

Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und
Landmanagement

Band: 108 (2010)

Heft: 12: AlpTransit

Artikel: Geomonitoraggio presso il portale nord della galleria di base del Ceneri

Autor: Heiniger, Thomas

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236736>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Geomonitoraggio presso il portale nord della galleria di base del Ceneri

L'attraversamento in sotterranea dell'autostrada A2 è una delle maggiori sfide presentate dalla realizzazione della tratta Nord della galleria di base del Ceneri. Oltre a misurazioni manuali, il sistema di monitoraggio automatico rappresenta l'elemento nevralgico del controllo dell'A2 durante l'attraversamento in sotterranea. Durante i due anni di lavori d'avanzamento l'impianto di monitoraggio ha garantito la sicurezza del traffico di transito sull'A2.

Le passage sous l'autoroute A2 est un des grands défis du tronçon nord du tunnel de base du Ceneri. À côté de mesures manuelles un système de monitoring automatique est la pièce maîtresse de la surveillance pendant le passage du tunnel sous l'A2. Durant deux ans de creusement l'installation de monitoring assurait la sécurité du trafic de transit sur l'autoroute A2.

Th. Heiniger

A nord del Ceneri la nuova linea ferroviaria NTFA raggiunge il portale del tunnel grazie ad un viadotto che attraversa il piano di Magadino. Il portale si trova direttamente al di sotto della principale via di transito Nord-Sud, cioè dell'autostrada A2. Questa zona del Piano umida e paludosa condiziona fortemente il nuovo tracciato. Infatti, già in passato ha causato ad altri progetti edilizi assestamenti fino a 1.2 m. Prevenire che forti assestamenti possano danneggiare il viadotto previsto, tutta la zona interessata è stata sottoposta a precarichi costituiti da materiale di scavo proveniente dalla galleria di base del Gottardo. Al fine di verificare gli effetti di tale precarico e garantire la sicurezza dell'A2 durante i lavori dell'attraversamento in sotterranea della stessa, è stato deciso di monitorare l'intera zona, con particolare attenzione al tratto dell'A2. I primi 50 metri di scavo del tunnel attraversano materiale depositato per la costruzione della rampa autostradale, che sale sul Ceneri.

Lotto 704: monitoraggio dei cedimenti

I lavori di monitoraggio sono stati messi a concorso come lotto a sè stante. L'appalto per il monitoraggio delle zone descritte di seguito è stato concesso all'IG CeneriMonitor, un gruppo di lavoro guidato da Amberg Technologies e con la partecipazione di BSF Swissphoto. Entrambe le imprese hanno sede a Regensdorf e sono pure impegnate con il monitoraggio per conto di AlpTransit Gotthard SA di tre dighe di sbarramento situate sopra il tunnel di base del Gottardo.

Controlli manuali

L'assestamento del piano è rilevato periodicamente con oltre 110 punti di controllo. A tal scopo sono stati installati già prima dell'inizio del deposito di materiale degli assestimetri, che sono stati innalzati man mano, con l'aumentare della quota dei cumoli. Le misurazioni avvengono in maniera geodetica con un tacheometro e si riferiscono al sistema di inquadramento principale. Gli assestamenti massimi rilevati in questo settore

ammontano a 90 cm; ciò corrisponde alle previsioni degli ingegneri. Con lo stesso intervento di misurazione, sono pure controllati alcuni tratti del sedime esistente della ferrovia FFS, compresi i ponti. L'intervallo di misurazione è stato adeguato in modo flessibile ai lavori di costruzione, con una cadenza regolare di 14 giorni. Tali misurazioni consentono di valutare l'andamento e l'ampiezza dell'assestamento a lungo termine.

Controllo automatico dell'A2

Per il controllo dell'attraversamento in sotterranea dell'A2 viene utilizzato il sistema di monitoraggio in rete DC3, che permette di rilevare importanti deformazioni nel settore dell'autostrada, garantendo così, grazie ad un sistema d'allarme automatico in caso di superamento dei valori limite, un utilizzo sicuro del più importante collegamento Nord-Sud della Svizzera. Misurazioni di assestamenti e del livello idrico nel sottosuolo presso due dei pilastri del viadotto sul Piano di Magadino sono pure state collegate al sistema di monitoraggio, consentendo in tal modo un controllo dell'andamento dell'assestamento a diverse profondità, sino a 60 m, durante il precarico.

Monitoraggio geodetico di superficie

Lungo l'A2, sul pendio e nel perimetro previsto per il portale, sono stati installati in totale 48 prismi, su cui si effettuano rilievi a scadenza oraria, per mezzo di due tacheometri del tipo Leica TCA1800. I dati così rilevati permettono la valutazione delle deformazioni in superficie. Il sistema utilizzato, che assume pure la funzione d'osservazione a lungo termine del corpo stradale, rileva movimenti con una sensibilità prestabilita di 3 mm. Ciò richiede una grande stabilità del sistema di monitoraggio. Le osservazioni a lungo termine hanno dimostrato che con buone condizioni meteorologiche i requisiti richiesti sono ampiamente rispettati. Per controllare la stabilità a lungo termine dei punti di inquadramento, sono stati installati quattro punti GPS.

Monitoraggio geotecnico di profondità

I tacheometri non sono ideali per rilevare tempestivamente eventuali movimenti causati da eventi improvvisi. Pertanto tali movimenti vengono registrati da una fitta rete di sensori geotecnici ad intervalli di ca. 3 minuti. Questi sono installati in fori orizzontali lunghi fino a 50 m, che decorrono ad una profondità fra 4 ed 8 metri sotto la carreggiata dell'A2. Sul pendio a valle dell'autostrada dei fori di 30 m di profondità sono pure stati provvisti di sensori.

In totale sono stati utilizzati i seguenti sensori:

- 4 perforazioni orizzontali con 70 inclinometri uniassiali concatenati
- 6 perforazioni verticali con 75 inclinometri biassiali concatenati
- in 2 delle perforazioni verticali 3 sensori ciascuna per il rilevamento longitudinale (estensimetri)
- 2 perforazioni sul lato a monte, con ciascuna 5 sensori piezometrici.

Gli inclinometri orizzontali concatenati rilevano gli assestamenti, gli inclinometri biassiali verticali rilevano gli spostamenti trasversali su 2 assi. I sensori di variazione longitudinale evidenziano gli spostamenti lungo le perforazioni verticali, e quindi gli assestamenti in profondità. Le misurazioni dei piezometri rilevano la pressione idrica nei vari strati acquiferi del corpo stradale. I tacheometri misurano gli spostamenti e gli assestamenti assoluti degli apici delle perforazioni. In tal modo i risultati delle misurazioni geotecniche possono essere meglio interpretate e comparate con le misurazioni geodetiche.

Elaborazione dei dati

I dati rilevati dal sistema di misurazione automatico vengono analizzati e gestiti direttamente sul posto, nel sistema stesso. Questo consente la generazione automatica di grafici rappresentativi dopo ogni singolo rilievo. Tali grafici sono poi caricati ad intervalli predefiniti sul portale internet GEOvis sviluppato da Amberg Technologies. I vari responsabili del progetto hanno così costante accesso ai gra-

fici attuali, come pure ad altri dati archiviati. Le misurazioni manuali vengono elaborate entro il giorno successivo il rilievo e i relativi diagrammi vengono pure messi a disposizione su GEOvis.

Sistema d'allarme

L'ingegnere progettista ha stabilito due livelli di valore limite per i movimenti massimi consentiti. Se nel corso di una misurazione viene rilevato il superamento di tali valori, il sistema di monitoraggio trasmette automaticamente al personale responsabile un segnale d'allarme via SMS e un messaggio vocale su chiamata telefonica. I riceventi sono obbligati di confermare la ricezione, in caso contrario vengono allarmati con la stessa procedura i loro sostituti. In caso d'allarme, i grafici aggiornati vengono immediatamente messi a disposizione su GEOvis, consentendo ai responsabili una tempestiva valutazione e interpretazione della situazione.

Conclusioni

Il sistema di misurazione automatico è stato attivato ca. 1 anno prima dell'inizio dei lavori effettivi d'avanzamento nel tunnel. Ciò è indispensabile in progetti di monitoraggio così complessi, in quanto è necessario raccogliere esperienze sul sistema installato, al fine di poter conoscere in anticipo il comportamento dello stesso in diverse situazioni ambientali. Il sistema di allarme è stato attivato nel novembre del 2008, e la fase critica dell'attraversamento in sotterranea è stata superata alla metà del 2010. Gli assestamenti misurati, di max. 14 cm, corrispondono alle previsioni di calcolo degli ingegneri. Grazie ad un sistema intelligente di verifica interna si sono potuti evitare falsi allarmi, ad eccezione di due soli casi.

Mentre i sensori geotecnici in generale non hanno subito condizionamenti ambientali, e hanno così potuto garantire costantemente il sistema d'allarme, le misurazioni geodetiche erano sottoposte a diverse sfide. La veloce crescita della vegetazione e gli intensi spruzzi causati dal traffico in caso di pioggia hanno richiesto

frequenti interventi di disboscamento e di pulizia dei prismi. Intense nevicate hanno in parte reso impossibile la visibilità dei prismi, e non da ultimo, ci siamo trovati a confrontarci con la distruzione di punti di misurazione dovuti ad incidenti automobilistici, a cantieri sull'autostrada, o ad atti di vandalismo.

In conclusione si può affermare che il concetto scelto per le attività di misurazione e il sistema d'allarme si sono rivelati perfettamente efficienti, anche se bisogna ammettere che la necessaria disponibilità 24 ore su 24 è stata d'enorme stress per il personale dell'IG CeneriMonitor. Pertanto non solo tutte le persone coinvolte nel progetto sono soddisfatte della conclusione positiva dei lavori d'attraversamento sotterraneo dell'A2, ma soprattutto i nostri specialisti di monitoraggio dell'IG CeneriMonitor potranno finalmente dormire sonni tranquilli, senza più la minacciosa presenza del loro cellulare acceso sul comodino.

Thomas Heiniger
Amberg Technologies AG
Trockenloostrasse 21
CH 8105 Regensdorf-Watt
theiniger@amberg.ch