



CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

---

**LINEE GUIDA**

**SICUREZZA DELLA FASE DI SCAVO  
IN GALLERIE REALIZZATE  
CON TECNICA TRADIZIONALE**

***Settembre 2015***

Questo documento contiene indicazioni sulle modalità organizzative inerenti lo scavo di una galleria realizzato con tecnica tradizionale.

## **PREMESSA**

La velocità di avanzamento del fronte e degli altri scavi previsti dal progetto (arco rovescio, nicchie, by-pass, ecc.) dipende in modo diretto, oltre che dal livello di approfondimento e di dettaglio di tale progetto, anche dal livello di organizzazione del cantiere, dalla disponibilità e dalle caratteristiche degli impianti e delle attrezzature e dall'entità delle risorse umane disponibili. In altri termini è strettamente correlata alle risorse economiche e tecniche allocate.

È interesse dell'impresa esecutrice massimizzare la velocità di avanzamento del fronte poiché è la progressione dello scavo che rende esigibili le risorse economiche provenienti dall'esecuzione dei lavori dell'appalto.

Questo obiettivo, di per sé legittimo, non può andare a discapito delle condizioni di sicurezza degli addetti.

Per questa ragione nella presente Linea Guida si danno indicazioni sul legame che deve unire la direzione del cantiere-galleria con chi esegue la fase di scavo.

Queste Linee Guida sono state redatte dal gruppo di lavoro Grandi Opere del Coordinamento Tecnico Interregionale PSAL delle Regioni e delle Province Autonome. Alla redazione hanno contribuito anche operatori dei Servizi PSAL ed un Professore Ordinario della Scuola di Ingegneria e Architettura, Dipartimento DICAM, dell'Università di Bologna.

Il documento è stato ratificato dal Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di lavoro e approvato dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano (D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., art. 2, lettera z).

## **0. INTRODUZIONE**

Le attività di scavo in galleria sono fasi di lavoro a rischio di gravi incidenti per la presenza di pareti di roccia o terreno appena messe a vista ed a causa di spazi e tempi operativi ridotti che comportano inevitabilmente elevata concentrazione di mezzi e di personale.

I più moderni principi dell'ingegneria degli scavi impongono, nella realizzazione di gallerie con tecniche di scavo tradizionali (caratterizzate da elevata incidenza di meccanizzazione), la continuità delle diverse azioni elementari che concorrono a garantire l'avanzamento dello scavo. La buona conduzione del ciclo di scavo (abbattimento, sgombero del materiale scavato, disaggio, caricamento del materiale su mezzi di trasporto e rivestimento di 1<sup>a</sup> fase) permette di conseguire migliori livelli di remunerazione.

In altri termini, soddisfatte le esigenze di risorse, le suddette “operazioni di scavo” vanno concepite e condotte con approccio unitario e con l’ottimizzazione del concatenamento tra le diverse azioni elementari al fine di garantire la razionalità dell’organizzazione del cantiere, l’ottimizzazione del dimensionamento delle risorse, e la massima economicità per l’impresa esecutrice.

Anche la sicurezza dei lavoratori durante la fase di scavo richiede un approccio unitario e la razionalità dell’organizzazione del cantiere al fine di minimizzare i rischi connessi alle lavorazioni e quelli legati alle interferenze, agli spazi operativi ed ai tempi di esecuzione ristretti.

Le indicazioni, fornite dalla presente Linea Guida, traggono ispirazione dai principi stabiliti negli artt. 15 e 28 del D.Lgs. 81/08.

## 1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Linea Guida tratta dei problemi di sicurezza, connessi all’organizzazione ed alla conduzione della fase di scavo in gallerie realizzate con tecnica tradizionale, e delle misure di buona tecnica che devono essere poste in essere per garantire l’incolumità fisica degli operatori durante lo scavo.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. n. 320 del 20/03/1956 “Norme per la prevenzione degli infortuni e l’igiene del lavoro in sotterraneo”;

D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008 “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e successive modifiche ed integrazioni

## 3. TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

- a. **Azione elementare:** ogni attività specifica che contribuisce, mediante legami logici con altre, a portare a compimento una delle fasi di lavoro;
- b. **Diagramma di Gantt:** strumento di supporto alla gestione dei progetti, così chiamato in ricordo dell’ingegnere statunitense Henry Laurence Gantt (1861-1919). E’ costruito partendo da un asse orizzontale – a rappresentazione dell’arco temporale del progetto, suddiviso in fasi incrementali (ad es. giorni, settimane, mesi) – e da un asse verticale – a rappresentazione delle mansioni o attività che costituiscono il progetto. Il diagramma mette in relazione l’arco temporale complessivo del progetto con la tempistica delle singole attività elementari che costituiscono il progetto stesso, permettendo sia di governare i tempi di esecuzione dell’opera sia di evidenziare le sovrapposizioni temporali tra le diverse attività;

Il diagramma di Gantt è uno degli strumenti più rappresentativi del cronoprogramma previsto come contenuto del PSC.

In pratica, l'asse delle ordinate riporta l'elenco delle attività elementari ed in corrispondenza ad ognuna di esse è tracciata una barra, la cui lunghezza ne rappresenta la durata temporale. Le barre possono sovrapporsi durante il medesimo arco temporale quando le attività si svolgono in parallelo.

Il diagramma di Gantt è di fatto una rappresentazione grafica del calendario delle attività, finalizzato a pianificare, coordinare e tracciare specifiche attività in un progetto ed a dare una chiara rappresentazione dello stato di avanzamento complessivo del progetto. D'altro canto, il Gantt non considera l'interdipendenza funzionale delle attività, caratteristica della programmazione reticolare (diagramma PERT);

- c. **Diagramma di PERT (Project Evaluation and Review Technique):** metodo statistico di determinazione dei tempi delle attività di progetto. Rispetto alla semplice stima a valore singolo, il metodo presuppone la determinazione di un valore di stima ottimale, probabile e pessimistico che risulta più adeguato a valutare tempi e costi di attività di progetto che presenta incertezza o complessità. Tramite questo strumento si controllano le attività di un progetto mediante una rappresentazione reticolare che considera l'interdipendenza tra tutte le attività necessarie al suo completamento, evidenziando le interdipendenze critiche. L'algoritmo non elabora una sequenza temporizzata delle attività stesse, in altri termini non considera la disponibilità delle risorse in quanto assume che siano infinite;
- d. **Fasi di lavoro:** insieme di processi costruttivi specialistici che contribuiscono alla realizzazione della galleria. Alcune fasi sono vincolate a succedersi in serie, altre sono realizzabili in parallelo. Le principali fasi di lavoro sono: il preconsolidamento (eventuale), lo scavo, la costruzione del rivestimento di prima fase, la costruzione del rivestimento definitivo;
- e. **Piano Operativo di Sicurezza (POS):** documento predisposto dal datore di lavoro prima dell'inizio dell'attività nel cantiere e che contiene la valutazione dei rischi. Obiettivo del POS è quello di descrivere in dettaglio le misure di protezione e protezione da adottare nelle attività di cantiere al fine di salvaguardare l'incolumità fisica dei lavoratori;
- f. **Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC):** documento che il Coordinatore per la Progettazione dell'Opera, su indicazione del Committente deve redigere in fase di progettazione. E' costituito da una relazione tecnica e prescrizioni correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione, atte a prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori ivi compresi i rischi particolari nonché la stima dei costi della sicurezza;
- g. **Project management:** in italiano "Gestione di progetto" insieme di attività volte alla realizzazione degli scopi/obiettivi di un progetto. In altri termini: applicazione di conoscenze, attitudini e strumenti alle attività di un progetto al fine di conseguire gli obiettivi. La sfida principale del project management è quella di raggiungere gli obiettivi del progetto restando all'interno del perimetro costituito dai vincoli

determinati dal contesto del committente: costo, tempo, scopo. La sfida secondaria è quella di ottimizzare l'allocazione delle risorse e integrare gli input necessari a raggiungere gli obiettivi definiti. Ciò si ottiene risolvendo i problemi e mitigando i rischi.

Il "Project Management", che rappresenta l'insieme di attività, di durata finita nel tempo, rivolte alla realizzazione del progetto, include la pianificazione, l'esecuzione ed il controllo del progresso delle singole attività che realizzano l'opera e mira ad ottenere:

- la gestione efficace;
- il rispetto dei tempi;
- il rispetto dei costi;
- il rispetto della qualità;
- il razionale impiego delle risorse umane;
- il controllo dei rischi;
- la cura delle comunicazioni;
- la cura delle fonti di approvvigionamento.

Il Project Management è una tecnica gestionale particolarmente efficace nei progetti complessi (molte risorse, lunghi tempi di esecuzione, complessità tecnica), nei progetti critici (per tempi di consegna, per budget disponibile, per qualità), composti da più sottoprogetti, contemporanei, con un significativo livello di rischio imprenditoriale.

#### **4. INTERFERENZA TRA AZIONI ELEMENTARI DI SCAVO**

In una galleria realizzata con tecnica tradizionale, l'avanzamento del fronte è conseguito attraverso la seguente successione di azioni elementari: preconsolidamento del fronte, abbattimento della roccia o del terreno al fronte, sgombero del fronte dall'abbattuto, caricamento su mezzi di trasporto del frantumato, disgiungimento delle pareti e del fronte "freschi di scavo", rivestimento di 1<sup>a</sup> fase.

In funzione della tecnica di abbattimento adottata, l'abbattimento, lo sgombero ed il caricamento possono essere svolti in sequenza o in parallelo, con un grado di contemporaneità più o meno elevato, ma non possono mai essere considerati indipendenti l'uno dall'altro anche quando avvengono senza sovrapposizione temporale. Infatti, occorre sempre considerare le interferenze generate dalla sovrapposizione degli spazi funzionali e dei rischi connessi alle varie lavorazioni.

Ad esempio, nel caso della modalità di avanzamento con perforazione e sparo le azioni elementari sono nettamente distinte l'una dall'altra e non sono ammissibili contemporaneità. Terminata la perforazione, la macchina operatrice (jumbo) deve essere allontanata dal fronte fino ad una distanza che, per ragioni di economicità, deve essere quanto più limitata possibile ma, d'altra parte, tenuto conto che il jumbo parcheggiato costituisce un ingombro importante, deve essere tale da liberare la zona operativa del fronte e renderla disponibile alle successive azioni elementari.

Più in generale, nella realizzazione di una galleria con tecnica tradizionale, la zona a ridosso del fronte (di ampiezza variabile in dipendenza della sezione tipo adottata) è quella

che è caratterizzata dalla maggiore densità di lavorazioni (macchine, impianti, uomini), mentre il tratto compreso tra l'imbocco ed il fronte assolve la funzione di collegamento con l'esterno. Anche le zone di lavoro per la costruzione dell'arco rovescio, delle murette e del rivestimento definitivo dei paramenti e della calotta contribuiscono ad aumentare l'interferenza tra le lavorazioni ed i conseguenti rischi.

Ad esempio, per eseguire contemporaneamente l'avanzamento al fronte e la costruzione dell'arco rovescio, occorre adottare un ponte che scavalchi la zona di realizzazione dell'arco (scavo e getto) per assicurare il passaggio dei mezzi da e per il fronte.

## **5. APPROCCI TECNICO – SCIENTIFICI ALLA SICUREZZA**

I concetti sopra esposti ovvero, la gestione razionale del sistema costituito da più azioni elementari tra loro correlate, l'ottimizzazione del dimensionamento delle risorse economiche, degli impianti, delle attrezzature e delle risorse umane, si realizzano con approcci dell'ingegneria gestionale ampiamente diffusi e la cui efficacia trova unanime consenso nella comunità tecnico scientifica.

I classici strumenti di gestione e controllo della realizzazione del progetto (Gantt, PERT, Project Management), imponendo il coordinamento unitario di tutte le azioni elementari che concorrono alla realizzazione dell'opera, permettono di individuare, valutare, mitigare e ridurre i rischi di infortunio.

La legge di correlazione tra la sicurezza e la gestione del progetto (spazi operativi, tempi di esecuzione, stretto coordinamento tra le diverse azioni elementari, gestione unitaria del budget e, più in generale, degli aspetti economici, ecc.) è patrimonio culturale comune.

Questi concetti devono trovare applicazione in sede di pianificazione dei lavori negli strumenti di progettazione della sicurezza (PSC e POS).

## **6. UNITARIETÀ TRA DIREZIONE DEL CANTIERE – GALLERIA ED OPERA DI SCAVO**

È ampiamente noto che l'avanzamento del fronte è la fase che comporta il maggior rischio infortunistico. Ne discende che le scelte organizzative devono armonizzare, al massimo grado, i rapporti tra le diverse azioni elementari che concorrono a realizzare l'avanzamento del fronte e devono escludere duplicazioni e sovrapposizioni nella catena di comando.

Le migliori condizioni di sicurezza al fronte si ottengono quindi solo garantendo unità tra direzione del cantiere - galleria ed esecuzione della fase di scavo (avanzamento del fronte).

La fase di scavo è costituita dalle sotto elencate azioni elementari:

- abbattimento della roccia o del terreno al fronte;
- sgombero dell'abbattuto fino al caricamento su mezzi di trasporto;
- disgiungimento delle pareti e del fronte "freschi di scavo";

- rivestimento di 1<sup>a</sup> fase (centine, spritz beton, bulloni, ecc.);
- scavo dell'arco rovescio quando la sua esecuzione è imprescindibile dallo scavo del fronte.

Per tutto quanto sopra esposto, il subappalto, anche di una sola di dette azioni elementari, non garantisce l'unicità del governo e la correlazione tra le diverse azioni ed introduce un rischio infortunistico inaccettabile.

La fase di scavo deve essere, quindi, eseguita direttamente dall'impresa che detiene la direzione del cantiere - galleria.

BOLZA

## Indice

	<b>PREMESSA.....</b>	<b>pag</b>	<b>2</b>
<b>0</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>pag</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....</b>	<b>pag</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>pag</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI.....</b>	<b>pag</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>INTERFERENZA TRA AZIONI ELEMENTARI DI SCAVO.....</b>	<b>pag</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>APPROCCI TECNICO - SCIENTIFICI ALLA SICUREZZA.....</b>	<b>pag</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>UNITARIETÁ TRA DIREZIONE DEL CANTIERE – GALLERIA ED OPERA DI SCAVO.....</b>	<b>pag</b>	<b>6</b>