox e temperatura.

Le operazioni di spurgo e campionamento saranno eseguite mediante un pompa peristaltica con portata di emungimento molto bassa fino all'ottenimento di acqua chiara e comunque per un tempo non inferiore al ricambio di circa tre/cinque volumi d'acqua, permettendo così la deposizione dei sedimenti in sospensione ed il riequilibrio della falda.

I campioni verranno immediatamente versati in bottiglie di vetro munite di tappo a vite con guarnizione in teflon, accuratamente pulite e seccate precedentemente, secondo specifiche atte a garantire l'assenza di ogni possibilità di contaminazione del campione.

Da ciascun piezometro si procederà al prelievo di n° 2 bottiglie da Ut.

Le bottiglie verranno colmate fino al collo, immediatamente chiuse, asciugate esternamente, ed opportunamente etichettate mediante marcatori permanenti ad inchiostro esente da toluene/xileni.

Sui campioni prelevati sarà effettuata un'analisi chimica mirata per la ricerca dei parametri fondamentali, contrassegnati con l'asterisco in Tabella 1, mentre gli altri parametri saranno rilevati annualmente.

Tabella 1 - Analisi delle acque sotterranee

*PH
*Temperatura
*Conducibilità elettrica
*Ossidabilità Kiibel
BOD5
TOC
Ca, Na, K
*Cloruri
*Solfati
Fluoruri
IPA
*Metalli: Fe, Mn,
Metalli: Cu, Cd, Cr totale, Cr VI, Hg, Mg, Zn, Ni, Pb, As
Cianuri
*Azoto ammoniacale, nitroso e nitrico
Composti organoalogenati (compreso cloruro di vinile)
Fenoli

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

Pesticidi fosforati e totali
Solventi organici aromatici
Solventi organici azotati
Solventi clorurati

Di seguito si riportano i metodi di analisi utilizzati e le concentrazioni limite previste dal D.Lgs. 152/06 (ex DM 471/99).

PARAMETRO	METODO	C.L.
Cond. Elettrica 20 °C	IRSA-Q. 100/94 2030	
PH	IRSA-Q. 100/94 2030	
Azoto ammoniacale	IRSA-Q. 100/94 2030	
C.O.D.	IRSA-Q. 100/94 2030	
Cloruri	EPA 300.1/97	
Solfuri	MP-0062	
Fosforo totale	IRSA-Q. 100/94 4090	
Zinco	EPA 6010-C/00	3000 µg/l
Cromo	EPA 200.8/94	50 µg/l
Manganese	EPA 6010-C/00	50 µg/l
Nichel	EPA 6010-C/00	20 µg/l
Rame	EPA 6010-C/00	1000 µg/l
Piombo	EPA 200.8/94	10 µg/l
Mercurio	EPA 200.8/94	1 µg/l
Ferro	EPA 6010-C/00	200 µg/l
Alluminio	EPA 200.8/94	200 µg/l
Cadmio	EPA 200.8/94	5 µg/l
Boro	EPA 6010-C/00	1000 µg/l
Arsenico	EPA 200.8/94	10 µg/l
Coliformi totali		
Coliformi fecali	IRSA-Q. 100/94 7020/B	
Streptococchi fecali	IRSA-Q. 100/94 7040/B	

Durante la fase di gestione post operativa i campionamenti saranno effettuati con cadenza almeno semestrale.

Il livello della falda nei pozzi piezometrici in fase di post gestione operativa sarà rilevato semestralmente.

Solo quando, a seguito di analisi più approfondite, si verifichi la possibilità che l'inquinamento provenga dalla discarica allora si attiverà la procedura ai sensi del D.Lgs. 152/06 redigendo il piano di caratterizzazione dell'area; in particolare l'iter che si seguirà sarà:

- ASI-DEV comunicherà al Comune, alla Provincia, e alla Regione nonché agli organi di controllo ambientale e sanitario i risultati delle analisi.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



- Entro 30 gg ASI-DEV presenterà al Comune ed alla Regione il Piano di Caratterizzazione predisposto secondo i criteri del D.Lgs. 152/06.
- Ottenuta l'approvazione e l'autorizzazione dal Comune, ASI-DEV procederà all'esecuzione del Piano della Caratterizzazione.
- Sulla base dei risultati dell'esecuzione del Piano di Caratterizzazione ASI-DEV redigerà e trasmetterà al Comune e alla Regione il progetto preliminare di bonifica redatto secondo le modalità definite dal D.Lgs. 152/06.
- Ottenuta l'approvazione del Progetto preliminare, entro un anno dalla data di presentazione del Piano di Caratterizzazione, ASI-DEV presenterà al Comune il progetto definitivo della bonifica.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## C SORVEGLIANZA E CONTROLLO PERCOLATO

In fase di post gestione operativa i rilievi della produzione volumetrica di percolato e le analisi della composizione dello stesso saranno eseguiti con frequenza semestrale.

La quantità di percolato prodotto e smaltito rilevata verrà correlata con i parametri meteo climatici in modo da poter effettuare il bilancio idrico della discarica.

I campioni di percolato saranno prelevati dai serbatoi di stoccaggio percolato previsti nell'area di servizio della discarica.

Sui campioni prelevati verrà effettuata un'analisi chimica mirata per la ricerca dei seguenti parametri:

	PARAMETRO		PARAMETRO
1	PH	13	Piombo
2	Conducibilità	14	Ferro
3	Ammoniaca	15	Zinco
4	Nitriti	16	COD
5	Nitrati	17	BOD5
6	Azoto Organico	18	Residuo secco
7	Cloruri	19	Fosforo Totale
8	Solfati	20	Fenoli
9	Rame	21	Olii minerali
10	Nichel	22	Enterobatteri patogeni
11	Cadmio	23	Clostriti solfitoriduttori
12	Cromo Totale		

Con i seguenti metodi analitici:

PARAMETRO	TECNICA
PH	IRSA-Q.64/85 MET 1
Azoto Totale	IRSA-Q.100/94 5030
Cloruri	EPA 300.1/97
Solfuri	IRSA Q.64/86 MET12
Fosforo Totale	EPA-6010-C/00
Residuo a 105°C, residuo fisso a 600°C	APHA-2540G/91
Antimonio, arsenico	EPA 7062/94
Selenio	EPA 7742/94
Alluminio, boro, cadmio, nichel, ferro, manganese, piombo, stagno, tallio, tellurio, rame, rame solubile, zinco	EPA 6010-C/00
Mercurio	EPA 7471-A/94
Cromo esavalente	IRSA-Q.64/86 MET 16

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **D SORVEGLIANZA E CONTROLLO EMISSIONI GASSOSE E QUALITÀ DELL'ARIA**

Il numero e l'ubicazione dei siti di prelievo dipendono generalmente dalla topografia dell'area da monitorare. Per il sito in questione si prevedono due punti di prelievo lungo la direttrice principale del vento dominante nel momento del campionamento, a monte e a valle della discarica. Il campionamento in fase di gestione post operativa verrà effettuato con cedenza semestrale. I parametri di monitoraggio sul gas di discarica comprendono CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **E SORVEGLIANZA E CONTROLLO BIOGAS NEL SOTTOSUOLO**

### **E.1 DINAMICA DEI FENOMENI DI MIGRAZIONE DEL BIOGAS NEL SOTTOSUOLO**

Il fenomeno di migrazione del biogas nel sottosuolo è governato da due meccanismi: la diffusione e la convezione.

La diffusione determina il movimento del gas in funzione del gradiente di concentrazione: le componenti del gas si muovono da aree a più elevata concentrazione verso aree a minore concentrazione.

La convezione determina il movimento del gas in funzione del gradiente di pressione: il flusso si muove in direzione della pressione minore.

In entrambi i meccanismi, in condizioni indisturbate, il gas ha la tendenza ad muoversi allontanandosi dalla discarica, ove sono presenti valori di concentrazione e pressione più elevati. In genere presso le discariche di RSU sono normalmente rilevati valori di pressione compresi da 25 a 125 mm d'acqua.

### **E.2 I FATTORI CHE INFLUENZANO LA VARIABILITÀ DEL FENOMENO DI MIGRAZIONE**

La portata di flusso di gas proveniente da una discarica è influenzata da un notevole numero di fattori che dipendono sia dalle caratteristiche strutturali e gestionali della discarica, che dalla struttura geologica del sottosuolo e delle acque in esso presenti.

I principali elementi che possono influenzare il fenomeno di migrazione e le condizioni di rischio connesse sono:

#### DISCARICA

- Produzione e pressione del biogas
- Oscillazione del livello del percolato
- Presenza ed efficienza del sistema di estrazione del biogas
- Presenza ed efficienza del sistema di impermeabilizzazione laterale e di fondo
- Presenza e caratteristiche di permeabilità della barriera di copertura finale.

#### SUOLO E SOTTOSUOLO

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- Potenza e caratteristiche di permeabilità del suolo
- Potenza e caratteristiche di permeabilità della zona non satura del sottosuolo
- Presenza di fratture e discontinuità nelle formazioni rocciose
- Profondità ed oscillazioni del livello della falda acquifera sotterranea
- Pressione e concentrazione del gas nel sottosuolo esterno alla discarica
- Cambiamenti della composizione del gas nel percorso di filtrazione

#### BERSAGLIO

- Distanza del bersaglio
- Presenza di vie preferenziali di migrazione (pozzi, cavidotti, reti fognarie, ecc.)
- Vulnerabilità (presenza costante o saltuaria di persone presso il bersaglio)
- Presenza di sorgenti d'innescio della combustione (impianti elettrici, fiamme libere, elettricità statica, fulmini, ecc.)
- Condizioni di ventilazione dei locali.

### **E.3 MONITORAGGIO DEL SOTTOSUOLO PERIMETRALE ED ESTERNO DELLE DISCARICHE**

Il monitoraggio del sottosuolo esterno alla discarica viene svolto mediante il prelievo di campioni di atmosfera interstiziale presente nella zona non satura e la loro caratterizzazione analitica. Queste attività possono essere articolate in due differenti fasi.

- Monitoraggio di rilevazione (monitoraggio perimetrale o rete di 1° livello): ha lo scopo di rilevare la presenza di fenomeni di migrazione di biogas nel sottosuolo immediatamente esterno alla discarica oltre le soglie di rischio predefinite
- Monitoraggio di valutazione (monitoraggio esterno o rete di 2° livello): ha lo scopo di valutare l'entità e l'estensione dei fenomeni di migrazione già individuati nella precedente fase di rilevazione al fine di adottare opportune azioni correttive e di individuare condizioni di rischio nei confronti dei possibili bersagli della migrazione medesima.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

#### **E.4 PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA PRESENZA DI BIOGAS NEL SOTTOSUOLO**

Sia per la fase di rilevazione che per quella di valutazione, visto il basso rischio a cui è soggetta la discarica verso i fenomeni di migrazione, si prevede l'utilizzo di sistemi non permanenti, ottenuti ad esempio mediante l'utilizzo di lisimetri. Lo strumento consta di un contenitore, costituito da materiale microporoso, al quale, al momento del campionamento viene applicata una depressione mediante una pompa a vuoto. Il fluido del terreno circostante viene aspirato all'interno del contenitore; applicando quindi una pressione mediante un gas inerte il campione raccolto viene portato in superficie dal flusso pneumatico di ritorno attraverso un apposito condotto di scarico.

Le tipologie di lisimetri più comunemente utilizzati per il monitoraggio ambientale sono:

- 1) Lisimetro a disco o cilindro, idoneo per la messa in opera a piccola profondità, sul fondo dello scavo, entro o rifiuti e presso i drenaggi di raccolta dei percolati;
- 2) Lisimetro a coppa, a tubo e a manicotto, per installazioni profonde ed entro i fori di sondaggio.

#### **E.5 MONITORAGGIO DEGLI SPAZI CONFINATI PRESSO I POSSIBILI BERSAGLI DELLA MIGRAZIONE**

Qualora siano rilevati fenomeni di migrazione del biogas nel sottosuolo esterno alla discarica è necessario estendere l'attività di monitoraggio agli spazi confinati verso i bersagli.

Questa tipologia di attività consiste nel prelievo di campioni di aria contenuta negli spazi confinati presso costruzioni, vuoti sotterranei, condutture, sottoservizi, ove è possibile la presenza di gas, ed in particolare:

- Installazione di sistemi di rilevazione automatica collegata ad allarmi;
- Installazione di sonde per la rilevazione del gas al di sotto degli edifici;
- Monitoraggio dei possibili percorsi di migrazione all'interno delle strutture.

Per gli strumenti fissi e portatili impiegati, i sistemi di allarme e le relative linee di alimentazione dovranno essere compatibili con l'uso in ambienti esplosivi.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **E.6 MODALITÀ E FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI DEL GAS DAI SISTEMI DI MONITORAGGIO**

La frequenza di campionamento da adottare dipende dalle caratteristiche del sito indagato, basandosi su una serie di fattori predisponenti condizioni di rischio di migrazione e sulla presenza di bersagli nelle vicinanze.

In particolare la discarica in oggetto presenta:

- bassa produzione di biogas;
- un efficiente sistema di drenaggio e di estrazione del percolato
- un sistema di captazione del biogas
- l'impermeabilizzazione laterale e di fondo
- un sistema di drenaggio del biogas nella barriera di copertura finale
- il sottosuolo caratterizzato da argille a bassa permeabilità
- l'assenza di vie preferenziali di migrazione (pozzi, cavidotti, reti fognarie, ecc.)
- assenza di bersagli nelle immediate vicinanze

La mancanza di bersagli nelle vicinanze, le caratteristiche geologiche del sito e le caratteristiche tipologiche della discarica permettono di considerare basso il rischio di migrazione del biogas nel sottosuolo pertanto per la fase di post gestione operativa si prevede di effettuare un monitoraggio di rilevazione con frequenza annuale ed un monitoraggio di valutazione con frequenza mensile.

Il monitoraggio di valutazione (rete di 2° livello) viene comunque effettuato solo quando viene rilevata la presenza di gas nel sottosuolo esterno alla discarica; in tal caso la frequenza di campionamento minima deve essere opportunamente incrementata (es. mensile d addirittura settimanale), al fine di garantire la disponibilità dei dati necessari a comprendere l'estensione, l'entità e la variabilità dei fenomeni.

Per l'esecuzione dei rilievi devono essere possibilmente scelte le condizioni di maggiore rischio in relazione alla diffusione del biogas dal corpo della discarica, con particolare riferimento ai periodi di repentino abbassamento della pressione atmosferica.

## **E.7 PARAMETRI ANALITICI E DATI DA RILEVARE**

Le analisi del gas presente nel sottosuolo e negli spazi confinati devono prevedere, per ciascun punto di monitoraggio, la rilevazione dei parametri chimici necessari alla valutazione della presenza di condizioni di rischio. Si provvederà alla rilevazione minima dei seguenti parametri:

- metano (%)

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- anidride carbonica (%)
- ossigeno (%)
- % del L.E.L. (limite inferiore di esplosività).

Al fine di garantire la disponibilità di dati necessari a valutare la variabilità dei fenomeni di migrazione si provvedere, al momento del campionamento, al rilevamento inoltre:

- pressione relativa del gas presente nel pozzo (mm H<sub>2</sub>O)
- temperatura atmosferica (°C)
- pressione atmosferica (m bar).
- livello piezometrico delle acque sotterranee presso un pozzo di monitoraggio nelle vicinanze (è sufficiente un pozzo per ogni singolo impianto)

## **E.8 AZIONI CORRETTIVE DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DELLE DISCARICHE E DEL SOTTOSUOLO IN PRESENZA DI FENOMENI DI MIGRAZIONE DEL BIOGAS**

Le azioni correttive, adottate successivamente alla rilevazione dei fenomeni di migrazione ed alla loro valutazione, prevedranno l'adozione di un apposito piano di monitoraggio dimensionato opportunamente, al fine di ottimizzare le attività svolte anche sotto il profilo economico, tenendo conto della possibile necessità che tali azioni debbano essere mantenute per un lungo periodo di tempo della fase di gestione post-chiusura della discarica.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## F **SORVEGLIANZA E CONTROLLO TOPOGRAFICO DELLA DISCARICA**

La mineralizzazione della sostanza organica, la captazione del biogas e il drenaggio dei percolati prodotti dalla fermentazione in condizioni anaerobiche causa un assestamento progressivo della superficie topografica di copertura della discarica.

La morfologia della discarica, la volumetria occupata dai rifiuti e quella ancora disponibile per il deposito di rifiuti saranno quindi oggetto di rilevazioni topografiche.

Tali misure terranno anche conto della riduzione di volume dovuta all'assestamento dei rifiuti e alla loro trasformazione in biogas.

Successivamente la frequenza ed i parametri da misurare sono indicati in tabella:

	<b>PARAMETRO</b>	<b>FREQUENZA MISURE IN POST GESTIONE OPERATIVA</b>
<b>TOPOGRAFIA DELL'AREA</b>	Struttura e composizione della discarica	-
	Comportamento d'assestamento del corpo discarica	Semestrale per i primi 3 anni quindi annuale.

Per monitorare la stabilizzazione del movimento di versante a valle della discarica il presente progetto prevede anche l'istallazione di capisaldi topografici al fine di effettuare un monitoraggio topografico sulla copertura definitiva della discarica. I rilievi topografici avranno frequenze da quindicinali a bimestrali in funzione dei movimenti della discarica nei periodi seguenti la realizzazione delle opere (a tal proposito si vedano le Fasi 2 (6 mesi) e 4 (1 anno) del Cronoprogramma, elab. 5-2015-002R04).

Rientra fra il controllo topografico anche la verifica e il controllo, nella fase di post gestione operativa, della copertura definitiva per evitare la formazione di avvallamenti che siano la causa di ristagni d'acqua meteorica sopra il corpo della discarica.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **G ELENCO DI COMUNICAZIONI ANNUALI ALL'AUTORITÀ**

Annualmente ASI-DEV ECOLOGIA invierà all'autorità di controllo i risultati complessivi dell'attività della Discarica con riferimento ai seguenti dati:

- produzione di percolato (m<sup>3</sup>/anno) e sistemi utilizzati per il trattamento/smaltimento;
- risultati analitici del monitoraggio.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **H BIBLIOGRAFIA**

### **H.1 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

- [1] “Linee guida per le discariche controllate di rifiuti solidi urbani” redatte dal comitato tecnico discariche, 1997,
- [2] D. Lgs. 36/03; Direttiva 1999/31 CE del Consiglio 26/04/99;
- [3] “Discariche controllate” di s. Gervasoni – Hoepli editore;
- [4] “Problemi di migrazione di biogas nel sottosuolo. Gestione e controllo”, G.L. Soldi;
- [5] ASI-DEV Ecologia s.r.l. Piano adeguamento discarica Difesa Grande- D. Piano di sorveglianza e controllo 2003;
- [6] ASI-DEV ECOLOGIA s.r.l. Ordinanza Commissariale n.195 del 16/06/2007 Piano di Sorveglianza e Controllo.

005-2015.002.R07	Piano di Monitoraggio Ambientale	E01	01/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



**CITTA' DI ARIANO IRPINO**


Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

**PIANO DI GESTIONE  
POST-OPERATIVA**

<b>Approvato</b>	S.Veggi		
<b>Controllato</b>	S. Veggi		
<b>Redatto</b>	D. Paci		
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	10/04/2015
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R08	<b>Pagine</b>	1 di 11

 **Desmos**  
Ingegneria Ambiente Energia

Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI  
Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI  
E-mail: [desmos-ing@desmos-ing.it](mailto:desmos-ing@desmos-ing.it)  
E-mail certificata: [desmos-ing@pec.it](mailto:desmos-ing@pec.it)  
P.I e C.F. : 09016150964

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>B</b>	<b>INIZIO DELLA FASE DI POST GESTIONE E SUA DURATA.....</b>	<b>3</b>
<b>C</b>	<b>ELEMENTI DEL PIANO.....</b>	<b>4</b>
<b>D</b>	<b>ATTIVITÀ DI GESTIONE POST CHIUSURA DELLA DISCARICA.....</b>	<b>5</b>
D.1	ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE.....	6
	<i>D.1.1 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle essenze verdi .....</i>	<i>6</i>
	<i>D.1.2 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere elettriche e delle apparecchiature ad esse connesse .....</i>	<i>6</i>
	<i>D.1.3 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere idrauliche e delle apparecchiature ad esse connesse .....</i>	<i>7</i>
	<i>D.1.4 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere edili.....</i>	<i>8</i>
	<i>D.1.5 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere in ferro.....</i>	<i>8</i>
	<i>D.1.6 Manutenzione ordinaria e straordinaria rete captazione acque meteoriche .....</i>	<i>9</i>
	<i>D.1.7 Manutenzione ordinaria e straordinaria superficie discarica .....</i>	<i>9</i>
	<i>D.1.8 Modalità e criteri di asportazione del percolato.....</i>	<i>10</i>

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## A PREMESSA

Il piano di gestione post-operativa individua tempi, modalità e condizioni della fase di gestione post-operative della discarica e le attività che devono essere poste in essere durante tale fase, con particolare riferimento alle attività di manutenzione delle opere e dei presidi, in modo da garantire che anche in tale fase la discarica mantenga i requisiti di sicurezza ambientale previsti.

Il piano riporta la descrizione delle manutenzioni da effettuare da parte del gestore finalizzate a garantire che anche in questa fase il processo evolutivo della discarica - nei suoi vari aspetti - prosegua sotto controllo in modo da condurre insicurezza la discarica alla fase ultima, in cui si può considerare praticamente inesistente l'impatto dell'impianto sull'ambiente.

Il presente documento viene redatto nell'ambito del "Progetto Definitivo di chiusura della discarica di RSU con stabilizzazione del movimento di versante" denominata Difesa Grande di Ariano Irpino, situata in fregio alla Strada Provinciale n.10, gestita dalla Società ASI-DEV ECOLOGIA s.r.l., conformemente a quanto previsto dal D.lgs 36/03 2003 oltre che conformemente a quanto previsto dall'Allegato 2 dell'art. 208 del D.Lgs. 152/06 (che sostituisce gli articoli 27 e 28 del D.Lgs. 22/97).

In generale, nel Piano di gestione in fase post operativa devono essere definiti i programmi di sorveglianza e controllo successivi alla chiusura.

Al Capitolo 4 dell'Allegato 2 dello stesso Decreto sono poi riportati i principali contenuti di tale Piano; in particolare viene precisato che esso deve individuare: *"tempi, modalità e condizioni della fase di gestione post - operative della discarica e le attività che devono essere poste in essere durante tale fase, con particolare riferimento alle attività di manutenzione delle opere e dei presidi, in modo da garantire che anche in tale fase la discarica mantenga i requisiti di sicurezza ambientale previsti"*.

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **B INIZIO DELLA FASE DI POST GESTIONE E SUA DURATA**

La procedura di chiusura della discarica è normata dall'art. 12 del D.Lgs. 36/2003 che, al comma 3, specifica che la chiusura è effettiva *“solo dopo che l'Ente territoriale competente al rilascio dell'autorizzazione, di cui all'articolo 10, ha eseguito un'ispezione finale sul sito, ha valutato tutte le relazioni presentate dal gestore ai sensi dell'articolo 10, comma 1, lettera f), e comunicato a quest'ultimo l'approvazione della chiusura”*.

Pertanto, la fase di post - gestione avrà ufficialmente inizio a partire da tale momento.

Poiché la frequenza delle attività di monitoraggio varia passando dalla fase di gestione a quella di post- gestione, si ipotizza che quest'ultima abbia inizio a partire dalla fine del conferimento.

La durata della fase di post- gestione della discarica, invece, è determinata dal rischio che essa comporta per l'uomo e per l'ambiente.

Infatti all'art. 13 comma 2 del D.Lgs. 36/2003 impone che *“la manutenzione, la sorveglianza e i controlli della discarica devono essere assicurati anche nella fase della gestione successiva alla chiusura, fino a che l'ente territoriale competente accerti che la discarica non comporta rischi per la salute e l'ambiente”*.

In realtà, entrando nel merito del Piano finanziario, all'art. 8 comma 1 lettera m la citata legge specifica che nella valutazione dei costi della discarica è necessario tenere conto anche di *“quelli di gestione post- operativa per un periodo di almeno **trenta anni**”*.

Pertanto, nel presente elaborato si farà riferimento ad una durata post - mortem dell'impianto di **30 anni**.

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## C ELEMENTI DEL PIANO

Nel seguito viene riportata la descrizione delle manutenzioni che verranno effettuate per garantire che anche in questa fase il processo evolutivo della discarica - nei suoi vari aspetti - prosegua sotto controllo in modo da condurre in sicurezza la discarica alla fase ultima, in cui si può considerare trascurabile l'impatto dell'impianto sull'ambiente.

È stato pertanto predisposto un piano di manutenzione per mantenere in buona efficienza:

- recinzione e cancelli di accesso;
- rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche;
- viabilità interna ed esterna;
- sistema di drenaggio del percolato;
- rete di captazione, adduzione, riutilizzo e combustione del biogas;
- sistema di impermeabilizzazione sommitale;
- copertura vegetale;
- pozzi e relativa attrezzatura di campionamento delle acque sotterranee;
- modalità e frequenza di asportazione del percolato.

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## **D ATTIVITÀ DI GESTIONE POST CHIUSURA DELLA DISCARICA**

Il controllo della discarica intesa come impianto nella sua globalità andrà protratto anche dopo la fine della coltivazione e la realizzazione delle opere di copertura, delle canalette di regimazione delle acque meteoriche e dei pozzi di controllo del biogas, per un periodo di trent'anni, come peraltro già anticipato al Capitolo B.

La gestione post- chiusura è costituita fundamentalmente da attività di monitoraggio e manutenzione.

La copertura finale proposta nel presente progetto vede per la parte sommitale, dal basso verso l'alto:

- Strato di regolarizzazione costituito da terreno argilloso di spessore variabile-mediamente 1,00 m;
- Strato drenante del biogas, spessore 0,5 m;
- Geotessuto di protezione;
- Strato di argilla, spessore 0,50 m;
- Geomembrana impermeabile in HDPE;
- Strato drenante, spessore 0,50 m;
- Geotessuto di protezione del dreno;
- Strato di ricopertura finale dello spessore di 1 m costituito da terreno agricolo.

La copertura invece proposta per le scarpate vede, dal basso verso l'alto:

- Strato antierosivo,
- Geocomposito di drenaggio del biogas,
- Geocomposito bentonitico;
- Geocomposito di drenaggio delle acque di infiltrazione;
- Terreno vegetale, spessore 1,00 m;
- Geogriglie di rinforzo,
- Embrici di parete in cls per il recapito a valle delle acque di ruscellamento;
- Tubazioni in HDPE  $\phi$  200 per la raccolta delle acque di infiltrazione;
- Biostuoia picchettata per il rinverdimento.

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **D.1 ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE**

### ***D.1.1 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle essenze verdi***

Durante la gestione della fase post operativa si dovrà avere cura delle essenze verdi presenti all'interno del polo discarica che costituiscono uno degli elementi fondamentali delle operazioni di ripristino ambientale e di rinaturalizzazione del sito.

La manutenzione potrà essere a carattere ordinario o straordinario; rientrano tra le operazioni di manutenzione ordinaria:

- l'annaffiatura;
- i trattamenti fitosanitari;
- la concimazione;
- lo sfalcio dell'erba e la potature delle essenze arboree.

Hanno invece carattere di straordinarietà le operazioni di:

- sostituzione di eventuali fallanze;
- risemina del manto erboso;
- particolari trattamenti antiparassitari e disinfestanti.

L'annaffiatura dovrà essere effettuata nel primo periodo di crescita delle essenze verdi ed in funzione della tipologia delle stesse con le frequenze stabilite da un tecnico agronomo.

I trattamenti fitosanitari saranno funzione delle caratteristiche delle piante presenti e le scadenze di utilizzo saranno vincolate ed individuate da un tecnico agronomo che detterà i tipi e le tempistiche dei trattamenti da effettuare.

Verranno effettuati due sfalci annuali dell'erba: all'inizio e alla fine del periodo estivo; tale frequenza di sfalcio dell'erba viene tutt'oggi applicata al fine di preservare le nidificazioni degli uccelli nel sito.

La potatura degli alberi dovrà avvenire nel periodo invernale e la sostituzione di eventuali fallanze avverrà nello stesso periodo o in primavera in funzione delle tipologie delle piante che dovranno essere messe a dimora.

### ***D.1.2 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere elettriche e delle apparecchiature ad esse connesse***

Al termine della gestione operativa della discarica è importante mantenere efficiente la rete elettrica in particolare per quanto riguarda le reti di illuminazione, luci di emergenza, ecc.

Pertanto, con frequenza mensile, saranno controllati in modo da verificarne il corretto funzionamento:

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- quadri elettrici;
- contatori;
- interruttori;
- linee elettriche;
- illuminazione;
- funzionamento della pesa.

Al verificarsi di guasti o malfunzionamenti si provvederà immediatamente alla sostituzione od alla riparazione degli elementi e delle parti danneggiate; tali operazioni dovranno essere condotte da un tecnico abilitato il quale al termine certificherà l'avvenuto intervento specificando la tipologia del guasto, le cause e le eventuali parti sostituite.

### ***D.1.3 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere idrauliche e delle apparecchiature ad esse connesse***

La manutenzione ed il controllo delle opere idrauliche è fondamentale per garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente dal rischio di contaminazione da percolato di discarica.

Pertanto si dovrà provvedere con frequenza mensile al controllo del corretto funzionamento delle opere idrauliche; in particolare:

- tubazioni;
- rete captazione percolato;
- vasche di stoccaggio percolato;
- rete di monitoraggio delle perdite di percolato sottotelo;
- rete di captazione del biogas;
- pozzi piezometrici.

Nei periodi di pioggia la frequenza di controllo delle opere di captazione e stoccaggio del percolato saranno eseguite con frequenza settimanale; dopo eventi atmosferici di particolare intensità si procederà al controllo immediato del corretto funzionamento di tali impianti.

In funzione del tipo di guasto si procederà:

- all'interruzione della rete di adduzione del percolato (chiusura delle saracinesche)
- alla sostituzione e riparazione delle parti danneggiate;
- allo svuotamento della vasca di stoccaggio del percolato mediante automezzi autorizzati;

Ogni intervento di riparazione o di sostituzione di parti danneggiati sarà eseguito da ditte specializzate le quali forniranno apposita certificazione.

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

#### **D.1.4 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere edili**

Le opere edili saranno controllate con frequenza bimestrale; in particolare:

- fabbricati;
- pozzetti;
- canaletto;
- vasche;
- viabilità;
- cartellonistica;

saranno verificate per valutarne lo stato di funzionalità e le eventuali aggiustature, sostituzioni, tinteggiature e ripristini da effettuare in modo da garantirne la completa efficienza.

La manutenzione potrà essere a carattere ordinario o straordinario; rientrano tra le operazioni di manutenzione ordinaria:

- pulizia delle canaletto, dei pozzetti e delle vasche;
- sistemazione di buche ed avvallamenti nelle strade sia in materiale stabilizzato che in quelle in conglomerato bituminoso;
- controllo e manutenzione della cartellonistica;
- intonacatura e tinteggiatura dei fabbricati.

Rientrano fra le operazioni di manutenzione straordinaria:

- sostituzione di canaletto o pozzetti danneggiati;
- rifacimento del manto stradale sia nelle strade in materiale stabilizzato che in quelle in conglomerato bituminoso;
- sostituzione della cartellonistica e/o dei sostegni;
- ristrutturazione parziale o totale dei fabbricati.

#### **D.1.5 Manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere in ferro**

Con frequenza bimestrale verranno controllate:

- recinzioni;
- cancelli;
- tettoie;
- edifici prefabbricati;

e tutte le altre opere in ferro al fine di valutare eventuali malfunzionamenti, danneggiamenti o ripristini da effettuare intervenendo tempestivamente con la protezione contro gli agenti atmosferici, le manutenzioni e le eventuali sostituzioni da apportare.

La manutenzione potrà essere a carattere ordinario o straordinario; rientrano tra le operazioni di manutenzione ordinaria:

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

- la riparazione di buchi nella recinzione perimetrale;
- la verniciatura con vernici antiruggine, previa accurata pulizia, di tutte le parti metalliche;
- la sostituzione di parti danneggiate delle tettoie.

Rientrano fra le operazioni di manutenzione straordinaria;

- la sostituzione parziale o totale della recinzione e dei cancelli;
- il rifacimento completo delle coperture nelle tettoie.

### ***D.1.6 Manutenzione ordinaria e straordinaria rete captazione acque meteoriche***

La perfetta efficienza della rete di captazione delle acque meteoriche è di fondamentale importanza per evitare:

- il contatto di tali acque con il percolato;
- il loro rapido allontanamento;
- frane nei rilevati arginali;
- erosione dei rilevati arginali e delle strade.

Le principali operazioni consistono in:

- sfalcio dell'erba nei fossati;
- risezionamento o scavo dei fossati;
- pulizia delle canaletto e dei pozzetti;
- sostituzione delle canaletto e dei pozzetti;
- manutenzione delle tubazioni di scolo.

In particolare:

- lo sfalcio dell'erba nei fossati avverrà nel periodo che va dalla primavera all'inizio autunno con cadenza bimestrale per un totale di 4 sfalci annuali.
- lo scavo e l'eventuale risezionamento dei fossati si effettuerà ogni due anni ed ogniqualevolta si renda necessario il loro ripristino in caso di frane o occlusioni parziali e/o totali.
- la pulizia delle canaletto, dei pozzetti, delle tubazioni verrà effettuata con cadenza annuale e comunque ogniqualevolta si renda necessario.

### ***D.1.7 Manutenzione ordinaria e straordinaria superficie discarica***

Durante i primi anni della fase post operativa è necessario provvedere a controlli periodici della superficie della discarica e quindi procedere, se necessario, alla regolarizzazione mediante il riporto di ulteriore terreno di copertura. La valutazione degli abbassamenti dovuti alla degradazione della componente organica può essere effettuata con buona approssimazione utilizzando modelli di produzione nel tempo del biogas utili a definire negli anni lo sviluppo dei processi di trasformazione dei rifiuti. Si assume un

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

abbassamento complessivo del corpo rifiuti che abbia la stessa entità e lo stesso andamento temporale dei fenomeni di degradazione della sostanza organica.

La copertura definitiva sarà oggetto di monitoraggio in quanto è lecito attendersi abbassamenti legati al carico di copertura su tutta la superficie della copertura dando luogo a modifiche sulle pendenze della copertura e tali da creare lo scompaginamento della struttura del terreno di copertura creando potenziali problemi di stabilità e di infiltrazione delle acque meteoriche verso l'interno e di fuoriuscita di percolato verso l'esterno.

### ***D.1.8 Modalità e criteri di asportazione del percolato***

L'immediata realizzazione del capping della discarica tramite l'ausilio di un manto di impermeabilizzazione artificiale consente di ridurre drasticamente la produzione di percolato durante la gestione della fase post operativa. Di seguito si riporta l'analisi della produzione di percolato durante la fase post operativa.

### ***D.1.9 Produzione di percolato durante la gestione della fase post operativa***

Per una discarica la problematica relativa alla produzione di percolato è quella che in fase gestionale riveste maggiore importanza ; le stime di produzione differiscono dalla fase "in coltivazione" alla fase "post operativa" in esame.

Il progetto prevede l'installazione di sistemi di estrazione fissa nei pozzi esistenti con funzionamento in manuale e automatico con sensori di livello, una rete di collettori che recapitano il percolato in tre serbatoi di stoccaggio di capacità ciascuno di 25 m<sup>3</sup> per un totale di 75 m<sup>3</sup> così come indicato nelle tavole di progetto.

#### *Bilancio idrico*

La posa della copertura multistrato ridurrà ancora la produzione di percolato che si attesterà su valori minimi a regime dell'ordine di 1.000/2.000 m<sup>3</sup>/anno.

Durante la prima fase post operativa, quando la copertura della discarica non è completa, la produzione di percolato potrebbe essere sensibilmente superiore. Durante questo periodo è importante controllare frequentemente il livello del percolato nei serbatoi di raccolta che funzionano da stoccaggio provvisorio. In particolare nei periodo con elevata piovosità tali controlli dovranno essere svolti con frequenza giornaliera.

Il percolato verrà trasportato con autobotti ad impianti di trattamento autorizzati e la frequenza sarà determinata dalla produzione e dalla capacità di contenimento dei serbatoi in modo da garantire comunque il mantenimento del percolato al livello minimo possibile. Del volume complessivo stoccabile nei serbatoi si attiverà il trasporto a impianto di smaltimento al fine di avere sempre una capienza residua non inferiore al 30%.

005-2015.002.R08	Piano di Gestione Post-Operativa	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>




**CITTA' DI ARIANO IRPINO**

Provincia di Avellino

**DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI  
SITA IN LOCALITÀ DIFESA GRANDE**

**Progetto Definitivo di chiusura della  
discarica RSU con stabilizzazione del  
movimento di versante**

**COMPUTO METRICO**

<b>Approvato</b>	S.Veggi			 Sede operativa: Via Ripamonti, 89-20141 MI Sede legale: V.le Bianca Maria, 13-20122 MI E-mail: <a href="mailto:desmos-ing@desmos-ing.it">desmos-ing@desmos-ing.it</a> E-mail certificata: <a href="mailto:desmos-ing@pec.it">desmos-ing@pec.it</a> P.I e C.F. : 09016150964
<b>Controllato</b>	S. Veggi			
<b>Redatto</b>	D.Paci			
<b>Rev.</b>	E01	<b>Data</b>	10/04/2015	
<b>Cod. Doc.</b>	005-2015.002.R09	<b>Pagine</b>	1 di 5	

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>B</b>	<b>COMPUTO METRICO .....</b>	<b>3</b>

005-2015.002.R09	Computo Metrico	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



## A PREMESSA

Nel presente elaborato sono state stimate le lavorazioni previste dal progetto di chiusura della discarica in Località Difesa Grande nel comune di Ariano Irpino (AV) con stabilizzazione del movimento di versante.

In particolare gli interventi computati riguarderanno:

- le opere di realizzazione della copertura,
- la rinaturalizzazione sul corpo rifiuti,
- la rimodellazione del versante di valle della discarica e del rilevato perimetrale oltreché opere di drenaggio delle acque di infiltrazione nel sottosuolo e di regimazione delle acque superficiali
- il recupero vegetazionale del paramento esterno del rilevato perimetrale della discarica e delle aree esterne limitrofe con la tecnica dei “prati armati ®” o similare.

005-2015.002.R09	Computo Metrico	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## **B COMPUTO METRICO**

Nel Computo Metrico riportato in Allegato A sono stati stimati stimate tutte le lavorazioni che si prevede di attuare in realizzazione delle opere di chiusura (copertura definitiva, regimazione delle acque meteoriche, riassetto vegetativo ecc.) e degli interventi di stabilizzazione del versante previsti dal presente progetto.

005-2015.002.R09	Computo Metrico	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>

## Allegato A: Computo Metrico

005-2015.002.R09	Computo Metrico	E01	10/04/2015
<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>



1 - POSA COPERTURA DEFINITIVA							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>1.1 - Posa strati di copertura in zone sub-pianeggianti</b>							
<b>1.1.1 - Strato di regolarizzazione</b>							
np 1	Fornitura e posa in opera di strati di materiale a bassa permeabilità in strati continui di spessore 50 cm, per la formazione di un manto protettivo naturale. Comprese tutte le lavorazioni ed il personale per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte, come da specifiche tecniche	mc	1,00	1,00	0,50	45.000,00	22.500,00
<b>1.1.2 - Strato di drenaggio gas e rottura capillare</b>							
np 2	Fornitura e posa in opera di materiale inerte drenante composto da ghiaia arrotondata comune di granulometria 15-30 mm, comprese tutte le lavorazioni ed il personale per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte, come da specifiche tecniche.	mc	1,00	1,00	0,50	45.000,00	22.500,00
<b>1.1.3 - Geotessuto di protezione dello strato di drenaggio gas e rottura capillare</b>							
np 3	Fornitura e posa in opera di geotessuto in polietilene (400 g/mq) a maglia larga con bordi sovrapposti e saldati in opera su superfici piane o suborizzontali, valutati sull'area effettivamente coperta; compresi sfridi, sovrapposizioni, giunti, compreso il quantitativo di telo necessario per gli opportuni ancoraggi e quant'altro necessario per dare il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte.	mq	1,00	1,00	1,00	45.000,00	45.000,00
<b>1.1.4 - Strato minerale compattato</b>							
np 4	Fornitura e posa in opera di argilla e bentonite con permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-7}$ cm/s da prove di laboratorio, posti in opera in strati di 20 cm ca, compreso eventuale sminuzzamento e frantumazione delle zolle umidificazione e compattazione, incluso il carico, il trasporto e lo scarico dei materiali, il tutto valutato sulla superficie effettivamente coperta; tutto compreso, nulla escluso per dare l'opera finita e completa.	mc	1,00	1,00	0,50	45.000,00	22.500,00
<b>1.1.5 - Geocomembrana in HDPE</b>							
np 5	Strato impermeabile in teli di HDPE, ad aderenza migliorata su entrambe le superfici, dello spessore di mm 2 con bordi sovrapposti e saldati secondo le prescrizione della D.L., con posa in opera su superfici suborizzontali, inclinate o verticali, valutando la quantità di materiale sull'area effettivamente coperta, compresi gli opportuni ancoraggi in corrispondenza dei gradoni; tutto compreso, nulla escluso, per dare l'opera finita e posata a perfetta regola d'arte.						
	fornitura e posa in opera	mq	1,00	1,00	1,00	31.900,0	31.900,00
	posa in opera	mq	1,00	1,00	1,00	13.100,0	13.100,00

1 - POSA COPERTURA DEFINITIVA							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>1.1.6 - Strato di materiale drenante</b>							
np 6	Fornitura e posa in opera di materiale inerte drenante composto da ghiaia arrotondata comune di granulometria 15-30 mm, comprese tutte le lavorazioni ed il personale per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte, come da specifiche tecniche.	mc	1,00	1,00	0,50	45.000,00	22.500,00
<b>1.1.7 - Geotessuto di protezione dello strato di materiale drenante</b>							
np 7	Fornitura e posa in opera di geotessuto in polietilene (125 g/mq) a maglia larga con bordi sovrapposti e saldati in opera su superfici piane o suborizzontali, valutati sull'area effettivamente coperta; compresi sfridi, sovrapposizioni, giunti, compreso il quantitativo di telo necessario per gli opportuni ancoraggi e quant'altro necessario per dare il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte.	mq	1,00	1,00	1,00	45.000,00	45.000,00
<b>1.1.7 - Strato di terreno vegetale</b>							
np 8	Fornitura e posa in opera di terreno vegetale, compresa compattazione, incluso il carico, il trasporto e lo scarico dei materiali, il tutto valutato sulla superficie effettivamente coperta; tutto compreso, nulla escluso per dare l'opera finita e completa.	mq	1,00	1,00	1,00	45.000,00	45.000,00
<b>1.2 - Posa strati di copertura in parete</b>							
<b>1.2.1 - Geocomposito di drenaggio del biogas</b>							
np 9-a	Fornitura e posa in opera di geocomposito drenante; geocomposito ottenuto con sovrapposizione di geotessili di almeno 10 cm; messo in opera su superfici piane, sub-orizzontali o inclinate, valutate sull'area effettivamente coperta compresi sfridi, sovrapposizioni, giunti e quanto altro necessario, compreso il quantitativo di telo necessario per gli opportuni ancoraggi e quanto altro per dare il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte.	mq	1,00	1,00	1,00	17.900,0	17.900,00
<b>1.2.2 - Geocomposito bentonitico</b>							
np 10	Provvista e posa in opera di geocomposito bentonitico, costituito da due geotessili agugliati o cuciti con interposta bentonite sodica, su idoneo sottofondo preventivamente livellato e compattato mediante ancoraggio laterale in apposite trincee, queste escluse, con sovrapposizione dei teli di almeno 25cm, tutto compreso, nulla escluso, per dare l'opera finita e posata a perfetta regola d'arte; le saldature avverranno tramite aggiunta di bentonite granulare sulla striscia di sormonto o d'altro sistema equivalente qualitativamente che sia autorizzato dalla D.L..	mq	1,00	1,00	1,00	17.900,0	17.900,00

1 - POSA COPERTURA DEFINITIVA							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>1.2.3 - Geocomposito di drenaggio delle acque di infiltrazione</b>							
np 9-b	Fornitura e posa in opera di geocomposito drenante, con sovrapposizione di geotessili di almeno 10 cm; messo in opera su superfici piane, sub-orizzontali o inclinate, valutate sull'area effettivamente coperta compresi sfridi, sovrapposizioni, giunti e quanto altro necessario, compreso il quantitativo di telo necessario per gli opportuni ancoraggi e quanto altro per dare il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte.	mq	1,00	1,00	1,00	17.900,0	17.900,00
<b>1.2.4 - Strato di terreno vegetale</b>							
np 8	Fornitura e posa in opera di terreno vegetale, compresa compattazione, incluso il carico, il trasporto e lo scarico dei materiali, il tutto valutato sulla superficie effettivamente coperta; tutto compreso, nulla escluso per dare l'opera finita e completa.	mc	1,00	1,00	1,00	17.900,0	17.900,00
<b>1.2.5 - Geogriglia da rinforzo</b>							
np 11	Fornitura e posa in opera di geogriglia di rinforzo da 200 kN/m accoppiata con geostuoia tridimensionale, compresa la sovrapposizione dei teli contigui, carico, trasporto e l'uso di qualunque altro mezzo per la posa in opera su superfici piane, sub-orizzontali o inclinate, valutate sull'area effettivamente coperta compresi sfridi, sovrapposizioni, giunti e quant'altro necessario, compreso il quantitativo di telo necessario per gli eventuali ancoraggi e quanto altro per dare il titolo di finito e compiuto a perfetta regola d'arte.	mq	2,00	1,00	1,00	17.900,0	35.800,00
<b>1.2.6 - Biostuoia</b>							
np 12	Fornitura e posa in opera di biostuoia con picchettatura e quanto altro per dare il titolo di finito e compiuto a perfetta regola d'arte.	mq	1,00	1,00	1,00	17.900,0	17.900,00

1 - POSA COPERTURA DEFINITIVA							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>1.3 - Formazione rilevati in terra rinforzata</b>							
<b>1.3.1 - Formazione rilevati in terra rinforzata</b>							
np13	Riempimento, spianamento e compattazione di terreno per formazione di terre rinforzate con terra di risulta da scavi eseguiti nell'ambito del cantiere, esclusa l'eventuale fornitura della stessa, il tutto eseguito con mezzo meccanico escluso eventuale inerbimento.	mc	1,00	990,00	1,00	3,00	2.970,00
np 14	Provvista e posa in opera di geogriglia per rinforzo terreni di poliestere rivestita con pvc a maglia quadrata, mediante la stesura dei teli e la legatura tra telo e telo con spezzoni di tondino convenientemente sagomati, escluso l'eventuale cassero di sostegno provvisorio, misurata a mq di rete posta in opera avente resistenza a trazione longitudinale, conforme alle norme vigenti, compresa tra 30 e 40 kN/m.	mq	1,00	990,00	1,00	8,00	7.920,00
np 4	Fornitura e posa in opera di argilla e bentonite con permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-7}$ cm/s da prove di laboratorio, posti in opera in strati di 20 cm ca, compreso eventuale sminuzzamento e frantumazione delle zolle umidificazione e compattazione, incluso il carico, il trasporto e lo scarico dei materiali, il tutto valutato sulla superficie effettivamente coperta; tutto compreso, nulla escluso per dare l'opera finita e completa.	mc	1,00	990,00	1,00	0,40	396,00
np 6	Fornitura e posa in opera di materiale inerte drenante composto da ghiaia e sabbia (passante al vaglio 200mm ASTM <5%) da porre sopra le pareti impermeabilizzate della discarica.	mc	1,00	990,00	1,00	0,30	297,00
np 15	Provvista e posa in opera di tubi drenanti di HPDE fessurati e flessibili compresa la formazione del relativo scavo eseguito a mano, la formazione del letto di posa con sabbia di frantoio, il rinfianco e la copertura con peitrisco ed il successivo rinterro del diametro di 200mm.	m	2,00	990,00	1,00	1,00	1.980,00
np 16	Casseforme metalliche mobili, costituite da pannelli modulari di varia dimensione, in ferro, con costole di nervatura e accessori di montaggio e d'uso per armature in elevazione fino a 4m, compreso il disarmo e la pulizia.	mq	1,20	990,00	1,00	1,00	1.188,00



2 - REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>2.1 - Formazione rete perimetrale (tipo 1) -sommità e berme</b>							
<b>2.1.1 - Scavo</b>							
np 17	Scavo di fondazione a sezione obbligata, in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina, compreso gli eventuali trovanti di volume non superiore a 0,200 mc ognuno, comprese le puntellature e le sbdaccature occorrenti nonchè il sollevamento ai bordi dello scavo dei materiali di risulta, eseguito a macchina e a mano sino ad una profondità' di 4 m del piano di sbancamento	mc	1,00	2012,13	0,50	1,00	1.006,07
<b>2.1.2 - Concrete canvas</b>							
np 18	Fornitura e posa in opera di concrete canvas su canale come da elaborati grafici per dare l'opera finita e compiuta a regola d'arte.	m	1,00	2012,13	1,00	1,50	3.018,20
<b>2.2 - Formazione rete perimetrale (tipo 2) - piede dell'argine</b>							
<b>2.2.1 - Scavo</b>							
np 17	Scavo di fondazione a sezione obbligata, in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina, compreso gli eventuali trovanti di volume non superiore a 0,200 mc ognuno, comprese le puntellature e le sbdaccature occorrenti nonchè il sollevamento ai bordi dello scavo dei materiali di risulta, eseguito a macchina e a mano sino ad una profondità' di 4 m del piano di sbancamento	mc	1,00	1294,30	2,00	1,00	2.588,60
<b>2.2.2 - Canali a sezione trapezia</b>							
np 18	Fornitura e posa in opera di canale prefabbricato o gettato in opera in calcestruzzo vibrocompresso Rck 350, a sezione trapezia come da elaborati grafici; compresa eventuali armatura, casseforme e stampo, comprese opere ed oneri di carico, movimentazione, trasporto e scarico, comprese giunture saldate con malta cementizia, rinfianchi e ogni lato onere per dare l'opera finita e compiuta a regola d'arte.	m	1,00	1294,30	1,00	1,00	1.294,30
<b>2.2.3 - Riempimento scavo</b>							
np 19	Provvista e posa in opera di conglomerato cementizio dosato a 150 kg di cemento 32,5, per getti di riempimento, sottofondazione (magrone), massetti di spessore superiore a 8 cm, comprese le eventuali casseforme, e l'ausilio di mezzi meccanici di sollevamento.	mc	0,25	1294,30	2,00	1,00	647,15
np 20	Riempimento di scavi eseguiti per canalizzazioni in genere, eseguito con materiali provenienti dallo scavo stesso, convenientemente compattato, misurato sull'effettivo riempimento da eseguire con mezzo meccanico.	mq	0,75	1294,30	2,00	1,00	1.941,45

2 - REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>2.3 - Formazione rete superficiale (tipo 3) embrici discesa su scarpata</b>							
<b>2.2.1 - Canalette tipo embrici</b>							
np 21	Fornitura e posa in opera di canalette prefabbricate tipo embrici 50x50 in calcestruzzo vibrocompresso Rck 350; compreso scavo e rinfianco, comprese opere ed oneri di carico, movimentazione, trasporto e scarico, comprese giunture saldate con malta cementizia, rinfianchi e ogni altro onere per dare l'opera finita e compiuta a regola d'arte.	m	1,00	1,00	1,00	277,9	277,87
<b>2.4 - Formazione rete superficiale (tipo 4) - discesa su rilevato</b>							
<b>2.4.1 - Canalette</b>							
np 47	Fornitura e posa in opera di canalette prefabbricate 150x50 in calcestruzzo vibrocompresso Rck 350; compreso scavo e rinfianco, comprese opere ed oneri di carico, movimentazione, trasporto e scarico, comprese giunture saldate con malta cementizia, rinfianchi e ogni altro onere per dare l'opera finita e compiuta a regola d'arte.	m	1,00	1,00	1,00	283,6	283,64
<b>2.5 - Pozzetti</b>							
<b>2.5.1 - Pozzetti campionamento</b>							
np 22	Formazione di pozzetti per caditoia e/o d'ispezione in calcestruzzo armato delle dimensioni di 100x100x100 cm eseguiti in conglomerato cementizio dosato a 2 q di cemento tipo 32.5 per metro cubo di inerte, con le pareti dello spessore massimo di 25 cm, escluso il solo scavo, incluso l'ancoraggio dei pozzetti ed ogni altro onere per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte. Volume misurato v.p.p. sul perimetro esterno della muratura.	cad	1,00	1,00	1,00	2,0	2,00
<b>2.5.2 - Pozzetti attraversamento stradale</b>							
np 46a	Formazione di pozzetti per caditoia e/o d'ispezione in calcestruzzo armato delle dimensioni di 50x50x50 cm eseguiti in conglomerato cementizio dosato a 2 q di cemento tipo 32.5 per metro cubo di inerte, con le pareti dello spessore massimo di 25 cm, escluso il solo scavo, incluso l'ancoraggio dei pozzetti ed ogni altro onere per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte. Volume misurato v.p.p. sul perimetro esterno della muratura.	cad	1,00	1,00	1,00	12,0	12,00
<b>2.5.3 - Pozzetti connessione dreni suborizzontali a trincee drenanti</b>							
np 46b	Formazione di pozzetti per caditoia e/o d'ispezione in calcestruzzo armato delle dimensioni di 50x50x200 cm eseguiti in conglomerato cementizio dosato a 2 q di cemento tipo 32.5 per metro cubo di inerte, con le pareti dello spessore massimo di 25 cm, escluso il solo scavo, incluso l'ancoraggio dei pozzetti ed ogni altro onere per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte. Volume misurato v.p.p. sul perimetro esterno della muratura.	cad	1,00	1,00	1,00	14,0	14,00

2 - REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
	<b>2.6 - Tubi</b>						
	<b>2.6.1 - Tubazioni di collegamento</b>						
np 22	Fornitura e posa in opera di tubazione in cls Ø800 sp. 50mm per collegare i canali al piede del rilevato ai due recettori.	m	1,00	1,00	1,00	125,0	125,00
	<b>2.7 - Attraversamento stradale</b>						
	<b>2.7.1 - Canalette prefabbricate</b>						
np 23	Fornitura e posa in opera di canale prefabbricato o gettato in opera in calcestruzzo vibrocompresso Rck 350, del tipo mezzo tubo DI 400 mm, con giunti a mezzo spessore, dello spessore minimo della parete di 4,5cm, come da specifiche tecniche; comprese eventuali armature, casseforme e ogni altro onere per dare l'opera finita e compiuta a regola d'arte.	m	1,00	48,00	1,00	1,00	48,00
	<b>2.7.2 - Grigliato carrabile</b>						
np 24	Fornitura e posa in opera di grigliato carrabile per attraversamento strada, formato con profilati in acciaio da mm 40x20 saldate ad interasse di 25mm; compreso telaio con zanche, realizzato con angolare; inclusa formazione di cordoli per appoggio e struttura di fondazione; grigliato e telaio opportunamente saldato ed opere connesse, comprese barre di irrigidimento saldate sotto in uguale materiale e poste ogni 220mm, compreso ogni onere per dare forniti in cantiere il telaio e la griglia a perfetta regola d'arte.	m	1,00	48,00	1,00	1,00	48,00

3 - IMPIANTO ESTRAZIONE BIOGAS								
Attività								
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità	
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso		
<b>3.1 - Pozzi biogas</b>								
<b>3.1.1 - Perforazione verticale</b>								
np 25	Trasporto del gruppo di trivellazione, compresi accessori, il carico e lo scarico.	crp	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
np 26	Installazione attrezzatura di perforazione in corrispondenza di ciascun punto di indagine, compreso il primo su aree pianeggianti accessibili da normali mezzi di trasporto per installazioni, dal cantiere principale.	cad	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
np 27	Perforazione ad andamento verticale eseguita a distruzione di nucleo del diametro di 800 mm nei rifiuti con eventuale utilizzo di rivestimenti metallici provvisori (tubo camicia) durante l'esecuzione delle perforazioni secondo le indicazioni dell DL.						-	
		per profondità fino a 20 m	m	1,00	1,00	1,00	1,0	-
		per profondità oltre i 20 m	m	1,00	1,00	1,00	1,0	-
<b>3.1.2 - Pozzi</b>								
np 28	Provvista e posa in opera di tubo in HDPE DE 200 - PN12,5 liscio, per condotti o drenaggi; comprese saldature a caldo eseguite con macchina da personale specializzato e quant'altro utile a garantire il funzionamento ed il collegamento dei tubi.	m	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
np 29	Provvista e posa in opera di tubo in HDPE DE 200 - PN12,5 liscio liscio e macrofessurato perpendicolarmente all'asse della tubazione per i 2/3 della circonferenza, per condotti o drenaggi; comprese saldature a caldo eseguite con macchina da personale specializzato e quant'altro utile a garantire il funzionamento ed il collegamento dei tubi.	m	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
np 6	Fornitura e posa in opera di materiale inerte drenante composto da ghiaia arrotondata comune di granulometria 15-30 mm, comprese tutte le lavorazioni ed il personale per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte, come da tavole di progetto e specifiche tecniche.	mc	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
np 4	Fornitura e posa in opera di argilla e bentonite con permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-7}$ cm/s da prove di laboratorio, posti in opera in strati di 20 cm ca, compreso eventuale sminuzzamento e frantumazione delle zolle umidificazione e compattazione, incluso il carico, il trasporto e lo scarico dei materiali, il tutto valutato sulla superficie effettivamente coperta; tutto compreso, nulla escluso per dare l'opera finita e completa.	mc	1,00	1,00	1,00	1,00	-	

4 - IMPIANTO ESTRAZIONE PERCOLATO							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>4.1 - Impianto di estrazione e accumulo percolato</b>							
<b>4.1.1 - Collettori</b>							
np 28	Provvista e posa in opera di tubo in HDPE DE 200 - PN12,5 liscio, per condotti o drenaggi; comprese saldature a caldo eseguite con macchina da personale specializzato e quant'altro utile a garantire il funzionamento ed il collegamento dei tubi.	m	700,00	1,00	1,00	1,00	700,00
<b>4.1.2 - Serbatoi</b>							
np 34	Provvista e posa in opera di serbatoi di accumulo per il percolato della capacità di 25 mc su adeguata piattaforma in c.a.	cad	1,00	3,00	1,00	1,00	3,00
<b>4.1.3 - Pompe percolato con contaltri</b>							
np 41	Provvista e posa in opera di pompe e di contaltri per il sollevamento del percolato comprensivo di tubazioni, raccordi, flange, valvole manicotti, installazione contaltri, il tutto per fornire il collegamento a regola d'arte alla tubazione di trasferimento del percolato alle cisterne.	cad	11,00	1,00	1,00	1,00	11,00
<b>4.1.3 - Quadri elettrici pompe percolato ed allaccio</b>							
np 42	Provvista e posa in opera di quadri di gestione a comando pompe percolato, compreso di armadio in vetroresina completo di interruttore generale quadro, lampade segnalazione presenza tensione, interruttori magnetotermici differenziali alimentazione cavo pompe, interruttore differenziale alimentazione contaltri e comprensivo della linea di alimentazione quadri pompe complete di tubazioni inox e cavi.	cad	11,00	1,00	1,00	1,00	11,00

5 - MONITORAGGIO							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>5.1 - Assestamenti corpo rifiuti</b>							
<b>5.1.1 - Capisaldi</b>							
np 35	Esecuzione di capisaldi realizzati con tubazione in acciaio (DE 100 mm, s>=6mm) infisso per almeno 150 cm nel corpo rifiuti, compreso plintino delle dimensioni di ml 0.4x0.4x0.5 in cls (R'ck>=200 kg/ cm2) con annegato caposaldo chiodo topografico per il posizionamento della strumentazione di rilievo plano-altimetrico.	cad	30,00	1,00	1,00	1,00	30,00
<b>5.2 - Biogas nel suolo</b>							
<b>5.2.1 - Puntazze biogas</b>							
np 36	Fornitura e posa in opera, infissione nel terreno mediante rotazione e/o rotopercussione o preventiva esecuzione del foro sino ad una profondità di 5m, di tubo in acciaio forato (f 1,5"; sp = 6-7mm) per la realizzazione di punti fissi di misura del gas nel sottosuolo, realizzato in terreno di qualunque natura e consistenza, compreso ogni onere per lo spostamento delle attrezzature per ogni pozzo e quanto necessario all'infissione; compresa la formazione di riempimento in cls Rck 150 per la chiusura del pozzo di misurazione, compresa fornitura e posa in opera di coperchio a pozzetto in lamiera con coperchio e lucchetto affogato nel riempimento, compreso ogni onere per dare l'opera finita, realizzata e completa in ogni sua parte e come specificata negli elaborati grafici di progetto; tutto compreso, nulla escluso per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.	cad	20,00	1,00	1,00	1,00	20,00

6 - RIASETTO VEGETATIVO							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>6.1 - Inerbimento</b>							
<b>6.1.1 - Inerbimento</b>							
np 37	Realizzazione di inerbimento mediante spargimento su terreno naturale riprtato compresa la preparazione del piano di semina, compresa la fornitura e posa in opera di biostuoia opportunamente stesa e picchettata; compreso l'utilizzo di idrosemnatrice a zaino o macchina a spruzzo per lo spargimento di sementi, queste incluse, specie erbacee selezionate ed idonee al sito, compresi il concime chimico e i prodotti colloidali diluiti nella emulsione ed innaffiatura, il tutto effettuato nella stagione più opportuna; prezzo valutato sulla reale superficie soggetta ad idrosemina.	mq	1,00	45.000,00	1,00	1,00	45.000,00
<b>6.2 - Ripristino vegetazionale</b>							
<b>6.2.1 - Ripristino vegetazionale</b>							
np 36	Fornitura e posa in opera di essenza arbustive a radice, compresa la realizzazione di idonee buche per l'accoglienza dell'apparato radicale, la ricolmatura, la ricompattazione del terreno intorno alle radici, compresa la fornitura e la posa in opera di di concime nella quantità e della qualità necessarie, compresa la fornitura e la posa in opera di concime nelle quantità e della qualità necessaria, compresa l'innaffiatura, l'eventuale fornitura di idonei sostegni, l'infissione degli stessi e la legatura, compresa ogni altra operazione atta a fornire il titolo a perfetta regola d'arte.	cad	500,00	1,00	1,00	1,00	500,00

7 - STABILIZZAZIONE VERSANTE							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
<b>7.1 - Sistemazione versante</b>							
<b>7.1.1 - Riporfilatura versante</b>							
np 1	Scavo in rifiuto di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, compresi gli eventuali trovanti di volume non superiore a 0,200 mc ognuno, compresi il sovrapprezzo per l'esecuzione degli scavi in presenza di acqua di percolato di altezza superiore a 20 cm, l'onere del noleggio della pompa, le puntellature e le sbadacchiature occorrenti nonché il sollevamento ai bordi dello scavo dei materiali di risulta.	mc	1,12	1,00	0,30	37.809,43	12.703,97
<b>7.1.2 - Inerbimento versante</b>							
np 38	Inerbimento del versante con piante erbacee a radicazione profonda tipo PRATI ARMATI o similare.	mq	1,12	1,00	1,00	37.809,43	42.346,56
<b>7.1.3 - Dreni suborizzontali</b>							
np 39	Esecuzione scavo di perforazione lunghezza 35,00m ed inserimento di dreni suborizzontali con tubazioni in HDPE DN90 PN16 lunghezza 35,00 m (30,00 m tratto fessurato e 5,00 m tratto cieco) tutto compreso per dare l'opera finita a regola d'arte.	cad	13,00	1,00	1,00	1,00	13,00
<b>7.1.4 - Trincee frenanti</b>							
np 17	Scavo di fondazione a sezione obbligata, in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina, compreso gli eventuali trovanti di volume non superiore a 0,200 mc ognuno, comprese le puntellature e le sbadacchiature occorrenti nonché il sollevamento ai bordi dello scavo dei materiali di risulta, eseguito a macchina e a mano sino ad una profondità di 4 m del piano di sbancamento.	mc	5,50	0,80	1,00	1058,00	4.655,20
np 2	Fornitura e posa in opera di materiale inerte drenante composto da ghiaia arrotondata comune di granulometria 15-30 mm, comprese tutte le lavorazioni ed il personale per dare all'opera il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte, come da specifiche tecniche.	mc	5,00	0,80	1,00	392,50	1.570,00
np 3	Fornitura e posa in opera di geotessuto in polietilene (400 g/mq) a maglia larga con bordi sovrapposti e saldati in opera su superfici piane o suborizzontali, valutati sull'area effettivamente coperta; compresi sfridi, sovrapposizioni, giunti, compreso il quantitativo di telo necessario per gli opportuni ancoraggi e quant'altro necessario per dare il titolo finito e compiuto a perfetta regola d'arte.	mq	11,00	1,00	1,00	392,50	4.317,50



7 - STABILIZZAZIONE VERSANTE							
Attività							
Codice	Descrizione	u.m.	Dimensioni				Quantità
			par.ug.	lung	larg	S/H/peso	
np 4	Fornitura e posa in opera di argilla e bentonite con permeabilità $k \leq 5 \times 10^{-7}$ cm/s da prove di laboratorio, posti in opera in strati di 20 cm ca, compreso eventuale sminuzzamento e frantumazione delle zolle umidificazione e compattazione, incluso il carico, il trasporto e lo scarico dei materiali, il tutto valutato sulla superficie effettivamente coperta; tutto compreso, nulla escluso per dare l'opera finita e completa.	mc	1,50	0,50	1,00	392,50	294,38
np 40	Provvista e posa in opera di tubo macrofessurato in HDPE DE 160 - PN16 liscio, per condotti o drenaggi; comprese saldature a caldo eseguite con macchina da personale specializzato e quant'altro utile a garantire il funzionamento ed il collegamento dei tubi.	m	1,00	1,00	1,00	392,00	392,00
np 43	Provvista e posa in opera di tubo pieno in HDPE DE 200 - PN16 liscio, per condotti o drenaggi; comprese saldature a caldo eseguite con macchina da personale specializzato e quant'altro utile a garantire il funzionamento ed il collegamento dei tubi.	m	1,00	1,00	1,00	666,00	666,00
<b>7.1.6 - Gabbioni</b>							
np 44	Fornitura e posa in opera di gabbioni dimensioni 1 mc in rete metallica a doppia torsione, compresi i tiranti e le cuciture con filo di ferro a forte zincatura, compreso del pietrame di riempimento di idonea pezzatura o ciottolame di adeguate dimensioni e di natura non geliva per riempimento di gabbioni metallici da effettuarsi con mezzo meccanico e con la regolarizzazione a mano, in opera a qualsiasi altezza o profondità nonché la preparazione della sede di appoggio. Il prezzo è comprensivo di bandelle di rinforzo su due filari e di magrone di fondazione sp. 30 cm. Il tutto come da elaborati di progetto per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.	m	3,00	1,00	1,00	190,00	570,00