

**REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI  
INFRASTRUTTURALI NELLA  
VALLE DI LANAITHO**

L.R. 8 MAGGIO 2025 N. 12 TABELLA N. COD. INT. N 235 9 5 2.  
CUP J12E25000410002 CIG B978706F21

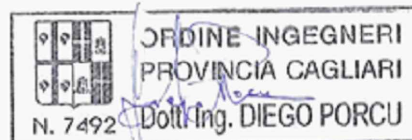
S.01.0

**PRIME INDICAZIONI SULLA  
SICUREZZA**

**PROGETTISTA INCARICATO  
DPPROGETTAZIONI S.R.L.  
AMMINISTRATORE UNICO  
ING. DIEGO PORCU**



DPROGETTAZIONI S.R.L.  
VIA EMILIO SERENI N° 16  
08100- Nuoro (NU)  
RIVA: 01654830916



**COMMITTENTE  
COMUNE DI OLIENA**

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
GEOM. GIOVANNI IGNAZIO TEDDE**



DPROGETTAZIONI S.R.L.  
SEDE LEGALE: VIA EMILIO SERENI N° 16 08100 NUORO  
SEDE OPERATIVA: VIA F.LLI KENNEDY N°10 08100 NUORO  
TEL.0784 442425 - MOB. 349 5281805  
MAIL INFO@DPROGETTAZIONI.IT - P.E.C. DPPROGETTAZIONI@PEC.IT

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce il documento delle prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei Piani di Sicurezza, redatta ai sensi dell'art. 17, comma 1, lett. f) del D.Lgs. 36/2023 e dell'Allegato I.7, da allegare al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo alle opere di:

### **“REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI NELLA VALLE DI LANAITHO” – Comune di Oliena (NU)**

Essa ha lo scopo di:

- ✓ individuare i principali rischi connessi alle lavorazioni previste;
- ✓ definire le misure preventive e protettive di carattere generale;
- ✓ fornire le basi per la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) nelle successive fasi progettuali.

## 2. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE LAVORAZIONI

Le lavorazioni previste possono essere così sintetizzate:

### **2.1. Sistema di approvvigionamento idrico**

- Installazione di **pompa sommersa** in ambiente carsico;
- Calo della pompa, della **tubazione idrica** e della **linea elettrica** all'interno di un cunicolo verticale naturale (profondità circa 70–80 m);
- Fissaggio di tubazioni e cavi alle pareti mediante:
  - collari in acciaio inox;
  - tasselli da roccia;
- Realizzazione di tratto di condotta esterna ( $\approx$  250 m).

### **2.2. Impianti elettrici e fotovoltaici**

- Installazione di moduli fotovoltaici in copertura;
- Realizzazione di quadri elettrici e sistema di accumulo;
- Posa linee elettriche e sistemi di protezione.

### **2.3. Opere edili accessorie**

- Realizzazione vano tecnico;
- Basamento per gruppo elettrogeno;
- Sistemazioni puntuali e posa cavidotti.

## 3. INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI RISCHI

### **3.1. Rischi generali di cantiere**

Nell'ambito delle lavorazioni previste, pur in presenza di un contesto ambientale peculiare e di attività altamente specialistiche, si riscontrano anche i rischi generali tipici delle attività di cantiere, che devono essere adeguatamente valutati e gestiti sin dalle prime fasi progettuali.



Le operazioni di trasporto, movimentazione e installazione delle attrezzature e dei materiali comportano l'impiego, seppur limitato e compatibile con il contesto ambientale, di mezzi d'opera e attrezzature meccaniche. Ciò espone i lavoratori al rischio di investimento o urto, in particolare nelle aree di accesso e nelle zone di carico e scarico, dove le interferenze tra operatori e mezzi possono risultare più frequenti.

Un ulteriore rischio significativo è rappresentato dalla possibile caduta di materiali dall'alto, soprattutto durante le fasi di calo delle attrezzature nel cunicolo, di posa delle tubazioni e delle linee elettriche, nonché durante le lavorazioni in quota (ad esempio in copertura per l'installazione dei moduli fotovoltaici). Tale rischio risulta amplificato dalla configurazione verticale di alcune lavorazioni e richiede specifiche misure di prevenzione e controllo.

Le lavorazioni previste comportano inoltre l'utilizzo di attrezzature elettriche e meccaniche (trapani, perforatori, utensili per il fissaggio su roccia), che generano rumore e vibrazioni, con possibili effetti sulla salute degli operatori se non adeguatamente gestiti mediante idonei DPI e limitazioni temporali di esposizione.

Durante le operazioni di perforazione, posa e movimentazione dei materiali, si può determinare la produzione di polveri, in particolare di natura calcarea, che possono risultare dannose se inalate in assenza di adeguate protezioni, soprattutto in ambienti confinati o poco ventilati.

Particolare attenzione dovrà essere posta anche ai rischi di natura elettrica, connessi sia alla realizzazione degli impianti sia all'utilizzo di apparecchiature alimentate elettricamente in condizioni ambientali caratterizzate da elevata umidità. Il rischio di contatto diretto o indiretto richiede pertanto l'adozione di impianti conformi alle normative e l'utilizzo di dispositivi di protezione adeguati.

Infine, le attività di cantiere prevedono operazioni di movimentazione manuale dei carichi, legate al trasporto di materiali, attrezzature e componenti impiantistici in aree non sempre accessibili con mezzi meccanici. Tali attività possono comportare rischi di affaticamento fisico e patologie muscolo-scheletriche, rendendo necessaria un'adeguata organizzazione del lavoro e, ove possibile, l'ausilio di attrezzature di supporto.

**In sintesi, i principali rischi generali di cantiere sono:**

- investimento da mezzi d'opera;
- caduta di materiali dall'alto;
- esposizione a rumore e vibrazioni;
- inalazione di polveri;
- rischi elettrici (contatti diretti e indiretti);
- movimentazione manuale dei carichi.

### **3.2. Rischi specifici rilevanti**

#### **a) Lavori in ambiente carsico e sotterraneo**

Le lavorazioni previste all'interno del cunicolo carsico naturale rappresentano una delle fasi più delicate dell'intervento, sia per la particolare conformazione dell'ambiente sia per le condizioni operative fortemente limitanti. Si tratta infatti di un contesto ipogeo caratterizzato da scarsa ventilazione, elevata umidità, presenza di acqua e sviluppo verticale significativo (circa 70–80 m), che comporta rischi specifici di notevole rilevanza. Uno degli aspetti più critici è rappresentato dalla possibile presenza di atmosfere ipossiche o contaminate, dovute alla limitata circolazione d'aria e alla natura dell'ambiente sotterraneo. Tale condizione può

compromettere rapidamente la sicurezza degli operatori, rendendo necessario un monitoraggio continuo dei parametri ambientali.

La presenza costante di umidità e acqua aumenta ulteriormente il livello di rischio, sia per la sicurezza degli operatori (scivolamenti, difficoltà di movimento) sia per l'utilizzo di attrezzature, in particolare quelle elettriche. Il lavoro in verticale espone inoltre a un elevato rischio di caduta in profondità, aggravato dalla conformazione irregolare delle pareti e dalla necessità di operare in sospensione.

Un ulteriore elemento di criticità è rappresentato dalla complessità delle operazioni di evacuazione e soccorso, che risultano particolarmente difficoltose in ambienti confinati e profondi, richiedendo una pianificazione specifica e personale altamente formato.

Infine, non si può escludere la presenza di instabilità localizzate della roccia, con possibile distacco di materiale lapideo, soprattutto durante le operazioni di perforazione e ancoraggio.

#### **Riepilogo rischi:**

- atmosfere potenzialmente ipossiche o inquinate;
- presenza di acqua e umidità elevata;
- rischio di caduta in profondità;
- difficoltà di evacuazione e soccorso;
- instabilità localizzata della roccia.

#### **b) Lavori su funi (accesso e posizionamento mediante corde)**

Le attività previste all'interno del cunicolo e lungo le pareti rocciose richiedono l'impiego di tecniche di accesso e posizionamento mediante funi, configurando un ambito operativo ad alto rischio che necessita di personale specializzato e adeguatamente formato.

Il rischio principale è costituito dalla caduta dall'alto, che può derivare da errori operativi, uso improprio delle attrezzature o malfunzionamenti dei sistemi di sicurezza.

Un fattore determinante è rappresentato dal possibile errato utilizzo dei DPI anticaduta, che, se non correttamente impiegati o mantenuti, possono perdere la loro efficacia protettiva.

Grande attenzione deve essere posta anche alla tenuta degli ancoraggi, in quanto un eventuale cedimento degli stessi comporterebbe conseguenze estremamente gravi per gli operatori sospesi.

Durante le manovre su fune può inoltre verificarsi il cosiddetto effetto pendolo, con urti contro la parete rocciosa in caso di caduta o perdita di equilibrio.

Infine, tali lavorazioni comportano un elevato impegno fisico e prolungate condizioni di sospensione, con conseguente affaticamento fisico, che può incidere negativamente sulla lucidità e sulla capacità operativa degli addetti.

#### **Riepilogo rischi:**

- caduta dall'alto;
- errato utilizzo dei DPI anticaduta;
- cedimento degli ancoraggi;
- effetto pendolo;
- affaticamento fisico.

### c) Installazione impianti elettrici

Le lavorazioni relative alla realizzazione degli impianti elettrici, sia nel vano tecnico sia lungo il tracciato fino al punto di captazione, comportano rischi specifici legati alla presenza di energia elettrica, ulteriormente amplificati dalle condizioni ambientali.

Il rischio principale è costituito dai contatti diretti e indiretti con parti in tensione, che possono causare elettrocuzione o ustioni.

Tale rischio risulta particolarmente elevato in quanto le lavorazioni si svolgono in ambienti caratterizzati da elevata umidità, che aumenta la conducibilità e quindi la probabilità di infortunio.

Durante le fasi finali, inoltre, possono rendersi necessarie prove e collaudi sotto tensione, che espongono gli operatori a condizioni di rischio controllato ma comunque significative, da gestire con procedure rigorose.

#### Riepilogo rischi:

- contatti diretti e indiretti;
- lavori in ambienti umidi (rischio aumentato);
- prove e collaudi sotto tensione.

### d) Lavori in copertura

L'installazione dei moduli fotovoltaici sulla copertura del rifugio comporta lavorazioni in quota, con rischi tipici delle attività svolte su superfici sopraelevate.

Il rischio principale è rappresentato dalla **caduta dall'alto**, che può verificarsi durante le operazioni di movimentazione e posa dei pannelli, soprattutto in assenza di adeguati sistemi di protezione.

Le caratteristiche della copertura, inclinate e potenzialmente scivolose (anche per effetto di umidità, polvere o detriti), espongono inoltre al rischio di **scivolamento**, con possibile perdita di equilibrio.

#### Riepilogo rischi:

- caduta dall'alto durante la posa dei moduli fotovoltaici;
- scivolamento su superfici inclinate.

### e) Perforazioni e ancoraggi su roccia

Le operazioni di perforazione e installazione dei sistemi di ancoraggio sulle pareti rocciose costituiscono una fase essenziale per il fissaggio delle tubazioni e delle linee, ma comportano rischi specifici legati all'utilizzo di attrezzature e alla natura del materiale lavorato.

Durante la perforazione possono verificarsi **proiezioni di schegge e frammenti di roccia**, con rischio di lesioni per gli operatori.

L'utilizzo di utensili elettrici e rotativi (trapani, perforatori) introduce ulteriori rischi legati al loro impiego, tra cui perdita di controllo dell'attrezzo o contatti accidentali.

Infine, tali lavorazioni generano **vibrazioni e rumore**, che, se prolungati nel tempo, possono avere effetti negativi sulla salute degli operatori.

#### Riepilogo rischi:

- proiezione di schegge;
- uso di attrezzature elettriche/rotative;
- esposizione a vibrazioni e rumore.

## 4. MISURE GENERALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

### 4.1. Organizzazione del cantiere

L'organizzazione del cantiere assume un ruolo fondamentale ai fini della sicurezza, soprattutto in considerazione del contesto ambientale di pregio e della presenza di attività turistiche nell'area. La corretta pianificazione delle attività e degli spazi operativi consente infatti di ridurre significativamente i rischi derivanti dalle interferenze e dalle condizioni logistiche complesse.

In primo luogo, si rende necessario procedere a una chiara delimitazione e segnalazione delle aree di lavoro, al fine di impedire l'accesso ai non addetti e garantire la piena consapevolezza dei rischi presenti. Tale delimitazione dovrà essere realizzata mediante barriere fisiche, nastro segnaletico e cartellonistica conforme alla normativa vigente, con particolare attenzione alle zone prossime all'imbocco del cunicolo e alle aree di movimentazione dei materiali.

Gli accessi al cantiere dovranno essere controllati e regolamentati, prevedendo percorsi dedicati per il personale e, ove necessario, per i mezzi. Questo risulta particolarmente importante in un contesto naturale aperto, dove è possibile la presenza di escursionisti o visitatori. L'adozione di misure di controllo degli accessi contribuisce a ridurre il rischio di interferenze e incidenti.

Un ulteriore aspetto rilevante riguarda la necessità di ridurre al minimo le interferenze con i fruitori dell'area, tenuto conto della valenza turistica e ambientale del sito. A tal fine, le lavorazioni dovranno essere opportunamente programmate, privilegiando orari e modalità operative che limitino l'impatto sulle attività esterne e garantiscano la sicurezza di eventuali terzi presenti nelle vicinanze.

Infine, la pianificazione logistica del cantiere dovrà essere sviluppata tenendo conto delle caratteristiche di un ambiente naturale protetto, limitando al minimo l'occupazione di suolo e l'alterazione dello stato dei luoghi. Le aree operative dovranno essere ridotte allo stretto necessario e localizzate preferibilmente in prossimità di infrastrutture esistenti, ottimizzando i percorsi di trasporto e movimentazione dei materiali.

#### Riepilogo misure:

- delimitazione e segnalazione delle aree di lavoro;
- controllo e regolamentazione degli accessi;
- riduzione delle interferenze con i fruitori dell'area;
- pianificazione logistica in ambiente naturale protetto.

### 4.2. Formazione e qualificazione del personale

La natura delle lavorazioni previste, caratterizzate da elevata complessità tecnica e da condizioni operative particolarmente critiche, rende indispensabile l'impiego di personale adeguatamente formato, qualificato e addestrato.

In particolare, le maestranze dovranno possedere una formazione specifica per lavori in ambienti confinati o sotterranei, che consenta loro di operare in sicurezza in contesti caratterizzati da ventilazione limitata, presenza di umidità e difficoltà di accesso e soccorso. Tale formazione dovrà includere anche la conoscenza delle procedure di emergenza e dei sistemi di monitoraggio ambientale.

Considerato l'impiego di tecniche di accesso e posizionamento mediante corde, gli operatori dovranno essere abilitati ai lavori su funi, in conformità alla normativa vigente, con particolare riferimento alle attività in ambiente



naturale e su pareti rocciose. Ciò implica una preparazione specifica sia teorica che pratica, nonché aggiornamenti periodici.

È inoltre necessario che tutto il personale sia adeguatamente addestrato all'utilizzo dei DPI di III categoria, in particolare quelli destinati alla protezione contro le cadute dall'alto (imbracature, dispositivi anticaduta, sistemi di ancoraggio). L'uso corretto di tali dispositivi è fondamentale per garantire un elevato livello di sicurezza durante le lavorazioni.

Infine, le maestranze dovranno essere formate per la gestione delle emergenze e per il primo soccorso in ambiente impervio, con particolare riferimento alle operazioni di recupero su fune e agli interventi in contesti difficilmente accessibili. Questo aspetto risulta essenziale per garantire una risposta tempestiva ed efficace in caso di incidente.

#### **Riepilogo requisiti:**

- formazione specifica per lavori in ambienti confinati/sotterranei;
- abilitazione ai lavori su funi secondo normativa vigente;
- addestramento all'uso dei DPI di III categoria;
- formazione per gestione emergenze e primo soccorso in ambiente impervio.

## **5. MISURE SPECIFICHE PER LAVORAZIONI IN CUNICOLI CARSICI**

### **5.1. Accesso e lavoro in verticale (70–80 m)**

Le operazioni di accesso e lavoro all'interno del cunicolo carsico verticale, caratterizzato da una profondità compresa tra 70 e 80 metri, rappresentano una delle fasi più critiche dell'intero intervento. Tali attività richiedono l'adozione di rigorose misure di sicurezza, basate sull'impiego di tecniche di lavoro su fune e sull'utilizzo di dispositivi specifici.

È obbligatorio l'impiego di imbracature complete da rocciatore, idonee per lavori in sospensione, che garantiscano il corretto sostegno del corpo e la distribuzione dei carichi durante le operazioni. Tali dispositivi devono essere certificati e mantenuti in perfette condizioni di efficienza.

Le lavorazioni dovranno essere eseguite utilizzando un doppio sistema di sicurezza, costituito da una linea di lavoro e da una linea di vita indipendente. Questo sistema ridondante consente di garantire un elevato livello di protezione anche in caso di guasto o malfunzionamento di uno degli elementi.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata agli ancoraggi, che dovranno essere certificati, dimensionati in funzione dei carichi previsti e sottoposti a verifica preventiva prima dell'utilizzo. La loro affidabilità è un elemento essenziale per la sicurezza dell'intero sistema.

Sarà inoltre necessario prevedere l'installazione di linee fisse provvisorie, che consentano agli operatori di muoversi in sicurezza lungo il cunicolo, facilitando le operazioni di discesa, risalita e posizionamento.

#### **Riepilogo misure:**

- utilizzo obbligatorio di imbracature complete da rocciatore;
- adozione di doppio sistema di sicurezza (linea lavoro + linea vita);
- impiego di ancoraggi certificati e preventivamente verificati;
- installazione di linee fisse provvisorie.

## 5.2. Monitoraggio ambientale

Le condizioni ambientali all'interno del cunicolo carsico possono variare significativamente e rappresentare un fattore di rischio rilevante per la sicurezza degli operatori. Per tale motivo, è fondamentale predisporre un sistema di monitoraggio continuo dei parametri ambientali.

Prima dell'accesso e durante lo svolgimento delle lavorazioni dovrà essere effettuata una verifica preventiva e continua della concentrazione di ossigeno, al fine di accertare la presenza di condizioni respirabili e prevenire situazioni di ipossia.

Parallelamente, dovrà essere monitorata la possibile presenza di gas pericolosi, che potrebbero accumularsi in ambienti poco ventilati e rappresentare un rischio per la salute e la sicurezza degli operatori.

Tali verifiche dovranno essere effettuate mediante strumenti portatili di rilevazione gas, affidabili e periodicamente calibrati, da utilizzare in modo continuativo durante le attività, con particolare attenzione alle fasi di accesso e permanenza prolungata nel cunicolo.

### Riepilogo misure:

- verifica preventiva e continua dei livelli di ossigeno;
- monitoraggio della presenza di gas pericolosi;
- utilizzo di sistemi portatili di rilevazione gas.

## 5.3. Procedure operative

L'organizzazione delle attività all'interno del cunicolo deve essere strutturata secondo procedure operative rigorose, finalizzate a garantire la sicurezza degli operatori in ogni fase delle lavorazioni.

Le operazioni non dovranno mai essere svolte da un singolo operatore: è infatti obbligatorio che i lavori siano eseguiti da almeno due addetti, in modo da garantire assistenza reciproca e possibilità di intervento immediato in caso di necessità.

Dovrà inoltre essere garantita la presenza di personale di assistenza in superficie, con funzioni di controllo, coordinamento e attivazione delle procedure di emergenza. Tale presidio rappresenta un elemento essenziale per la gestione delle comunicazioni e per l'eventuale attivazione dei soccorsi.

Elemento imprescindibile è la predisposizione di un piano di recupero dell'operatore sospeso, che definisca in modo dettagliato le modalità di intervento in caso di incidente, con particolare riferimento al recupero su fune e alla gestione delle emergenze in ambiente confinato.

### Riepilogo misure:

- esecuzione dei lavori con almeno due operatori;
- presenza di personale di assistenza in superficie;
- predisposizione di un piano di recupero operatore sospeso.

## 5.4. Illuminazione

L'ambiente sotterraneo è caratterizzato da assenza totale di luce naturale, rendendo indispensabile la predisposizione di un sistema di illuminazione adeguato alle lavorazioni previste.

Dovrà essere garantita un'illuminazione artificiale sufficiente e uniforme, tale da consentire agli operatori di svolgere le attività in condizioni di visibilità ottimali, riducendo il rischio di errori operativi e incidenti.

In aggiunta, dovranno essere previsti sistemi di illuminazione di emergenza autonomi, in grado di entrare in funzione in caso di guasto dell'impianto principale, assicurando la continuità delle operazioni o consentendo un'evacuazione in sicurezza.

**Riepilogo misure:**

- predisposizione di illuminazione artificiale adeguata;
- installazione di sistemi di illuminazione di emergenza autonomi.

**6. INSTALLAZIONE DI TUBAZIONI E LINEE ELETTRICHE IN CUNICOLI**

Le operazioni di installazione delle tubazioni idriche e delle linee elettriche all'interno del cunicolo carsico richiedono particolare attenzione, sia per le condizioni ambientali sia per la necessità di garantire nel tempo la stabilità e l'integrità degli impianti.

Il fissaggio degli elementi alle pareti rocciose dovrà essere eseguito mediante sistemi affidabili e durevoli, costituiti da collari in acciaio inox e tasselli da roccia certificati. Tale scelta è motivata dalla necessità di resistere alle condizioni di elevata umidità e aggressività dell'ambiente carsico, evitando fenomeni di corrosione e garantendo la stabilità nel tempo delle installazioni.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica della resistenza degli ancoraggi, che rappresentano un elemento fondamentale per la sicurezza dell'impianto. Prima della posa definitiva, sarà necessario accertare la qualità del supporto roccioso e la corretta installazione dei tasselli, anche mediante prove di tenuta ove ritenuto opportuno.

Le lavorazioni dovranno essere eseguite mediante utensili idonei per ambienti umidi, progettati per operare in condizioni di elevata presenza di acqua, riducendo il rischio di malfunzionamenti e, soprattutto, di natura elettrica per gli operatori.

Infine, sarà necessario prevedere adeguate soluzioni per la protezione dei cavi e delle tubazioni contro abrasioni e danneggiamenti meccanici, che possono derivare dal contatto con superfici rocciose irregolari o da movimenti durante l'esercizio. A tal fine potranno essere adottate guaine protettive, canalizzazioni o sistemi equivalenti.

**Riepilogo misure:**

- fissaggio mediante collari in acciaio inox e tasselli da roccia certificati;
- verifica della resistenza e della corretta installazione degli ancoraggi;
- utilizzo di utensili idonei per ambienti umidi;
- protezione dei cavi e delle tubazioni contro abrasioni e danneggiamenti meccanici.

**7. SICUREZZA IMPIANTI ELETTRICI**

Le lavorazioni relative alla realizzazione e installazione degli impianti elettrici dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle normative tecniche vigenti, al fine di garantire adeguati livelli di sicurezza sia durante la fase di cantiere sia durante l'esercizio dell'impianto. In particolare, si dovrà fare riferimento alle disposizioni normative applicabili in materia di impianti elettrici, adottando soluzioni progettuali e componenti conformi agli standard richiesti.



Un aspetto fondamentale riguarda la protezione contro i contatti diretti e indiretti, che dovrà essere assicurata mediante l'installazione di interruttori differenziali opportunamente dimensionati e coordinati con l'impianto, in grado di interrompere automaticamente l'alimentazione in caso di guasto. A ciò si affianca la realizzazione di un efficace impianto di messa a terra, progettato e verificato in modo da garantire la dispersione delle correnti di guasto e la sicurezza complessiva del sistema.

Considerate le condizioni ambientali caratterizzate da elevata umidità e possibile presenza di acqua, risulta indispensabile l'impiego di componenti elettrici con adeguato grado di protezione (IP), tali da impedire l'ingresso di liquidi e polveri e assicurare il corretto funzionamento nel tempo.

Durante le fasi di installazione, manutenzione e verifica, dovranno essere privilegiate, ove tecnicamente possibile, procedure di lavoro fuori tensione, al fine di eliminare o ridurre al minimo il rischio elettrico. Solo nei casi in cui ciò non sia praticabile, si dovranno adottare specifiche procedure operative e misure di sicurezza aggiuntive, conformemente alla normativa di settore.

**Riepilogo misure:**

- realizzazione dell'impianto conforme alla normativa tecnica vigente;
- protezione mediante interruttori differenziali e impianto di messa a terra;
- utilizzo di componenti con adeguato grado di protezione (IP);
- adozione di procedure di lavoro fuori tensione ove possibile.

## **8. LAVORI IN COPERTURA (IMPIANTO FOTOVOLTAICO)**

Le lavorazioni previste in copertura, in particolare per l'installazione dei moduli fotovoltaici, comportano rischi significativi legati alle attività in quota e richiedono pertanto l'adozione di specifiche misure di prevenzione e protezione.

In primo luogo, è indispensabile l'utilizzo di sistemi anticaduta, costituiti da dispositivi idonei a prevenire il rischio di caduta dall'alto. Tra questi rientrano le linee vita, opportunamente installate e certificate, alle quali gli operatori devono essere costantemente collegati mediante imbracature di sicurezza e sistemi di trattenuta o arresto caduta. L'efficacia di tali sistemi dipende sia dalla corretta installazione sia dal loro utilizzo conforme alle procedure operative.

Ove le condizioni lo consentano, dovranno essere installati parapetti provvisori lungo i bordi della copertura o in prossimità delle zone a rischio, al fine di fornire una protezione collettiva che riduca la necessità di affidarsi esclusivamente ai DPI.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata anche alla predisposizione di accessi sicuri alla copertura, che devono essere realizzati mediante scale, passerelle o altri sistemi idonei, in grado di garantire stabilità e facilità di utilizzo per gli operatori durante le fasi di salita e discesa.

Infine, le lavorazioni in quota dovranno essere sospese in presenza di condizioni meteorologiche avverse, quali pioggia, vento forte o superfici scivolose, che possono compromettere l'equilibrio degli operatori e aumentare significativamente il rischio di incidente.

**Riepilogo misure:**

- utilizzo di sistemi anticaduta (linee vita e imbracature);
- installazione di parapetti provvisori ove possibile;



- predisposizione di accessi sicuri alla copertura;
- divieto di esecuzione dei lavori in condizioni meteorologiche avverse.

## 9. GESTIONE DELLE EMERGENZE

La particolare complessità delle lavorazioni previste, soprattutto quelle da eseguire all'interno del cunicolo carsico e in condizioni di lavoro su funi, rende indispensabile la predisposizione di un Piano di Emergenza specifico, adeguatamente strutturato e calibrato sulle reali condizioni operative del cantiere.

Tale piano dovrà definire in modo chiaro e dettagliato le procedure di evacuazione dal cunicolo, tenendo conto della profondità, della configurazione verticale e delle difficoltà di accesso. Le modalità di uscita dovranno essere pianificate in anticipo, prevedendo percorsi, tempi e responsabilità, nonché eventuali scenari alternativi in caso di impedimenti lungo il tracciato.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata alle operazioni di recupero di un operatore in sospensione su fune, che rappresentano una delle situazioni di emergenza più critiche. Il piano dovrà quindi prevedere procedure specifiche per il recupero rapido e in sicurezza, al fine di evitare conseguenze gravi legate alla sospensione prolungata.

Un elemento fondamentale è rappresentato dalla gestione delle comunicazioni tra interno ed esterno del cunicolo, che devono essere sempre garantite attraverso sistemi affidabili, anche in condizioni difficili. La continuità delle comunicazioni è infatti essenziale per il coordinamento delle operazioni e per l'attivazione tempestiva dei soccorsi.

Il Piano di Emergenza dovrà inoltre assicurare la disponibilità di adeguate attrezzature e presidi, indispensabili per affrontare situazioni di rischio. In particolare, dovranno essere previsti kit specifici per il recupero su fune, dispositivi di primo soccorso e sistemi di comunicazione efficienti.

### Riepilogo misure:

- definizione di procedure di evacuazione dal cunicolo;
- predisposizione di procedure per il recupero di operatori sospesi su fune;
- organizzazione di sistemi di comunicazione tra interno ed esterno;
- disponibilità di:
  - kit di recupero;
  - presidi di primo soccorso;
  - sistemi di comunicazione.

## 10. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)

In relazione alla tipologia delle lavorazioni previste e ai rischi individuati, l'utilizzo dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) riveste un ruolo fondamentale per la tutela della salute e della sicurezza degli operatori. Tali dispositivi dovranno essere conformi alla normativa vigente, adeguati alle specifiche attività svolte e mantenuti in condizioni di efficienza attraverso controlli periodici.

Considerato il contesto operativo, caratterizzato da lavorazioni in ambiente sotterraneo, su funi, in presenza di umidità e con rischio elettrico, i DPI dovranno garantire protezione contro molteplici fattori di rischio.



In particolare, sarà obbligatorio l'utilizzo del casco con sottogola, indispensabile per proteggere il capo da urti e dalla possibile caduta di materiali, soprattutto nelle lavorazioni in cunicolo e su parete rocciosa. Il sottogola assicura la stabilità del casco anche durante le operazioni in sospensione.

Gli operatori impegnati in lavori in quota o su funi dovranno indossare imbracature anticaduta, integrate con sistemi di collegamento e posizionamento, che consentano di operare in sicurezza prevenendo il rischio di caduta.

A complemento di tali sistemi, dovranno essere utilizzati dispositivi di arresto caduta, quali dissipatori, cordini e dispositivi retrattili, in grado di limitare le sollecitazioni trasmesse al corpo in caso di caduta.

Per la protezione degli arti, sarà necessario l'uso di guanti da lavoro adeguati alle attività svolte (resistenti a taglio, abrasione e agenti meccanici) e di calzature antinfortunistiche, dotate di suola antiscivolo e puntale di sicurezza, particolarmente importanti in ambienti umidi e su superfici irregolari.

All'interno del cunicolo, dove è assente illuminazione naturale, gli operatori dovranno essere dotati di lampade frontali, preferibilmente integrate nel casco, che garantiscano un'illuminazione continua e adeguata durante tutte le fasi operative.

Considerato il rischio legato alla qualità dell'aria negli ambienti ipogei, dovranno essere utilizzati rilevatori portatili di gas, in grado di monitorare costantemente la concentrazione di ossigeno e l'eventuale presenza di gas pericolosi.

Infine, per le lavorazioni relative agli impianti elettrici, sarà necessario l'impiego di DPI specifici per il rischio elettrico, quali guanti isolanti, tappeti isolanti e altri dispositivi idonei, in funzione delle attività svolte.

#### **Riepilogo DPI obbligatori:**

- casco con sottogola;
- imbracatura anticaduta;
- dispositivi di arresto caduta;
- guanti da lavoro e scarpe antinfortunistiche;
- lampade frontali;
- rilevatori portatili di gas (per ambienti ipogei);
- DPI elettrici per lavori impiantistici.

#### **11. STIMA PRELIMINARE DEI COSTI DELLA SICUREZZA**

In questa fase preliminare di progettazione, la stima dei costi della sicurezza viene effettuata in modo sintetico, in relazione alle principali categorie di misure necessarie a garantire l'esecuzione delle lavorazioni in condizioni di adeguata tutela dei lavoratori e dei terzi. Trattandosi di un intervento caratterizzato da elevata complessità operativa e da attività in ambienti particolarmente critici, tali costi assumono un ruolo significativo all'interno del quadro economico complessivo.

La valutazione tiene conto, in particolare, delle dotazioni e degli apprestamenti indispensabili per la corretta organizzazione del cantiere e per la gestione delle attività ad alto rischio, con riferimento sia alle lavorazioni in quota sia a quelle in ambiente confinato e su funi.

Rientrano pertanto nella stima economica preliminare tutte le voci connesse alla sicurezza, che saranno successivamente dettagliate e analiticamente sviluppate nelle fasi progettuali successive, in sede di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

In questa fase si considerano principalmente le seguenti categorie di costi:

- **apprestamenti di cantiere**, comprendenti le opere provvisorie necessarie all'organizzazione in sicurezza delle aree operative, inclusi accessi, delimitazioni e predisposizione degli spazi di lavoro;
- **sistemi anticaduta e linee vita**, indispensabili per garantire la protezione degli operatori durante le lavorazioni in quota e in copertura, nonché per la movimentazione in sicurezza lungo percorsi esposti;
- **dispositivi e attrezzature per lavori su funi**, necessari per l'esecuzione delle attività in ambiente verticale e in parete rocciosa, comprese attrezzature di accesso, posizionamento e recupero;
- **segnaletica e delimitazione delle aree di lavoro**, finalizzata a garantire la corretta gestione delle interferenze e la sicurezza di lavoratori e terzi, soprattutto in un contesto naturale e potenzialmente frequentato;
- **misure e attrezzature per la gestione delle emergenze e del soccorso**, comprendenti dispositivi di primo intervento, kit di recupero, presidi sanitari e sistemi di comunicazione dedicati.

Tali oneri per la sicurezza risultano già compresi all'interno del quadro economico complessivo del progetto e saranno oggetto di puntuale analisi e quantificazione dettagliata nelle successive fasi di progettazione, in coerenza con l'evoluzione del livello di approfondimento tecnico e con la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

## 12. CONCLUSIONI

Le lavorazioni previste nell'ambito del presente intervento si caratterizzano per un elevato livello di complessità tecnica e per la presenza di condizioni operative particolarmente gravose, che determinano un conseguente incremento del livello di rischio rispetto a cantieri di natura ordinaria. Le attività, infatti, si svolgono in un contesto ambientale eterogeneo che comprende sia ambiti naturali di pregio sia situazioni operative in ambiente sotterraneo e su strutture in quota.

In particolare, le principali criticità sono riconducibili alle operazioni da eseguire in ambiente carsico profondo, caratterizzato da sviluppo verticale significativo, accessibilità limitata e condizioni ambientali non sempre prevedibili. A ciò si aggiungono le lavorazioni su funi, che richiedono tecniche specialistiche di accesso e posizionamento e comportano un'esposizione diretta al rischio di caduta dall'alto. Ulteriore elemento di complessità è rappresentato dagli interventi in ambienti confinati, nei quali risultano ridotte le possibilità di ventilazione, evacuazione e gestione delle emergenze.

Alla luce di tali considerazioni, si rende necessario adottare un approccio alla sicurezza particolarmente rigoroso e strutturato, fondato sui seguenti principi fondamentali:

- sarà indispensabile una progettazione esecutiva della sicurezza approfondita e dettagliata, in grado di analizzare compiutamente tutte le fasi operative e di definire misure preventive e protettive adeguate alle specifiche condizioni del cantiere;



- dovranno essere impiegate esclusivamente maestranze altamente specializzate e adeguatamente formate, con comprovata esperienza in lavori in quota, su funi e in ambienti confinati, nonché con specifica preparazione nella gestione delle emergenze in contesti complessi;
- sarà necessario garantire un rigoroso coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, mediante un costante controllo delle attività, la gestione delle interferenze e l'applicazione puntuale delle procedure operative previste.

In conclusione, la presente relazione costituisce una base tecnica e metodologica fondamentale per lo sviluppo del successivo Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) e per la redazione degli ulteriori elaborati di dettaglio in materia di sicurezza, che dovranno accompagnare le successive fasi progettuali ed esecutive dell'intervento.