



SIKA AT WORK

TUNNEL DE BASE DU CENERI

LE TROISIÈME PLUS LONG TUNNEL FERROVIAIRE DE SUISSE

BUILDING TRUST



100 ANS DE DURÉE DE VIE REQUISE

Les constructions de tunnels nécessitent des systèmes spécialement adaptés

DESCRIPTION DU PROJET

La société AlpTransit Gotthard SA est le maître de l'ouvrage de la nouvelle ligne ferroviaire à travers les Alpes (NLFA). Avec la pose de la première pierre le 2 juin 2006 et un prêt total de 2,7 milliards de francs, le tunnel de base du Ceneri, dans le prolongement du projet AlpTransit (NLFA), est devenu la liaison ferroviaire directe pour le trafic de passagers et de marchandises à travers les Alpes.

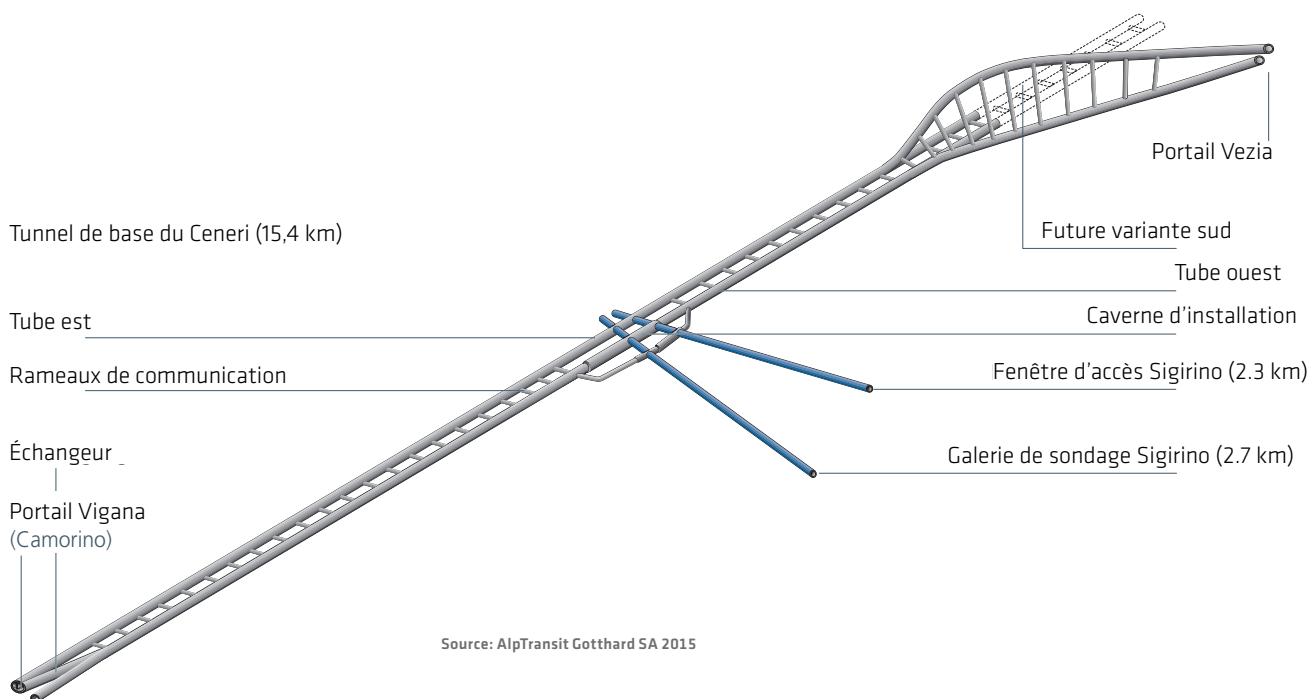
L'achèvement du tunnel de base du Ceneri réduira la durée du voyage des passagers sur l'axe nord-sud à un peu moins de 2 heures entre Zurich et Lugano et à environ 3 heures de Zurich à Milan.

Le tunnel se compose de deux tubes ferroviaires indépendants, parallèles et à voie unique. L'entraxe est d'environ 40 m et la couverture rocheuse maximale est de 1 040 m. Il s'étend sur une longueur de 15,4 km du portail nord à Camorino près de Bellinzzone, au portail sud à Vezia près de Lugano. Les deux

tubes du tunnel sont reliés par 48 rameaux de communication, tous les 325 m environ, utilisés pour l'autosauvetage et abriter le matériel ferroviaire. L'ensemble du réseau de tunnels du Ceneri s'étend sur 39,8 kilomètres.

Au milieu de la section du tunnel, d'une longueur d'environ 2.3 km, se trouve la section intermédiaire Sigirino. Les principaux ouvrages du tunnel de base du Ceneri sont divisés en trois lots. Consorzio Condotte-Cossi, Lotto 852 de Sigirino en direction du nord et du sud Consorzio Matro Sud, Lotto 853 à Vezia ARGE CIC, Lotto 854 à Camorino.

Un revêtement à double coque avec une voûte extérieure, une étanchéité parapluie en combinaison avec un système de drainage de la voûte et une coque intérieure ont été construits sur toute la longueur du tunnel.



DURÉE DE VIE DE 100 ANS REQUISE

Le maître de l'ouvrage AlpTransit exigeait une durée de vie de 100 ans sans entretien important sur le béton. Cela signifie une durabilité de 100 ans aussi bien pour le béton que pour les systèmes d'étanchéité. À cet effet, le maître de l'ouvrage a défini les exigences correspondant à l'étanchéité qui a été utilisée dans le tunnel de base du St-Gothard.

Membrane d'étanchéité synthétique dans un test d'endurance

Dans le cadre d'une procédure d'évaluation élaborée, toutes les membranes d'étanchéité synthétiques fabriquées à partir d'une grande variété de matériaux couramment utilisés en Europe ont été testées. Afin de répondre aux exigences les plus sévères telles qu'une couverture rocheuse élevée, une température ambiante accrue et une durée de vie requise de 100 ans, les sociétés AlpTransit Gotthard SA et BLS Transit SA ont complété les exigences relatives aux membranes d'étanchéité synthétiques dans la norme SIA V280 (1996). Pour la première fois, non seulement les différents composants ont été testés conformément aux spécifications, mais les interactions au sein du système ont également dû satisfaire à des exigences plus strictes.

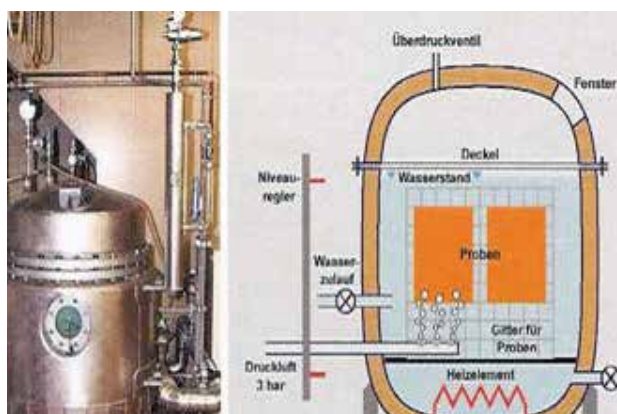
Comportement au vieillissement: Le processus de vieillissement spécialement développé est l'un des plus rigoureux. Tous les composants du système ont été stockés pendant 24 mois dans diverses conditions (eau enrichie en oxygène, pression, environnement alcalin et acide, sol microbiologiquement actif), puis testés.

Aptitude à l'installation: La surveillance de la pose était nouvelle. Les systèmes d'étanchéité ont été posés et bétonnés dans la pratique, mais ils ont ensuite été retirés et évalués. Dans le monde entier, seuls les systèmes NLFA ont été testés individuellement.

Aucun des systèmes existants n'a relevé les défis du premier coup. Grâce à des développements ciblés, Sika a pu répondre aux exigences du tunnel de base du Saint-Gothard et du Ceneri en utilisant les membranes d'étanchéité synthétiques en PVC Sikaplan® 14.6 NEAT / Sikaplan® WP 2101-21HL2.



Résistance à long terme dans l'eau chaude

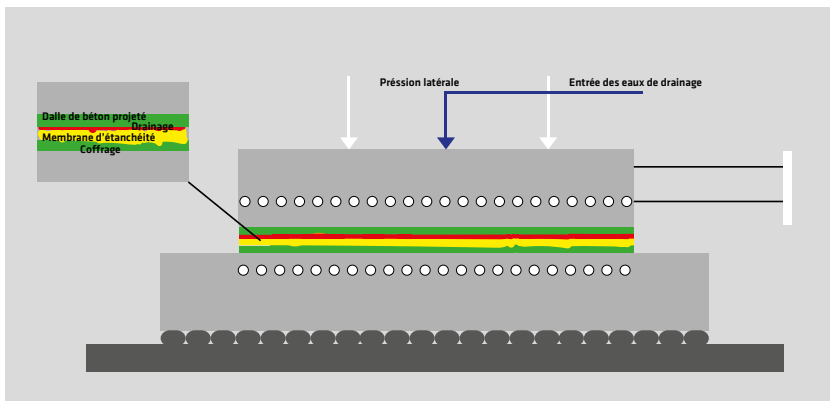


Résistance à long terme dans l'eau chaude et l'oxygène sous pression

Test de cisaillement en compression: L'étanchéité, la capacité de drainage ainsi que le comportement de déformation sous l'influence de la pression et du cisaillement ont été évalués par une installation d'essai nouvellement développée.



Mise en place du test de pression continue; de haut en bas: Plaque ondulée, matériau de drainage, membrane d'étanchéité, plaque de pression lisse



Structure schématique du système "push/pull" La plaque de pression supérieure sert à simuler la pression de la roche et la surface du béton projeté.



Installation push/pull



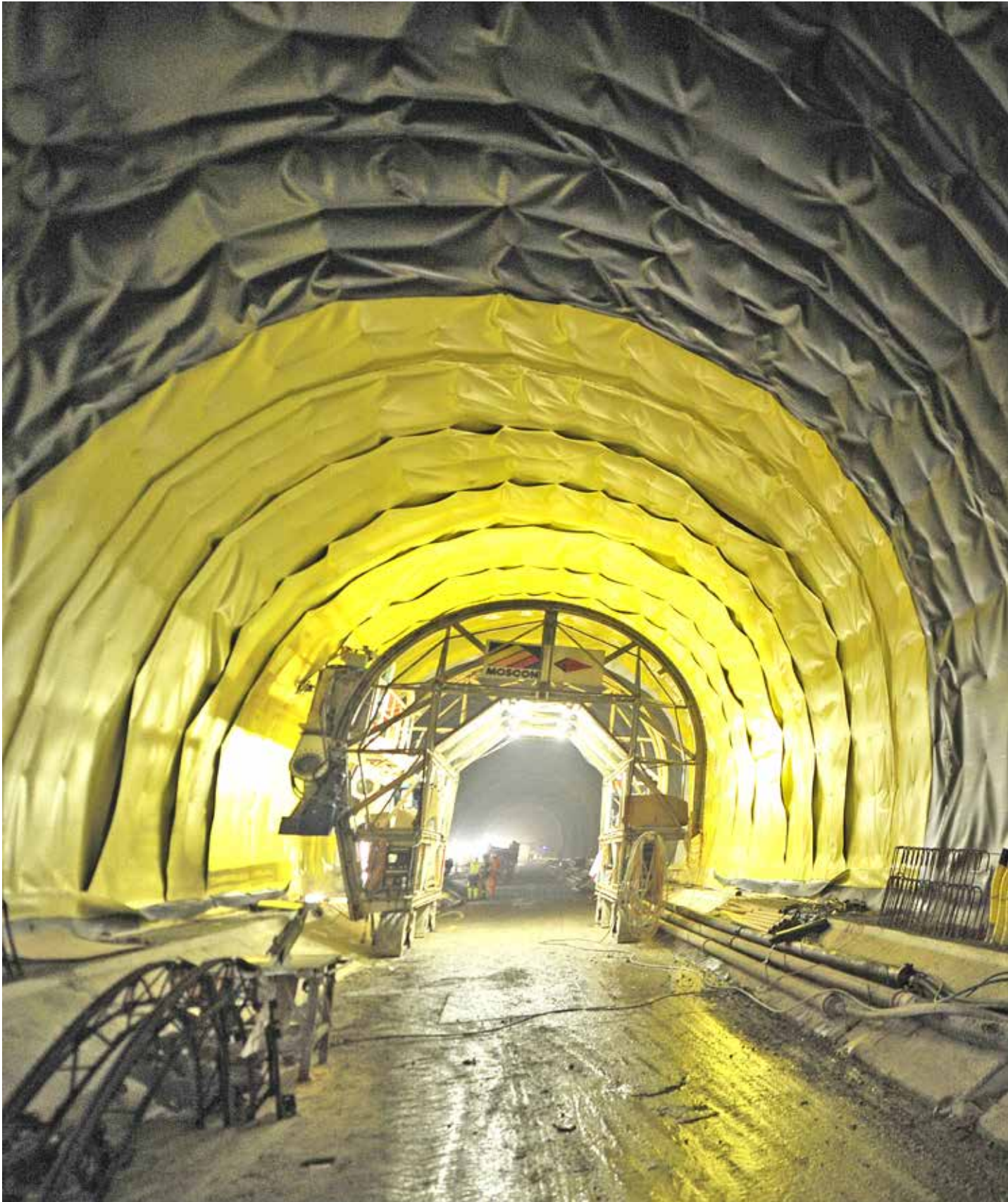
Source: AlpTransit Gotthard SA, Vigana-Construction intérieure de la voûte 2012

PRODUITS SIKA POUR L'ÉTANCHÉITÉ DE TUNNEL DU BASE CENERI

■ Sikaplan® 14.6 Neat / Sikaplan® WP 2101-21HL2	875 000	m ²
■ Sikaplan® WP Protection sheet-21H	240 000	m ²
■ Sika® Bande de joint AR-24/4 ATG	21 500	m
■ Pièces façonnées pour les bande de joint Sika®	10 800	pcs
■ Sika® Dilatec ER-250	70 000	m
■ Sikadur-Combiflex® CF Adhésif	39 000	kg
■ SikaForce®-7720 L 105	19 000	kg

Autres accessoires

- Sika® Bande de joint DK-24
- Sika® Dilatec ER-220
- Sika® Dilatec B-500
- Sika® Dilatec BR-500
- Sika® Dilatec BE-300
- Sika® FireSil-90
- Sika® Trocal C-733
- Sika® Colma Nettoyant
- Sikaplan® WP Trumpet flange





Source: AlpTransit Gotthard SA, Sigrino - Revêtement

TRANCHÉE OUVERTE VEZIA / CAMORINO ET “MAISON DANS MAISON”, SIGIRINO

Env. 22 000 m² avec Sikaplan® système collé en pleine surface

Structure des couches:

- Béton
- SikaForce®7720 L 105
- Sikaplan® 14.6 NEAT
- HTBE Vlies 1500 g/m²



1



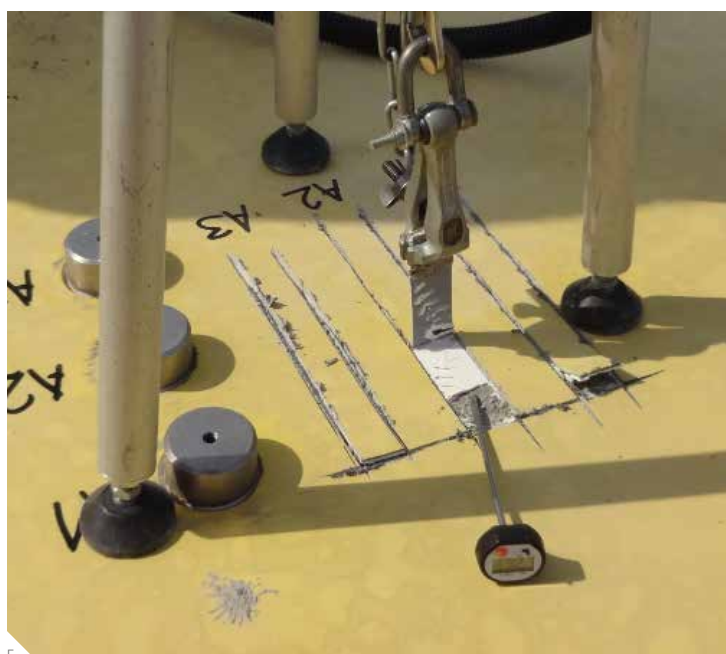
2



3



- 1 Vue aérienne Vezia 2014
(Source: AlpTransit Gotthard SA)
- 2 Application dans la tranchée ouverte à Vezia
- 3 Vue entre les deux tunnels
- 4 Sigirino, maison dans la maison
SikaForce®-7720 L 105, Sikaplan® 14.6 NEAT/
Sikaplan® WP 2101-21HL2, couche de protection
HTBE PP feutre 3 000 g/m2
- 5 Les champs d'application respectifs ont été testés par le laboratoire
GEO-Bau de Coire au moyen de tests d'adhérence et de résistance
au pelage





Caverne du portail nord-ouest, photo AlpTransit Gotthard SA

SUPPORT TECHNIQUE ET LIVRAISON DES ADJUVANTS DU BÉTON POUR LES VOIES DE ROULEMENT

AlpTransit Gotthard SA a attribué le lot "Voie + logistique" au Consortium Mons Ceneris (AMC). Le travail du consortium AMC comprenait la conception, le développement, la construction, la fourniture et la pose des voies sur béton et sur ballast. À l'intérieur du tunnel de base, les rails ont été bétonnés et donc exécutés comme des voies fixes.

Sika Schweiz AG a été autorisée à soutenir l'entrepreneur dans la réalisation du concept du béton pour le coulage de la voie ferrée. Le béton a été produit sur le chantier devant le portail nord à Camorino et devait répondre aux exigences suivantes:

Classe de résistance à la compression	≥C25/30
Résistance à la traction par flexion	F cbz, m ≥ 5.5 N/mm ²
Classe d'exposition	XF3 (CH) ⇔ premiers 500 m à partir du portail XD3 (CH) ⇔ ensemble du tunnel restant
Classe d'exposition contre les attaques chimiques	A déterminer par l'entrepreneur sur la base d'analyses chimiques de l'eau de montagne avant le début des travaux de bétonnage et à approuver par l'ATG.
Valeur nominale de la taille maximale des grains	D max = 16 mm
Classe de la teneur en chlorure	Cl 0.20

Bulles d'air dans le béton coulé sous les traverses	Coulage des traverses en grande partie sans bulle d'air Teneur maximale de bulle d'air autorisée: Taille maximale des différentes bulles: m = 12.5 cm ² / m+s = 24 cm ² Teneur maximale en bulles sur la surface du dessous des traverses: m = 15% / m+s = 21% m = valeur moyenne déterminée statistiquement sur l'ensemble du FF s = Déviation standard admissible de toutes les valeurs mesurées
Particularités du béton frais	≥ 5 h d'ouvrabilité w/z ≤ 0.45 Consistance / mesure d'étalement F5 ou 560 – 620 mm



Mise en place du béton coulé directement à partir du conteneur de mélange Blend MX08. Photo Blend Plants.

Le béton frais a été rempli directement de la bétonnière dans les conteneurs de mélange de béton, et ensuite transporté par voie ferrée dans le tunnel. En raison de la longue distance de transport, le mélange de béton devait non seulement présenter un long temps d'ouverture, mais aussi une bonne capacité de rétention d'eau et une grande stabilité du mélange.

COMPOSITION DU BÉTON

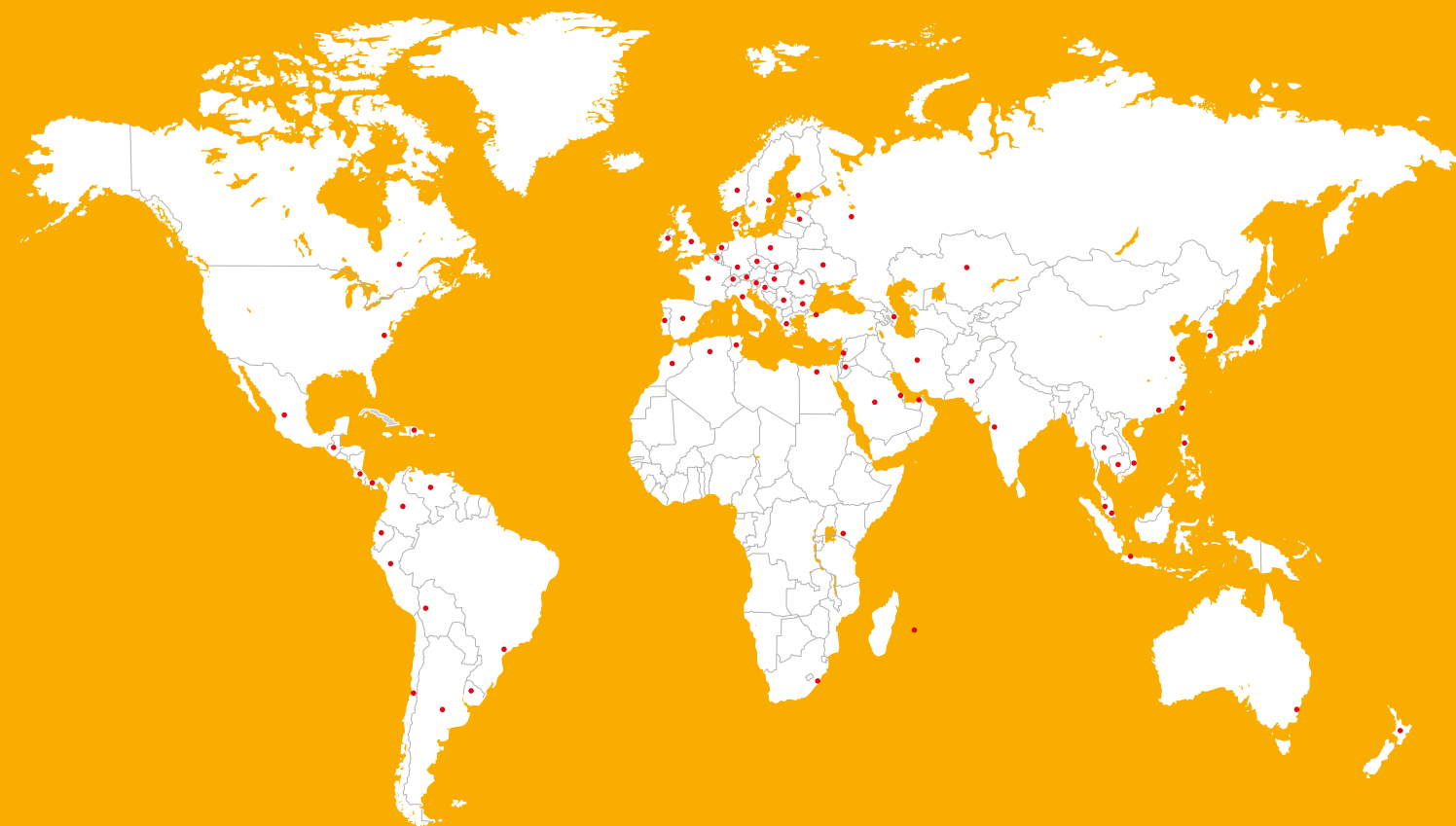
Sable 0 - 4 mm	40%
Gravier 4 - 8 mm	12%
Gravier 8 - 16 mm	48%
Ciment	350 kg
	Optimo 4 Siggenthal (CEM II/ B-M (T-LL) 42.5N d'Holcim
Cendres volantes	50 kg
Superplastifiant	Sika® ViscoCrete® 4035 / 4036, 1.2 - 1.5%
Régulateur de	Sika ViscoFlow®-4000, 0 - 0.5% (seulement pour XF3 zone du portail jusqu'à 500 m)
Entraîneur d'air	Sika® Fro V-5 A 0.2%

Pour la voie sans ballast, env. 35 000 m³ de béton, env. 200 tonnes de superplastifiants et 30 tonnes de régulateur de consistance ont été utilisés. La zone du portail jusqu'à 500 m avec les exigences XF3, a nécessité environ une tonne supplémentaire d'agent entraîneur d'air.

Avec l'ouverture du tunnel de base du Ceneri le 4 septembre, la mise en service et la passation d'AlpTransit aux CFF à la fin de 2020, la NLFA Ara prendra fin après 14 ans de construction. Le tunnel de base du Gothard, mais aussi celui du Ceneri, est un projet dont nous pouvons être fiers.

Sika Schweiz AG remercie AlpTransit Gotthard SA, les CFF, l'exploitant de l'infrastructure, les ingénieurs, le Consorzio Condotte-Cossi, Lotto 852, le Consorzio Matro Sud, Lotto 853, la ARGE CIC, Lotto 854, les entreprises d'étanchéité Consorzio Mosconi / Gunimperm et SikaBau AG, ainsi que la ARGE Beton Mons Ceneris c/o Marti Tunnel AG pour le mandat, et tous les participants impliqués dans la construction pour leur bonne collaboration.

PARTENARIAT GLOBAL ET LOCAL



QUI SOMMES-NOUS

Installée à Baar, en Suisse, Sika AG est une entreprise active au niveau mondial, spécialisée dans l'industrie des produits chimiques. Elle fournit des produits de mise en œuvre pour l'industrie du bâtiment et le secteur industriel (produits et composants pour véhicules, équipements industriels et composants de construction), pour l'étanchéité, le collage, l'insonorisation, le renforcement et la protection des structures porteuses.

Avant toute utilisation et mise en œuvre, veuillez toujours consulter la fiche de données techniques actuelles des produits utilisés. Nos conditions générales de vente actuelles sont applicables.



SIKA SCHWEIZ AG
Tüffenwies 16
CH-8048 Zurich

Contact
Tél. +41 58 436 40 40
sika@sika.ch · www.sika.ch

BUILDING TRUST

