

**S.S. 42 "DEL TONALE E DELLA MENDOLA"
VARIANTE EST DI EDOLO**

PROGETTO DEFINITIVO



CESI
Shaping a Better Energy Future
Mandante

TECHINT
Engineering & Construction
Mandataria

IGEAG
ENGINEERING S.r.l.
SERVIZI INTEGRATI DI INGEGNERIA
Mandante

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE
DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTISTA SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE

Ing. Giancarlo LUONGO

Ing. Alessandro RODINO

Ing. Paolo Alberto COLETTI

Dott. Domenico TRIMBOLI

IMPIANTI TECNOLOGICI
PARTE GENERALE E DOCUMENTAZIONE AMMINISTRATIVA
Relazione generale descrittiva impianti

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

P00IM00IMPRE01B

COMI21 D 1810

CODICE ELAB. P00IM00IMPRE01

B

:-

| | | | | | |
|------|---|-------------|-----------|------------|-----------|
| C | | | | | |
| B | Revisione a seguito istruttoria ANAS e per richiesta modifica tracciato | Sett. 2021 | E.Salsano | D.Morgera | D.Morgera |
| A | Emissione | Aprile 2021 | E.Salsano | D.Morgera | D.Morgera |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

| INDICE | pag. |
|--|------|
| 1. GENERALITÀ..... | 1 |
| 1.1 Forniture – connessioni e limiti di batteria | 1 |
| 2. SISTEMA PRIMARIO DI DISTRIBUZIONE DELL’ENERGIA ELETTRICA..... | 2 |
| 2.1 Trasformazione e distribuzione..... | 3 |
| 2.2 Sistemi di alimentazione di continuità..... | 3 |
| 2.3 Protezioni e selettività..... | 4 |
| 2.4 Impianto di messa a terra | 5 |
| 3. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE..... | 5 |
| 3.1 Illuminazione della viabilità esterna e delle interconnessioni | 6 |
| 3.2 Illuminazione di galleria | 6 |
| 3.3 Illuminazione di sicurezza | 7 |
| 3.4 Cunicolo di emergenza galleria | 7 |
| 4. CONDUTTURE E CANALIZZAZIONI ELETTRICHE..... | 7 |
| 4.1 Cavi elettrici..... | 8 |
| 5. IMPIANTO DI VENTILAZIONE | 9 |
| 5.1 Esercizio ordinario: ventilazione sanitaria..... | 9 |
| 5.2 Esercizio in emergenza | 10 |
| 5.3 Dotazioni di impianto | 11 |
| 6. MISURA E CONTROLLO QUALITÀ ARIA | 11 |
| 7. GESTIONE DELLA VENTILAZIONE | 11 |
| 8. VIE DI ESODO | 11 |
| 9. STAZIONI DI EMERGENZA..... | 12 |
| 10. IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO..... | 12 |
| 11. RILEVAZIONE INCENDI..... | 13 |
| 12. IMPIANTI DI VIDEOSORVEGLIANZA E DIFFUSIONE RADIO | 14 |
| 12.1 Videosorveglianza..... | 14 |
| 12.2 Impianto radio | 14 |
| 13. SEGNALETICA..... | 15 |
| 13.1 Segnaletica generica e di chiusura al traffico..... | 15 |

| | | |
|------|---------------------------------|----|
| 13.2 | Segnaletica luminosa | 16 |
| 14. | SISTEMA DI TELECONTROLLO | 16 |
| 14.1 | Rete dati | 16 |
| 14.2 | Impianto di telecontrollo | 17 |
| 14.3 | Sistema SCADA | 17 |

1. Generalità

Il presente documento descrive gli impianti a servizio della nuova tratta stradale relativa all'ammodernamento della SS.42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II. Fanno parte dell'intervento la Galleria Edolo e i relativi raccordi con rotatoria di svincolo stradale.

L'intervento richiede l'integrazione delle opere con impianti tecnologici di tipo ordinario e speciale, la cui installazione sarà atta a garantire un elevato livello di funzionalità, sicurezza e controllo.

Gli impianti tecnologici posti a servizio della galleria Edolo e delle opere di connessione esterne sono stati progettati con l'obiettivo di garantire:

- elevata affidabilità;
- durata e continuità di servizio;
- risparmio energetico;
- vita utile elevata;
- facilità di ispezione e manutenzione.

In accordo con il D.Lgs. 264/06 e con le Linee Guida ANAS per la Progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali, per la galleria Edolo, di lunghezza superiore a 500m, si prevede l'installazione dei seguenti impianti tecnologici:

- Impianto distribuzione elettrica;
- Impianto illuminazione ordinaria e di emergenza in galleria;
- Impianto illuminazione di sicurezza per le vie d'esodo in galleria;
- Impianto di ventilazione di galleria (longitudinale e vie di fuga);
- Impianto acqua antincendio (rete idranti);
- Sistema di rilevazione incendi in galleria;
- Impianto di comunicazione S.O.S.;
- Impianto di comunicazione all'utenza e segnaletica;
- Impianto di copertura radio;
- Impianto di videosorveglianza;
- Sistema di rilevazione incendi in galleria;
- Sistema di telecontrollo e supervisione locale.

Per gli svincoli stradali esterni alla galleria si prevede l'installazione del solo impianto di illuminazione stradale e dei pannelli a messaggio variabile (PMV) per le informazioni sul traffico all'utenza del tipo a bandiera e posti in prossimità delle rotatorie a nord e a sud della galleria.

1.1 Forniture – connessioni e limiti di batteria

La galleria è alimentata da una singola cabina elettrica MT/bt, denominata CE1. La cabina verrà ubicata in un apposito piazzale tecnologico sul lato sud in corrispondenza della prima piazzola di emergenza della galleria. Il progetto prevede il collegamento cabina-galleria tramite un cavedio verticale adiacente alla scala di uscita dal cunicolo di emergenza. La cabina principale CE1 alimenta una seconda cabina CE2 in bt, posta all'uscita nord della

galleria tramite un cavo a tensione 690Vac.

Dalla cabina elettrica principale si alimentano tutte le utenze proprie della galleria. Per la cabina utente, nel seguito denominata CE1, è stata prevista la richiesta di una fornitura singola MT.

La fornitura in MT è prevista alla tensione nominale di 20kV per un impegno di potenza totale di circa 800kW (considerando le contemporaneità di esercizio degli impianti).

Allo stato attuale risultano essere presenti e installati in cabina i quadri MT di distribuzione elettrica; tutte le altre apparecchiature elettriche previste saranno di nuova fornitura.

Al fine di soddisfare le esigenze di interconnessione del nuovo tratto stradale con l'infrastruttura esistente, in particolare per quanto concerne la rete di telecomunicazioni, è stata prevista la realizzazione in galleria e nei tratti in esterno di cavidotti dedicati per l'alloggiamento dei cavi dei servizi di telecomunicazione. I cavidotti sono realizzati mediante installazione interrata di tritubi dedicati per il passaggio di linee in fibra ottica ed altri sistemi dati (noleggio ad Enti o a società private di gestione telefonica). Sono stati predisposti inoltre cavidotti in PVC corrugato per il passaggio di linee di alimentazione elettrica. Le vie cavi predisposte interconnettono a nord lo shelter di cabina CE2 con la rotatoria di svincolo nord e l'infrastruttura stradale esistente e a sud la cabina CE1 con la rotatoria di svincolo sud e l'infrastruttura stradale esistente.

Le utenze di illuminazione delle rotatorie dell'area di svincolo a sud saranno alimentate da un nuovo quadro elettrico dedicato, sotteso alla cabina elettrica CE1.

Le utenze di illuminazione delle rotatorie dell'area di svincolo a nord saranno alimentate da un nuovo quadro elettrico dedicato, sotteso alla cabina secondaria CE2.

2. Sistema primario di distribuzione dell'energia elettrica

Per l'alimentazione elettrica ed il controllo degli impianti delle gallerie in oggetto è presente la cabina di trasformazione e distribuzione CE1 lato Sud ubicata a circa 300m dall'imbocco in corrispondenza dell'uscita all'aperto dal cunicolo di fuga della galleria Edolo.

La cabina è dotata, oltre che dei locali di consegna e misura dell'energia, del:

- locale trasformazione MT/bt;
- locale BT di distribuzione servizi e impianti speciali;
- locale gruppo elettrogeno.

Nel locale BT sono installati i power center di distribuzione ed i quadri principali di impianto, compresi i sistemi di regolazione luce ed i sistemi di continuità sottesi all'UPS. Sono inoltre installate tutte le apparecchiature degli impianti speciali, quali armadi dati, centraline, sistemi di comunicazione e apparati radio. Nel locale gruppo elettrogeno, nel rispetto della normativa vigente di prevenzione incendi, è installato il sistema deputato all'alimentazione di riserva. Al fine di evitare il surriscaldamento delle apparecchiature installate la cabina sarà dotata, in tutti i locali, di un sistema di condizionamento dell'aria a controllo termostatico.

Il gruppo elettrogeno ed il suo serbatoio di deposito sono stati dimensionati con il fine di garantire la continuità di esercizio dell'alimentazione di riserva per un tempo superiore a 24h (tempo suggerito dalle Linee Guida ANAS). Ne è risultato un gruppo elettrogeno da 1000kVA con un serbatoio di deposito della capacità totale di 6000l.

Per l'illuminazione della galleria, ed in particolare per l'illuminazione di emergenza, il progetto prevede una alimentazione elettrica in continuità assoluta dedicata, costituita da un sistema UPS in grado di sostenere per almeno 30 minuti l'impianto. Ne è risultato un gruppo di continuità della potenza di 100kVA (con le batterie ausiliarie per l'autonomia minima di 30

minuti).

2.1 Trasformazione e distribuzione

I trasformatori MT/BT sono del tipo con isolamento in resina e installati in apposite celle separate dalla sala tramite pannellatura in griglia. È prevista l'installazione di due trasformatori, uno di riserva all'altro della potenza unitaria di 1000kVA. Il locale trasformatori, separato dalla sala quadri, sarà ventilato a mezzo di aperture di aerazione sul prospetto di accesso e di eventuali torrini centrifughi di aspirazione controllati da un termostato ambiente.

Per la distribuzione primaria è stata prevista l'applicazione coordinata di sistemi di protezione contro gli effetti delle sovratensioni sia di natura atmosferica (origine esterna) che di manovra (origine interna). La distribuzione ha origine dal power center QGBT 690V, in cui sono installati i dispositivi per lo scambio rete-rete (scambio tra i due traifi) e lo scambio rete-gruppo in caso di mancanza energia. Il quadro riceve l'alimentazione dai due trasformatori che in condizioni normali sono in tensione; solo uno dei due però alimenta l'intero carico installato ed al fine di impedire il parallelo permanente, i due arrivi sono interbloccati elettricamente. In caso di fuori servizio di uno dei trasformatori il sistema di commutazione automatico isola l'arrivo linea in avaria e chiude l'arrivo del trasformatore di riserva per permettere il trasferimento del carico.

Il power center è deputato alla distribuzione di tutte le utenze forza motrice quali la ventilazione in galleria, la ventilazione nelle vie di esodo, i servizi antincendio, l'illuminazione di galleria ed i servizi generali di cabina. La ventilazione in galleria fa capo al motor control center (QVEN) in cui sono installate le protezioni ed i comandi motore per i ventilatori installati in calotta.

Le utenze di galleria e di cabina alimentate a 400V fanno capo al quadro power center QGBT 400V, sotteso al power center principale QGBT 690V.

Sul quadro QGBT 690V è installato un sistema di rifasamento automatico controllato da un regolatore. I condensatori sono del tipo adatto ad operare alla presenza di carichi distorcenti. Il dimensionamento è stato condotto per consentire l'innalzamento del fattore di potenza a valori superiori di quelli limite imposti dal Distributore (> 0.90). Sul lato BT dei trasformatori MT/BT sono infatti previsti condensatori fissi per la compensazione della sola potenza reattiva di magnetizzazione con trasformatore a vuoto.

Relativamente all'alimentazione e al controllo dei sistemi di illuminazione, la distribuzione dell'illuminazione permanente di galleria è sottesa al quadro QDUPS, alimentato da gruppo soccorritore; quella di rinforzo è sottesa direttamente al QGBT 400V. L'illuminazione permanente è sottesa ad un quadro di distribuzione da UPS (continuità) per assicurare continuità di esercizio prima dell'inserimento dell'alimentazione di riserva.

Nella cabina è prevista una cassetta con i pulsanti di sgancio d'emergenza con vetro a rompere per i seguenti scopi:

- messa fuori tensione di tutta la cabina a valle del punto di consegna dell'energia elettrica, ad eccezione dell'elettropompa antincendio;
- blocco dell'avviamento automatico del G.E.;
- inibizione dell'uscita dell'UPS.

2.2 Sistemi di alimentazione di continuità

A servizio dell'impianto è installato un gruppo sussidiario per la produzione dell'energia

elettrica alimentato a gasolio. Tutte le utenze dell'impianto sono alimentate anche dall'alimentazione di riserva. Il gruppo è dimensionato per la continuità di esercizio superiore a 24 h, tempo suggerito dalle linee guida ANAS per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali. In particolare, si è supposto il funzionamento a pieno regime per l'intera durata delle 24h previste. Ne è risultato un gruppo elettrogeno da 1000 kVA ed un serbatoio di deposito della capacità totale di 6000 l.

Dal gruppo elettrogeno attraverso un quadro di distribuzione parte la linea 690 V dedicata per l'alimentazione di riserva del quadro generale QGBT 690V. L'alimentazione del QGBT 690V avviene a mezzo di una blindosbarra.

Per l'alimentazione di continuità dell'impianto è previsto un sistema unico costituito da un UPS per l'alimentazione del 100% dei circuiti luce permanenti della galleria e dei servizi privilegiati. I principali servizi privilegiati sono:

- luce di sicurezza (picchetti o guida luminosi);
- segnaletica luminosa;
- rilevazione antincendio in galleria;
- videosorveglianza;
- sistema di telecontrollo.

L'UPS è costituito da un convertitore-inverter, un commutatore statico di by-pass ed un by-pass manuale più un sistema di batterie posizionate all'interno dello stesso armadio UPS. La batteria è dimensionata per garantire un'autonomia alla potenza nominale dell'UPS di 30 min.

2.3 Protezioni e selettività

Sono previste le seguenti protezioni:

- protezioni contro le sovracorrenti in genere (corto circuiti e sovraccarichi) realizzata mediante installazione di interruttori automatici a protezione e comando delle linee di alimentazione;
- protezioni contro i contatti diretti realizzata mediante protezioni meccaniche; il grado di protezione minimo per i quadri è fissato al valore IP31;
- protezioni contro i contatti indiretti: mediante interruttori differenziali;
- protezioni contro le sovratensioni realizzata mediante l'installazione di scaricatori di sovratensione e di corrente da fulmine.

La selettività può essere suddivisa in:

- selettività in caso di sovracorrenti tra le fasi;
- selettività in caso di guasto verso terra.

Per la selettività in caso di sovracorrenti tra le fasi, i sistemi di protezione e le tarature degli sganciatori di sovracorrente assicurano, per i circuiti di distribuzione primaria, un buon grado di selettività. Per la selettività in caso di guasto verso terra la presenza di dispositivi differenziali permette una buona selettività considerando che sulle partenze dei quadri principali, e relativamente ai circuiti di distribuzione, sono stati previsti relè differenziali di tipo indiretto con un'ampia gamma di taratura sia in corrente che in tempo.

I circuiti terminali, salvo parte dei servizi di sicurezza, sono protetti con differenziali ad alta sensibilità. Tutti i circuiti principali, essenziali ai fini della sicurezza, sono equipaggiati con

relè di terra indiretti con display digitale e soglia d'allarme prefissabile.

2.4 Impianto di messa a terra

In corrispondenza della cabina elettrica è previsto un impianto di tipo disperdente dovuto alla presenza del sistema a MT. Si è considerato che una significativa parte della corrente di terra si richiuderà, in caso di guasto, tramite le armature e gli schermi dei cavi di MT di consegna. L'impianto è stato dimensionato in base alla massima corrente di primo guasto a terra sulla rete a MT e considerata, come indicato dal Distributore per impianto a neutro compensato, pari a 50 A con tempo di estinzione $\gg 10$ sec. Per i circuiti in BT della cabina il sistema impiegato è il TN-S. In un sistema TN per garantire la protezione contro i contatti indiretti deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$Z_A \cdot I_A \leq 50$$

dove:

- Z_A è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, fino al punto di guasto e comprende l'impedenza del conduttore di fase e di protezione (trascurando l'impedenza di guasto);
- I_A è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere, entro un tempo stabilito.

Dalla cabina, seguendo le canalizzazioni interrato si dipartono verso nord e verso sud due corde di terra nude interrato da 50 mmq che percorrono le gallerie in corrispondenza dei cavidotti interrati lato cabina. Anche nelle salite cavi verso le passerelle in volta sono previste corde di rame per la messa a terra delle passerelle stesse e, in genere tutte le utenze in classe I di isolamento. La risalita della corda di rame verrà realizzata con sezioni di 25 mmq. Le passerelle cavi in volta hanno giunti che garantiscono la continuità elettrica. I collegamenti a terra all'interno della galleria hanno funzione di equipotenzializzare tutte le masse e le masse estranee.

Nel collegamento delle masse e delle masse estranee è stato considerato che:

- tutti gli apparecchi illuminanti sono previsti in classe di isolamento II e così i cavi di collegamento; pertanto, non è previsto il collegamento a terra;
- i motori dei ventilatori sono connessi indipendentemente a terra così come lo sono le passerelle in modo da assicurare sempre e comunque la continuità elettrica del collegamento a terra. Tutti gli avviatori sono equipaggiati con relè differenziali a protezione contro i guasti a terra.

È inoltre previsto l'utilizzo di relè differenziali a protezione delle linee di alimentazione delle utenze terminali. La corrente differenziale nominale e il tempo di intervento sono stabiliti in base alla tipologia dell'utenza protetta.

3. Impianto di illuminazione

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne a cielo aperto e soprattutto nelle ore diurne in galleria, per tutti gli utenti della strada e la corretta visibilità all'interno della galleria. Il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli, che sono gli utenti principali della strada, è costituito dalla visibilità di ostacoli potenzialmente pericolosi, nelle condizioni ambientali e di traffico presenti ed in tempo utile per decidere e realizzare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

3.1 Illuminazione della viabilità esterna e delle interconnessioni

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione stradale devono garantire si è fatto riferimento alla recente norma nazionale UNI 11248 – “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche” ed alla UNI EN 13201-2 – “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”.

Nelle suddette norme sono riportati le modalità di classificazione della strada da illuminare nonché i requisiti illuminotecnici per la progettazione. Tali requisiti sono espressi in termini di livello e uniformità di luminanza del manto stradale e limitazione dell'abbagliamento. Essi sono dati in funzione della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, la quale risulta a sua volta definita in relazione alla classificazione della strada sulla base sia del “Nuovo codice della strada” che di altri parametri di influenza.

Per la classificazione e analisi del rischio prescritti dalla norma fare riferimento alla relazione illustrativa e di calcolo degli impianti di illuminazione di progetto.

3.2 Illuminazione di galleria

L'impianto di illuminazione della galleria è progettato nel rispetto dei requisiti imposti dalla UNI EN 11095 che prevede la suddivisione dell'impianto luce in tratte a luminanza variabile al fine di garantire il miglior comfort visivo per l'utente della strada. Si prevede la realizzazione di un'illuminazione ordinaria permanente a mezzo di armature in alluminio del tipo a LED della potenza massima di 70 W. Le lampade del tipo a Led sono caratterizzate da una temperatura del colore di 4.000K ed una resa cromatica ≥ 70 . Le armature saranno montate in galleria con passo costante (vedere tavole di riferimento. Scopo dell'impianto permanente è mantenere l'illuminazione ad un valore definito e costante lungo tutta la lunghezza della galleria.

La scelta del tipo di apparecchio a Led ricade sull'esigenza di conferire all'impianto una vita utile duratura associata ad un costo energetico di esercizio e di manutenzione contenuto.

Insieme all'impianto permanente, in galleria è installato un impianto dedicato all'illuminazione di rinforzo in grado di realizzare una luminanza variabile in galleria per l'osservatore che vi entra e la attraversa durante le ore diurne. Il compito dell'impianto è portare gradualmente la luminanza in galleria dal valore caratteristico dell'imbocco (funzione dell'esposizione, delle caratteristiche di contorno visivo dell'imbocco e della velocità di progetto) al valore di luminanza media mantenuta all'interno attraverso una zona, appunto detta di transizione, di lunghezza variabile. L'illuminazione di rinforzo della galleria è realizzata con armature a LED della potenza compresa tra 206 W e 36 W (vedasi relazione di calcolo per il dettaglio) installate in galleria con passo variabile.

Il sistema di rinforzo è dotato di un proprio impianto di regolazione (di tensione) in grado di adattare la luminanza di imbocco all'interno della galleria alle condizioni effettive (e variabili) della luce che si presentano all'esterno durante le ore del giorno. L'adattamento si otterrà senza indurre variazioni inattese nel comfort visivo dell'utente. Il compito dell'analisi della luminanza esterna è demandato ad una sonda di luminanza di velo installata in esterno alla distanza di arresto.

I cavi di alimentazione dell'impianto di illuminazione saranno posati in canalina in acciaio inox di caratteristica AISI almeno 304L. I cavi utilizzati per realizzare i sistemi di illuminazione ordinaria devono essere conformi alle norme CEI non propaganti l'incendio, a bassissima emissione di gas tossici nocivi e corrosivi. Quelli per l'illuminazione di emergenza saranno del tipo resistenti al fuoco. La derivazione delle utenze avverrà a mezzo di cassette aventi Grado di Protezione non inferiore a IP 65 secondo CEI EN 60529 con grado di

resistenza agli urti IK07 dotate di presa a spina di tipo presa CEE 2P+T da 16A e fusibile idoneo alla protezione della fase di alimentazione del corpo illuminante.

3.3 Illuminazione di sicurezza

Si ricorda che ai fini della sicurezza di esercizio l'impianto di illuminazione ordinario della galleria, alimentato in continuità da UPS, costituisce un impianto di illuminazione di emergenza con autonomia di almeno 30 minuti.

Congiuntamente al sistema di emergenza, la galleria è dotata di un sistema di illuminazione di sicurezza del tipo SA (sempre acceso) avente lo scopo, in emergenza, di guidare gli utenti a piedi, in caso di emergenza, verso le uscite o le vie di esodo. Poiché tali punti luminosi (picchetti luminosi) devono essere efficienti soprattutto in occasione di scarsa visibilità dovuta al fumo generato da un incendio, è stata realizzata una condizione di funzionamento di "emergenza" in grado di aumentare l'intensità luminosa di circa il 50% rispetto alla condizione di funzionamento "normale"; tale condizione può intervenire automaticamente al raggiungimento delle soglie stabilite dagli strumenti di analisi del CO ed OP installati per il controllo ambientale in galleria e dal sistema di rilevazione incendio, attraverso opportuno comando alla centralina concentratrice. Con il funzionamento "normale", ad intensità luminosa ridotta, viene garantito un ottimo comfort visivo (evitati fenomeni di abbagliamento per gli automobilisti) mentre in funzionamento di "emergenza" con intensità luminosa aumentata del 50%, si migliora notevolmente l'efficacia dell'indicazione del percorso d'esodo.

I picchetti luminosi saranno posizionati lungo il piedritto lato sorpasso su entrambi i lati della galleria e posati a vista con interdistanza 15m. In corrispondenza dei portoni delle vie di fuga, l'interdistanza d'installazione diminuirà a 5m e sarà inoltre prevista l'installazione di picchetti in maniera tale da disegnare il profilo d'imbocco della via d'esodo. Le lampade devono essere in grado di assicurare i parametri illuminotecnici prescritti dalla UNI.

3.4 Cunicolo di emergenza galleria

La galleria Edolo è dotata di cunicolo di emergenza con accesso dalle sei vie di fuga della galleria. Il cunicolo, collocato sotto la sede stradale, porta in luogo sicuro all'aperto gli utenti in evacuazione dalla galleria in caso di emergenza. Il riferimento normativo è la UNI EN 1838 illuminazione di emergenza i parametri considerati a progetto sono i seguenti $E_{min}=5\text{lux}$ con la condizione di uniformità che $E_{max} < 40 E_{min}$ e che l'interdistanza fra due punti luce consecutivi sia $< 4h$ con h altezza del cunicolo.

Dalla galleria sarà possibile accedere, tramite le vie di fuga dotate di zone filtro, al cunicolo di emergenza. Le uscite all'aperto del cunicolo sono previste in corrispondenza della prima piazzola di emergenza lato sud e in corrispondenza dell'imbocco lato nord.

4. Condotte e canalizzazioni elettriche

Il collegamento tra la cabina utente e la galleria avviene a mezzo di canalizzazioni interrato in cui vengono posate sia le condutture elettriche di potenza che le condutture dati. Le canalizzazioni interrato sono realizzate in tubi per cavidotti, del tipo corrugato a doppia parete (parete interna liscia), aventi caratteristica di resistenza allo schiacciamento pari almeno a 450 N (CEI 23-46). I cavidotti sono realizzati in banchi tubi (uno per lato del fornace delle gallerie) interrotti mediamente ogni 45 m da pozzetti rompitratta.

All'interno della galleria le condutture sono posate:

- a vista su apposite passerelle;
- sottotraccia nei banchi tubi posati tra i piedritti e i profili redirettivi a margine della carreggiata.

Le passerelle saranno del tipo in acciaio inox AISI 304 fissate sulla volta della galleria secondo le modalità descritte nel progetto ed in modo da garantire il sostegno dei cavi degli apparecchi illuminanti e dei relativi alimentatori.

Le condutture installate a vista riguardano:

- le alimentazioni dei circuiti luce, permanenti e rinforzi, installati su apposita passerella dedicata per l'intera lunghezza della galleria (valido per le tre gallerie);
- le risalite dai pozzetti in galleria delle linee di alimentazione e segnale dei ventilatori, realizzate mediante apposita passerella (valido per la galleria Edolo).

Le condutture installate sottotraccia riguardano:

- le alimentazioni degli armadi apparecchiature installati nelle nicchie della galleria Edolo;
- le alimentazioni degli armadi apparecchiature installati nelle uscite di sicurezza della galleria Edolo;
- la rete dati in f.o. relativa al telecontrollo dei plc in nicchia e nell'uscita di emergenza.

Le vie cavi sottotraccia sono realizzate mediante l'ausilio di tubazioni lisce in PVC medio e sono utilizzate anche per il passaggio dell'alimentazione dei servizi dalle nicchie e dalle uscite di emergenza ed in particolare:

- l'alimentazione della cartellonistica luminosa;
- l'alimentazione dei delineatori di carreggiata;
- l'alimentazione della sensoristica;
- l'alimentazione degli apparati TVcc e PMV.

Le risalite cavi di alimentazione delle utenze che provengono dai cavidotti interrati o in uscita dai locali nicchie impianti e/o uscite di emergenza, saranno realizzate mediante installazione in tubazioni di acciaio inox AISI 304 del diametro idoneo (32 mm), staffate ai piedritti della galleria.

4.1 Cavi elettrici

I cavi elettrici posati in cabina e all'esterno delle gallerie, installati con qualsiasi modalità di posa, sono del tipo FG16(O)R16 U0/U = 0,6/1kV.

Per le condutture di BT che alimentano impianti non di sicurezza, posate nelle canalizzazioni interrate, o posate a vista all'interno delle gallerie sono previsti cavi del tipo non propaganti l'incendio FG18(O)M16 U0/U = 0,6/1kV.

Per le condutture di BT che alimentano impianti di sicurezza, posate nelle canalizzazioni interrate, o posate a vista all'interno delle gallerie si prevede l'impiego di cavi del tipo FTG18(O)M16 U0/U = 0,6/1kV, resistenti al fuoco a norme EN50200 e 50362 adatti a funzionare ad una temperatura fino a 850°C per 1,5 ore senza emissioni di fumi opachi e corrosivi. In particolare, questo tipo di cavo verrà impiegato per:

- tutti i cavi di potenza e aux dei ventilatori;
- tutti i cavi della segnaletica retroilluminata;

- tutti i cavi dell'illuminazione di emergenza (picchetti);
- tutti i cavi per i sensori del sistema di ventilazione CO-OP e Anemometri;
- tutti i cavi di alimentazione del sistema TVcc.

Nel dimensionamento delle condutture, sono state considerate quali “condizioni normali di impiego” l'esercizio con i regolatori di tensione per i circuiti luce e l'avviamento diretto per i ventilatori. I cavi per i circuiti luce di galleria sono stati comunque dimensionati per consentire l'inserimento diretto (a piena tensione) con cadute di tensione nei limiti della normativa. Il dimensionamento delle condutture tiene conto, comunque, della loro protezione da parte dei dispositivi di sgancio magnetotermici e differenziali degli interruttori.

Per i circuiti di maggiore lunghezza la protezione delle condutture è affidata essenzialmente agli sganciatori termici dei dispositivi di protezione. Infatti, la corrente che si stabilisce a fondo linea in caso di corto circuito, talvolta non è sufficiente per garantire l'intervento della soglia magnetica. Per questi circuiti è stata verificata, mediante calcolo automatico, l'idoneità degli interruttori automatici alla protezione dei cavi sottesi (verifica dell'energia ammissibile).

5. Impianto di ventilazione

La galleria Edolo è dotata di proprio impianto di ventilazione meccanica del tipo puramente longitudinale, realizzato mediante installazione di jet-fans reversibili sulla volta della galleria. L'impianto di ventilazione meccanica previsto per la galleria deve consentire, in tutti gli scenari di funzionamento:

- il controllo e la corretta diluizione degli inquinanti emessi dai veicoli circolanti all'interno della struttura, in caso di flussi di traffico normali ed intensi (picchi di traffico);
- il controllo degli stessi inquinanti in condizioni di arresto della circolazione per incidenti o anomalie sui flussi di traffico;
- il controllo del calore e del fumo prodotti in caso di incendio.

5.1 Esercizio ordinario: ventilazione sanitaria

Il sottosistema ventilazione, in condizioni di esercizio ordinario, è stato dimensionato con il fine di garantire:

- la corretta diluizione degli inquinanti emessi dagli autoveicoli in ogni regime di traffico;
- la corretta diluizione degli inquinanti emessi dagli autoveicoli in caso di arresto del traffico conseguente all'accadimento di un incidente non rilevante.

L'impianto di ventilazione deve mantenere la concentrazione degli inquinanti all'interno della struttura a livelli tali da non compromettere la visibilità e contenere la dose di inquinanti assunta dagli utenti.

I valori limite per la concentrazione degli inquinanti, per diverse condizioni di flusso di traffico e per tipo di inquinante, sono stati desunti dalle raccomandazioni PIARC pubblicate in “Road tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation” – 2019 (prospetto che segue).

| Soglia di concentrazione degli inquinanti in galleria (PIARC) | | |
|---|----------|--|
| Condizioni di traffico | CO [ppm] | Opacità: coeffic. di estinzione [m ⁻¹] |
| fluido | 50 | 0,005 |
| congestionato | 70 | 0,007 |
| bloccato | 100 | 0,009 |

Prospetto 1: Concentrazioni limite ammissibili in galleria

5.2 Esercizio in emergenza

La condizione di esercizio più gravosa è rappresentata dalla presenza di un focolaio di incendio in galleria. L'impianto di ventilazione di una galleria è uno dei principali componenti impiantistici per la gestione degli effetti generati dall'evento incendio. L'impianto di ventilazione deve essere dimensionato per controllare l'evacuazione dei fumi, consentire l'autosoccorso degli utenti e permettere l'intervento dei soccorritori in sicurezza. Riassumendo, gli obiettivi di sicurezza che devono essere garantiti da un sistema di ventilazione possono essere così sintetizzati:

- assicurare la diluizione delle emissioni dei veicoli all'interno della galleria in condizioni di esercizio così che siano garantite idonee condizioni di salubrità dell'aria ed il comfort visivo degli utenti;
- assicurare la gestione ed il controllo degli eventi incidentali possibili in galleria, individuati come critici dalla legislazione vigente, assicurare la compatibilità ambientale della struttura.

Il dimensionamento, in emergenza, è stato condotto attraverso la definizione di un modello analitico, in grado di determinare, sulla base degli scenari di esercizio ipotizzati, la spinta totale richiesta al sistema di ventilazione. Data la natura della tipologia di traffico caratteristica delle gallerie, si considera in via cautelativa come scenario critico di progetto, l'insorgenza di un focolaio di incendio innescato da un mezzo pesante per trasporto merci combustibili. In accordo con le Linee guida ANAS 2009 si fissano la potenza termica di riferimento a 30 MW e la portata di fumi prodotta al valore di 80 m³/s.

I principali fattori che compongono la caduta di pressione totale del sistema sono:

- le perdite per attrito prodotte sull'aria, per effetto del suo moto, dalla presenza delle pareti e della volta della galleria;
- la resistenza prodotta dal moto dei veicoli (effetto pistone) presenti in galleria ed esposti al flusso d'aria di ventilazione;
- gli effetti meteo-climatici al contorno della galleria dovute alla presenza di vento o di differenze di tipo climatico (pressione e temperatura) ai portali;
- caduta di pressione dovuta al fuoco che si genera sul flusso di ventilazione per la presenza del focolaio;
- effetto camino generato sul flusso d'aria di ventilazione dalle spinte di galleggiamento prodotte per effetto delle differenze di densità tra zona calda (invasa dai fumi) e quella fredda della galleria.

5.3 Dotazioni di impianto

Per consentire la corretta gestione di tutti gli scenari di emergenza è necessario che gli acceleratori siano tutti del tipo reversibile e resistenti alla temperatura di 400 °C per almeno 2 h. Ai fini della corretta ventilazione in tutti gli scenari di esercizio è richiesta l'installazione di 18 ventilatori. La disposizione dei ventilatori lungo la galleria è riportata all'interno dell'elaborato: P00IM10IMPPL01.

I principali dati tecnici dei jet-fans, in termini di prestazioni aerauliche, sono riportati nel prospetto che segue.

| Caratteristiche jet-fans 1000mm | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|------------------------|
| Diametro girante [mm] | Portata [mc/s] | Velocità [m/s] | Spinta [N] | Pot. meccanica [kW] |
| 1.400 | 38,6 | 25,1 | 1160 | 30 |

Prospetto 2: Caratteristiche prestazionali jet-fans

Per ciascun ventilatore, si prevede l'installazione di un sistema per il rilievo delle vibrazioni costituito da trasduttore di vibrazione di tipo velocimetrico (atto a rilevare malfunzionamenti o problemi di bilanciamento) ed un sistema di rilevamento orizzontalità con sensori di prossimità per segnalazione dell'eventuale distacco volta del ventilatore.

6. Misura e controllo qualità aria

Allo scopo di verificare che il livello degli agenti inquinanti all'interno della galleria sia contenuto nei limiti prefissati e di permettere il controllo automatizzato dell'impianto di ventilazione qualora tali valori vengano superati, i fornicci saranno dotati di sistemi integrati per la valutazione della qualità dell'aria (di seguito CO/OP).

Allo scopo di controllare e mantenere la velocità dell'aria in galleria nei limiti prefissati, saranno installati degli anemometri di misura. Si prevede l'installazione di 5 anemometri e di 5 misuratori CO/OP.

7. Gestione della ventilazione

La gestione della ventilazione è affidata ad un sistema di controllo che si compone di procedure e moduli integrati per la gestione di tutti gli scenari di funzionamento, che contemplano sia l'esercizio in regime ordinario che quello in regime di emergenza. È parte integrante del sistema anche un modulo per la gestione delle procedure di sicurezza. Il modulo ha il compito di gestire tutte le procedure atte alla messa in esercizio di tutte le misure complementari di sicurezza dei sistemi installati in galleria. I singoli moduli sono legati secondo una logica di informazioni comuni registrate su database di memorizzazione e secondo una logica di priorità predefinita.

8. Vie di esodo

Il sistema di vie di esodo previsto per la galleria è realizzato a mezzo di zone filtro, vani scala e di camminamenti pedonali protetti. I camminamenti pedonali sono realizzati mediante l'installazione di un cunicolo di sicurezza ricavato sotto la sede stradale della galleria. I vani

scala collegano la galleria al cunicolo, consentendo il deflusso delle persone verso i luoghi sicuri o aperti (a cielo libero). Il cunicolo di emergenza si sviluppa a partire dall'imbocco nord fino alla progressiva 420.00, dove è prevista l'uscita di sicurezza verso l'esterno della galleria attraverso la zona filtro, il vano scala.

I vani scala sono collocati a valle della zona filtro e sono costituiti da un vano scala vero e proprio aperto e comunicante direttamente con il cunicolo. Il filtro separa la galleria dai percorsi sicuri attraverso una doppia compartimentazione REI 120.

Le condizioni di sicurezza degli utenti che hanno accesso ai luoghi sicuri sono assicurate da un impianto di ventilazione dedicato. L'impianto assolverà i compiti descritti nel dettaglio nei paragrafi e negli elaborati dedicati ed in particolare dovrà mantenere le strutture libere da fumi ed in sovrappressione rispetto alla galleria. Per la pressurizzazione delle uscite di emergenza e delle relative zone filtro è previsto un sistema di ventilazione locale installato sulle pareti divisorie delle zone filtro.

9. Stazioni di emergenza

Le stazioni di emergenza per la galleria sono progettate per mettere a disposizione diversi strumenti di sicurezza, in particolare telefoni di emergenza ed estintori.

Gli armadi sono realizzati in modo tale che la rottura di un vetro, l'apertura di uno sportello, l'accesso in genere o il prelievo degli estintori e/o idranti venga segnalato al sistema di supervisione. Lo stesso allarme viene ripetuto localmente tramite un allarme locale ottico ed acustico temporizzato installato all'interno del locale nicchia/luogo calmo.

Gli armadietti di emergenza sono opportunamente segnalati lungo la galleria con segnale luminoso di cui alla figura II 178 Art.125 e figura II 305 Art. 135 del D.P.R. 495/92 e segnale di postazione idrante come da fig. UNI 7546/8.

Gli armadietti installati sopra i profili redirettivi e in piazzola devono contenere:

- pulsante di allarme;
- una postazione idrante;
- due estintori a polvere ed a schiumogeno;
- un telefono S.O.S..

Per gli armadietti installati lungo le vie di esodo (nei luoghi calmi) non sono previste le installazioni degli estintori e degli idranti antincendio bensì il solo pulsante di allarme e la postazione telefonica S.O.S.

La postazione telefonica S.O.S. è costituita da una unità di chiamata ed unità fonica a 4 pulsanti, realizzata a mezzo di un telefono a viva voce, selezione memorizzata con 4 tasti di selezione per il collegamento diretto all'esterno della galleria e la chiamata ai servizi di pronto intervento (con iscrizioni esplicative accanto ai suddetti pulsanti scritte in quattro lingue - italiano, inglese, francese e tedesco).

10. Impianto idrico antincendio

La galleria Edolo presenta lunghezza complessiva del tratto coperto pari a circa 1808 m pertanto, per la galleria, in accordo con il D.Lgs. 264/06 e con le Linee Guida ANAS per la Progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali, si è prevista l'installazione di un impianto antincendio reti idranti.

L'impianto sarà costituito da una rete idrica alimentata da una stazione di pompaggio con annessa riserva idrica ed una rete idranti distribuita lungo la galleria. La rete idranti sarà

realizzata ad anello con collettori principali di distribuzione installati in appositi alloggiamenti ricavati dietro i profili redirettivi e chiusure anello mediante attraversamenti stradali realizzate in prossimità dei portali. La rete antincendio è preposta sia alla protezione interna che alla protezione esterna, in particolare costituita da:

- idranti UNI 45 a protezione interna della galleria, installati a quinconce lungo i piedritti in adiacenza alle postazioni SOS;
- idranti UNI 70 del tipo soprasuolo agli imbocchi e nelle piazzole di sosta in galleria;
- attacchi di mandata VVF presso i portali.

Il dimensionamento dell'impianto avviene, in accordo con le Linee Guida ANAS, al fine di:

- consentire, sempre e comunque, il funzionamento contemporaneo di 4 idranti UNI 45 ed 1 idrante UNI 70 installati nella posizione idraulicamente più sfavorevole;

In ragione di ciò la portata totale del sistema è fissata al valore di 780 l/min. L'alimentazione idrica deve essere in grado di:

- garantire la condizione più sfavorevole di funzionamento in termini di portata e prevalenza;
- assicurare il funzionamento della rete idranti per la durata di 2 h.

In ragione di ciò la capacità utile minima dalla riserva idrica è fissata al valore di 100 m³. La vasca è del tipo interrato in cemento armato ed è collocata nell'area esterna presso l'uscita all'aperto tramite vano scale dal cunicolo di fuga lato sud della galleria, più precisamente presso la progressiva 420,00 di galleria in area esterna.

Sopra alla vasca, fuori terra, sarà installato il locale pompe prefabbricato dotato di pompe ad asse verticale secondo UNI12845.

L'alimentazione è costituita, oltre che dalla riserva idrica, anche da un gruppo di pompaggio UNI 12845. Il gruppo automatico antincendio è realizzato in modo da intervenire automaticamente qualora venga richiesta erogazione d'acqua da una qualunque utenza dell'impianto antincendio. Il gruppo di pompaggio è costituito da:

- una pompa principale, azionata da motore elettrico;
- una pompa principale, azionata da un motore diesel;
- un'elettropompa pilota ausiliaria di piccola potenza, con la funzione di mantenere in pressione l'impianto (compensazione);
- uno o più quadri di comando per l'avviamento automatico di ciascuna pompa.

In base alle verifiche di calcolo si è constatato che le pressioni cui saranno soggette le tubazioni non saranno tali da richiedere materiali a pressione nominale superiore a PFA 16.

11. Rilevazione incendi

La galleria è dotata di un sistema di rilevazione incendi realizzato mediante cavo termosensibile in fibra ottica, il quale sfrutta le variazioni delle caratteristiche ottiche della fibra per effetto termico per individuare il punto dell'incendio. Il cavo è installato a vista in galleria in prossimità della volta in modo da garantire una pronta risposta al gradiente di temperatura in caso di evento incendio.

Il sistema è provvisto di unità di controllo (installata nel locale tecnologico della cabina CE1) in grado di determinare in modo continuo la temperatura di un anello o di una linea singola in

f.o.. L'unità di controllo insieme al cavo costituisce un sistema programmabile in grado di:

- visualizzare il profilo termico di temperatura della galleria;
- indicare lo stato di ogni singola zona;
- ottenere allarmi per superamento della temperatura preimpostata in ogni zona o per variazioni troppo rapide del gradiente.

La rilevazione tempestiva di un evento incendio consente l'altrettanto rapida risposta da parte dei sistemi e delle logiche di gestione aumentando le probabilità di riuscita del processo di messa in sicurezza degli utenti coinvolti nell'evento stesso.

Fanno parte dei sistemi di rilevazione incendi anche:

- la sensoristica della misura della qualità dell'aria (CO/OP);
- i software di analisi installati sul sistema TVcc.

12. Impianti di videosorveglianza e diffusione radio

12.1 Videosorveglianza

Il sistema TVCC è previsto a servizio della galleria e delle aree di connessione esterne. La copertura dell'impianto TVcc deve assicurare all'interno della galleria:

- il controllo in continuo dei flussi di traffico (controllo da eventuale sala di supervisione);
- la rilevazione di eventi anomali.

La rilevazione di eventi anomali è affidata ad un sistema software installato sull'apparato server video in cabina (locale tecnologico). Con rilevazione di eventi anomali si intende:

- la presenza di traffico in coda;
- la presenza di traffico lento;
- la presenza di un veicolo in marcia contro mano;
- la presenza di un veicolo fermo in galleria (per arresto di emergenza o incidente);
- la presenza di fumo/incendio con segnale digitale d'uscita per ogni telecamera.

La copertura dell'impianto TVcc deve assicurare all'esterno della galleria il mero controllo in continuo dei flussi di traffico (controllo da eventuale sala di supervisione).

Il sistema di apparati TVcc è costituito sul campo da:

- Telecamere tipo Dome brandeggianti con zoom;
- Telecamere fisse per installazione lungo la galleria.

In galleria sono previste:

- telecamere lungo le carreggiate.

Le telecamere fisse in galleria saranno installate su staffe in modo da garantire il corretto fissaggio ed evitare vibrazioni che potrebbero compromettere il buon funzionamento del sistema.

12.2 Impianto radio

Il sistema di copertura radio all'interno della galleria dovrà essere dimensionato e realizzato per garantire il servizio su quattro ponti radio distinti:

- ponte radio VV.F. (frequenza 73.800Mhz)
- ponte radio Polizia di Stato (frequenza 78.025Mhz)
- ponte radio 118 (frequenza 173.700Mhz)
- ponte radio disponibile

Le suddette frequenze dovranno essere verificate preventivamente per controllarne l'esatta corrispondenza. L'impianto di copertura radio in galleria è realizzato mediante posa di cavo radiante a radiofrequenza all'interno del fornice della galleria ed installazione di una torre porta antenne all'esterno (le antenne installate sulla suddetta torre dovranno essere dimensionate per le frequenze realmente necessarie).

In fase esecutiva, sarà onere dell'impresa eseguire una campagna di verifica della copertura di campo per le n. 4 bande indicate in premessa (3 precisate più 1 di futura indicazione da parte della Committente) al fine di identificare la posizione ottimale della torre porta antenne rispetto alla morfologia del territorio circostante (presenza di eventuali ostacoli e barriere) e di dimensionare di conseguenza la corretta altezza della medesima, compatibilmente con i vincoli di carattere ambientale ed architettonico.

In fase progettuale, si è ipotizzato l'utilizzo di una torre porta antenne di altezza pari a 12 metri posizionata in prossimità della cabina elettrica. La torre porta antenne è costituita da un palo ottagonale dotato di scala senza protezione (con dispositivo anticaduta omologato) e pedana di riposo intermedia.

Sulla torre saranno installate n.4 antenne scelte e dimensionate sulla base delle frequenze utilizzate. Lo sviluppo in altezza della torre consentirà inoltre l'eventuale futura installazione di antenne GSM per effettuare la copertura della galleria con il servizio di telefonia mobile.

13. Segnaletica

La segnaletica installata in galleria ha come obiettivo:

- la gestione della circolazione al suo interno;
- la conformità ai regolamenti;
- l'informazione all'utenza.

In caso di emergenza, all'informazione all'utenza si aggiunge anche la segnalazione per l'autosalvamento costituita dalla segnalazione delle vie di esodo, dai presidi antincendio e dei sistemi di comunicazione con l'esterno.

13.1 Segnaletica generica e di chiusura al traffico

Agli imbocchi della galleria sono installate lanterne semaforiche del tipo a freccia croce indipendenti per ogni corsia che consentano la chiusura della galleria in situazioni di emergenza e, a distanza di 150 metri prima degli imbocchi, sono previsti pannelli a messaggio variabile costituiti da una indicazione alfanumerica e da un pittogramma di tipo full color.

La galleria deve essere preceduta, in corrispondenza dell'imbocco, dal segnale "galleria" di cui all'art. 135 ed alla figura II 316 del D.P.R. 495/92, con pannello integrativo indicante la denominazione e la lunghezza della galleria, secondo l'art. 83 Modello II 2 del suddetto D.P.R.

La galleria deve essere preceduta da un segnale di pericolo (Figura II 35 Art.103 del D.P.R. 495/92) posto 150 m prima dell'imbocco (e comunque ad una distanza dall'imbocco non

inferiore alla distanza di arresto del veicolo), recante l'iscrizione "galleria" secondo il Modello II 6.

13.2 Segnaletica luminosa

Tutta la segnaletica verticale di emergenza installata in galleria deve rispondere alle prescrizioni previste dalla norma UNI EN12899-1 e rivestita da un film rifrangente microprismatico in grado di assicurare la visibilità del segnale anche in caso di assenza di energia elettrica. Si prevede quindi l'installazione della segnaletica retroilluminata per:

- piazzole;
- preavviso di piazzola (250 m prima);
- S.O.S.;
- estintori;
- idranti;
- uscite di emergenza.

14. Sistema di telecontrollo

Tutti i principali impianti di sicurezza e controllo installati nella galleria Edolo sono interconnessi mediante una rete dati ad alte prestazioni ed elevata tolleranza ai guasti ripartita su due livelli e facente capo al nodo principale installato all'interno del locale supervisione presso la cabina elettrica CE1.

Il punto di instradamento ed accesso della rete dati locale verso l'esterno sarà realizzato nel medesimo locale con la disponibilità di una rete a banda larga.

14.1 Rete dati

La rete dati primaria è una rete ethernet LAN a 1000Mbps realizzata in fibra ottica monomodale 12x9/125 che collega il nodo principale (nodo di cabina) con i nodi installati nelle uscite di sicurezza di galleria.

La rete primaria presenta una configurazione ad anello singolo che consente in caso di interruzione del flusso dati in un punto (ad esempio in seguito a rottura del cavo) di mantenere in totale efficienza la funzionalità dell'intero impianto. I nodi sono costituiti da apparati di rete che consentono la gestione della rete in condizioni operative normali ed in caso di guasto.

Per garantire la massima estendibilità del sistema e la possibilità di intervenire in futuro con interventi di manutenzione rapidi, è prevista la completa attestazione di tutte le n.12 fibre del cavo utilizzato all'interno di tutti i nodi dell'anello; il collegamento agli apparati di rete avverrà utilizzando la prima coppia e mantenendo di scorta le restanti cinque.

La rete dati primaria consente la comunicazione dati per i seguenti sottoimpianti:

- telecontrollo (comunicazione fra unità PLC delle uscite di sicurezza, unità di cabina e SCADA server);
- videocontrollo (comunicazione fra telecamere IP, analizzatori video e server di cabina);
- SOS (comunicazione voce di tipo VoIP dagli armadi SOS delle uscite di sicurezza);
- PMV (comunicazione e controllo pannelli a messaggio variabile in galleria).

La rete dati secondaria è una rete ethernet LAN a 100Mbps realizzata in fibra ottica multimodale 8x50/125 che collega il nodo principale (nodo di cabina) con i nodi installati

nelle nicchie di galleria. Anche la rete secondaria presenta una configurazione ad anello singolo che consente in caso di interruzione del flusso dati in un punto (ad esempio in seguito a rottura del cavo) di mantenere in totale efficienza la funzionalità dell'intero impianto. I nodi sono costituiti da apparati di rete che consentono la gestione della rete in condizioni operative normali ed in caso di guasto.

Per garantire la massima estendibilità del sistema e la possibilità di intervenire in futuro con interventi di manutenzione rapidi, è prevista la completa attestazione di tutte le n.8 fibre del cavo utilizzato all'interno di tutti i nodi dell'anello; il collegamento agli apparati di rete avverrà utilizzando la prima e seconda coppia e mantenendo di scorta le restanti due. La prima coppia sarà interconnessa direttamente all'apparato di rete di nicchia, la seconda coppia all'apparato SOS di nicchia.

La rete dati secondaria consente la comunicazione dati per i seguenti sottoimpianti:

- telecontrollo (comunicazione fra unità PLC di nicchia, unità di cabina e SCADA server);
- SOS (comunicazione voce di tipo VoIP dagli armadi SOS di nicchia)

14.2 Impianto di telecontrollo

Il sistema di telecontrollo della galleria è basato su una rete di unità PLC (Programmable Logic Controller – controllore logico programmabile) installate all'interno dei quadri nicchia, uscite di sicurezza e cabina elettrica che consente l'acquisizione dei dati da tutti i sottoimpianti e la loro gestione.

Il controllore logico programmabile è un dispositivo che consente l'acquisizione di grandezze e stati sia di carattere analogico (misure) che digitale (stati) e, grazie alla presenza al suo interno di una CPU e di una memoria, la gestione di algoritmi di controllo e comando; la propria intrinseca peculiarità è quindi quella di poter gestire gli impianti ad esso direttamente collegati in modo autonomo dalla rete e dal server centrale.

Sulla base di tale caratteristica, data la particolare tipologia di installazione (impianti di sicurezza in ambiente "ostile"), nasce la scelta progettuale di inserire in tutti i nodi dell'impianto di telecontrollo unità PLC anziché semplice unità di I/O remoto (RIO – Remote Input Output) unicamente demandate alla sola raccolta dei dati ma non direttamente in grado di gestire algoritmi di controllo.

Le unità PLC di galleria e di cabina sono state dimensionate sulla base dei punti controllati in acquisizione ed in comando.

14.3 Sistema SCADA

L'impianto di telecontrollo è completato da un sistema SCADA in grado di garantire la supervisione generale e totale del sistema galleria. Il sistema sarà connesso con il sistema di automazione e sarà reso comandabile dal Posto di Controllo deputato (nel locale tecnologico – ed in sala di supervisione).

Lo SCADA assicura una gestione tecnica centralizzata per il controllo tecnico degli impianti ed il relativo funzionamento autonomo. In particolare, faranno capo allo SCADA i controlli di tutti gli impianti di sicurezza di galleria nonché le logiche di gestione degli allarmi di esercizio e manutenzione. In particolare, il software SCADA avrà le seguenti funzioni:

- gestire le comunicazioni con il livello PLC (installazioni in campo);
- archiviare i dati di processo in un data base di un sistema di storage dedicato;
- consentire l'accesso al sistema di gestione a differenti livelli di utenza e garantire la sicurezza contro la pirateria informatica;

- permettere l'eventuale connessione con un programma client sia in locale che in remoto, tramite interfacciamento con rete Ethernet Gigabit o SDH, e gestire gli utenti connessi dando priorità all'utente locale (eventuale sala di supervisione);
- garantire l'accesso alle funzionalità del sistema di gestione tramite interfaccia uomo-macchina, sia in locale tramite il PC terminale, sia, eventualmente in remoto tramite interfacciamento con la rete Ethernet Gigabit o SDH;
- permettere la visualizzazione sinottica della galleria con lo stato dei componenti e/o dei sottosistemi installati e dei valori misurati dalla sensoristica;
- permettere la visualizzazione dei messaggi di diagnostica ed allarme del sistema;
- consentire la gestione e l'analisi dei dati archiviati.

La struttura software dovrà tenere conto delle future necessità della galleria e delle future implementazioni che si potrebbero rendere necessarie in galleria.