

COMUNE DI PECCIOLI - Provincia di Pisa

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

**RAZIONALIZZAZIONE FUNZIONALE DELLE INFRASTRUTTURE
E DEGLI IMPIANTI DI SERVIZIO DELLA DISCARICA
E CONTESTUALE RECUPERO DI NUOVE VOLUMETRIE**

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

GESTORE

Belvedere  **S.p.A.**
innovazione • progetti • sviluppo

VIA MARCONI, 5 - 56037 PECCIOLI (PI)

PROGETTAZIONE DEFINITIVA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COORDINAMENTO

Geol. Carlo Meoni

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Matteo Pierami	Geol. Carlo Meoni
Geol. Tiziana Pugliesi	Ing. Cristiano Nicoletta
Ing. Lorenzo Mancini	Geom. Simone Macchi
Geom. Enrico Magnano	Ing. Carlo Grassi
Geom. Samuele Tolomei	Geom. Sauro Salvadori
Dott.Agr. Elisabetta Norci	

Elaborato: PAR-AL-020	Titolo: <i>Parata di sbarramento - Approntamento fondo esponde Geocomposito bentonitico - Scheda tecnica - Manuale di installazione</i>
Data: Febbraio 2025	Redatto da: <i>Ing. Matteo Pierami</i>

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale
Giugno 2023

Elaborato PAR-AL-020
PARATIA DI SBARRAMENTO – APPRONTAMENTO
FONDO E SPONDE
Geocomposito bentonitico – Scheda tecnica – Manuale
di installazione
Febbraio 2025

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	2
2.	CARATTERISTICHE TECNICHE	2
3.	MANUALE DI INSTALLAZIONE	3

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato descrive le caratteristiche tecniche e il manuale di installazione del geocomposito bentonitico utilizzato in sostituzione dello strato di impermeabilizzazione artificiale di spessore 1 m.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE

I geocompositi bentonitici GCL sono realizzati accoppiando (normalmente mediante processi di agugliatura) uno strato di bentonite, con proprietà selezionate, tra due geotessili. Una volta idratato, può fornire un sistema di rivestimento a bassissima permeabilità, che può essere usato per costruire barriere geologiche e sistemi di impermeabilizzazione.

Il geocomposito bentonitico scelto è il **MACLINE GCL W 51**, di seguito si riporta la scheda tecnica:

MACCAFERRI

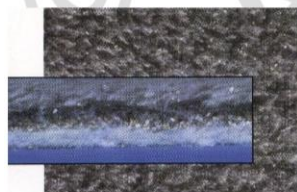
SCHEDA TECNICA

Rev. 1, Data 01.02.2023

MACLINE® GCL W 51 GEOCOMPOSITI BENTONITICI

I geocompositi bentonitici Macline® GCL tipologie W consistono in uno strato di bentonite interposta tra due geotessili (uno del tipo non tessuto agugliato ed uno tessuto) in filamenti di polipropilene; i vari componenti sono tra loro agugliati si da raggiungere le massime prestazioni nelle più svariate e severe condizioni di impiego. Questa struttura, fittamente agugliata, garantisce una notevole resistenza al taglio del geocomposito ed allo spellamento dei singoli strati, garantendo prestazioni idrauliche standard di bassa permeabilità su superfici anche ad elevata inclinazione.

MACLINE® GCL			W 51	Note
Caratteristiche dei geotessili				
Strato di base			Geotessile non tessuto agugliato	
Strato superiore			Geotessile tessuto	
Polimero			Polipropilene	
Massa areica unitaria	EN ISO 9864	g/m ²	Strato di base 200 - Strato superiore 140	1
Caratteristiche della bentonite				
Tipologia			Bentonite di sodio	
Peso specifico		g/cm ³	2.60	
Punto di fusione		°C	1340	
Granulometria		mesh	Miscela speciale tra 6 e 30 (circa)	
Contenuto di montmorillonite		%	90 (-10)	2, 5
Assorbimento d'acqua	ASTM E946	%	> 650	
Capacità di rigonfiamento libera	ASTM D5890	ml/2g	> 24	
Perdita di flusso	ASTM D5891	ml	< 18	
Massa bentonite @12% umidità	EN 14196	g/m ²	8000	3
Caratteristiche del geocomposito (GBR-C)				
Massa areica unitaria	EN 14196	g/m ²	8340	1, 3
Spessore	EN ISO 9863-1	mm	10.0	1
Resistenza allo spellamento	ASTM D6496	N/10 cm	60	1, 5
Permeabilità	EN 16416 ASTM D5887	m/s	1.0x10 ⁻¹¹ (+5.0x10 ⁻¹²)	2, 5
Indice di flusso	EN 16416 ASTM D5887	m ³ /m ² s	≤ 3.5x10 ⁻⁹	
Resistenza a trazione (longitudinale)	EN ISO 10319	kN/m	14.0 (-1.4)	4
Allungamento (longitudinale)	EN ISO 10319	%	≤ 20	5
Resistenza al punzonamento (CBR)	EN ISO 12236	kN	2.6 (-0.1)	4
Larghezza dei rotoli		m	5.0 o 5.1	6



- 1) Valore nominale; è ammessa una tolleranza standard del 10%
- 2) Valore tipico
- 3) Valore nominale funzione del grado di umidità della bentonite fissato al 12% Il contenuto minimo di bentonite a secco (0% umidità) è fissata a 6300 g/m²
- 4) Valore MARV al 95% del limite di confidenza (valore medio meno la tolleranza)
- 5) Dato riportato a titolo informativo
- 6) Valore nominale, una tolleranza standard dell'1% è ammessa. La larghezza del rotolo può essere di 5.00m o 5.10m secondo le necessità di produzione e la disponibilità a stock. Si prega di verificare con la logistica.

L'imballaggio di protezione non deve essere rimosso fino a quando MACLINE® GCL non è pronto per essere installato; MACLINE® GCL deve essere coperto entro un giorno dopo l'installazione (EN 12224 - durabilità).

3. MANUALE DI INSTALLAZIONE

Di seguito si riporta il manuale di installazione direttamente fornito dal produttore.

Tale manuale è destinato a fornire le linee guida per una posa corretta e sicura del geocomposito bentonitico, al fine di garantire prestazioni ottimali del sistema impermeabile.

MACCAFERRI

MANUALE DI INSTALLAZIONE

MI / MacLine GCL / Rev: 02, Aprile, 2021

MACLINE® GCL
GECOMPOSITO BENTONITICO

1.0 INTRODUZIONE

- 1.1 Questo documento fornisce le indicazioni generali per la corretta installazione e posa dei geocompositi bentonitici Maccaferri MacLine GCL, di seguito talvolta indicati semplicemente con "GCL", al fine di garantire una maggiore sicurezza, efficienza e integrità fisica dei prodotti posati.
- 1.2 Questa linea guida si basa su numerosi anni di esperienza e su numerose installazioni eseguite in molteplici cantieri e ciò fa sì che si possa seguire genericamente per ogni applicazione di impermeabilizzazione o capping nella quale sia richiesto l'uso di MacLine GCL. Coloro che si troveranno ad impiegare questo prodotto in condizioni diverse da quelle espressamente indicate in questa linea guida, sono pregati di contattare la sede Maccaferri più vicina.
- 1.3 Le prestazioni del GCL dipendono interamente dalla correttezza della sua installazione. È responsabilità dell'installatore seguire questa linea guida, le specifiche e i disegni del progetto il più fedelmente possibile. È responsabilità del Progettista, della Direzione Lavori e del Posatore garantire che l'installazione sia stata eseguita correttamente. Questo documento copre solo le procedure di installazione.

2.0 ATTREZZATURA

- 2.1 Il MacLine GCL viene fornito in rotoli di peso compreso fra 800 kg e 1300 kg a seconda delle dimensioni e delle specifiche del prodotto scelto. È assolutamente necessario sollevare questi rotoli utilizzando un adeguato tubo di sollevamento metallico come indicato in Tabella 1. Per qualsiasi prodotto scelto, il tubo per il sollevamento, non dovrà flettersi più di 75 mm misurati nel punto mediano del tubo quando viene caricato un intero rotolo di GCL.
- 2.2 Le catene o le cinghie per il sollevamento dovranno garantire almeno il doppio del carico richiesto dal GCL sollevato e dovranno essere utilizzate in combinazione con una barra di sollevamento ricavata da un profilo IPE. La barra distanziatrice garantisce che le catene o le cinghie di sollevamento non strofinino contro le estremità del rullo del GCL, che deve poter ruotare liberamente durante l'installazione.

Prodotto	Dimens. Nominali MacLine GCL Lunghezza x Larghezza (m)	Peso Rotolo MacLine GCL (kg)	Diametro Esterno (mm)	Dimensioni Anima Lunghezza x Diametro (m x mm)
MacLine GCL (W, N, NL)	40 x 5,0	800 - 1300	95	5,5 x 75

Tabella 1 - MacLine GCL e caratteristiche del tubo di sollevamento

- 2.3 Una pala meccanica, un escavatore, un bulldozer o altre attrezzature possono essere equipaggiate con una barra di sollevamento o una barra centrale. In alternativa, è possibile utilizzare un carrello elevatore con appositi spuntoni per la movimentazione sul posto e, in alcuni casi, anche per l'installazione. Non utilizzare un carrello elevatore per sollevare o movimentare i rotoli di GCL. Gli spuntoni sono appositamente fabbricati per adattarsi a vari modelli di carrelli elevatori.

3.0 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA

- 3.1 Se il GCL viene posato su terreno la superficie di questo deve essere stata compattata ad una densità pari al 90% secondo prova Proctor modificata o secondo quanto indicato nelle specifiche di progetto. L'autorizzazione alla posa deve essere data dalla DL prima della posa del GCL. La superficie di posa deve risultare stabile con assenza di brucche variazioni di livelletta, vuoti, rotture, ghiaccio ed acqua stagnante.
- 3.2 La superficie di sottofondo deve essere priva di vegetazione, asperità, rocce, arbusti, detriti o altri materiali che potrebbero danneggiare il GCL. La superficie di posa deve essere rullata con un compattatore a rullo liscio per rimuovere ogni impronta di ruota, orma o discontinuità del terreno. In aggiunta tutte le protuberanze di dimensioni superiori a 12 mm devono essere eliminate o mediante rimozione o mediante compattazione all'interno della superficie di posa. Il GCL può essere installato su una superficie ghiacciata a condizione che essa – in condizioni normali non ghiacciate – si presenti come prima indicato.

4.0 SCARICO E STOCCAGGIO

- 4.1 In molti casi i MacLine GCL vengono spediti in cantiere per mezzo di camion. Scaricare i rotoli dal pianale inserendo all'interno del rotolo un'anima rigida metallica. Serrare adeguatamente i nastri o le catene posti alle due estremità della barra e collegati allo svingitore montato sull'apparecchiatura di sollevamento. Sollevare il rotolo lentamente facendo attenzione che il carico sia uniformemente distribuito e che il rotolo non penda da un lato o oscilli.
- 4.2 Talvolta i rotoli di GCL possono arrivare in container chiusi. Il container potrà essere svuotato utilizzando un carrello elevatore equipaggiato con spuntoni. Tale barra verrà inserita all'interno del rotolo facendola penetrare sino a rendere "la presa" stabile. Il rotolo verrà poi sollevato ed estratto dal container.
- 4.3 Il materiale deve essere tenuto riparato da eventuale presenza di acqua/pioggia, quindi in caso di stoccaggio all'aperto, è necessario prevederne la copertura con teli impermeabili e sollevato dal piano campagna.

MACCAFERRI

5.0 INSTALLAZIONE

- 5.1 I rotoli di GCL devono essere trasportati in cantiere nel loro imballo originale; questo verrà rimosso immediatamente prima della loro posa facendo attenzione a non danneggiare il GCL. Se non diversamente specificato, il GCL dovrà essere applicato con la superficie stampigliata in vista.
- 5.2 Non è ammesso il transito sul GCL di mezzi che potrebbero arrecare danno al prodotto stesso. Il sistema di posa preferibile è quello realizzato ponendo il prodotto frontalmente alla macchina che avanza in retromarcia (vedi Figura 1). Qualora la macchina operatrice causi il danneggiamento della superficie di posa questo deve essere ripristinato alle sue condizioni originali prima di continuare la posa del GCL (vedi Capitolo 9).



Fig 1. Tipica installazione di MacLine GCL (srotolare il rotolo perpendicolarmente alla scarpata; srotolarlo dalla sommità al piede)

- 5.3 Il GCL deve essere posato in modo da minimizzare il trascinamento dello stesso sulla superficie di posa al fine di evitare il danneggiamento dello strato inferiore del geocomposito;
- 5.4 Il GCL deve essere posizionato in modo tale che le giunzioni risultino parallele alla linea di massima pendenza delle scarpate. Le eventuali giunzioni longitudinali tra teli dovranno essere realizzate ad una distanza non inferiore ad 1 metro dal piede e dalla sommità della scarpata qualora questa abbia un'inclinazione maggiore di 4H:1V
- 5.5 I pannelli di GCL devono risultare stesi sulle superficie di posa senza alcuna "grinza" o "onda" in particolar modo negli spigoli e nei punti di giunzione.
- 5.6 Si raccomanda di coprire il MacLine GCL il prima possibile con il terreno. Per ulteriori informazioni si prega di contattare il produttore.

MACCAFERRI

6.0 TRINCEA DI ANCORAGGIO

- 6.1 Se previsto negli elaborati di progetto il materiale verrà ancorato in una trincea posta alla sommità della scarpata. Il profilo frontale della trincea si presenterà di forma arrotondata in modo da eliminare ogni punto angoloso che potrebbe ingenerare tensioni eccessive nel GCL. Il terreno in fondo alla trincea dovrà essere ben compattato.
- 6.2 L'ancoraggio può essere ottenuto alternativamente prolungando il GCL oltre la sommità della scarpata; la lunghezza di "prolunga" dovrà essere specificata in fase di progetto.
- 6.3 Qualora si preveda di realizzare una trincea per l'ancoraggio del GCL questa sarà riempita con idoneo materiale per resistere allo sfilamento del geosintetico; le dimensioni della trincea, la granulometria del materiale di riempimento, nonché la tipologia dello stesso saranno in accordo alle specifiche progettuali. Le dimensioni tipiche di una trincea di ancoraggio sono riportate in Figura 2.
- 6.4 Il GCL deve essere posizionato all'interno della trincea in modo tale da coprire la base della stessa ma senza essere risvoltato sulla parete posteriore (vedi Figura 2).

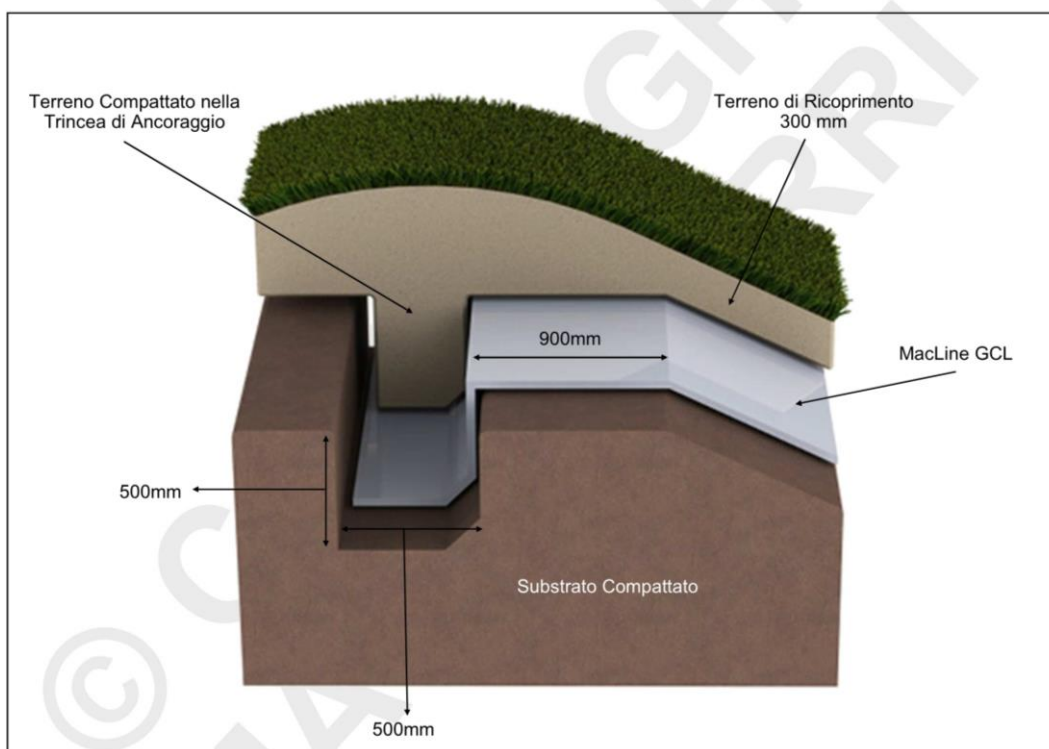


Fig 2. Sezione tipica dell'ancoraggio del MacLine GCL

MACCAFERRI

7.0 SOVRAPPOSIZIONI

- 7.1 Le giunzioni tra teli contigui verranno eseguite per semplice sovrapposizione dei lembi. Le aree di sovrapposizione devono risultare pulite ed esenti dalla presenza di terreno o altri detriti. Qualora uno od entrambi i geotessili del GCL siano dei non tessuti sarà necessario interporre della bentonite sfusa (fornita in sacchi insieme al materiale) nell'area di giunzione.
- 7.2 Se non diversamente specificato, la sovrapposizione longitudinale può variare da un minimo di 150 mm (per condizioni normali, con copertura del suolo / isolamento immediata) fino a 500 mm o anche più a seconda delle condizioni del sito (cedimento del substrato di base, scarpate inclinate, copertura non immediata della GCL ecc.). Le sovrapposizioni di fine rotolo dovrebbero essere realizzate in modo simile con la sovrapposizione minima che dovrebbe misurare 300 mm (condizioni normali con copertura immediata) e 500 mm (esposizione prolungata alle intemperie, senza copertura immediata).
- 7.3 Le sovrapposizioni devono essere effettuate nella direzione del flusso in modo tale da impedire che questo possa penetrare all'interno dell'area di giunzione.
- 7.4 Le sovrapposizioni in cui è richiesto l'uso di bentonite saranno realizzate, per prima cosa, sovrapponendo i teli come descritto in precedenza. La parte sovrapposta verrà quindi alzata e si procederà a stendere uno strato di bentonite granulare (fornita insieme al GCL) lungo la sovrapposizione che avrà una larghezza di 200 mm / 300 mm / 400 mm a seconda delle condizioni di posa (vedi Figura 3). La quantità minima di bentonite che dovrà essere applicata in questa zona sarà pari a 0.4 kg/ml.

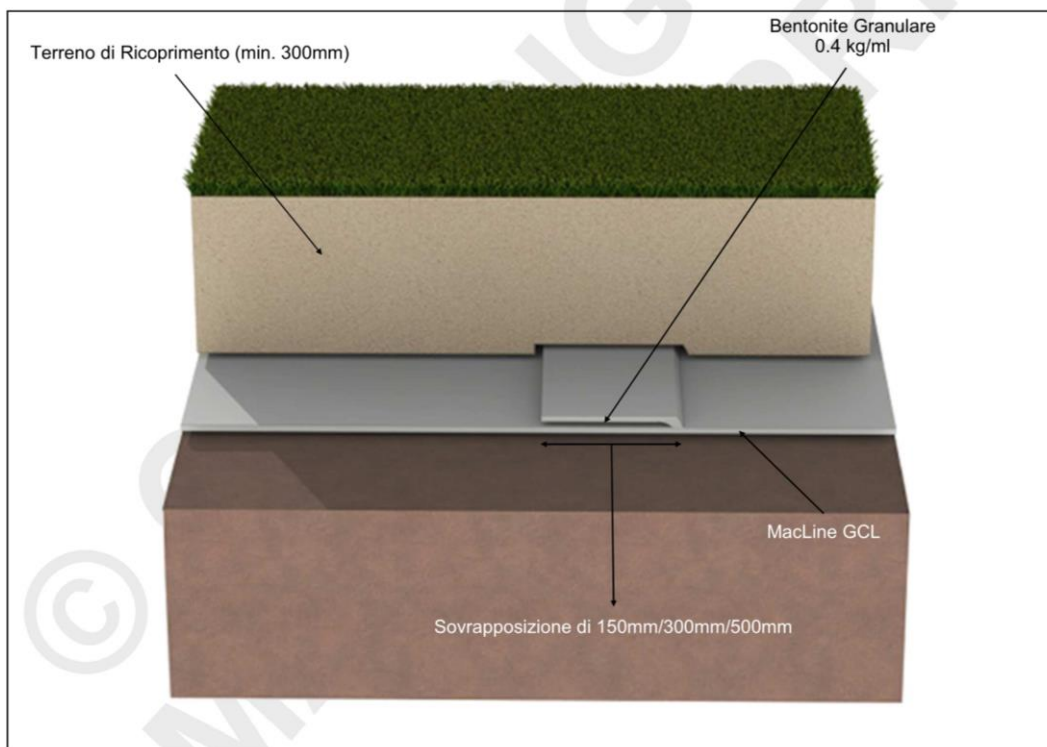


Fig 3. Tipologico della sovrapposizione dei teli di MacLine GCL e delle giunzioni con bentonite granulare

- 7.5 Nei casi in cui non sia possibile utilizzare la bentonite granulare per sigillare le sovrapposizioni come in presenza di scarpate, sarà necessario preparare una malta a base di bentonite e procedere alla stesa di questa con le stesse modalità descritte in precedenza al fine di realizzare una corretta sovrapposizione dei lembi.
- 7.5a La malta sigillante a base di bentonite può essere preparata semplicemente usando acqua e polvere di bentonite. Prendere un secchio con dell'acqua a aggiungere la bentonite nella quantità di 1 parte di bentonite ogni 2.5 parti di acqua. Mescolare il tutto aiutandosi con un agitatore elettrico al fine di assicurarsi che la miscela sia sufficientemente omogenea.
- 7.5b Una volta che la malta a base di bentonite è pronta, stenderla nella zona di sovrapposizione aiutandosi con una spatola. La larghezza dello strato di malta sarà di 150 mm / 500 mm per sovrapposizioni laterali e 300 mm / 500 mm per sovrapposizioni di testa e fine del rotolo. Lo spessore dello strato di malta sarà di circa 10 mm (vedi Figura 4).
- 7.5c Il lembo precedentemente alzato verrà quindi abbassato e pressato sulla malta evitando la formazione di pieghe e grinze.

MACCAFERRI

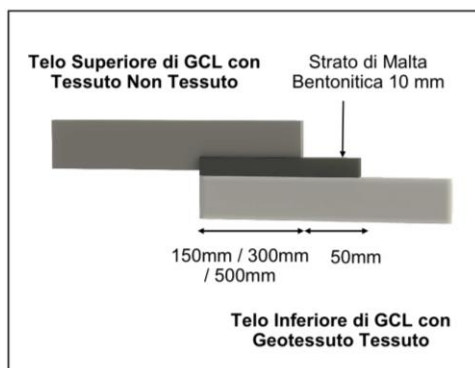


Fig 4. Sovrapposizione del MacLine con malta bentonitica

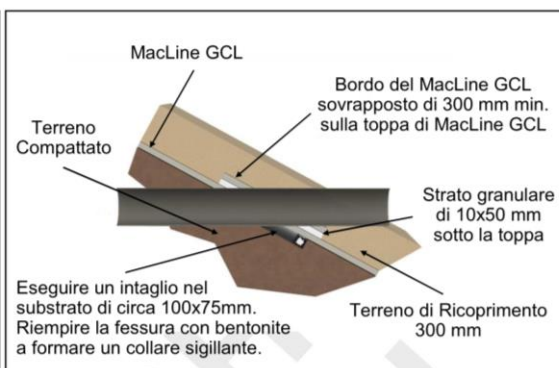


Fig 5. Dettaglio del passaggio di un tubo attraverso il MacLine

8.0 SIGILLATURA ATTORNO OSTACOLI E STRUTTURE

- 8.1 Il taglio del GCL verrà effettuato con dei cutter molto affilati; al riguardo si consiglia frequenti cambi di lama al fine di evitare che la rottura dei geotessili del GCL avvenga per strappo piuttosto che perché tagliati.
- 8.2 In caso di attraversamenti del GCL l'impermeabilità verrà ripristinata come indicato nelle Figure da 5 a 7 che seguono. La bentonite sfusa granulare o la malta bentonitica verrà utilizzata per questa operazione di sigillatura tra il GCL e le strutture in esso innestate in ragione di circa 3 kg di bentonite sfusa per metro lineare (preparazione della malta bentonitica descritta nel Paragrafo 7.5).
- 8.3 Qualora il terreno naturale costituisca la superficie di appoggio intorno alla zona di attraversamento dovrà essere scavato nel terreno un incavo che sarà successivamente riempito con bentonite granulare o malta bentonitica (vedi Figura 5).
- 8.4 Intorno al tubo, sulla zona di attraversamento, verrà quindi posizionato un collare di GCL come quello riportato in Figura 6. Sul collare verrà prima disegnata la circonferenza del tubo da attraversare e questo verrà ritagliato sagomando il profilo in modo irregolare a stella.
- 8.5 Nel caso di attraversamenti ortogonali al GCL la tubazione verrà infissa nel terreno di base come indicato in Figura 7. Intorno al tubo verrà realizzato un solco di dimensioni pari a circa 10 x 10 cm che verrà quindi riempito con bentonite granulare o malta bentonitica.
- 8.6 Qualora il GCL dovesse essere fissato ad un muro di fondazione, in prossimità dello stesso verrà scavata una trincea come indicato nei Paragrafi 8.3 e 8.5. La trincea verrà riempita con bentonite granulare o malta bentonitica ed il GCL verrà riportato sopra di esso in aderenza al muro. A completamento verrà riportato il terreno di riempimento secondo lo spessore minimo indicato (vedi Figura 9).

MACCAFERRI

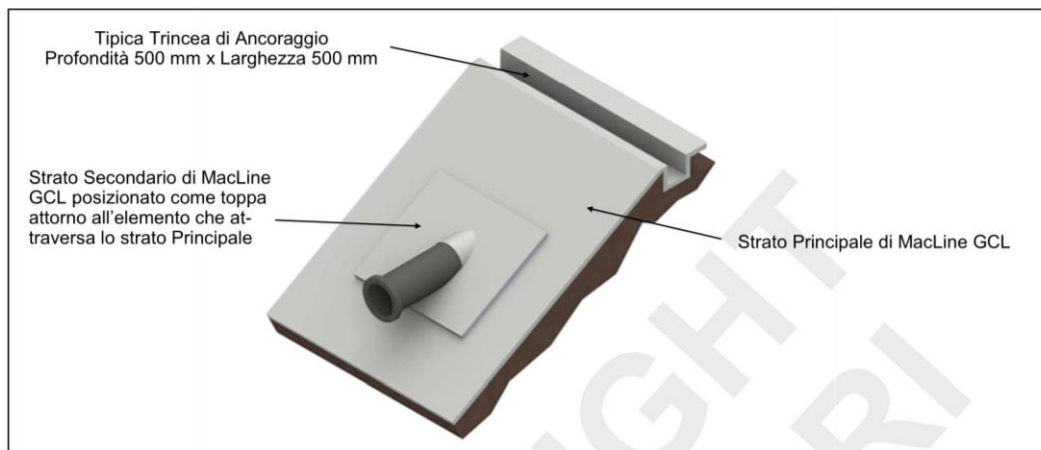


Fig 6. Dettaglio della realizzazione del passaggio di un tubo attraverso il MacLine GCL

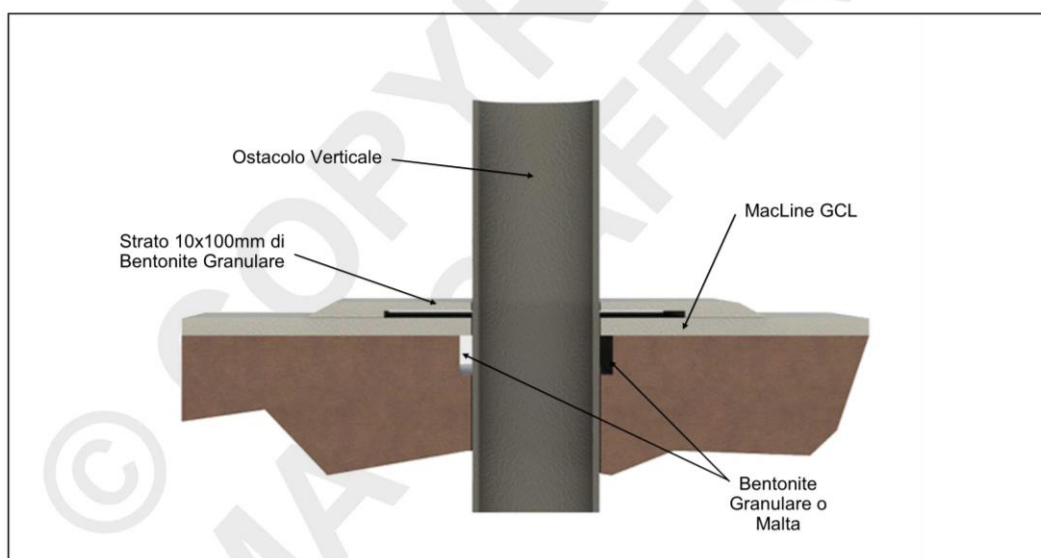


Fig 7. Dettaglio della realizzazione di un passaggio verticale attraverso il MacLine GCL

MACCAFERRI

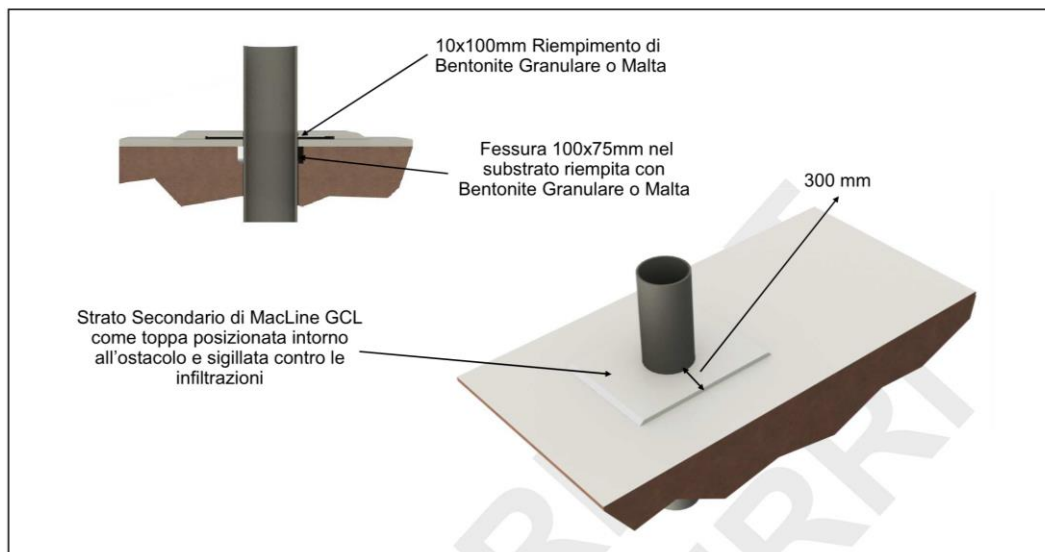


Fig 8. Dettaglio del passaggio verticale di una condotta attraverso il MacLine GCL

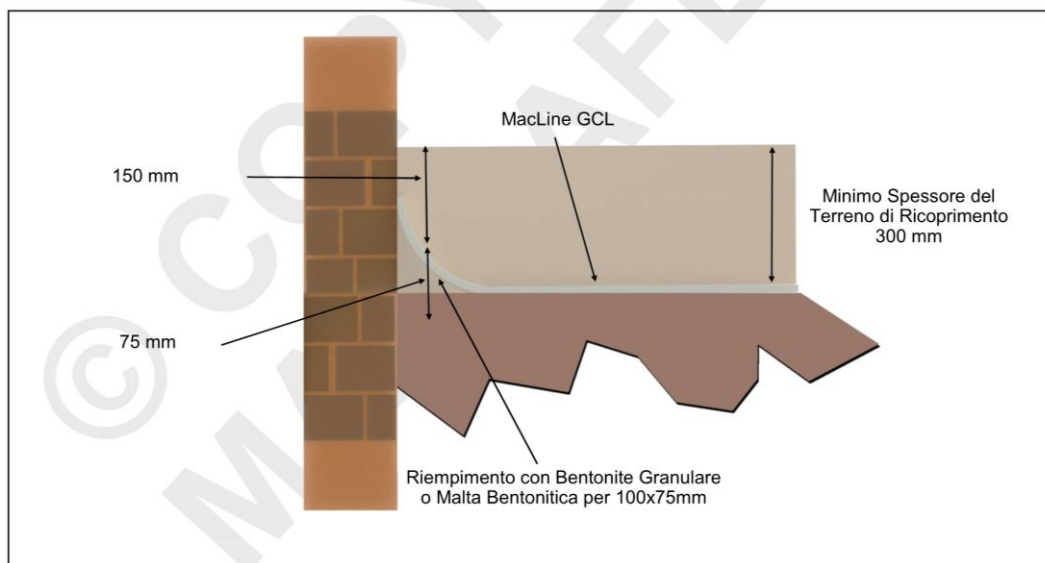


Fig 9. Dettaglio del risvolto del MacLine GCL contro strutture o muri verticali

MACCAFERRI

9.0 RIPARAZIONI

- 9.1 Qualora il GCL venga danneggiato durante la fase di installazione (strappato, punzonato o tagliato) è possibile effettuare la riparazione del telo posizionando una "toppa" sull'area danneggiata (Figura 10). Quest'ultima verrà ricavata ritagliandola da un rotolo integro ed avrà dimensioni tali da garantire un'area di sovrapposizione minima intorno a tutta la parte danneggiata non inferiore a 300 mm. Prima del posizionamento della toppe, tutto intorno alla rottura, verrà posto un mastice bentonitico. Può rendersi necessario l'utilizzo di un mastice adesivo o di una colla per tenere ferma tale toppe durante le operazioni di posa del riempimento. Al di sotto della superficie danneggiata può essere infilata una seconda "toppa" di dimensioni inferiori per tutelarsi nei confronti di eventuali movimenti di quella superiore.

10.0 POSIZIONAMENTO DEL TERRENO DI RICOPRIMENTO

- 10.1 Il materiale di riempimento risulterà privo di ciottoli a spigoli vivi o di altri inerti che potrebbero danneggiare il GCL. Prima del suo utilizzo questo dovrà essere approvato dalla DL in relazione alla sua granulometria ed alla sua compatibilità chimica.
- 10.2 Il riempimento consigliato sarà caratterizzato da una granulometria ben distribuita oscillante tra il fine e dimensioni di 25 mm. Terreni con eccessivi contenuti di materiale fine o con particelle di dimensioni eccedenti i 25 mm dovranno essere testati in prove in scala reale prima di essere utilizzati. Dopo l'esecuzione della prova di installazione il GCL verrà esumato e verranno verificati eventuali danneggiamenti.

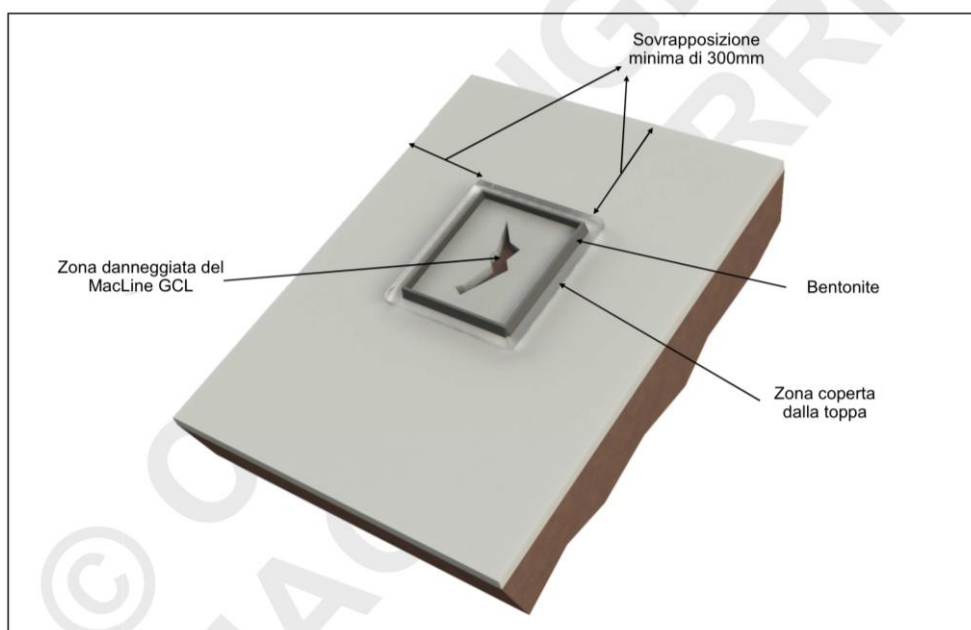


Figure 10. Riparazione di una zona danneggiata di MacLine GCL

- 10.3 Per la stesa del riempimento dovrà essere usato un mezzo meccanico che riduca al minimo le tensioni trasmesse al GCL. Uno spessore minimo di 300 mm deve essere sempre garantito tra la macchina operatrice ed il GCL durante le fasi della posa. Lo spessore indicato rappresenta un valore minimo che dovrà essere innalzato per aree a forte traffico o strade; in tali situazioni lo spessore minimo consigliato è di 600 mm.
- 10.4 La posa del riempimento deve avvenire in modo che sia evitata qualunque intrusione degli inerti nelle aree di sovrapposizione al fine di evitare il danneggiamento del prodotto.
- 10.5 Sebbene il contatto diretto tra mezzo meccanico e GCL debba essere evitato è ammesso l'uso di veicoli leggeri a bassa pressione superficiale per l'installazione di altri geosintetici al di sopra del GCL. Si prega di contattare la sede Maccaferri più vicina per chiedere ulteriori informazioni a riguardo.

MACCAFERRI

11.0 IDRATAZIONE

- 11.1 In caso di stoccaggio di liquidi diversi dall'acqua (quali ad esempio barriera di contenimento secondario intorno a cisterne) il GCL deve essere preidratato prima dell'impiego. E' da evitare l'utilizzo del GCL in tale funzione prima dell'avvenuta idratazione e rigonfiamento dello stesso. Qualora il GCL sia coperto con uno strato permeabile l'idratazione avverrà naturalmente alla prima pioggia.
- 11.2 Qualora fosse necessaria un'idratazione manuale del prodotto, questa potrà essere realizzata artificialmente mediante un impianto di irrigazione a pioggia. Si prega di contattare la sede Maccaferri più vicina per chiedere ulteriori informazioni a riguardo.

Officine Maccaferri Italia S.r.l.
Via J.F. Kennedy, 10 - 40069 Zola Predosa (BO)
Tel. (+39) 051 6436000 - Fax (+39) 051 6436201
E-mail: info@it.maccaferri.com - Web site: www.maccaferri.com/it

Bureau Veritas Certified Quality System Company
with ACCREDIA's and UKAS's accreditation

© 2018 Maccaferri. All rights reserved. Maccaferri will enforce Copyright.