



GALLERIE

Impermeabilizzazione di estradosso di gallerie per le vie di transito per mezzi su rotaia o su gomma

Nei sistemi urbanistici attuali troviamo una tendenza ormai radicata a sfruttare il sottosuolo soprattutto nei centri urbani per realizzare nuove vie di transito per mezzi su rotaia o su gomma. Assieme a queste opere si assiste alla diffusione sempre più imponente di aree specializzate nei servizi come stazioni metropolitane, parcheggi, garages e servizi collegati da tunnel o sottopassaggi. In zone con caratteristiche di persistenza nevosa fino a stagione inoltrata quando gli accumuli sui versanti possono minacciare un'opera viaria, vengono realizzate coperture antivalanga con gallerie a tettoia che rimanendo a lungo innevate, necessitano di una protezione impermeabile.

La struttura in c.l.s. progettate per proteggere questi spazi dovranno a loro volta essere protette prima dell'interramento, con una membrana che impedisca all'acqua di penetrare e di intaccarne i ferri di armatura.

Questa operazione si effettua all'estradosso in modo tale da apporre una barriera a diretto contatto del terreno.

Per un corretto deflusso delle acque si potranno in opera anche cinture drenanti formate da speciali pannelli e da tubi forati. Nella progettazione di uno scudo impermeabilizzante di gallerie si dovrà tener conto quindi, come già è stato fatto per le opere interrato (vedi le fondazioni) che in questi interventi la durata della impermeabilizzazione dovrà essere pari a quella dell'opera protetta e che difficilmente si potranno effettuare lavori di ripristino trattandosi di superfici non accessibili.

Si dovranno scegliere dei materiali dalle caratteristiche comprovate, dotati di grande resistenza alla perforazione, ai carichi statici e al traffico di cantiere. INDEX ha immesso da tempo sul mercato membrane di alta affidabilità come il TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE e PROTEADUO POLIESTERE.

Problemi

I rivestimenti impermeabili dei tunnel e delle opere interrato in genere sono sollecitate da azioni fisiche di punzonamento dinamico: in fase di applicazione per il traffico di cantiere, in fase di interrimento per l'azione del materiale di reinterro. In esercizio i manti sono sollecitati principalmente per punzonamento statico, sono inoltre soggetti alle sollecitazioni indotte da fessure che si aprono nel piano di posa per il ritiro del cls e all'affaticamento che le linee di accostamento di pannelli prefabbricati provocano a seguito delle vibrazioni indotte dal traffico veicolare.

Durante le operazioni di reinterro il rivestimento è sollecitato per abrasione e anche per trazione nel caso di parti verticali rivestite con membrane posate a secco.

I rivestimenti impermeabili sono sottoposti all'aggressione chimica dell'acqua di falda anche inquinata, degli acidi umici, microorganismi e fertilizzanti presenti nel terreno.

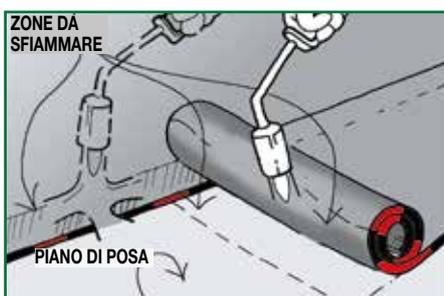
Molto spesso la copertura dell'opera non ha solo la funzione di coprire la parte sottostante, ma è adibita ad altre funzioni come ad esempio quella di parcheggio (vedi capitolato tecnici n. 8), ed è frequente quindi il caso di stesura a caldo di strati di conglomerato bituminoso stradale o asfalto colato direttamente sul manto impermeabile che dovrà quindi resistere allo shock termico derivato dalla posa degli strati sopraccitati.

In quest'ultimo caso il manto sarà esposto nella stazione invernale anche a cicli di gelo-disgelo e all'aggressione chimica delle soluzioni saline derivate dall'uso stradale dei sali antigelo.

Infine, in caso di evento sismico, il manto sarà sollecitato anche dai movimenti differenziali fra strati di cls in cui è stato inserito (vedi capitolato tecnico n. 5 bis).

In funzione delle sollecitazioni da considerare ne deriva che il rivestimento impermeabile dovrà essere:

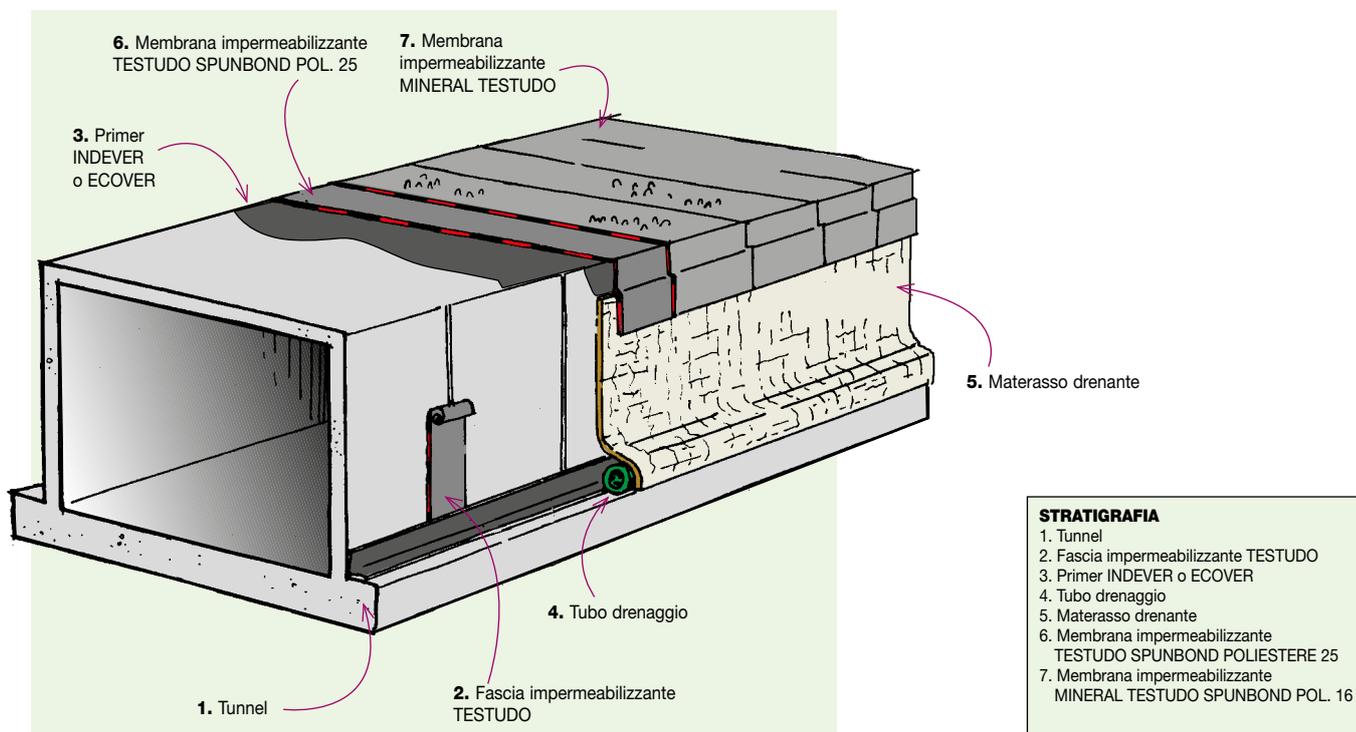
- **applicato in totale aderenza all'opera da proteggere**, per ridurre al minimo il passaggio d'acqua nel caso di una perforazione accidentale e per resistere alle forze parallele al manto originale sia dai movimenti differenziali tra piani di cls in cui è inserito che dal terreno sulle pareti verticali.



- **di grosso spessore**: nel caso di posa in totale aderenza dovrà prevedere uno spessore di 4 mm al fine di conglobare la rugosità superficiale del piano di posa e le inevitabili impurità (piccoli sassi, granuli di varia natura) sempre presenti nei cantieri della tipologia e delle dimensioni di un tunnel.
- **di grosso spessore**: poiché nel caso di evento SISMICO potrà resistere all'azione di abrasione dei granuli che si staccano per attrito dalle superfici di calcestruzzo tra cui il manto è inserito.
- **armato** con armature elastiche di elevata resistenza meccanica che possono resistere alla fatica derivante dall'aprirsi e chiudersi di fessure del piano di posa su cui il manto è incollato.
- **armato con armature il più possibile continue** compatibilmente con l'adesione alla massa impermeabilizzante, e spesse, al fine di ottenere uno strato impermeabile a comportamento meccanico uniforme in tutto il suo spessore che resista omogeneamente alla perforazione in ogni punto.
- **di per sé stesso resistente al punzonamento**. Ciò prima che il manto possa essere protetto da un successivo strato e soggetto a punzonamenti dinamici accidentali di cantiere che possono provocare perdite difficili da localizzare.
- **resistenti agli agenti chimici e biologici presenti nel terreno e negli strati adiacenti**.
- **resistente alle radici in tutto lo spessore, sormonte comprese nel caso che il manto (vedi capitolato tecnico n. 10) sia a contatto con il terreno di coltura di un giardino pensile o l'opera venga interrata in zone su cui in seguito potrà proliferare una fitta vegetazione**.
- **applicabile in mono o pluristrati aderenti tra loro** in modo che integrando nel manto altre funzioni (ad esempio di strato antipunzonamento) possa sempre essere rinforzato l'elemento di tenuta.

- **In zona sismica**, dotato di un coefficiente di attrito con il cls tale da evitare traslazioni troppo elevate (vedi capitolato tecnico n. 5 bis) delle opere con manto impermeabile di fondazione durante le scosse di forte intensità e non attivate lo scorrimento per le scosse di debole intensità.
- **Nel caso di coperture carrabili**, resistente allo shock termico e al punzonamento a caldo dovuto alle operazioni di posa e rullatura della pavimentazioni bituminosa.

IMPERMEABILIZZAZIONE TIPO TUNNEL TGV-ATLANTIQUE



Il tunnel della linea atlantica del TGV (Train Grand Vitesse) si sviluppa per alcuni chilometri completamente interrato salvo qualche zona dove scorre fuori terra ed il rivestimento di impermeabilizzazione ha interessato una superficie di 150.000 m².

Il tamponamento verticale è costituito da elementi prefabbricati accostati a sostenere la copertura in travi prefabbricate ricoperte da un getto di cls armato con un giunto ogni 9÷10 m.

In assenza di falda freatica il rivestimento impermeabile con membrana INDEX è stato previsto per la copertura e a scendere sul verticale per 1 m ca. fino a raccordarlo ad un drenaggio verticale costituito da un "non tessuto" drenante a fibra grossa dello spessore di 2 cm ca. accoppiato ad un non tessuto filtrante di 150 g/m² ca.

Al piede della parte verticale il drenaggio verticale collegato a dei tubi di drenaggio forati.

Le linee di accostamento dei pannelli di tamponamento verticale sono sigillate con mastici e per la parte interrata dei tunnel sono protette con fasce di testudo di 20÷30 cm incollate a fiamma.

Anche la linea orizzontale di raccordo fra tamponamento verticale e trave orizzontale che corre al piede dell'opera, in prossimità del tubo di drenaggio, è protetta da una fascia di TESTUDO incollato a squadra a cavallo della parte verticale ed orizzontale.

L'elemento di tenuta all'acqua della copertura è costituito da una membrana TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25 - 5 mm incollata a fiamma su mano di primer bituminoso di adesione INDEVER, o in alternativa primer all'acqua ECOVER, protetto da uno strato antipunzonamento che inizialmente previsto in non tessuto di poliestere nudo, è stato poi sostituito dai progettisti con una membrana armata in "non tessuto" di poliestere autoprotetta con scagliette di ardesia MINERAL TESTUDO incollato allo strato precedente con funzione quindi sia di strato di protezione che di tenuta all'acqua.

Sulle zone della copertura in cui si incrociava una linea ferroviaria normale che scorreva sopra il tunnel il manto è stato rinforzato da un ulteriore strato di MINERAL TESTUDO, sempre incollato a fiamma, su cui è stato posato direttamente il "ballast" della massicciata ferroviaria. Visto che l'opera andava completamente interrata in zona su cui era previsto l'impianto di fitta vegetazione la Direzione Lavoro ha chiesto la fornitura di membrane additivate con specifico agente antiradice, phenoxi-fatty acid ester.

Lo schema di capitolato può essere così riassunto:

Primer. Tutta la superficie su cui il manto verrà incollato sarà verniciata con una mano da 300 g/m² ca. di primer bituminoso di adesione INDEVER, o in alternativa primer all'acqua ECOVER.

Membrana impermeabilizzante. Ad essiccazione avvenuta, su tutta la superficie orizzontale e a scendere sulla parte verticale per almeno 1 m verrà incollata completamente a fiamma una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica di 5 mm di spessore tipo TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo.

Saranno previste sormonte laterali dei fogli di 10 cm e 15 cm per le giunzioni di testa saldate accuratamente a fiamma.

A cavallo delle sovrapposizioni dello strato precedente verrà incollata completamente a fiamma una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica con la faccia superiore autoprotetta da scagliette di ardesia del peso di 4,5 kg/m², a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo Spunbond, tipo MINERAL TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE.

I teli saranno sormontati per 10 cm e le giunzioni verranno accuratamente saldate a fiamma.

La massa impermeabilizzante delle membrane saranno additivate con specifico agente antiradice, phenoxi-fatty acid ester.

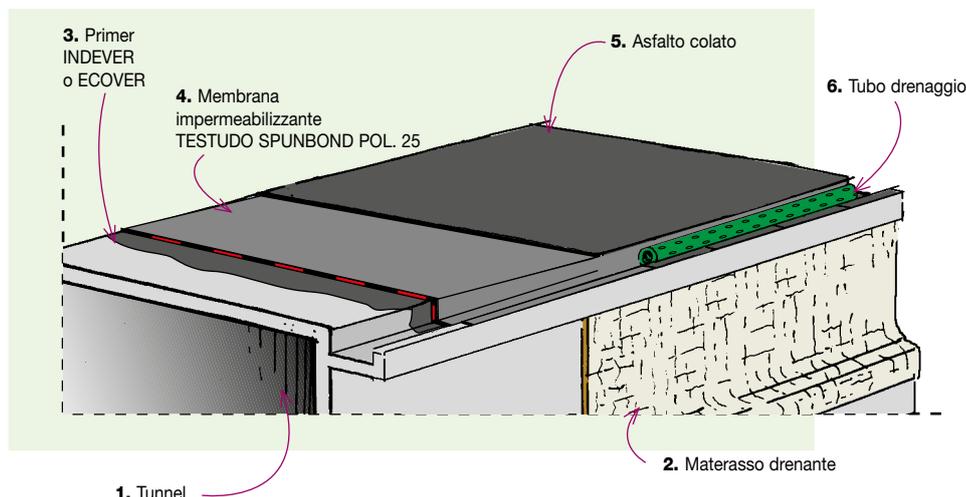
IMPERMEABILIZZAZIONE TIPO TUNNEL METRÒ - PARIGI



TUNNEL METRÒ - PARIGI sotto giardino pubblico

STRATIGRAFIA

1. Tunnel
2. Materasso drenante
3. Primer INDEVER o ECOVER
4. Membrana impermeabilizzante TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25
5. Membrana impermeabilizzante MINERAL TESTUDO SPUNBOND POL. 16
6. Tubo drenaggio
7. Giardino pubblico



TUNNEL METRÒ - PARIGI sotto asfalto colato

STRATIGRAFIA

1. Tunnel
2. Materasso drenante
3. Primer INDEVER o ECOVER
4. Membrana impermeabilizzante TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25 (o in alternativa PROTEADUO POLIESTERE 25)
5. Asfalto colato
6. Tubo drenaggio

Stazione sotto giardino pubblico

Il sistema di impermeabilizzazione è identico a quanto previsto per il tunnel del TGV con l'unica differenza che dalla parte del muro verticale controterra è stata costruita un'ala per il convogliamento dell'acqua ai pozzi di drenaggio.

Anche il canale di raccolta è stato rivestito con il sistema precedentemente descritto.

Lotto con manto sotto asfalto colato

In questo caso l'elemento di tenuta è costituito da un solo strato di 5 mm, privo di additivo antiradice e completamente aderente su mano di primer, sul quale poi è stato steso uno strato di asfalto colato per le zone da adibire a piano carrabile.

Primer. Tutta la superficie su cui il manto verrà incollato sarà verniciata con una mano da 300 g/m² ca. di primer bituminoso di adesione INDEVER, o in alternativa primer all'acqua ECOVER.

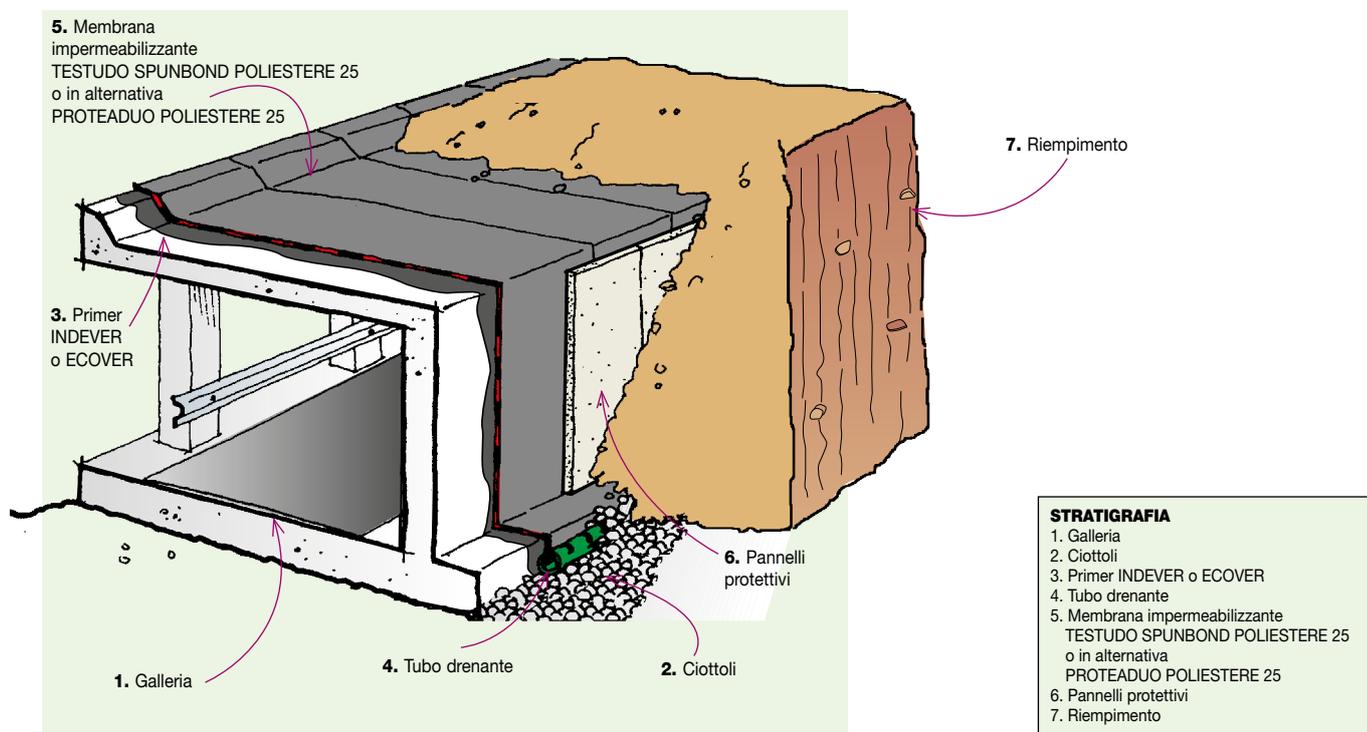
Manto impermeabile.

– **Manto impermeabile con membrana elastoplastomerica TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25.** Ad essiccazione avvenuta, su tutta la copertura e la parte verticale a monte, verrà incollata a fiamma una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica di 5 mm di spessore, tipo TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond. I teli applicati con sovrapposizioni di 10 cm saldate a fiamma, verranno risvoltati e incollati a fiamma sul muro di contenimento a valle fino alla testa dello stesso.

In alternativa:

– **Manto impermeabile monostrato con membrana composita pluristrato PROTEADUO POLIESTERE 25.** Ad essiccazione avvenuta, su tutta la copertura e la parte verticale a monte, verrà incollata a fiamma una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero pluristrato di 5 mm di spessore, tipo PROTEADUO POLIESTERE 25, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond stabilizzato con fibra di vetro. I teli applicati con sovrapposizioni di 10 cm saldate a fiamma, verranno risvoltati e incollati a fiamma sul muro di contenimento a valle fino alla testa dello stesso.

IMPERMEABILIZZAZIONE TIPO GALLERIA ANTIFRANA O ANTIVALANGA



Generalmente si riveste con membrana la copertura e la parte verticale a monte che sarà munita anche di un drenaggio verticale in ciotolame da cui l'acqua viene raccolta per mezzo di tubazioni drenanti.

Lo schema di capitolato può essere così riassunto:

Primer. Tutta la superficie su cui il manto verrà incollato sarà verniciata con una mano da 300 g/m² ca. di primer bituminoso di adesione INDEVER, o in alternativa primer all'acqua ECOVER.

Manto impermeabile.

– **Manto impermeabile con membrana elastoplastomerica TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25.** Su tutta la copertura e la parte verticale a monte, verrà incollata a fiamma una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica di 5 mm di spessore, tipo TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond. I teli applicati con sovrapposizioni di 10 cm saldate a fiamma, verranno risvoltati e incollati a fiamma sul muro di contenimento a valle fino alla testa dello stesso.

In alternativa a TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25, per **climi di montagna o in climi freddi** compresi, può essere applicata con le stesse modalità la membrana PROTEADUO POLIESTERE 25, le cui operazioni di posa possono essere così riassunte:

– **Manto impermeabile con membrana composita pluristrato PROTEADUO POLIESTERE 25.** Su tutta la copertura e la parte verticale a monte, verrà incollata a fiamma una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero pluristrato di 5 mm di spessore, tipo PROTEADUO POLIESTERE 25, a base di bitume distillato ed elastomeri, armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond, stabilizzato con fibra di vetro. I teli applicati con sovrapposizioni di 10 cm saldate a fiamma, verranno risvoltati e incollati a fiamma sul muro di contenimento a valle fino alla testa dello stesso.

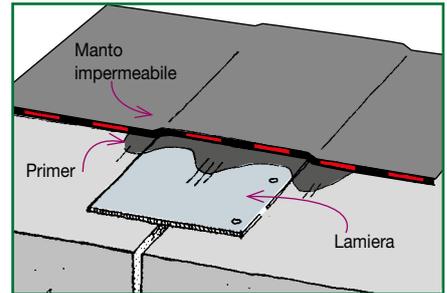
Effetti protettivi di una galleria antivalanga



PARTICOLARI DI POSA

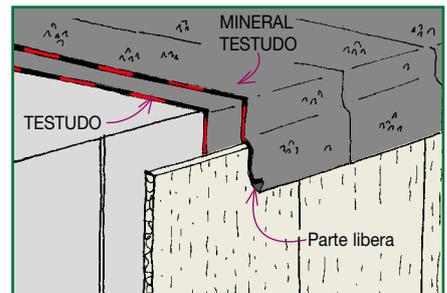
Giunto piatto (TGV-Atlantique)

Sulla copertura del tunnel TGV corre un giunto trasversale ogni 9-10 m a cavallo del quale è stata posta una lamiera di alluminio larga 20÷25 cm chiodata solo da un lato. Il rivestimento impermeabile ha poi ricoperto il giunto.

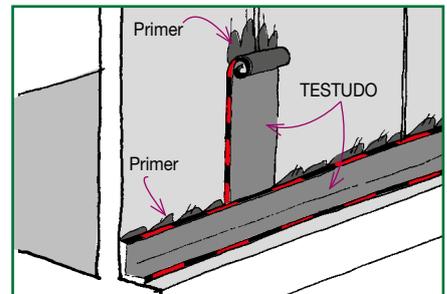


Raccordo tra manto impermeabile verticale (TGV-Atlantique)

Il foglio di MINERAL TESTUDO per la zona terminale di 40÷50 cm sulla parte verticale non è stato incollato ma ha ricoperto la testa del non tessuto filtrante.



Sulle linee di accostamento dei pannelli di tamponamento verticale è stato incollato a fiamma una fascia di TESTUDO SPUNBOND 25 largo 25÷30 cm mentre a cavallo della linea di accostamento delimitata da pannelli verticali e trave orizzontale dal piede dello scavo è stata incollata una fascia dello stesso materiale larga 50 cm ca.



Pontage delle linee di accostamento dei pannelli

Strato drenante verticale

Sono stati impiegati dei fogli di non tessuto drenante dello spessore di 2 cm ca. accoppiato ad un non tessuto filtrante da 150 gr/m² ca. fissato meccanicamente in testa e su di un lato, fatti scendere fino a ricoprire il tubo di drenaggio.

Tubi di drenaggio

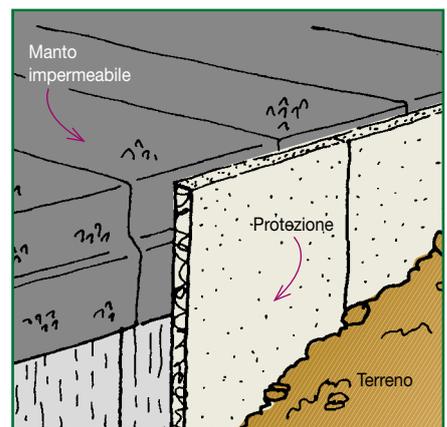
Sul tunnel TGV sono stati impiegati dei tubi drenati con fessure trasversali mentre nel tunnel per il Metrò sono stati impiegati tubi in conglomerato cementizio porosi.

Protezione nelle fasi di reinterro

La parte di manto verticale del tunnel TGV prima delle operazioni di reinterro è stato protetto con pannelli di fibra cellulosica pressata di 1÷2 cm di spessore.

• Operazione di reinterro

Sebbene le membrane impiegate siano dotate di una eccezionale resistenza alla perforazione le operazioni di interrimento debbono essere eseguite con cura e attenzione badando che il dumper appoggi sempre sulla terra che spinge avanti impiegando dapprima della terra priva di pietrame grosso sulla quale è poi possibile usare il ciotolame misto di cantiere; sulle parti verticali rivestite con manto impermeabile è sempre opportuno stendere uno strato che possa assolvere sia alla funzione di drenaggio che a quello di protezione meccanica. Come sola protezione meccanica possono essere usati dei pannelli di polistirolo espanso o fibre pressate.



VOCI DI CAPITOLATO

PRIMER

INDEVER

Primer bituminoso di adesione a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume polimero, tipo INDEVER, a base di bitume, additivi e solventi con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 40% e viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 12÷17 s.



ECOVER

Primer bituminoso di adesione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume distillato polimero, tipo ECOVER, a base di un'emulsione bituminosa all'acqua con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 37%.



MANTO IMPERMEABILE

TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25

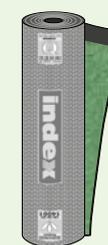
Membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di 5 mm di spessore (EN 1849-1) misurato sulla cimosa, con marcatura CE conforme UNI EN 13707 ed UNI EN 14695, tipo TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 25, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN 13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN12311-1) L/T di 1 000/900 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN12310-1) L/T di 250/250 N, una stabilità dimensionale a caldo (EN 1107-1) L/T del -0,5%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN 1109) di -15°C ed una stabilità di forma a caldo (EN1110) di 120°C.

La membrana, certificata EN 14695 per la posa sia sotto conglomerato bituminoso sia sotto asfalto colato su superfici di calcestruzzo soggette a traffico, sarà resistente alla compattazione del conglomerato conforme EN 14692 e sarà resistente alla stesura dell'asfalto colato conforme EN 14693, superando la prova di impermeabilità dinamica a 500 kPa (EN 14694). Avrà una forza di adesione (EN 13596) di 0,4 N/mm², una resistenza allo sforzo di taglio di 0,15 N/mm² e una compatibilità per condizionamento termico (EN 14691) superiore all'80%.



MINERAL TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 16

Membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di 4 mm di spessore (EN 1849-1) misurato sulla cimosa, tipo MINERAL TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 16, autoprotetta con scagliette di ardesia, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN 13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN12311-1) L/T di 750/600 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN12310-1) L/T di 140/140 N, una stabilità dimensionale a caldo (EN 1107-1) L/T del -0,5%/+0,5%, una flessibilità a freddo (EN 1109) di -15°C ed una stabilità di forma a caldo (EN1110) di 120°C.



PROTEADUO POLIESTERE 25 - 5 mm

Membrana impermeabilizzante composita pluristrato in bitume distillato polimero di 5 mm di spessore (EN 1849-1), con marcatura CE conforme UNI EN 14695, tipo PROTEADUO POLIESTERE 25, costituita da uno strato superiore in bitume distillato polimero elastoplastomerico con temperatura di rammollimento palla e anello (EN 1427) di 150°C, uno strato inferiore in bitume distillato polimero elastomerico con ripresa elastica (NF XP 84-360) del 300% e una armatura in tessuto non tessuto di poliestere composito stabilizzato con fibra di vetro impregnata con bitume distillato polimero elastomerico.

La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN 12311-1) L/T di 1.000/900 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) L/T di 250/250 N, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.500 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730 metodo A) di 20 kg, una stabilità dimensionale (EN1107-1) L/T del -0,25%/+0,10% e una flessibilità a freddo (EN 1109) dello strato superiore di -15°C e per lo strato inferiore di -25°C. La membrana, certificata EN 14695 per la posa sia sotto conglomerato bituminoso sia sotto asfalto colato su superfici di calcestruzzo soggette a traffico, sarà resistente alla compattazione del conglomerato conforme EN 14692 e sarà resistente alla stesura dell'asfalto colato conforme EN 14693, superando la prova di impermeabilità dinamica a 500 kPa (EN 14694). Avrà una forza di adesione (EN 13596) di 0,4 N/mm², una resistenza allo sforzo di taglio di 0,15 N/mm² e una compatibilità per condizionamento termico (EN 14691) superiore all'80%.





Capitolato tecnico

GALLERIE

e le utilizzazioni del prodotto. Considerate le numerose possibilità d'impiego e la possibile interferenza di elementi da noi non dipendenti, non ci assumiamo responsabilità in merito ai risultati. L'Acquirente è tenuto a stabilire sotto la propria responsabilità l'idoneità del prodotto all'impiego previsto.

I dati esposti sono dati medi indicativi relativi alla produzione attuale e possono essere cambiati e aggiornati dalla INDEX in qualsiasi momento senza preavviso. I suggerimenti e le informazioni tecniche fornite rappresentano le nostre migliori conoscenze riguardo le proprietà

• PER ULTERIORI INFORMAZIONI O USI PARTICOLARI CONSULTARE IL NOSTRO UFFICIO TECNICO •

 Construction Systems and Products Via G. Rossini, 22 - 37060 Castel D'Azzano (VR) - Italy - C.P.67 T. +39 045 8546201 - F. +39 045 518390	Internet: www.indexspa.it Informazioni Tecniche Commerciali tecom@indexspa.it Amministrazione e Segreteria index@indexspa.it Index Export Dept. index.export@indexspa.it		 UNI EN ISO 9001	 UNI EN ISO 14001	 socio del GBC Italia	
--	---	---	---	---	---	--