

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 98 (2000)

Heft: 12

Artikel: Misurazioni dell'impresa

Autor: Licordari, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-235697>

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: 25.01.2026

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

Misurazioni dell'impresa

Al geometra dell'impresa è affidato il compito di fissare e misurare per primo le poligonali principali nonché di controllare e gestire le strumentazioni che fanno parte dei vari sistemi di avanzamento quali:

- Laser tradizionale e sistema di guida Zed montato sulla fresa nel tratto in molassa da Brunau al portale di Thalwil (lotto 3.01)
- Sistema di guida VMT montato sulla fresa nel tratto in materiale misto da Brunau verso il portale di Zurigo (lotto 2.01)
- Laser tradizionale e sistema di guida Bever installato sui Jumbo nello scavo convenzionale con esplosivi nelle diramazioni dall'asse principale del lotto 3.01 al portale di Thalwil.

Der Geometer der Unternehmung ist für die erste Messung und Fixierung des Hauptpolygonzuges verantwortlich sowie für die Kontrolle und Unterhalt der Messinstrumente, welche für die verschiedenen Vortriebssysteme gebraucht werden:

- Steuerleitsystem ZED und Laser montiert auf Tunnelbohrmaschine im Molassevortrieb Brunau Richtung Thalwil (Los 3.01)
- Steuerleitsystem VMT montiert auf Tunnelbohrmaschine im Lockergesteinvortrieb Brunau Richtung Portal Zürich (Los 2.01)
- Bever Datenführungssystem montiert auf Jumbo Atlas Copco im konventionellen Sprengvortrieb im Bereich der Abzweigungsstrecke Nidelbad bis zum Portal Thalwil.

Le géomètre de l'entreprise est responsable de la première mensuration et de la fixation de la polygonale principale ainsi que du contrôle et de l'entretien des instruments de mensuration qui sont nécessaires pour les divers systèmes de percement:

- Système de conduite ZED et laser montés sur le tunnelier pour le percement de la molasse de Brunau en direction de Thalwil (Lot 3.01)
- Système de conduite VMT monté sur tunnelier pour le percement en terrain meuble de Brunau en direction du portail de Zürich (Lot 2.01)
- Bever système de conduite de données monté sur Jumbo Atlas Copco pour les travaux conventionnels de minage dans la région du tronçon de déviation Nidelbad jusqu'au portail de Thalwil.

F. Licordari

Strumenti in dotazione

- Livello Wild NA2 con lamina piana parallela e stadia Invar di 2 m e 3 m.
- Teodolite Wild T2000 con Distomat Wild DI5 sostituibile con Disto Plus Leica, che consente di rilevare punti senza prisma fino a 90–100m, completato da registratori dati Wild GRE4.
- Teodolite Leica TCA 1800 motorizzato equipaggiato con ATR ricerca automatica dei prismi.

- Teodolite Leica TCRA 1101 motorizzato completo di ATR, distanziometro senza prismi 40–50 m laser coassiale e con il programma TMS Amberg per il rilievo automatico di profili orizzontali e trasversali.

Poligonale principale

La poligonale in galleria è realizzata e misurata la prima volta dall'impresa con punti in pozzetti ogni 250 m in prossimità dell'asse, questo metodo imposto dalla direzione lavori, pur riducendo gli effetti negativi dovuti alla rifrazione, non consente al geometra molta libertà durante una giornata di normale lavoro per via dell'in-

tenso traffico, per questo in prossimità di ogni punto poligonale principale vengono fissati a paramento minimo tre SBB Bolzen che consentono il montaggio di prismi Leica con cui a mezzo di intersezione inversa è possibile stazionare anche in prossimità del paramento con il vantaggio di non dover aprire i coperchi dei pozzetti in asse, di non intralciare il traffico, di poter misurare ulteriori punti avanzati su mensole, in prossimità della fresa e nella zona del carro di servizio, che verranno usati per le misure dei laser e dei sistemi automatici di misurazione, quali ZED e VMT (fig. 1), nonché nel lotto 2.01 per il tracciamento dei casseri dell'anello interno.

Nelle bretelle scavate all'esplosivo non sono disponibili pozzetti in asse, sono pertanto montate a paramento, alternate a destra e a sinistra, delle mensole smontabili realizzate dall'officina meccanica di precisione Baecheler di Ginevra che garantiscono una precisione di 0.1 mm nel montaggio.

Molta cura è dedicata nella misurazione della poligonale in quanto i controlli della direzione lavori non sono immediati, le misure dell'impresa sono come minimo avanzate di 500 metri rispetto all'ultimo punto controllato, e un eventuale differenza in asse o quota negli avanzamenti meccanici non potrà più essere corretta. Molta cura anche nei capisaldi di livellazione fissati a paramento ogni 30 m e misurati con livellazione di precisione in andata e ritorno con stadie invar e lamina piana parallela.

Sistema ZED

Il sistema ZED-260 di fabbricazione inglese, permette di controllare con precisione la posizione della fresa durante l'avanzamento, questo indica all'operatore le deviazioni della macchina dall'asse previsto di modo che si può rapidamente intervenire con le necessarie correzioni.

Il sistema è collegato ad un teodolite T1000 Leica motorizzato con laser (fig. 2), montato a paramento su di una mensola misurata in precedenza dalla poligonale principale con altro teodolite, questo

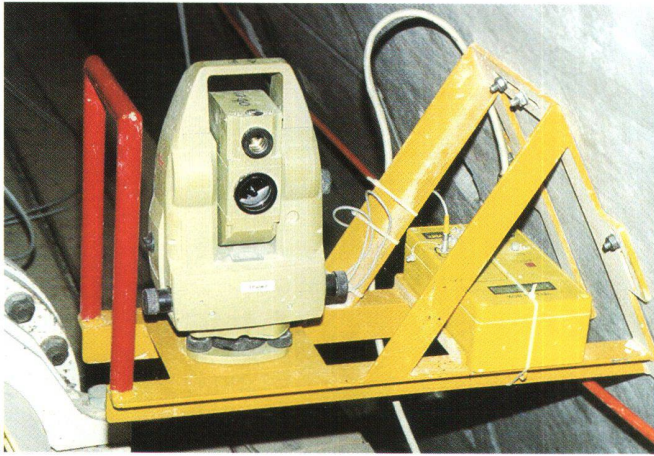


Fig. 1: Stazione VMT con Leica TCA 1100 e Yellow Box.



Fig. 2: Sistema di guida ZED-260 con teodolite 71000.

segue automaticamente un bersaglio di posizione nota montato sulla fresa, i dati delle misurazioni vengono continuamente inviati per l'elaborazione ad un Laptop nella cabina di comando.

Su di un semplice monitor a led rossi vengono visualizzate in mm le differenze in asse e in quota, la progressiva di avanzamento, le pendenze trasversali e longitudinali della fresa. L'asse del tunnel è memorizzato sotto forma di un normale file di testo con sequenza di punti più fitti in curva e in clotoide rispetto al rettilineo. Il programma che gira sotto DOS è fornito con lo ZED-260, un sistema non recente, è probabile che della stessa ZED Instrument esista una versione più attuale, comunque per sicurezza, in considerazione dei suoi anni di servizio, lo ZED-260 è stato sempre affiancato da un laser tradizionale montato a paramento e puntato su due mire allineate sul lato destro, una dietro e l'altra su una posizione più avanzata della fresa, questo accorgimento ha consentito una perfetta esecuzione dello scavo del lotto 3.01 in direzione di Thalwil che nella sua lunghezza di 5,5 km non presenta in nessun punto differenze in asse e quota superiori ai 3 cm.

Sistema VMT

Simile allo ZED il VMT è di concezione tedesca, un teodolite motorizzato Leica TCA1100 (fig. 1) montato su di una mensola a paramento invia il raggio del suo

laser su di una mira ELS (Electronic Laser System (fig. 4) questa è un ricevitore intelligente e del raggio laser inviato è in grado di calcolare al suo punto di impatto la posizione Hz e V. Nella mira sono integrati degli inclinometri che misurano gli angoli di rollio e di tangenza della fresa. L'angolo di deviazione è calcolato a partire dall'angolo d'incidenza del raggio laser sulla mira ELS la quale è solidale al corpo della fresa ed è stata posizionata in fase di installazione pertanto le sue misure di montaggio in rapporto all'asse della fresa stessa sono perfettamente conosciute.

Ad assicurare l'alimentazione elettrica del

teodolite e del suo laser provvede la Yellow Box, questa permette inoltre la comunicazione con un normale PC sistemato nella cabina di comando provvisto del programma ACS-II della Tacs di Monaco di Baviera (fig. 3).

Dal PC è possibile orientare il teodolite, inoltre si possono determinare le coordinate della mensola successiva su cui lo stesso teodolite verrà, con l'avanzamento della fresa successivamente montato, naturalmente queste misurazioni vengono controllate dal geometra con un altro teodolite, si è però potuto constatare che le differenze sono nulle o minime, contenute in qualche mm.



Fig. 3: PC VMT nella cabina di guida.

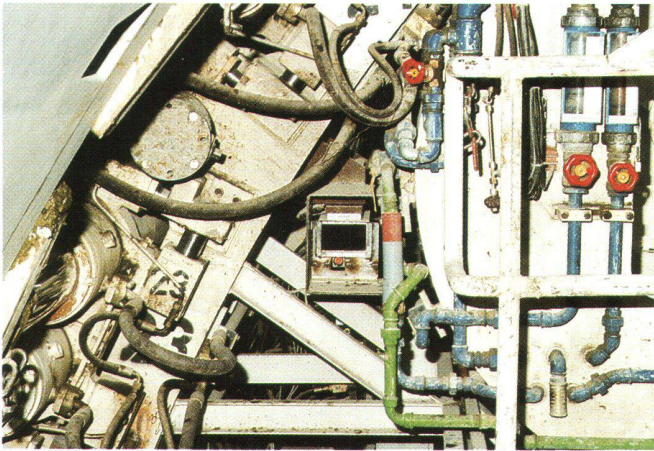


Fig. 4: Tavola di puntaggio ELS per sistema VMT.



Fig. 5: Fresa con le due tavole di puntaggio.

Il programma ACS-II costituisce il nodo del sistema e a partire da tutti i dati che gli vengono inviati calcola la posizione esatta e la tendenza di avanzamento della fresa, degli anelli montati nonché le correzioni da apportare agli anelli stessi e alla lunghezza dei pistoni. Il tutto viene mostrato su di un monitor sotto forma numerica e grafica, e girando il programma sotto Windows è estremamente amichevole e facile da gestire.

Al VMT all'inizio dell'avanzamento era stato anche affiancato per controllo un laser tradizionale, successivamente però, accertata l'alta affidabilità del sistema vi si è rinunciato anche perché lo spazio per il montaggio di un laser era praticamente inesistente, come forma di controllo si è preferito mirare punti conosciuti della fresa con un teodolite durante il controllo delle coordinate delle mensole già misurate dal VMT. Gli elementi dell'asse del tunnel sono anche questi forniti al programma sotto forma di un file di testo, ma non per successione di punti più o meno fitti, bensì indicando solo gli elementi geometrici principali del tracciato, il programma è in grado di calcolare l'asse in ogni suo punto.

Sistema BEVER

Di tutti è senz'altro il più semplice da gestire per il cantiere ma senza dubbio la sua messa a punto da parte della Bever Control as di Lierskogen in Norvegia sarà stata la più laboriosa e complessa. Il sistema

è fornito in opzione con i Jumbo della Atlas Copco in due versioni, una che prevede solo la navigazione, l'altra completa di un profiler montato vicino alla cabina che rileva lo scavo già eseguito nella zona dei bracci mediante una impressionante quantità di punti presi sulla calotta e sui paramenti, in pochi minuti sul monitor di bordo è possibile visualizzare graficamente il profilo con la sua progressiva, mentre nella forma numerica mostra le differenze con lo scavo teorico.

Le misurazioni dei profili sono registrate su cassette e possono poi essere elaborate con un normale PC in ufficio, le aree di scavo non sono calcolate automaticamente, per questo si provvede a normali rilievi con il programma Proscan Amberg fornito con il Teodolite Leica TCRA 1101 Plus.

Per la navigazione il geometra provvede al montaggio di un laser a paramento, se il tunnel procede in curva conviene che venga fissato ad una quota più elevata della cabina del Jumbo, il raggio può essere direzionato liberamente preoccupandosi solo che questo rimanga il più a lungo possibile nel profilo di scavo, per la pendenza del laser è consigliato ma non obbligato di usare la stessa della galleria. Anche il programma Bever gira sotto Windows, ma contrariamente agli altri sistemi questo viene montato solo sul PC in ufficio dove l'asse viene memorizzato sotto forma di un file di testo mediante lista di punti successivi nella forma X-Y-Z, è

comunque consigliata una sequenza molto fitta di punti, mentre per il raggio laser si devono fornire tre punti posizionati sulla sua retta sempre nella forma X-Y-Z, questi dati vengono memorizzati con il PC in ufficio su cassette che vengono introdotte nel computer di bordo dei Jumbo. A questo punto per il tracciato dello scavo due mire vengono montate a scelta su un braccio del Jumbo (fig. 5), questo deve essere orientato in modo che il raggio le centri entrambe, nel computer di bordo viene introdotta la progressiva dell'avanzamento e la cassetta registrata in ufficio, una volta elaborati i dati un raggio parte dal Jumbo indicando il centro della galleria e sul monitor appare lo schema dei fori, precedentemente anch'esso registrato, sempre con la guida del computer i bracci vengono indirizzati sui fori da eseguire.

Profili dei controlli di scavo vengono eseguiti sistematicamente ogni 4 m ed è veramente raro trovarne uno non in ordine confermando l'alta affidabilità del sistema, comunque per controllo il cantiere dispone delle tradizionali tabelle degli spostamenti laser e che possono essere usate in caso di panne del sistema o nell'eventuale uso di un Jumbo sprovvisto di Bever.

Geom. Francesco Licordari
CSC Impresa di Costruzioni
Via Pioda 5
CH-6900 Lugano
e-mail: licordari@bluewin.ch