



IMPERMEABILIZZAZIONI NELLA COSTRUZIONE DI GALLERIE

Sikaplan® TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE

BUILDING TRUST





ALLORA, ...

Nel 1882 è stata ultimata la prima galleria attraverso il San Gottardo, che offriva un nuovo corridoio ferroviario per attraversare le Alpi. La galleria era lunga 15 chilometri e si trovava a un'altitudine di 1150 metri sul livello del mare. La storia di Sika, fatta di successi, è cominciata oltre 100 anni fa, con la costruzione di quella galleria attraverso il San Gottardo. L'impermeabilizzazione della galleria, necessaria per l'elettrificazione della linea ferroviaria, eseguita nel 1918, ha posto da una parte le basi per il successo della linea ferroviaria del San Gottardo e, dall'altra, per quello dell'azienda Sika: Kaspar Winkler presentò il prodotto Sika®-1, un additivo per la malta d'impermeabilizzazione, che venne in seguito applicato sul rivestimento esistente della galleria. Il prodotto Sika®-1 si vende ancora oggi con la stessa formula e lo stesso scopo in oltre 90 paesi dislocati in tutto il mondo.

SOMMARIO

04	Sikaplan® teli sintetici d'impermeabilizzazione
05	Sollecitazioni nelle costruzioni di gallerie
06	Esigenze del progetto
07	Concetti d'impermeabilizzazione
08	Costruzione sottostante – Sottofondo
10	Concetti e sistemi d'impermeabilizzazione
12	Costruzione sottosuolo – Concetto di drenaggio
16	Costruzione sottosuolo – Concetto della struttura chiusa
20	Costruzione sottosuolo – Anello interno in calcestruzzo spruzzato
22	Galleria a cielo aperto – Concetto di drenaggio
24	Galleria a cielo aperto – Concetto della struttura chiusa
26	Galleria a cielo aperto – Trafori
28	Durabilità dei teli sintetici d'impermeabilizzazione
30	Tecnologia dei teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®
32	Sikaplan® nastri d'impermeabilizzazione
36	Tecniche di saldatura
37	Controllo dei cordoni di saldatura
38	Iniezioni

Sikaplan® TELI SINTETICI D'IMPERMANILIZZAZIONE

Sistemi d'impermeabilizzazione per ogni galleria

LE GALLERIE VENGONO COSTRUITE PER AVERE UNA DURATA DI OLTRE 100 ANNI. Il sistema d'impermeabilizzazione ha dunque un'importanza centrale e deve soddisfare esigenze elevate. Esso protegge la costruzione portante, garantisce l'esercizio e la durevolezza, come pure il funzionamento ineccepibile delle installazioni tecniche all'interno dell'opera edile. Il sistema d'impermeabilizzazione deve resistere alle varie sollecitazioni chimiche e meccaniche, non solo durante l'esercizio successivo della struttura, ma anche durante la fase di costruzione.

Le soluzioni di Sika si possono impiegare nei trafori sottosuolo, come pure nelle gallerie a cielo aperto, oppure nei cunicoli e nei pozzi. Questo comporta soluzioni molteplici e compatibili tra i vari campi d'applicazione e gli elementi costruttivi, grazie ai giusti accessori. I manti sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®, altamente flessibili, consentono l'impermeabilizzazione sicura anche al di sotto del livello della falda freatica e fanno da ponte sulle fessure causate da assestamenti o attività sismiche. A seconda delle caratteristiche e delle esigenze una galleria viene eseguita con il concetto del drenaggio oppure con il concetto della struttura chiusa.

La qualità dei manti sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan® soddisfa le norme europee e quelle svizzere ed è costantemente controllata durante la produzione. In questo modo si può garantire la soddisfazione delle elevate esigenze, come pure la durabilità. Gli oltre 50 anni d'esperienza, come pure i controlli integrati e le soluzioni sistematiche danno ai committenti, ai progettisti e agli applicatori la fiducia in questa tecnologia. L'impermeabilizzazione di una galleria con i manti sintetici Sikaplan® comporta l'installazione rapida anche su sottofondi critici, la qualità elevata e la durabilità.

CAMPI D'IMPIEGO

COSTRUZIONE SOTTOSUOLO



GALLERIA STRADALI



GALLERIE FERROVIARIE



CONDOTTE FORZATE



POZZI



GALLERIA STRADALI



GALLERIE DI PROTEZIONE

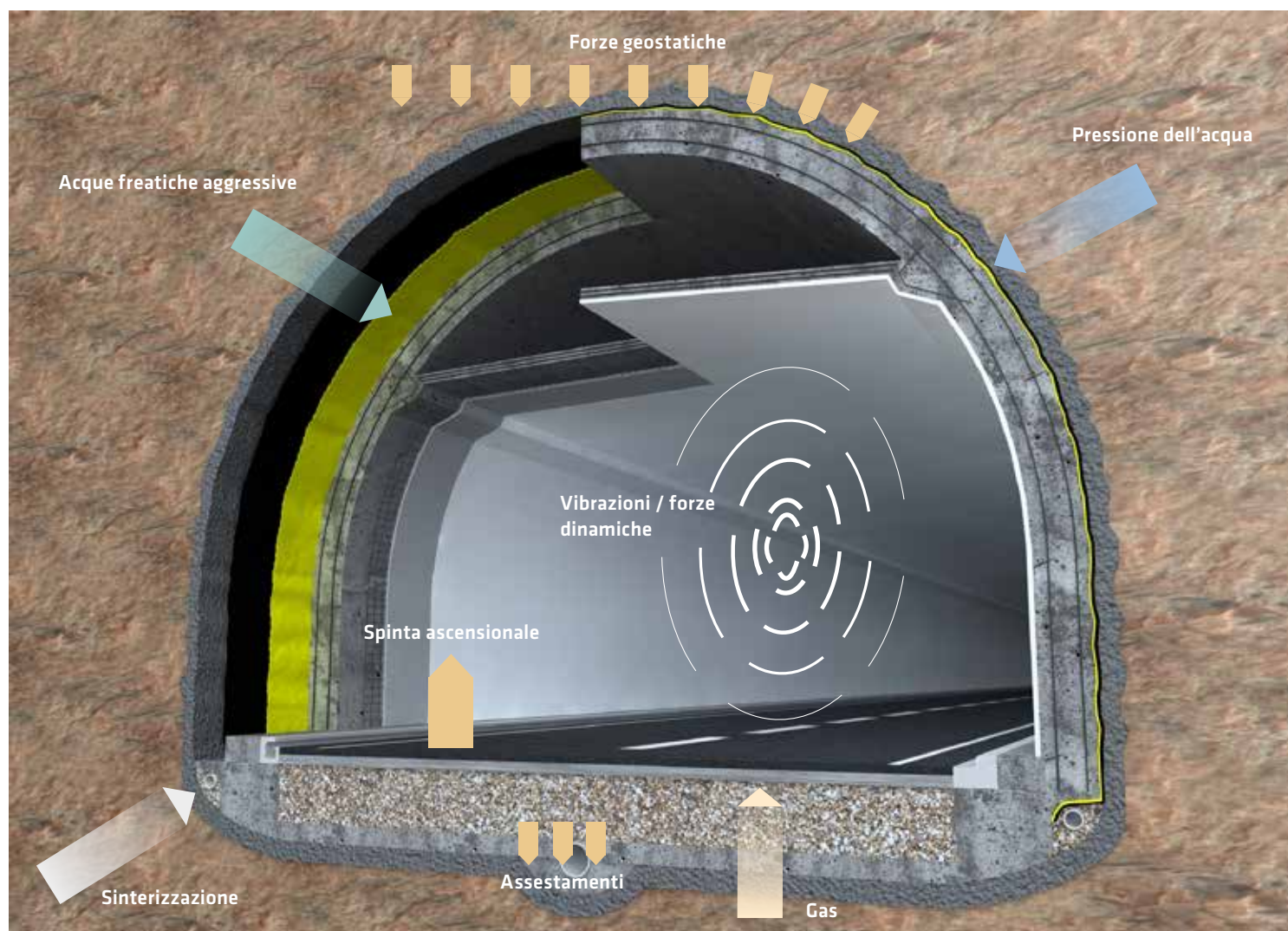


GALLERIE FERROVIARIE



CENTRALI DI AERAZIONE

SOLLECITAZIONI NELLE COSTRUZIONI DI GALLERIE



La costruzione di una galleria è soggetta a varie sollecitazioni che possono avere conseguenze gravose. I sistemi d'impermeabilizzazione proteggono la costruzione contro:

Sollecitazione	Conseguenza
Penetrazione di acqua	→ Danni alla costruzione, ai cavi e alle installazioni elettriche, corrosione dell'armatura
Agenti chimici aggressivi	→ Danni al calcestruzzo (in seguito all'azione dei solfati), corrosione dell'armatura (in seguito all'azione dei cloruri)
Carico statico e dinamico	→ Fessure nella costruzione portante
Oscillazioni di temperatura	→ Condensa, forzature, sfaldamenti o fessure nel calcestruzzo

ESIGENZE DEL PROGETTO

LA GIUSTA STRATEGIA D'IMPERMEABILIZZAZIONE È DETERMINATA DALLA FUNZIONALITÀ, DALLA DURABILITÀ E DALL'ECONOMICITÀ.

L'impermeabilizzazione della galleria ha lo scopo di proteggere l'opera edile contro l'infiltrazione d'acqua e contro le sostanze chimiche aggressive. Questo ha una grande importanza economica e tecnica. A seconda del campo d'impiego le esigenze poste all'impermeabilità sono molto elevate. Nelle gallerie con traffico è, ad esempio, in primo piano l'esercizio sicuro e la protezione delle installazioni tecniche per tutta la durata dell'opera edile.

FUNZIONALITÀ (IMPIEGO, CLASSE D'IMPERMEABILITÀ)

L'impiego futuro previsto definisce la classe d'impermeabilità di un'opera edile. La norma svizzera SIA 270 definisce le esigenze tramite le classi d'impermeabilità. Quando c'è l'esigenza dell'asciuttezza, le gallerie vengono realizzate con la classe d'impermeabilità 1 o 2.

Classe d'impermeabilità 1	Classe d'impermeabilità 2	Classe d'impermeabilità 3	Classe d'impermeabilità 4
Completamente asciutto	Da asciutto a leggermente umido	Umido	Da umido a bagnato
Non sono ammesse zone umide sulle superfici del lato asciutto dell'opera edile.	Sono ammesse singole zone umide. Non è ammessa acqua gocciolante sulle superfici del lato asciutto dell'opera edile.	Sono ammesse zone umide localmente limitate e singoli sgocciolamenti sulle superfici del lato asciutto dell'opera edile.	Sono ammesse le zone umide e l'acqua sgocciolante.

DURATA / STABILITÀ

Nella costruzione di gallerie lo standard per quanto riguarda la durata d'impiego è di 100 anni e oltre. Le regole e le direttive nazionali e internazionali descrivono le caratteristiche dei materiali per i sistemi d'impermeabilizzazione delle gallerie, in parte considerando anche le esigenze maggiorate per la durata d'impiego, la copertura di montagna e le temperature dell'acqua. Le esigenze comprendono anche rigorosi controlli a lungo termine come, ad esempio, la giacenza in acqua calda o il contatto con determinati agenti chimici. La prima opera edile che ha richiesto questi controlli dei sistemi d'impermeabilizzazione è stata la galleria di base della NEAT.

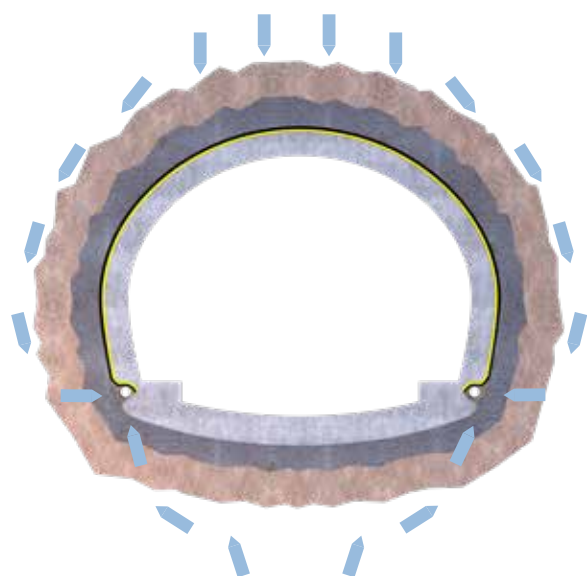
Regole determinanti

- SIA 272 – Impermeabilizzazioni e prosciugamento di costruzioni interrato e sottosuolo
- Direttiva ÖBV, Impermeabilizzazione
- Raccomandazione VAT

CONCETTI D'IMPERMEABILIZZAZIONE

A SECONDA DELLE ESIGENZE SI COSTRUISCE UNA GALLERIA SECONDO IL CONCETTO DI DRENAGGIO OPPURE SECONDO IL CONCETTO DELLA STRUTTURA CHIUSA, o anche secondo una combinazione dei due concetti di base. I fattori determinanti importanti sono l'impiego della struttura, le condizioni idrogeologiche, ecologiche e climatiche, come pure la pressione dell'acqua. Anche lo svolgimento dei lavori e il sistema costruttivo (ad esempio: concetto di avanzamento) determinano la scelta del concetto d'impermeabilizzazione.

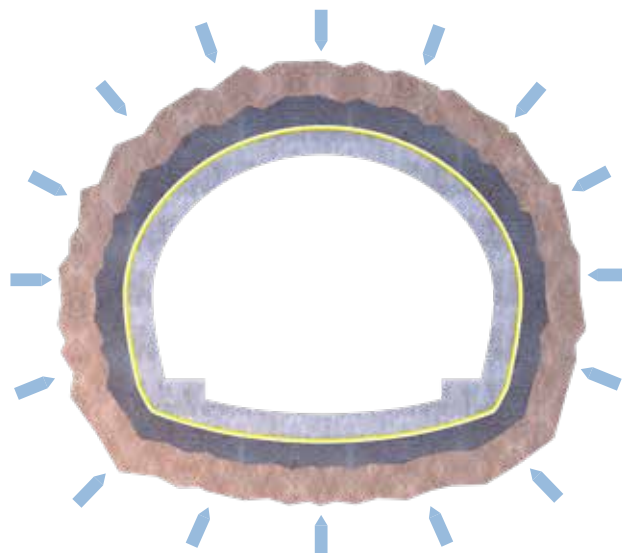
CONCETTO DI DRENAGGIO



Le acque del sottosuolo e di falda vengono costantemente deviate tramite il drenaggio e gli elementi di prosciugamento. Il livello della falda freatica viene mantenuto al di sotto delle fondamenta della galleria e la costruzione in calcestruzzo non è sottoposta alla pressione dell'acqua. Il sistema d'impermeabilizzazione protegge la costruzione in calcestruzzo e conduce l'acqua nella condotta di drenaggio.

- Concetto con drenaggio costante
- Costi d'esecuzione minori
- Pressione inferiore dell'acqua tramite la riduzione dello spessore del calcestruzzo
- Finitura più economica in condizioni idrologiche difficili
- Costi di mantenimento e di manutenzione più elevati
- Possibile limitazione del traffico durante i lavori di manutenzione

CONCETTO DELLE STRUTTURA CHIUSA (IMPERMEABILIZZAZIONE RESISTENTE ALLA PRESSIONE)



Le acque del sottosuolo e di falda non vengono deviate. La costruzione è costantemente esposta alla pressione dell'acqua, cosa che deve essere considerata in fase di progettazione. Il sistema d'impermeabilizzazione protegge integralmente la costruzione in calcestruzzo contro l'infiltrazione dell'acqua e gli agenti chimici e deve poter resistere permanentemente alla pressione.

- Gli effetti negativi sull'ambiente sono minimizzati
- Costi di mantenimento e di manutenzione più bassi
- Finitura più costosa (finitura del calcestruzzo, sistema d'impermeabilizzazione)
- È necessario porre esigenze maggiori al sistema d'impermeabilizzazione
- Controllo permanente dell'impermeabilità

COSTRUZIONE SOTTOSTANTE – SOTTOFONDO

Calcestruzzo spruzzato

SOVENTE IL CALCESTRUZZO SPRUZZATO SI IMPIEGA QUALE SOTTOFONDO PER I TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE.

Oltre ad assumere la funzione di consolidamento, esso riempie anche le cavità generate dalle fuoriuscite. In questo modo si crea un sottofondo idoneo per la posa dei teli sintetici d'impermeabilizzazione. A causa della sua tecnica d'applicazione e della granulometria elevata degli inerti, il calcestruzzo spruzzato presenta sempre una certa ruvidezza. La giusta regolarità richiede, per contro, un calcestruzzo pregiato con componenti ben coordinati e l'applicazione da parte di un operaio molto esperto nell'applicazione con la lancia. Il materiale impiegato e l'applicazione a regola d'arte influiscono entrambi notevolmente sulla qualità della superficie.



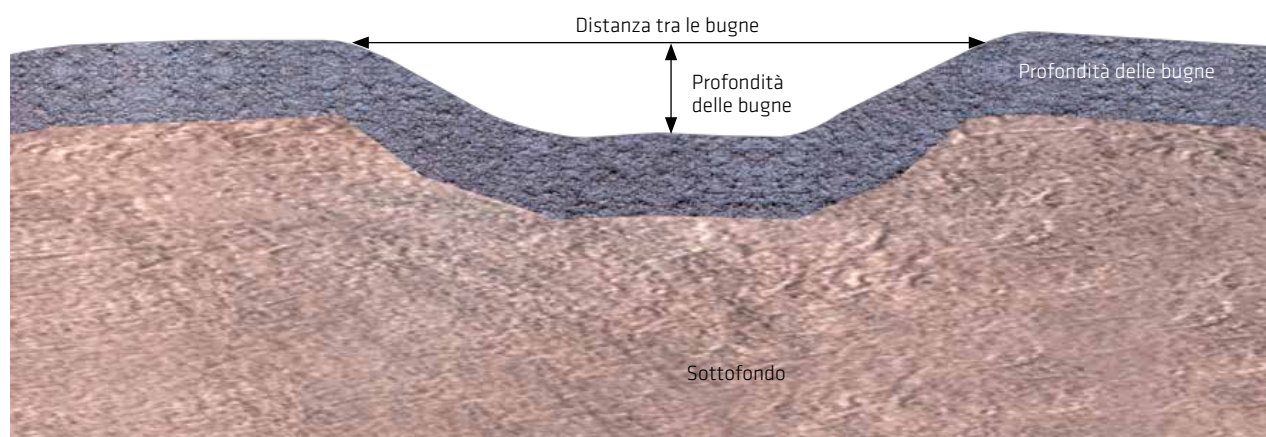
La flessibilità del telo sintetico d'impermeabilizzazione è determinante

NELL'IMPIEGO LA FLESSIBILITÀ DEL TELO SINTETICO D'IMPERMEABILIZZAZIONE è un elemento importante per poter escludere l'inefficacia del sistema d'impermeabilizzazione. Le esigenze poste al sottofondo, come la regolarità o la ruvidezza, hanno una relazione diretta con la flessibilità.

I teli sintetici d'impermeabilizzazione devono poter essere posati con tensione ridotta e senza pieghe. In questo contesto la natura del sottofondo svolge un ruolo importante. Oltre alla solidità, alla pulizia e all'asciuttezza, hanno un'importanza fondamentale in particolare la ruvidezza e la regolarità. I teli sintetici d'impermeabilizzazione altamente flessibili si possono posare a contatto immediato anche su superfici diseguali. Per soddisfare l'esigenza di flessibilità posta ai teli sintetici d'impermeabilizzazione è quindi determinante la regolarità del sottofondo. Quale misura per la regolarità si impiega nella costruzione di gallerie il rapporto tra la distanza e la profondità delle bugne. Più è piccolo tale rapporto tanto più regolare è il sottofondo. Quale esigenza minima per la regolarità, la norma SIA 272 richiede, nell'allegato B1, un rapporto tra distanza e profondità delle bugne di $\geq 10:1$.

La direttiva VAT indica tutte le esigenze in modo chiaro nel capitolo "2 Sottofondo". Si fa inoltre notare che in caso di forte pressione dell'acqua, il rapporto tra distanza e profondità delle bugne deve essere aumentato a $\geq 20:1$. Il modulo di elasticità E1-2 è, per contro, l'unità di misura per la flessibilità del telo d'impermeabilizzazione. Più è basso il modulo E, tanto più flessibile è l'impermeabilizzazione.

Le saldature malfatte sono spesso i punti deboli del sistema d'impermeabilizzazione. L'impiego di teli sintetici d'impermeabilizzazione altamente flessibili può essere d'aiuto in questi casi. Il telo d'impermeabilizzazione è più adiacente alle irregolarità del sottofondo e questo semplifica le saldature automatizzate e manuali, riducendo inoltre al minimo le tensioni dirette sulle saldature.



Esigenze poste alla flessibilità dei teli sintetici d'impermeabilizzazione a seconda della regolarità dei sottofondi in calcestruzzo spruzzato.

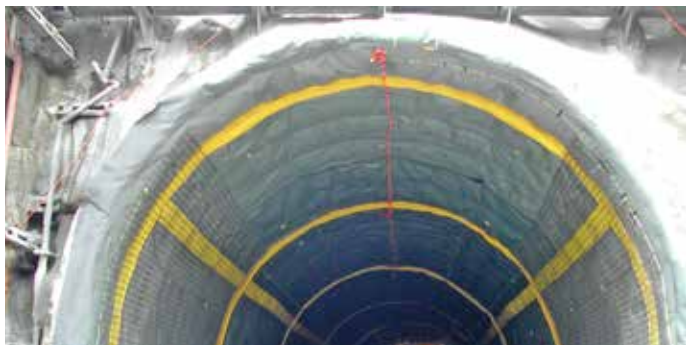
Tipo di materiale	PVC-P (Sikaplan® WP)	FPO (Sikaplan® WT)
Modulo di elasticità $E_{1,2}$ secondo ISO 527	$\leq 20 \text{ N/mm}^2$	$\leq 65 \text{ N/mm}^2$
Regolarità del calcestruzzo spruzzato (distanza: profondità delle bugne)	$\approx 5:1$ a $10:1$	$\approx 10:1$ a $20:1$

CONCETTI E SISTEMI D'IMPERMEABILIZZAZIONE

Da decenni le gallerie vengono impermeabilizzate con successo a mezzo di teli sintetici d'impermeabilizzazione, sia nel concetto di drenaggio che in quello della struttura chiusa. Oltre alla scelta del materiale per quanto riguarda i manti impermeabili, è importante anche la concezione sistematica. Le giunzioni, i raccordi, le compartimentazioni e gli attraversamenti devono essere eseguiti in modo conforme al sistema. I materiali edili impiegati devono essere compatibili e soddisfare le esigenze poste alla costruzione e al suo impiego.



	Concetto di drenaggio galleria a cielo aperto	Concetto di drenaggio costruzione sottosuolo
	Telo sintetico d'impermeabilizzazione incollato su tutta la superficie (coesione con incollaggio)	Sistema drenato
Descrizione	Incollato su tutta la superficie, con o senza drenaggio, monostrato ■ Come impermeabilizzazione contro l'umidità, la sedimentazione e le acque del sottosuolo, come pure contro l'acqua in pressione idrostatica ■ Tramite l'incollaggio su tutta la superficie il sistema è sicuro contro l'infiltrazione posteriore, le eventuali falle possono essere regolate localmente	Posa flottante, con drenaggio, senza compartimentazioni ■ Come impermeabilizzazione contro l'umidità, la sedimentazione e le acque del sottosuolo ■ Per prevenire la pressione dell'acqua è necessario un sistema di drenaggio
Pressione dell'acqua	■ Acqua in pressione (esigua)	■ Nessuna pressione ammessa
Sistema di drenaggio e di scarico	■ Sistema di drenaggio o ghiaia tonda	■ Sikaplan® WP Angolo di drenaggio ■ Sikaplan® W Tundrain o stuoia di drenaggio ■ FlexoDrain W (prosciugamento locale dell'acqua del sottosuolo)
Strato di separazione sul sottofondo	■ Nessuno: il sistema è incollato su tutta la superficie	■ Nessuno
Fissaggio	■ SikaForce® 7720 L 105 – adesivo poliuretanico	■ Sikaplan® WP / WT Disc ■ Sistema d'incollaggio Hotmelt ■ Sistema a velcro
Impermeabilizzazione	■ Sikaplan WT 1200 (modificato sulla superficie) ■ Sikaplan WP 2110 ■ Sikaplan WP 2101 (esigenze maggiorate)	■ Sikaplan® WT 2200 ■ Sikaplan® WP 2110* ■ Sikaplan® WP 2101 (esigenze maggiorate)
Spessore	■ ≥ 2 mm / ≥ 3 mm	■ ≥ 2 mm / ≥ 3 mm
Strati	■ uno strato	■ uno strato (con compartimentazioni)
Strati di protezione	■ Sikaplan® WP / WT Protection Sheet	■ Sikaplan® WP / WT Protection Sheet
Misure aggiuntive	■ Sistema Sika® Dilatec (PVC-P) ■ Sikaplan® WT Tape (TPO) ■ Sika® Nastri per giunti (TPO / PVC-P)	■ Sistema Sika® Dilatec (PVC-P) ■ Sikaplan® WT Tape (TPO) ■ Sika® Nastri per giunti (TPO / PVC-P)



Concetti della struttura chiusa costruzioni sottosuolo

Impermeabilizzazione completa – sistema integrato

Posa flottante, senza drenaggio, a uno strato, con compartimentazioni

- Come impermeabilizzazione contro l'acqua sotto pressione idrostatica
- Prima dell'innalzamento del livello dell'acqua i nastri per giunti Sika® vengono iniettati con Sika® Injection-201 CE e quindi i campi compartimentati vengono riempiti con sospensione di cemento.

- Acqua in pressione (esigua)

- **FlexoDrain W** (scarico locale delle acque del sottosuolo)
- Senza drenaggio della superficie

- **Sikaplan® W Felt**

- **Sikaplan® WP / WT Disc**
- Sistema d'incollaggio Hotmelt
- Sistema a velcro

- **Sikaplan® WT 2200**
- **Sikaplan® WP 2110**
- **Sikaplan® WP 2101** (erhöhte Anforderungen)

- ≥ 3 mm
- uno strato (con compartimentazioni)

- **Sikaplan® WP / WT Protection Sheet**

- **Nastri per giunti Sika®** con canali d'iniezione integrati (TPO / PVC-P)
- **Sikaplan® WP / WT** supporto per iniezioni
- **Sika® Dilatec System** (PVC-P)
- **Sikaplan® WT Tape** (TPO)

Impermeabilizzazione completa – sistema active control

Posa flottante, senza drenaggio, a due strati, con compartimentazioni

- Come impermeabilizzazione contro l'acqua sotto pressione idrostatica
- Sicurezza elevata tramite l'individuazione delle falle nel sistema d'impermeabilizzazione anche durante la fase di costruzione
- Le compartimentazioni possono, se necessario, essere iniettate

- Acqua in pressione (forte)

- **FlexoDrain W** (scarico locale delle acque del sottosuolo)
- Senza drenaggio della superficie

- **Sikaplan® W Felt**

- **Sikaplan® WT Disc**
- Sistema d'incollaggio Hotmelt
- Sistema a velcro

- **Sikaplan® WT 2200**
- **Sikaplan® WT 2220** (con grumelli)

- ≥ 3 mm e ≥ 2 mm (con grumelli)
- due strati (con compartimentazioni)

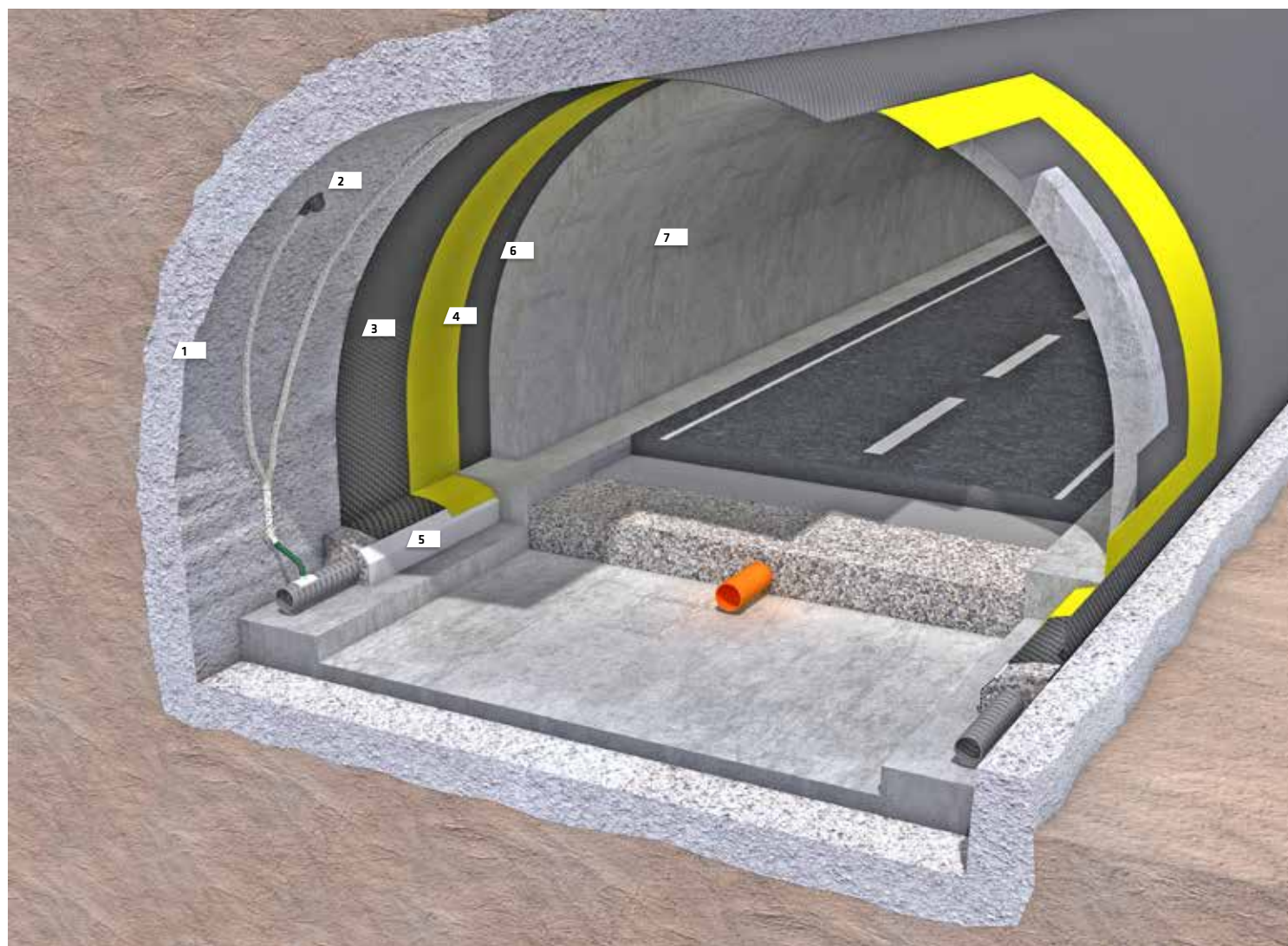
- **Sikaplan® WT Protection Sheet**

- **Nastri per giunti Sika®** con canali d'iniezione integrati (TPO)
- **Sikaplan® WP / WT** supporto per controllo e iniezioni
- **Sikaplan® WT Tape** (TPO)

COSTRUZIONE SOTTOSUOLO – CONCETTO DI DRENAGGIO

Sistema drenato con teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®

IL CONCETTO DI DRENAGGIO PREVEDE LA DEVIAZIONE SENZA PRESSIONE, TRA IL SOTTOFONDO E L'IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ACQUA FREATICA INCIDENTE. Un sistema drenante trova applicazione quando il prosciugamento della formazione rocciosa è necessario per motivi geologici, di legislazione sull'ambiente o economici. Un sistema d'impermeabilizzazione drenante è costituito di regola da un drenaggio e da un telo sintetico d'impermeabilizzazione posato a uno strato.



SISTEMA	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 2200
DESCRIZIONE	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con strato di segnalazione Spessore ≥ 2 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con maggiore resistenza chimica e strato di segnalazione Spessore < 2 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in poliolefine flessibili (FPO) con strato di segnalazione Spessore < 2 mm
UTILITÀ	■ Esperienza di lunga data ■ Se necessario resistenza antincendio maggiorata BKZ 5.1 (VKF) ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni ■ Economico	■ Idoneo per l'impiego con temperatura fino a 50°C ■ Elevata resistenza agli agenti chimici ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni	■ Esperienza di lunga data ■ Buona resistenza chimica e termica



Calcestruzzo spruzzato

Si applica come consolidamento e per appianare il sottofondo. Con gli accelerati Sigunit® si ottiene una resistenza iniziale elevata.



FlexoDrain W

Per il prosciugamento locale di superfici in galleria si fissano gusci in plastica al sottofondo, che vengono poi ricoperti con calcestruzzo spruzzato.



Sikaplan® W Tundrain

Sistema di drenaggio su superficie per la deviazione dell'acqua.



Sikaplan® WP / WT

Teli sintetici pregiati d'impermeabilizzazione a base di PVC-P, risp. di FPO, che garantiscono un'impermeabilizzazione duratura.



Sikaplan® WP angolo di drenaggio

Consente a posa economica di ghiaia di drenaggio e si può collegare bene con i teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®.



Sikaplan® WP/WT Protection Sheet

La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici nell'ambito dei casseri nei giunti tra i blocchi, come pure nella parte armata in caso di nicchie, collegamenti trasversali, solette intermedie, ecc.



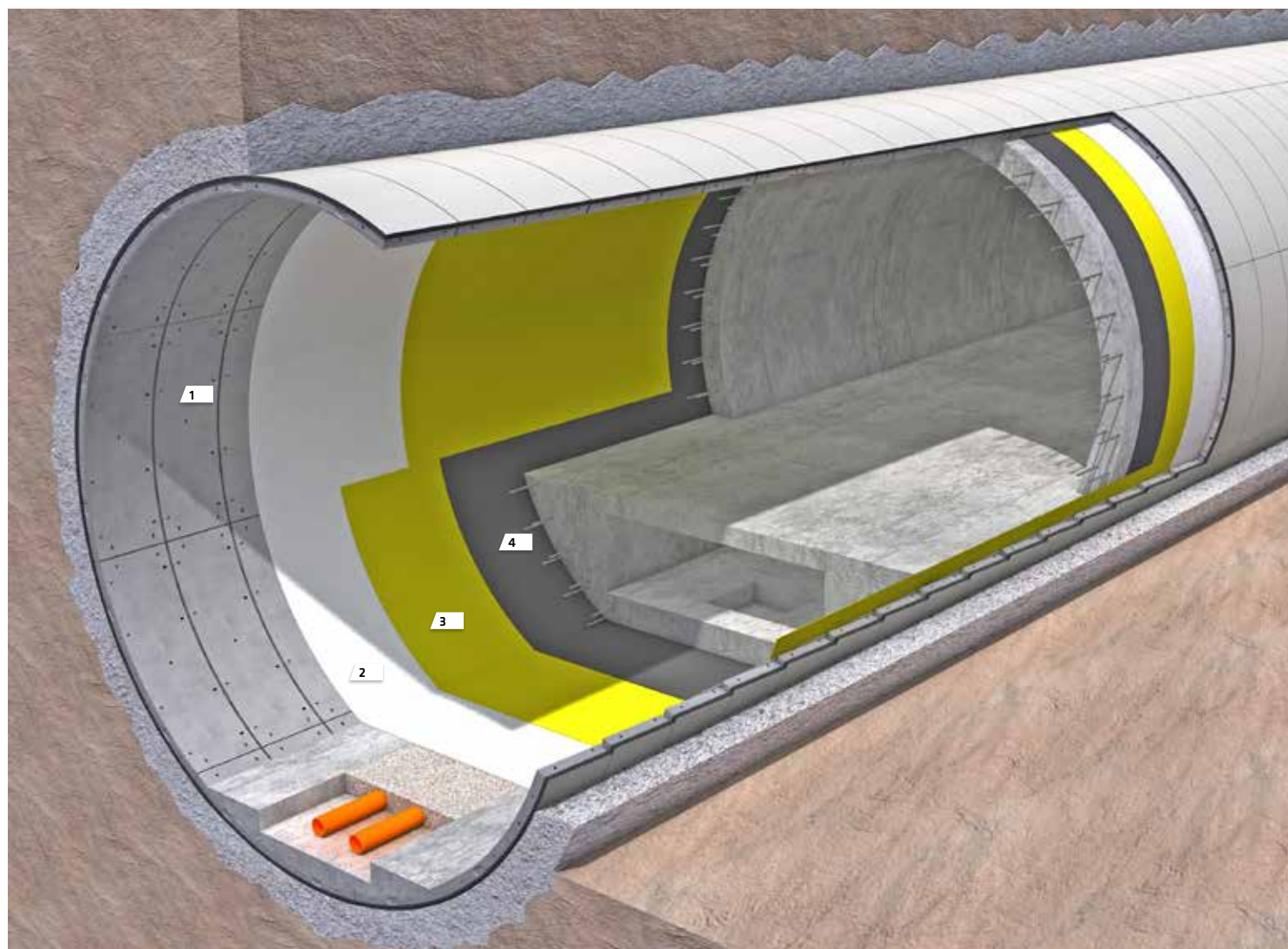
Anello interno in calcestruzzo

Le esigenze poste alla consistenza, alla stabilità e alle resistenze iniziali possono essere regolate con l'impiego degli additivi Sika® ViscoCrete® e Sikament®.

COSTRUZIONE SOTTOSUOLO – CONCETTO DI DRENAGGIO

Sikaplan® manti sintetici d'impermeabilizzazione su tubbing

GLI ELEMENTI DI TUBBING SI IMPIEGANO SPESSO COME SCHERMO PROTETTIVO PER LA STABILITÀ E CONTRO LE DEFORMAZIONI. Una possibilità nella costruzione di gallerie è data dal riempimento posteriore di elementi di tubbing con ghiaia arrotondata quale sistema di drenaggio. In questo modo l'acqua incidente viene deviata e si evita la relativa pressione. In questo gli elementi di tubbing costituiscono il sottofondo per l'impermeabilizzazione.



SISTEMA	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 2200
DESCRIZIONE	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con strato di segnalazione Spessore ≥ 2 o ≥ 3 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con maggiore resistenza chimica e strato di segnalazione Spessore < 2 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in poliolefine flessibili (FPO) con strato di segnalazione Spessore < 2 mm
UTILITÀ	■ Esperienza di lunga data ■ Se necessario resistenza antincendio maggiorata BKZ 5.1 (VKF) ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni ■ Economico	■ Idoneo per l'impiego con temperatura fino a 50°C ■ Elevata resistenza agli agenti chimici ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni	■ Esperienza di lunga data ■ Buona resistenza chimica e termica



Tubbing

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo fungono da puntellatura della galleria. Le necessarie caratteristiche del calcestruzzo, relative alla condizioni ambientali e alla messa in opera si ottengono con additivi per il calcestruzzo come Sika® ViscoCrete®.



Sikaplan® W Felt

Il geotessile protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione dalle punte locali di tensione originate dalle irregolarità del sottofondo.



Sikaplan® WP / WT

Teli sintetici pregiati d'impermeabilizzazione a base di PVC-P, risp. di poliolefine flessibili (FPO), che garantiscono un'impermeabilizzazione duratura.



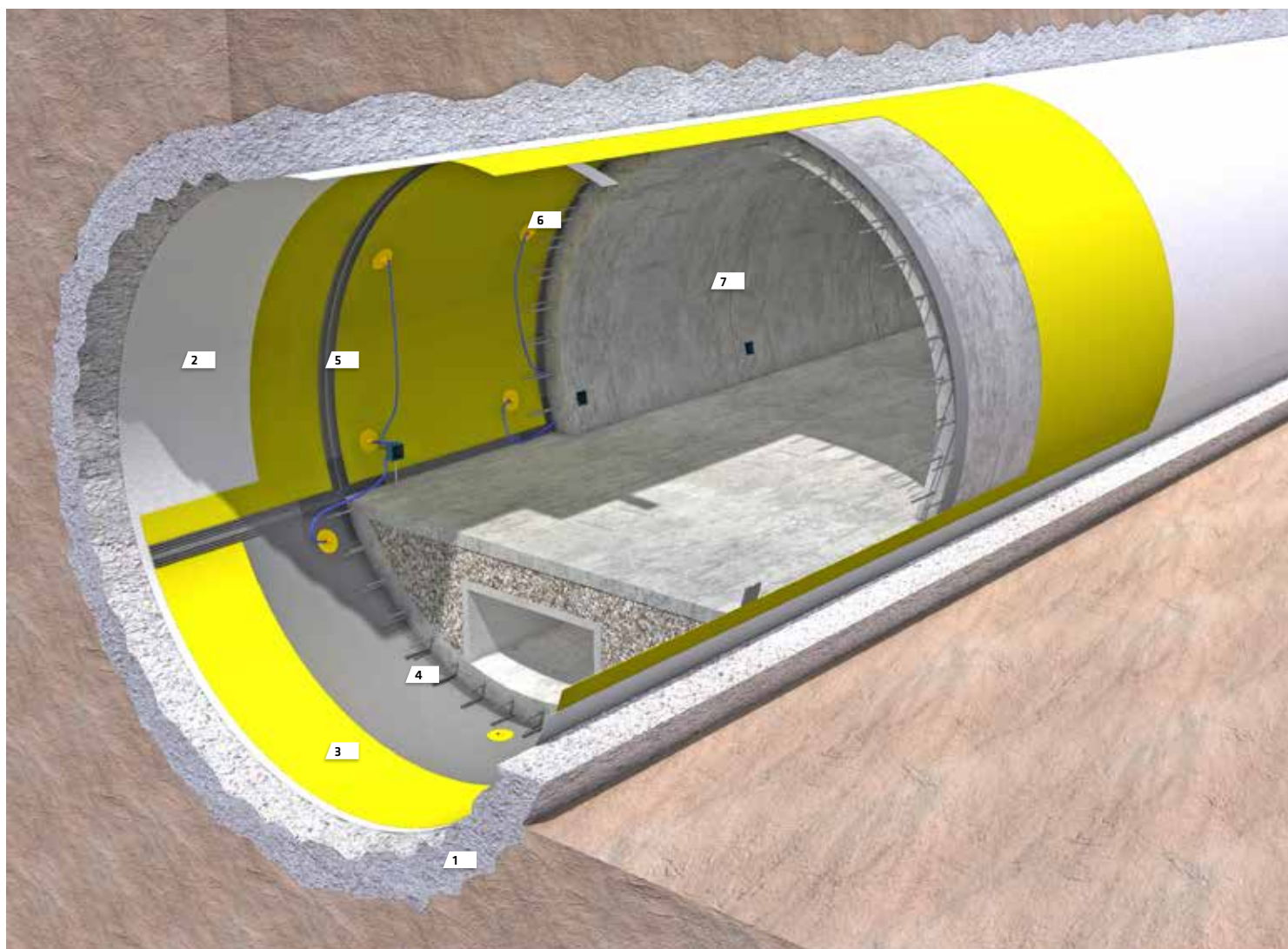
Sikaplan® WP / WT Protection Sheet

La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici durante la posa in punti esposti come parti armate, zone dei casseri frontali, ecc.

COSTRUZIONE SOTTOSUOLO – CONCETTO DELLA STRUTTURA CHIUSA

Sistema a uno strato con compartimentazioni e applicazione interposta di teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®

NEL CONCETTO DELLA STRUTTURA CHIUSA L'ACQUA FREATICA NON VIENE DEVIATA. Il sistema interposto si impiega in caso di pressione bassa dell'acqua. Si contraddistingue tramite le compartimentazioni mirate con i nastri per giunti Sika®, come pure per la sicurezza maggiorata tramite l'interposizione. Prima dell'innalzamento del livello dell'acqua vengono innanzi tutto iniettati i nastri per giunti e i tubi con materiale per iniezioni (ad esempio: Sika® Injection-201 CE). Quindi si riempiono i campi compartimentati con sospensione di cemento.



SISTEMA	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 2200
DESCRIZIONE	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con strato di segnalazione Spessore < 3 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con maggiore resistenza chimica e strato di segnalazione Spessore < 3 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in poliolefine flessibili (FPO) con strato di segnalazione Spessore < 3 mm
UTILITÀ	■ Esperienza di lunga data ■ Se necessario resistenza antincendio maggiorata BKZ 5.1 (VKF) ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni ■ Economico	■ Idoneo per l'impiego con temperatura fino a 50°C ■ Elevata resistenza agli agenti chimici ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni	■ Esperienza di lunga data ■ Buona resistenza chimica e termica



Calcestruzzo spruzzato

Si applica come consolidamento e per appianare il sottofondo. Con gli accelerati Sigunit® si ottiene una resistenza iniziale elevata.



Sikaplan® W Felt

Il geotessile protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione dalle punte locali di tensione originate dalle irregolarità del sottofondo.



Sikaplan® WP / WT

Teli sintetici pregiati d'impermeabilizzazione a base di PVC-P, risp. di poliolefine flessibili (FPO), che garantiscono un'impermeabilizzazione duratura.



Sikaplan® WP / WT Protection Sheet

La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici durante la posa in punti esposti come parti armate, zone dei casseri frontali, ecc.



Nastro per giunti Sika® WP / WT

I nastri per giunti consentono di suddividere l'impermeabilizzazione in campi compartimentati. Prima dell'innalzamento del livello dell'acqua i nastri per giunti Sika® vengono iniettati con Sika® Injection-201 CE e quindi i campi compartimentati vengono riempiti con sospensione di cemento.



Sikaplan® WP / WT Control Socket

I supporti consentono un'iniezione mirata tra la stuoia di protezione, l'anello interno in calcestruzzo e il telo sintetico d'impermeabilizzazione.



Anello interno in calcestruzzo

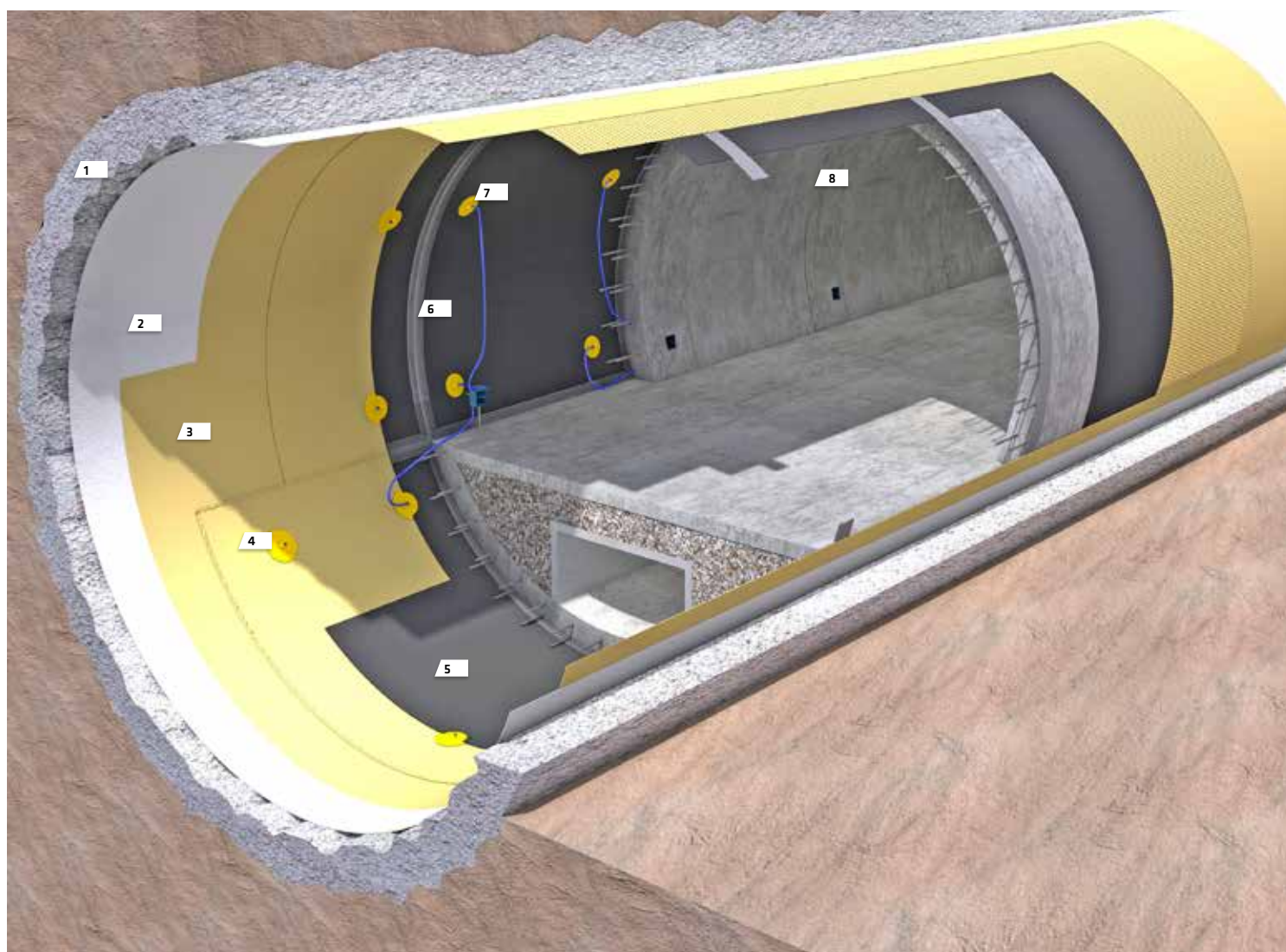
Le esigenze poste alla consistenza, alla stabilità e alle resistenze iniziali possono essere regolate con l'impiego degli additivi Sika® ViscoCrete® e Sikament®.

COSTRUZIONE SOTTOSUOLO – CONCETTO DELLA STRUTTURA CHIUSA

Sistema active control con i teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®

NEL CONCETTO DELLA STRUTTURA CHIUSA IL SISTEMA D'IMPERMEABILIZZAZIONE DEVE ESSERE ADEGUATO ALLA PIENA PRESSIONE IDROSTATICA.

Il sistema Sika® active control è costituito da un'impermeabilizzazione a due strati. Tramite l'impiego dei sistemi d'iniezione le compartimentazioni possono essere controllate a vuoto e gli eventuali punti non stagni possono essere nuovamente iniettati prima del getto di calcestruzzo. I nastri per giunti consentono la suddivisione dell'impermeabilizzazione in compartimentazioni. Il sistema Sika® active control soddisfa le massime esigenze di impermeabilità e di sicurezza, anche con pressioni elevate dell'acqua.



SISTEMA**Sikaplan® WT 2200-31HL2 / Sikaplan® WT 2220-25HLE****DESCRIZIONE**

Telo sintetico d'impermeabilizzazione in poliolefine flessibili (FPO) con strato di segnalazione e grumelli, con spessori di ≥ 3 mm, risp. 2.5 mm

UTILITÀ

- Esperienza di lunga data
- Buona resistenza chimica e termica
- Controllo a vuoto
- Iniezione mirata tra due teli sintetici d'impermeabilizzazione

**Calcestruzzo spruzzato**

Si applica come consolidamento e per appianare il sottofondo. Con gli accelerati Sigunit® si ottiene una resistenza iniziale elevata.

**Sikaplan® W Felt**

Il geotessile protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione dalle punte locali di tensione originate dalle irregolarità del sottofondo.

**Sikaplan® WT – primo strato**

Lo strato di impermeabilizzazione dello spessore di ≥ 3 mm protegge la costruzione contro l'acqua freatica con agenti chimici aggressivi.

**Sikaplan® WT con grumelli – secondo strato**

I grumelli del telo sintetico d'impermeabilizzazione consentono il controllo durevole tramite il vuoto sotto la pressione data dell'acqua e della montagna.

**Sikaplan® WT Protection Sheet**

La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici durante la posa in punti esposti come parti armate, zone dei casseri frontali, della soletta e dei giunti tra i blocchi.

**Nastro per giunti Sika® WP/WT**

I nastri per giunti consentono di suddividere l'impermeabilizzazione in campi compartimentati. In caso di falle le compartimentazioni possono essere iniettate in modo mirato. I nastri per giunti Sika® sono muniti di canali per l'iniezione.

**Sikaplan® WT Control Socket**

Saldato stagno al secondo strato dell'impermeabilizzazione, consente il controllo dell'impermeabilità delle singole compartimentazioni tramite il vuoto e dopo il getto di calcestruzzo. È garantita la possibilità di iniezione successiva.

**Anello interno in calcestruzzo**

Le esigenze poste alla consistenza, alla stabilità e alle resistenze iniziali possono essere regolate con l'impiego degli additivi Sika® ViscoCrete® e Sikament®.

COSTRUZIONE SOTTOSUOLO – ANELLO INTERNO IN CALCESTRUZZO SPRUZZATO

LA CALOTTA INTERNA È IL RIVESTIMENTO PORTANTE E DUREVOLE DI UNA GALLERIA.

La natura definitiva dipende dal procedimento di costruzione scelto. Nella maggior parte dei casi l'anello interno in calcestruzzo con calotta interna in cassetatura si esegue con getto locale del calcestruzzo. Per le gallerie corte o per le modifiche nella sezione della galleria stessa (tratti di allargamento, collegamento trasversali, ecc.) le cassetature su misura sono laboriose e costose. In questi casi la complessità dei lavori di costruzione può essere semplificata con una calotta interna in calcestruzzo spruzzato, ottenendo anche un risparmio sui costi perché non è necessaria una cassetatura speciale.

Tramite l'impiego mirato dell'additivo Sika® ViscoCrete® SC-403 e il rinforzo con SikaFiber®, l'anello interno portante si può eseguire con calcestruzzo spruzzato. Il calcestruzzo spruzzato non aderisce sulla superficie liscia dei teli sintetici d'impermeabilizzazione. Per questo motivo si deve montare una rete in acciaio sopra l'impermeabilizzazione, che regga

il carico statico del calcestruzzo fresco e riduca il rimbalzo. Per il fissaggio della rete si devono applicare ganci appositi attraverso l'impermeabilizzazione. Questi devono obbligatoriamente essere a loro volta impermeabilizzati nel sistema. Tale impermeabilizzazione si può eseguire tramite il sistema d'ancoraggio BA oppure con Sikaplan® Trumpet Flange.

SISTEMA D'ANCORAGGIO BA

Gli ancoraggi BA sono guaine in PVC duro con flangia e telo sintetico d'impermeabilizzazione Sikaplan® WT o Sikaplan® WP saldato in fabbrica. Essi consentono il collegamento senza attraversamento alla superficie piana dei teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®. In questo modo il livello dell'impermeabilizzazione non viene più forata dall'ancoraggio, bensì applicato intorno allo stesso con materiale identico.

Sikaplan® WP / WT Trumpet Flange

Sikaplan® WP / WT Trumpet Flange consente l'impermeabilizzazione degli ancoraggi di fissaggio della rete in acciaio, rispettivamente dell'armatura del calcestruzzo spruzzato, tramite flangia e fascette di montaggio. La flangia a trombetta può essere saldata direttamente con il telo sintetico d'impermeabilizzazione Sikaplan®. Idoneo per pressioni dell'acqua fino a 1.5 bar.





Galleria di circonvallazione Lungern (CH), secondo rivestimento spruzzato sul sistema d'impermeabilizzazione Sikaplan® WP, in una tratto di allargamento, penetrazione della rete in acciaio, impermeabilizzata con Sikaplan® WP Trumpet Flange.

GALLERIA A CIELO APERTO – CONCETTO DI DRENAGGIO

Sistema drenato con teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®

NELLE GALLERIE A CIELO APERTO L'ACQUA VIENE CONDOTTA AL DRENAGGIO TRAMITE TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE MONOSTRATO IN POSA FLOTTANTE. Quale drenaggio si può impiegare, a seconda delle esigenze, ghiaia arrotondata oppure un telo di drenaggio. Importante è che lo strato d'impermeabilizzazione sia sufficientemente protetto contro i danni meccanici e che l'acqua incidente venga deviata.



SISTEMA	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WT 1200
DESCRIZIONE	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con strato di segnalazione Spessore ≥ 2 o ≥ 3 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in poliolefine flessibili (FPO) armato con feltro in fibra di vetro Spessore ≥ 2 o ≥ 3 mm
UTILITÀ	■ Esperienza di lunga data ■ Se necessario resistenza antincendio maggiorata BKZ 5.1 (VKF) ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni ■ Economico	■ Esperienza di lunga data ■ Buona resistenza chimica e termica ■ Senza rinvii a causa dell'irradiazione solare durante la posa grazie all'armatura in fibra di vetro



Calcestruzzo

Le esigenze poste alla consistenza, alla stabilità e alle resistenze iniziali possono essere regolate con l'impiego degli additivi Sika® ViscoCrete® e Sikament®.



Sikaplan® W Felt

Il geotessile protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione dalle punte locali di tensione originate dalle irregolarità del sottofondo.



Sikaplan® WP / WT

Teli sintetici pregiati d'impermeabilizzazione a base di PVC-P, risp. di poliolefine flessibili (FPO), che garantiscono un'impermeabilizzazione duratura.



Sikaplan® WT Protection Sheet

La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici causati dal riempimento posteriore.



In opzione: sistema Sika® Dilatec / Sikaplan® WT Tape

I nastri sintetici si incollano sovente sopra i giunti tra i blocchi e quindi si saldano come compartimentazioni con i teli sintetici d'impermeabilizzazione. Come nastro di chiusura nell'ambito della condotta di drenaggio.

GALLERIA A CIELO APERTO – CONCETTO DELLA STRUTTURA CHIUSA

Impermeabilizzazione completa con teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®

I CONCETTI DELLA STRUTTURA CHIUSA SI POSSONO IMPIEGARE ANCHE PER LE GALLERIE A CIELO APERTO.

L'opera viene impermeabilizzata integralmente tutto intorno con teli sintetici d'impermeabilizzazione dello spessore di 3 mm. Tramite compartimentazioni mirate eseguite con nastri per giunti Sika® e nastri sintetici Sika incollati nell'ambito della soletta, si può individuare un eventuale punto non stagno per impermeabilizzarlo successivamente tramite iniezioni. Nel concetto della struttura chiusa l'acqua non viene deviata. Il sistema d'impermeabilizzazione deve resistere alla pressione dell'acqua incidente.



SISTEMA	Sikaplan® WP 2110 / 1100	Sikaplan® WT 1200
DESCRIZIONE	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con strato di segnalazione Spessore < 3 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in poliolefine flessibili (FPO) armato con feltro in fibra di vetro Spessore < 3 mm
UTILITÀ	■ Esperienza di lunga data ■ Se necessario resistenza antincendio maggiorata BKZ 5.1 (VKF) ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni ■ Economico	■ Esperienza di lunga data ■ Buona resistenza chimica e termica ■ Senza rinvii a causa dell'irradiazione solare durante la posa grazie all'armatura in fibra di vetro



Calcestruzzo

Le esigenze poste alla consistenza, alla stabilità e alle resistenze iniziali possono essere regolate con l'impiego degli additivi Sika® ViscoCrete® e Sikament®.



Sikaplan® W Felt

Il geotessile protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione dalle punte locali di tensione originate dalle irregolarità del sottofondo.



Sikaplan® WP / WT

Teli sintetici pregiati d'impermeabilizzazione a base di PVC-P, risp. di poliolefine flessibili (FPO), che garantiscono un'impermeabilizzazione duratura.



Sikaplan® WT Protection Sheet

La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici causati dall'armatura della soletta.



Nastro per giunti Sika® WP / WT

I nastri per giunti consentono di suddividere nell'ambito della soletta l'impermeabilizzazione in campi compartimentati. In caso di falle le compartimentazioni possono essere iniettate in modo mirato. I nastri per giunti Sika® sono muniti di canali per l'iniezione.



Sistema Sika® Dilatec / Sikaplan® WT Tape

I nastri sintetici si incollano sovente sopra i giunti tra i blocchi e quindi si saldano come compartimentazioni con i teli sintetici d'impermeabilizzazione. Come nastro di chiusura nell'ambito della condotta di drenaggio.



Sikaplan® WP / WT Protection Sheet

La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici causati dal riempimento posteriore.

GALLERIE A CIELO APERTO – TRAFORI

Teli sintetici d'impermeabilizzazione incollati su tutta la superficie

IL SISTEMA D'IMPERMEABILIZZAZIONE A PROVA D'INFILTRAZIONE POSTERIORE DEI TELI SINTETICI INCOLLATI SU TUTTA LA SUPERFICIE

si impiega da oltre 30 anni con successo nelle gallerie a cielo aperto e nei trafori. Esso unisce i vantaggi della sicurezza contro l'infiltrazione posteriore con la connessione durevole di spinta, degli spessori definiti dello strato dell'impermeabilizzazione e delle misure ottimizzate di protezione. Nel sistema un telo sintetico d'impermeabilizzazione con determinate caratteristiche di fabbricazione si incolla, con un adesivo a base di poliuretano coordinato con il sistema, sulla costruzione in calcestruzzo; le sovrapposizioni e i raccordi vengono saldati in modo stagno. In caso di danneggiamento, la coesione adesiva impedisce la diffusione indesiderata dell'acqua tra il calcestruzzo e il telo d'impermeabilizzazione. Anche in caso di acqua stagnante, l'accesso della stessa viene contenuto in un'area minima localizzata.



SISTEMA	Sikaplan® WP 2110	Sikaplan® WP 2101	Sikaplan® WT 1200 CF
DESCRIZIONE	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con strato di segnalazione Spessore < 2 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC-P con maggiore resistenza chimica e strato di segnalazione Spessore < 2 mm	Telo sintetico d'impermeabilizzazione, armato con fibra di vetro, in poliolefine flessibili (FPO) con superficie modificata Spessore < 2 mm
UTILITÀ	■ Esperienza di lunga data ■ Resistenza antincendio maggiorata BKZ 5.1 (VKF) ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni ■ Economico	■ Idoneo per l'impiego con temperatura fino a 50°C ■ Elevata resistenza agli agenti chimici ■ Posa semplice / tecnica delle giunzioni	■ Esperienza di lunga data ■ Buona resistenza chimica e termica ■ Modifica delle superficie per l'incollaggio ottimale
ADESIVO DEL SISTEMA	Con l'adesivo SikaForce®-7720 a base di poliuretano, i teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan® WP / WT si possono incollare durevolmente e in modo stagno sul sottofondo.		



Calcestruzzo

Le esigenze poste alla consistenza, alla stabilità e alle resistenze iniziali possono essere regolate con l'impiego degli additivi Sika® ViscoCrete® e Sikament®. Eliminazione della pellicola di cemento tramite getto ad alta pressione di sabbia o acqua.



SikaForce®-7720

Adesivo a base di poliuretano per garantire la connessione durevole su tutta la superficie tra i teli sintetici d'impermeabilizzazione e il sottofondo.



Sikaplan® WP / WT

Teli sintetici pregiati d'impermeabilizzazione a base di PVC-P, risp. di poliolefine flessibili (FPO), che garantiscono un'impermeabilizzazione duratura.

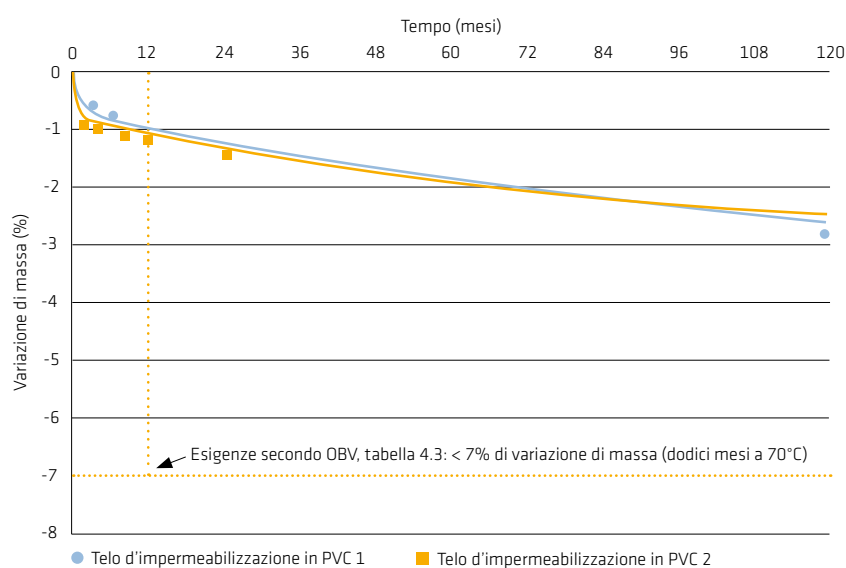


Sikaplan® WT Protection Sheet

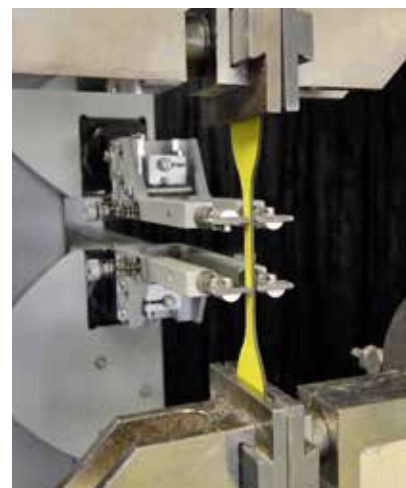
La stuoia di protezione protegge i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici causati dal riempimento posteriore.

DURABILITÀ DEI TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE

LE SIMULAZIONI DI LABORATORIO AIUTANO A STIMARE LA DURABILITÀ DEI TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE. Le giacenze a varie temperature e per durate diverse consentono la simulazione del processo di disaggregazione. Le caratteristiche fisiche come la resistenza alla trazione e l'estensione a rottura si misurano dopo il processo d'invecchiamento con i valori originari. La variazione relativa delle caratteristiche meccaniche definisce la durabilità dei teli sintetici d'impermeabilizzazione.



Comportamento di due corpi di prova di telo d'impermeabilizzazione in PVC dopo la giacenza in acqua bollente.



Determinazione dell'estensione a rottura e della resistenza alla trazione del telo sintetico d'impermeabilizzazione in PVC Sikaplan® dopo la giacenza in acqua bollente.

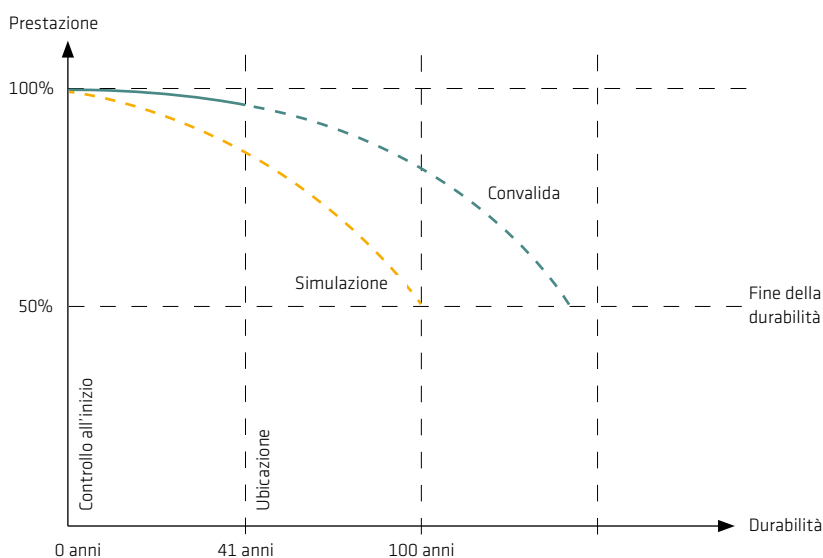
I teli sintetici d'impermeabilizzazione si impiegano già da decenni per impermeabilizzare le gallerie. Queste pluriennali esperienze nell'ambito dell'impermeabilizzazione, come pure le conoscenze acquisite in grandi progetti con lavoro preliminare di preparazione come la NEAT, sono confluite nelle attuali normative europee. La direttiva austriaca sull'impermeabilizzazione di gallerie indica vari procedimenti per la valutazione della durabilità dei teli sintetici d'impermeabilizzazione:

Comportamento dopo giacenza in acqua bollente 360 giorni a 70°C	EN 14415	Riduzione della resistenza alla trazione e all'estensione: ≤ 25% Modifica di massa: ≤ 7%
Comportamento dopo giacenza in latte di calce saturo 360 giorni a 50°C	EN 14415	Riduzione dell'effetto di carico (altezza di gocciolamento) ≤ 40% Riduzione della resistenza alla trazione e all'estensione: ≤ 25% Modifica di massa: ≤ 7%
Comportamento dopo giacenza in acido solforoso al 5 - 6% 120 giorni a 23°C	EN 1847	Riduzione dell'effetto di carico (altezza di gocciolamento) ≤ 40% Riduzione della resistenza alla trazione e all'estensione: ≤ 25% Modifica di massa: ≤ 4%
Comportamento dopo giacenza in acido solforico 0.5% 360 giorni a 50°C	EN 1847	Riduzione dell'effetto di carico (altezza di gocciolamento) ≤ 30% Riduzione della resistenza alla trazione e all'estensione: ≤ 25% Modifica di massa: ≤ 7%
		Riduzione dell'effetto di carico (altezza di gocciolamento) ≤ 40%

Direttiva OBV "Impermeabilizzazione di gallerie", tabella 4.7.

LA CONVALIDA DEI TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE POSATI È IMPORTANTE,

per verificare i risultati di laboratorio e la durabilità prevista. In tale contesto, durante i lavori di manutenzione e di ampliamento su oggetti esistenti, si prelevano campioni dei teli sintetici d'impermeabilizzazione posati in precedenza per testarli in laboratorio e possibilmente per compararli con i dati della carica originale di produzione (se sono ancora disponibili).



Comparazione dei controlli di laboratorio (simulazione) con campioni vecchi di 41 anni (convalida) dalla galleria Reussport



Campione di PVC della galleria Caverna sul Monte Ceneri del 1969

Negli ultimi anni Sika ha controllato due teli sintetici d'impermeabilizzazione propri posati in passato. Dopo 41, rispettivamente 44 anni, essi presentavano ancora le caratteristiche atte a soddisfare le esigenze poste ai nuovi teli sintetici d'impermeabilizzazione. In base ai risultati dei test si può partire dal presupposto che i teli d'impermeabilizzazione svolgeranno la loro funzione ancora per decenni e che raggiungeranno la durabilità voluta di almeno 100 anni.



Una nicchia scavata durante i lavori di manutenzione consente l'accesso al telo sintetico d'impermeabilizzazione Sika posato 44 anni prima.



Lavori di collegamento di un nuovo telo sintetico d'impermeabilizzazione a una membrana posata da oltre 40 anni. I due teli d'impermeabilizzazione possono essere collegati mediante saldatura termica.

Sikaplan® TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE

Tecnologia

IN CONSIDERAZIONE DELLE ESPERIENZE FATTE con i teli sintetici nell'impermeabilizzazione di gallerie, come pure in considerazione della tecnica dei giunti nella pratica, dell'economicità e delle caratteristiche tecniche, due tecnologie hanno dato buona prova di sé: PVC morbido (PVC-P) altamente sviluppato e FPO (TPO) altamente flessibile con un modulo E di $\leq 55 \text{ N/mm}^2$. In entrambi i casi si tratta di materiali termoplastici che possono essere saldati sul cantiere senza giunture estruse.

CARATTERISTICHE	PVC-P	FPO (TPO)
Stabilità	++	++
Impiego semplice	++	+
Caratteristiche di saldatura	++	+
Resistenza termica e chimica	+	++
Formazione di dettagli	++	+
Esperienza di lunga data	++	+
Flessibilità (modulo E_{10})	$++ \leq 20 \text{ N/mm}^2$	$+ \leq 55 \text{ N/mm}^2$
Comportamento antincendio	++	+
Resistenza al fumo	0	+
Resistenza contro gli influssi meccanici	+	+
Dilatazione termica	+	0

++ ottimo / + buono / 0 soddisfacente



Sikaplan® WP 1100 (PVC-P)



Sikaplan® WT 2200 (FPO)

Prodotti

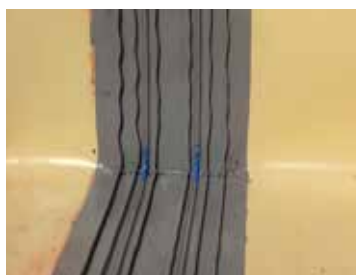
SIA LE GALLERIE SOTTOSUOLO CHE QUELLE A CIELO APERTO vengono impermeabilizzate da decenni con successo con i teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan® in PVC-P (polivinilcloruro) e in TPO (poliolefina flessibile), sia con il concetto della struttura chiusa che con quello della galleria a cielo aperto. I teli d'impermeabilizzazione Sikaplan® WT (TPO) e Sikaplan® WP (PVC-P) dispongono di una grande resistenza e di una capacità di dilatazione multiassiale, resistono all'invecchiamento, alla crescita di radici e ai microrganismi, oltre che alle sollecitazioni meccaniche e chimiche, e mantengono inoltre la stabilità delle dimensioni e la flessibilità a temperature fredde. I teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan® soddisfano le esigenze della norma svizzera SIA 272 "Impermeabilizzazioni e prosciugamento di costruzioni interrate e sottosuolo" e dispongono anche degli attestati di prova delle normative e delle regolamentazioni austriache e tedesche.

Sikaplan® NASTRI D'IMPERMEABILIZZAZIONE

I nastri per giunti e i nastri sintetici incollati si impiegano per la formazione di compartimentazioni, come pure i raccordi e le chiusure del sistema d'impermeabilizzazione. I teli sintetici d'impermeabilizzazione possono essere saldati con i nastri in modo stagno.

NASTRI PER GIUNTI Sika® CON CANALI D'INIEZIONE

I nastri per giunti consentono di suddividere l'impermeabilizzazione in campi compartimentati. I nastri per giunti Sika® hanno la stessa formula come i teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan® e quindi possono essere saldati tra di loro. In caso di falle le compartimentazioni consentono l'iniezione successiva mirata. I nastri per giunti Sika® per la costruzione di gallerie sono muniti di canali per l'iniezione.



Nastro per giunti Sika® AR-40/6

Sikaplan® WT Tape

Il nastro d'impermeabilizzazione omogeneo e flessibile in FPO ha una superficie modificata che consente di essere incollata con il sottofondo. Per l'incollaggio si impiega l'adesivo bicomponente a base di resina epossidica Sikadur-Combiflex® CF. La composizione del nastro è compatibile con tutti i teli sintetici Sikaplan® WT per l'impermeabilizzazione di gallerie. Si impiega come nastro per i raccordi e le chiusure e per la formazione di compartimentazioni.



Sikaplan® WT Tape 200

Sikaplan® WP Tape

Il nastro d'impermeabilizzazione omogeneo e flessibile in PVC-P ha la superficie inferiore modificata per essere incollata con il sottofondo. Per l'incollaggio si impiega l'adesivo bicomponente a base di resina epossidica Sikadur-Combiflex® CF. La composizione del nastro è compatibile con tutti i teli sintetici Sikaplan® WP per l'impermeabilizzazione di gallerie. Si impiega come nastro per i raccordi e le chiusure e per la formazione di compartimentazioni.



Sikaplan® WP Tape 200

Sika® Dilatec ER-350 / -250 e E-220

Il nastro d'impermeabilizzazione in PVC-P pronto all'uso, ha da una parte un bordo in vello che consente l'incollaggio stagno con il sottofondo. Per l'incollaggio si impiega l'adesivo bicomponente a base di resina epossidica Sikadur-Combiflex® CF. La composizione del nastro è compatibile con tutti i teli sintetici Sikaplan® WP per l'impermeabilizzazione di gallerie. Si impiega come nastro per i raccordi e le chiusure e per la formazione di compartimentazioni. I nastri Sika® Dilatec resistono ai raggi UV e si possono impiegare anche per chiusure scoperte.



Sika® Dilatec ER-350 / -250



Sikaplan® TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE

Accessori

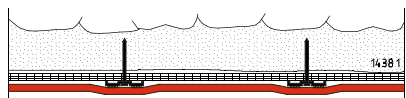
Sikaplan® WP ACCESSORI (PVC)

Sikaplan® WT ACCESSORI (FPO)

FISSAGGIO

Il grande vantaggio dei teli sintetici d'impermeabilizzazione in posa flottante e fissato solo puntualmente è la loro capacità di assorbire dilatazioni biassiali. Vale a dire che consentono di sormontare in modo impermeabile all'acqua i giunti, le fessure, le fenditure e gli assestamenti. Il fissaggio può avere luogo in vari modi.

Le **RONDELLE PER GALLERIE**, costituite dalla stessa materia prima come i teli sintetici d'impermeabilizzazione, si fissano meccanicamente sul sottofondo. Per il fissaggio temporaneo i teli sintetici d'impermeabilizzazione si saldano alle rondelle. Le rondelle sono munite di un punto di rottura programmato.

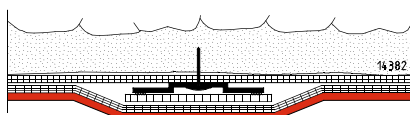


Sikaplan® WP Disc PVC nero

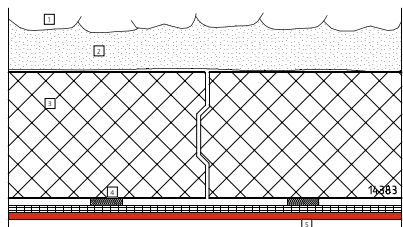


Sikaplan® WT Disc PE grigio

I PROFILI CON GANCI IN VELCRO si fissano meccanicamente sul sottofondo. I teli sintetici d'impermeabilizzazione con vello integrato a tergo possono essere vibrati nel velcro e fissati puntualmente in questo modo.



I TELI SINTETICI D'IMPERMEABILIZZAZIONE CON VELLO INTEGRATO possono essere incollati a strisce in modo completamente automatico con i sistemi adesivi Hotmelt su sottofondi piani come, ad esempio, gli elementi di tubing.



RACCORDI PER INIEZIONI

I supporti e i raccordi per iniezioni si impiegano nel sistema active control per la verifica dell'impermeabilità delle compartimentazioni tramite vacuum. Inoltre garantiscono la possibilità di iniezioni successive.

I supporti per iniezioni possono essere saldati in modo stagno con i teli sintetici d'impermeabilizzazione. I raccordi fuoriescono dal calcestruzzo tramite tubi in PE.



Sikaplan® WP Control Socket



Sikaplan® WT Control Socket PE

Sikaplan® WP ACCESSORI (PVC)

Sikaplan® WT ACCESSORI (FPO)

Le **STUOIE DI PROTEZIONE** proteggono durante la posa i teli sintetici d'impermeabilizzazione nei punti esposti contro i danni meccanici. Nella costruzione sottosuolo l'impiego è obbligatorio quando si tratta di elementi costruttivi armati, nell'ambito della cassetta frontale, ecc. Nelle gallerie a cielo aperto le stuoie di protezione proteggono i teli sintetici d'impermeabilizzazione contro i danni meccanici causati dal riempimento posteriore



Sikaplan® WP Protection Sheet



Sikaplan® WT Protection Sheet

SISTEMA FlexoDrain



- 1 FlexoDrain W
- 2 Cappuccio dell'ancoraggio
- 3 Pezzo di ramificazione Y
- 4 Pezzo di raccordo al tubo spiraliforme
- 5 Tubo di collegamento spiraliforme
- 6 Pezzo a sella

ANGOLO DI DRENAGGIO



L'angolo di drenaggio consente la posa economica di ghiaia di drenaggio e si può collegare bene con i teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®.

TECNICHE DI SALDATURA

I teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan® si possono saldare con vari procedimenti tramite aria calda. Si distingue tra saldature manuali e automatizzate. Il procedimento di saldatura deve essere adeguato alle condizioni locali e ai teli sintetici d'impermeabilizzazione impiegati. Prima di saldare i teli sintetici si deve eseguire una prova di saldatura con successivo controllo di cassetatura. Le prove di saldatura servono al controllo delle relative regolazioni e, se necessario, al loro adeguamento alle condizioni locali.

SALDATURA MANUALE

- Per saldare dettagli e raccordi
- Zone di saldatura asciutte e senza impurità
- Sovrapposizioni di almeno 80 mm



Saldatrice manuale



La saldatura manuale a regola d'arte ha luogo in tre fasi:

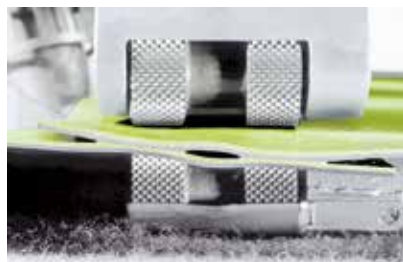
- 1. Saldatura puntuale** – disporre i teli sintetici d'impermeabilizzazione e fissare in punti.
- 2. Saldatura preliminare** – si sigilla prima il bordo posteriore per evitare che nella terza fase l'aria calda passi al di sotto del telo coperto.
- 3. Saldatura definitiva** – l'ugello di saldatura si inserisce nella sovrapposizione in modo da riscaldare in modo uguale entrambe le superfici da saldare, premendo quindi con un rullo per rendere omogenea la connessione.

SALDATURA AUTOMATIZZATA

- Per saldare giunzioni longitudinali e trasversali
- Zone di saldatura asciutte e senza impurità
- Sovrapposizioni a seconda della saldatrice automatica



Saldatrice automatica ad aria calda



Cordone di saldatura doppio con canale di controllo

Il mercato offre varie saldatrici automatiche. A seconda del materiale, esse consentono di saldare teli sintetici dello spessore variante da 1.2 mm a 3 mm.

SALDATURA DI NASTRI PER GIUNTI Sika®

- Saldatura su teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan® manuale o con saldatrice semiautomatica
- Zone di saldatura asciutte e senza impurità



Saldatura con saldatrice semiautomatica



Connessioni di giunzioni

Le giunzioni dei nastri per giunti Sika® si eseguono con l'ascia elettrica e la pressa per saldatura.

CONTROLLO DEI CORDONI DI SALDATURA

CONTROLLO CON ARIA COMPRESSA



L'impermeabilità dei cordoni doppi di saldatura si controlla con l'aria compressa. Il canale di controllo si chiude in modo stagno a entrambe le estremità e si inserisce un manometro ad ago. Con una pompa azionata a mano o a piede si genera la pressione idonea per il test.

PARAMETRO STANDARD DI TEST



Parametro standard di test per il controllo con aria compressa: durata del test: 10 minuti, pressione del test: 1.5 – 2 bar (a seconda della temperatura e del prodotto). Il cordone è considerato stagno se la pressione iniziale nel canale di controllo scende durante il test di al massimo il 10%. I valori vengono verbalizzati, in particolare quello iniziale e quello finale.

CONTROLLO VACUUM



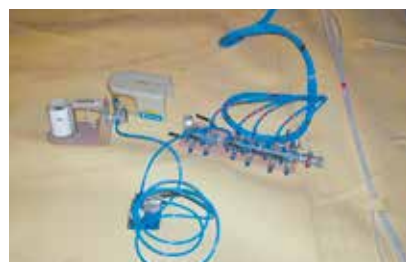
Per il controllo vacuum si pone una campana trasparente sul cordone o sulla giunzione. Si aspira quindi l'aria dalla campana generando così una pressione dal basso.

CONTROLLO VISIVO



Dopo la saldatura si deve controllare visivamente la buona esecuzione dei cordoni di saldatura. In questo contesto si deve riservare un'attenzione particolare ai collegamenti a T, agli attraversamenti e ai raccordi.

SISTEMA ACTIVE CONTROL



Con il sistema active control è possibile eseguire un controllo aggiuntivo delle falle nell'impermeabilizzazione anche durante la fase di messa in opera. Con il controllo vacuum si può controllare in ogni momento l'impermeabilità delle compartimentazioni a due strati dell'impermeabilizzazione. Le falle possono essere individuate con precisione e quindi impermeabilizzate.

TEST MECCANICO



Tutti i cordoni delle saldature manuali dovrebbero essere controllati meccanicamente dopo il completo raffreddamento. A tale fine si impiega un giravite (largo circa 5 mm e con gli angoli smussati). Si esercita una leggera pressione sul cordone di saldatura. Si deve evitare di graffiare il telo sintetico d'impermeabilizzazione. Il test meccanico evidenzia i punti non completamente saldati, che devono essere corretti successivamente.

INIEZIONI

Sistema d'impermeabilizzazione con compartimentazioni

IN CASO DI INFILTRAZIONE D'ACQUA DOVUTA A UN DANNO LOCALIZZATO DEL SISTEMA D'IMPERMEABILIZZAZIONE

si devono prendere le necessarie misure di risanamento. A causa dell'inaccessibilità al sistema d'impermeabilizzazione, nella maggior parte delle costruzioni sottosuolo si impiegano le iniezioni. Si deve impiegare il materiale da iniezione adatto a seconda del genere e della localizzazione della falla, come pure del sistema d'impermeabilizzazione.

PRODOTTI SIKA E SOLUZIONI SISTEMATICHE

Iniezione di nastri per giunti

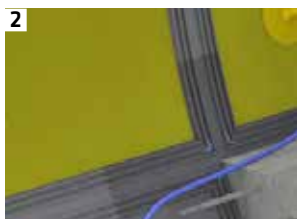
Sika® Injection-201 CE	Resina poliuretanica elastica da iniezione senza solventi, per l'impermeabilizzazione di fessure e giunti asciutti, umidi o bagnati nel calcestruzzo.
Sika® Injection-307	Resina poliacrilica elastica da iniezione, a bassa viscosità, con passivazione attiva dell'armatura.

Iniezione nelle compartimentazioni

Sika® Injection-307	Resina poliacrilica elastica da iniezione, a bassa viscosità, per la riparazione di compartimentazioni di teli d'impermeabilizzazione danneggiati.
----------------------------	--



**Sikaplan® WP/WT
Control Sockets**



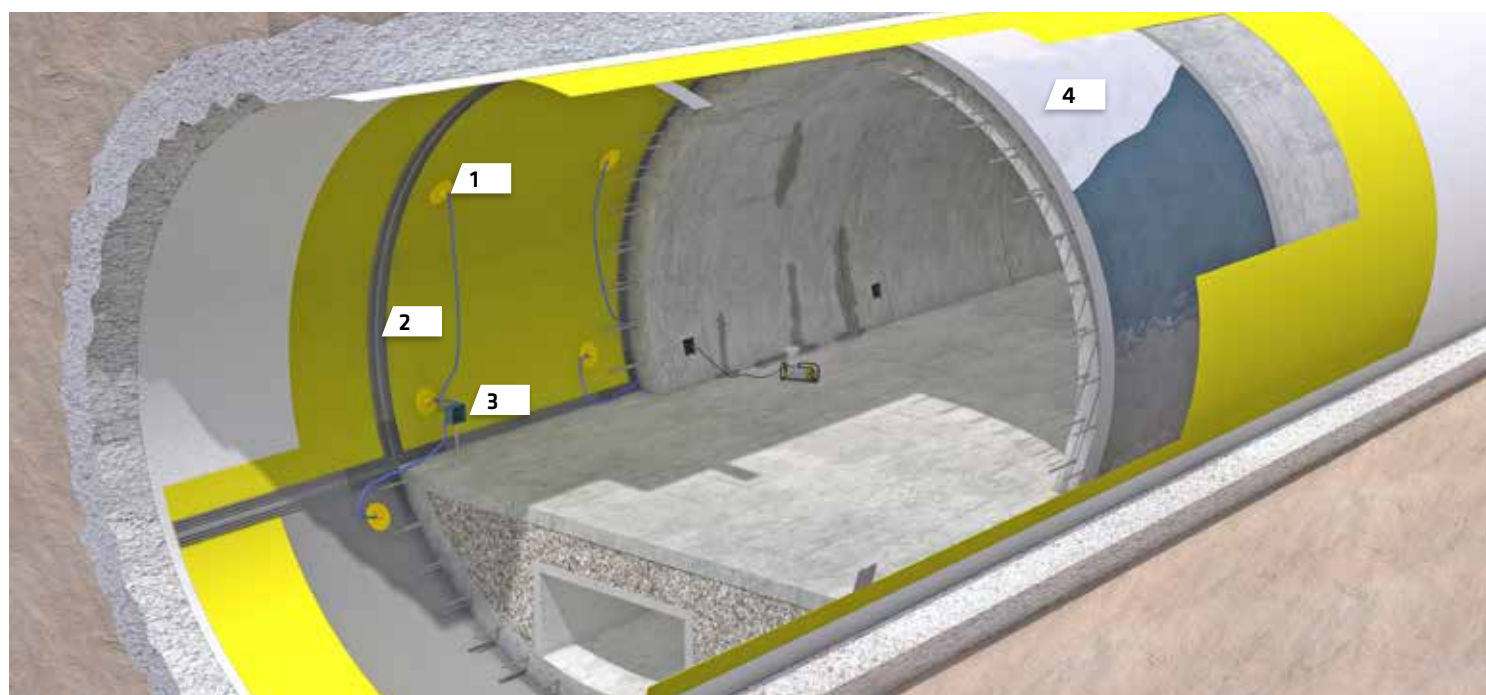
**Sika® nastri per giunti
WP/WT Inject**



Scatola di contenimento



Sika® Injection-307





... E OGGI

125 anni dopo la costruzione della prima galleria ferroviaria attraverso le Alpi, è stata realizzata la galleria di base del San Gottardo a soli 550 m sopra il livello del mare. Essa consente il collegamento piano senza rampe tra il nord e il sud e riduce il tempo di viaggio, aumentando nel contempo la capacità di trasporto. La costruzione di questa galleria doppia lunga 57 chilometri è iniziata nell'anno 2000 ed è durata 15 anni. Con oltre 100 anni d'esperienza nell'impermeabilizzazione di gallerie, Sika ha fornito l'intero sistema d'impermeabilizzazione della galleria di base del San Gottardo e della galleria di base del Monte Ceneri con i teli sintetici d'impermeabilizzazione Sikaplan®.

