

**E45 - SISTEMAZIONE STRADALE DEL NODO DI PERUGIA
Tratto Madonna del Piano - Collestrada**

PROGETTO DEFINITIVO

PG 372

ANAS - DIREZIONE TECNICA

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i> Ordine Geologi Regione Lazio n. 1541</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGNERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGENGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfilì</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Giovanni Alfredo Dalenz</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14069</p>	<p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti</p> <p>engeko</p> <p>AIM <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p> <p>(Mandante)</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Alessandro Micheli</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		<p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>

IMPIANTI TECNOLOGICI

Galleria Naturale

Relazione tecnica specialistica impianti tecnologici elettrici e meccanici

CODICE PROGETTO			NOME FILE			REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00IM03IMPRE03_B				
DTPG372	D	22	T00IM03IMPRE03			B	-
D							
C							
B	Rev. a seguito istruttorie Prot. U.0834569 e U.0862037		Gennaio '23	Salvi	Panfilì	Guiducci	
A	Emissione		Ottobre '22	Salvi	Panfilì	Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1.	PREMESSA E METODI PROGETTUALI.....	5
1.1	CRITERI PROGETTUALI GENERALI	5
1.2	TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI	6
1.3	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	8
1.4	DISTRIBUZIONE PRIMARIA	18
1.5	CORRENTE DI CORTO CIRCUITO IMPIANTI ALIMENTATI IN MEDIA TENSIONE	19
1.6	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	19
1.7	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE	21
1.8	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	22
1.9	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI	22
1.10	SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI.....	22
1.11	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ELETTRICI	23
1.12	MATERIALI DA IMPIEGARE.....	23
2.	CABINA DI TRASFORMAZIONE M.T./B.T. E DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	24
2.1	CABINA DI TRASFORMAZIONE A SERVIZIO IMPIANTI GALLERIA	24
2.2	TABELLA ESPLICATIVA CARICHI ELETTRICI PREVISTI	24
2.3	CABINE DI TRASFORMAZIONE M.T./B.T. E DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	26
2.3.1	<i>Premessa.....</i>	26
2.3.2	<i>CABINE DI TRASFORMAZIONE</i>	27
2.3.3	<i>DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE NECESSARIE PER LA REALIZZAZIONE DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE M.T./B.T.....</i>	27
2.4	TRASFORMATORE MT/BT	28
2.4.1	<i>Caratteristiche.....</i>	28
2.4.2	<i>Box trasformatore.....</i>	29
2.5	QUADRI ELETTRICI MEDIA TENSIONE	30
2.5.1	<i>Tipologie ed impiego dei quadri MT.....</i>	30
2.5.2	<i>Cella interruttore automatico in gas o sottovuoto di protezione trasformatore.....</i>	31
2.5.3	<i>Dotazioni nelle cabine di Media Tensione</i>	31
2.6	QUADRI DI BASSA TENSIONE	32
2.6.1	<i>Struttura generale del quadro e caratteristiche dei materiali</i>	32
2.6.2	<i>Apparecchiature</i>	32
2.6.3	<i>Strumenti di misura</i>	33
2.6.4	<i>Collegamenti - circuiti di potenza.....</i>	33
2.6.5	<i>Collegamenti - circuiti ausiliari.....</i>	34
2.6.6	<i>Morsettiere.....</i>	34
2.6.7	<i>Caratteristiche principali</i>	34
2.6.8	<i>Caratteristiche specifiche dei diversi tipi di quadro bt</i>	37
2.7	SISTEMI DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA.....	37
2.7.1	<i>Gruppo elettrogeno</i>	37

2.7.2	<i>Gruppi di continuità assoluta</i>	39
2.8	CANALIZZAZIONI PRINCIPALI	41
2.9	LINEE DI COLLEGAMENTO MONTANTI E DORSALI	41
2.10	DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA.....	44
2.11	IMPIANTO DI TERRA	44
3.	<u>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA.....</u>	45
3.1	PREMESSA.....	45
3.2	CARATTERISTICHE DELLA GALLERIA.....	45
3.3	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	45
3.4	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E DATI TECNICI DI PROGETTO	46
3.4.1	<i>Caratteristiche impianti</i>	46
3.4.2	<i>Dati tecnici di progetto</i>	47
3.5	ILLUMINAZIONE PERMANENTE (ORDINARIA E DI EMERGENZA).....	48
3.6	ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN ENTRATA	48
3.7	APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI.....	49
3.7.1	<i>Proiettore simmetrico con tecnologia a LED</i>	49
3.7.2	<i>Proiettore asimmetrico</i>	51
3.8	REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE.....	51
3.8.1	<i>Caratteristiche dei regolatori di flusso luminoso</i>	52
3.9	CIRCUITI DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA.....	54
3.10	CALCOLI ILLUMINOTECNICI	54
3.11	PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE – NORMA UNI 11095 FEBBRAIO 2021	55
3.12	ILLUMINAZIONE NEI TRATTI DI ENTRATA.....	56
3.13	ILLUMINAZIONE NEL TRATTO DI TRANSIZIONE.....	61
3.14	ILLUMINAZIONE NELLA ZONA INTERNA.....	62
3.15	ILLUMINAZIONE NELLA ZONA DI USCITA.....	62
3.16	DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE DA REALIZZARE PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	63
4.	<u>IMPIANTO DI VENTILAZIONE</u>	64
4.1	ESIGENZE DELLA VENTILAZIONE NELLE GALLERIE STRADALI	64
4.2	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	64
4.3	GENERALITA' DELLA GALLERIA	65
4.4	METODOLOGIA DI VENTILAZIONE DELLA GALLERIA.....	65
4.5	CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ARIA FRESCA	66
4.6	INCENDIO NELLA GALLERIA	66

4.7	DATI PER LA PROGETTAZIONE - PRESCRIZIONI E PRESTAZIONI PREVISTE PER GLI IMPIANTI	67
4.7.1	Condizioni di traffico	67
4.7.2	Casistiche esaminate	68
4.7.3	Valori base e valori ammessi di emissione di inquinanti CO, fumi (particolato), NOx68	
4.8	CARATTERISTICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE	69
4.8.1	Determinazione della concentrazione di CO ammissibile e numero acceleratori	69
4.8.2	Galleria Naturale	70
4.9	CARATTERISTICHE IMPIANTO DI RILEVAZIONE FUMI E QUALITA' ARIA	71
4.9.1	Sistema di controllo	71
4.9.2	Sistema di rivelazione	71
4.10	DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE DA REALIZZARE PER L'IMPIANTO DI VENTILAZIONE	72
5.	IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE BY-PASS.....	73
5.1	GENERALITA'	73
5.2	LA LOGICA DEL SISTEMA	73
5.3	CALCOLO PORTATA VENTILATORE	74
5.4	VENTILATORE ASSIALE INTUBATO	74
6.	IMPIANTI SPECIALI IN GALLERIA	76
6.1	GENERALITA'	76
6.2	IMPIANTO SOS	77
6.3	SEGNALETICA VERTICALE LUMINOSA	79
6.3.1	Sistema attivo	80
6.3.2	Sistema passivo	81
6.3.3	Struttura	81
6.3.4	Finitura e composizione della faccia anteriore/posteriore del segnale	81
6.3.5	Accertamento dei livelli di qualità della pellicola	82
6.3.6	Impianto elettrico interno	82
6.3.7	Tipologia dei cartelli impiegati	82
6.4	PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE, SEGNALETICA ED IMPIANTO SEMAFORICO	83
6.4.1	Pannelli tipo alfanumerico	84
6.4.2	Centralina di comando	84
6.5	IMPIANTO DI RILEVAZIONE INCENDI IN GALLERIA	85
6.5.1	Cavo sensore in fibra ottica	85
6.5.2	Unità di controllo e gestione del cavo sensore	85
6.6	IMPIANTI DI RADIOTRASMISSIONE	85
6.7	SISTEMA DI GESTIONE E CONTROLLO	87
6.7.1	COMPOSIZIONE DEL SISTEMA	87
6.7.2	UNITA' LOCALE SOS-UL	89
6.7.3	UNITA' LOCALE UL	89
6.7.4	Cavi a fibre ottiche	92

PROGETTAZIONE ATI:

6.7.5	<i>Wireless Bridge</i>	93
7.	IMPIANTI SPECIALI NEL FABBRICATO TECNOLOGICO	94
7.1	GENERALITA'	94
7.2	IMPIANTO RILEVAZIONE INCENDI	94
7.3	IMPIANTO ANTINTRUSIONE.....	97
7.4	IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA TVCC.....	99
8.	IMPIANTO ANTINCENDIO	104
8.1	GENERALITA'	104
8.2	RIFERIMENTI NORMATIVI E RACCOMANDAZIONI.....	104
8.3	CENTRALI ANTINCENDIO DI POMPAGGIO.....	105
8.4	RETE DI DISTRIBUZIONE IMPIANTO A IDRANTI.....	105

1. PREMESSA E METODI PROGETTUALI

Nell'intervento previsto nel presente progetto è indicata l'installazione di impianti tecnologici a servizio della Galleria Naturale che sarà installata lungo l'itinerario stradale del lotto dei lavori da eseguire sull'itinerario della E45 – Sistemazione stradale del Nodo di Perugia – Tratto Madonna del Piano – Collestrada.

1.1 CRITERI PROGETTUALI GENERALI

La complessità, la capillarità, l'eterogeneità, l'affidabilità, la stabilità, degli impianti tecnologici nelle varie situazioni operative richiedono un'attenta valutazione dei criteri guida da porre alla base della loro progettazione. Perciò, per quanto possibile, nel progetto si privilegeranno quelle configurazioni e quelle dotazioni impiantistiche che consentiranno, con maggior efficacia ed efficienza, il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- **manutenibilità:** l'omogeneità degli impianti a servizio dell'opera renderà di fatto la manutenzione semplice ed economica. Inoltre, la collocazione di gran parte delle apparecchiature all'interno di vani tecnici dedicati consentirà di effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza;
- **selettività di impianto:** l'architettura che sarà prescelta, sarà caratterizzata da una elevata suddivisione circuitale e assicurerà che la parte di impianto che verrà messa fuori servizio in caso di guasto venga ridotta al minimo;
- **sicurezza degli utenti nei confronti di eventuali incidenti o altre emergenze:** ciò sarà garantito in particolare dalla segnaletica di sicurezza;
- **risparmio energetico:** l'adozione di regolatori di potenza a servizio degli impianti di illuminazione e l'installazione di corpi illuminanti a led sia per l'illuminazione permanente che per quella di rinforzo consente di esercire tali impianti in modo ottimale, modificando i livelli di illuminamento in funzione della situazione esterna e dell'orario (giorno e notte) e riducendo i consumi elettrici nella gestione giornaliera degli impianti;
- **idoneo grado di confort per gli utenti,** sarà ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento dall'elevato valore di uniformità e dal colore della luce (fluorescente) in galleria e, soprattutto, con una attenta progettazione degli impianti speciali di comunicazione (pannelli a messaggio variabile, impianto SOS, impianto radio, ecc.) e di controllo dell'atmosfera (CO, NO, visibilità);
- **automazione e supervisione per la gestione ed il controllo "on line" dei vari impianti.**

1.2 TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti tecnologici previsti progettualmente sono i seguenti:

- Esecuzione dei quadri elettrici ed esecuzione delle varie adduzioni elettriche per gli impianti da installare all'interno della galleria;
- impianto di illuminazione interno galleria;
- impianto di ventilazione interno per entrambe le canne della galleria;
- impianto di ventilazione interno by pass galleria;
- impianto antincendio (rete idranti) interno galleria;
- impianto rilevazione incendi in galleria;
- impianto SOS interno alla galleria;
- pannelli a messaggio variabile;
- segnaletica luminosa in galleria;
- impianto semaforico da installare agli imbocchi della galleria;
- impianto di videosorveglianza interno ed esterno alla galleria;
- impianto di illuminazione all'interno degli svincoli;
- predisposizione cavidotti per impianti in itinere per futuri impianti Smart Road;

Per quanto concerne le caratteristiche principali dei vari impianti sopra elencati si precisa quanto segue:

- alimentazioni elettriche principali: impianto Galleria alimentato tramite n.2 cabine elettriche MT/BT (uno ad ogni imbocco) costituita da locali tecnici previsti per la trasformazione MT/BT nonché per l'allocazione di quadri elettrici generali e delle apparecchiature di controllo; all'interno della cabina lato canna SUD saranno installati n.2 trasformatori M.T./b.t. della potenza di 500KVA cadauno (uno di riserva all'altro) mentre nella cabina lato canna Nord saranno alloggiati n.2 trasformatori M.T./b.t. della potenza di 630KVA cadauno (uno di riserva all'altro)
- alimentazioni di emergenza: tutti gli impianti presenti all'interno della galleria saranno derivati da un gruppo elettrogeno avente potenza 500KVA per la cabina lato canna Sud e 630KVA per la cabina lato canna Nord (entrambi installati all'interno di apposito locale) dimensionati per alimentare l'intero carico previsto in caso di mancanza della rete ENEL fatta eccezione che per gli impianti di illuminazione di rinforzo. Tale soluzione garantisce la massima continuità di servizio dell'impianto. Per taluni carichi, per i quali non si tollerano nemmeno brevi interruzioni dell'alimentazione (ad esempio centrali di controllo, apparecchi illuminanti di sicurezza,...), sono previste alimentazioni in continuità assoluta tramite un gruppo UPS (potenza 60KVA installato anch'esso all'interno del locale tecnologico), uno per ogni cabina;

- apparecchi di illuminazione per galleria: sono previsti apparecchi illuminanti in acciaio inox in classe II. Essi offrono una maggior resistenza alla corrosione ed alle alte temperature in caso di incendio e minori disservizi per eventuali cedimenti dell'isolamento. Nello specifico, si utilizzano, per l'illuminazione di base (permanente), apparecchi illuminanti simmetrici con lampade a tecnologia LED di potenza pari a 22,9W e 45,5W, mentre, per l'illuminazione di rinforzo si utilizzano apparecchi illuminanti asimmetrici con lampada LED di potenza variabile tra 22,9W e 356W;
- circuiti di illuminazione permanente in galleria: dal quadro generale sono previsti dal quadro cabina lato Roma per ogni fornice n.4 circuiti di illuminazione indipendenti (due da settore rete normale e due dal settore continuità assoluta derivata da UPS) mentre dal quadro cabina lato Cesena sono previsti n.6 circuiti di illuminazione indipendenti (tre da settore rete normale e tre dal settore continuità assoluta derivata da UPS) vista la presenza, nel tratto terminale di galleria, della corsia di decelerazione di accesso allo svincolo. La soluzione proposta, per la continuità di servizio offerta, senza dubbio garantisce un ottimo livello di sicurezza dell'impianto ed asseconda totalmente, in rapporto alla sicurezza, le linee guida ANAS del dicembre 2009;
- circuiti di illuminazione rinforzo in galleria: la fornice è stata provvista dai due lati di n.4 circuiti di illuminazione indipendenti per il lato canna Sud e n.6 circuiti per il lato canna Nord; tutti i circuiti saranno derivati dal settore rete normale;
- sistema di regolazione flusso luminoso: saranno del tipo funzionanti in modalità wireless sia per l'illuminazione di rinforzo che per l'illuminazione permanente.
- circuiti di illuminazione di sicurezza: nelle fornici viene previsto un impianto di illuminazione di sicurezza, derivato da continuità assoluta, costituito da picchetti luminosi a led da installare lungo il profilo interno della galleria comprensivi di accessori di installazione ed alimentatori (i led saranno alimentati a 24V) che saranno installati sia a destra che a sinistra della carreggiata; detti picchetti luminosi illumineranno il camminamento per tutta la lunghezza della fornice garantendo un illuminamento medio di 5 Lux (minimo di 2 Lux) come richiesto dalle linee guida ANAS del dicembre 2009.
- Impianto ventilazione meccanica per gallerie: saranno installati ventilatori con ventilazione longitudinale installati nella volta della galleria; detti ventilatori saranno del tipo ad induzione a funzionamento reversibile.
- I sistemi di ventilazione hanno il compito di diluire gli inquinanti emessi dai veicoli in transito al disotto dei valori limiti richiesti dalle raccomandazioni AIPCR-PIARC, in modo da assicurare condizioni di benessere fisiologico e di buona visibilità agli utenti della galleria. I regimi della ventilazione e quindi la regolazione dei ventilatori sono effettuate in modo automatico, in funzione della intensità del traffico, mediante il rilevamento continuo dei valori degli inquinanti (CO, OP = opacità dell'aria). I valori suddetti sono acquisiti dal sistema di supervisione che provvede all'avviamento automatico dei ventilatori ad induzione. L'attivazione della ventilazione in caso di incendio avviene in modo automatico attraverso l'impianto di rivelazione puntuale della zona oggetto dall'incendio; esso viene azionato dal sistema di supervisione in modo da proteggere i veicoli bloccati a monte dell'incendio dal fenomeno del riflusso dei fumi e dall'effetto del tiraggio termico, che si manifesta per effetto delle convezione termica (effetto camino). L'alimentazione dei circuiti di potenza dei ventilatori è derivata da linea preferenziale sotto gruppo elettrogeno.

- Impianto di sovrappressione interna ai filtri dei by pass pedonali interni che entreranno in funzione con il segnale ricevuto dall'impianto rilevazione incendi. L'alimentazione dei circuiti di potenza dei ventilatori è derivata da linea preferenziale sotto gruppo elettrogeno.
- Impianto antincendio ad acqua pressurizzata: lungo le fornici della Galleria sarà installato un impianto antincendio, il quale farà capo ad un'apposita centrale ubicata in prossimità dei locali tecnici, costituito da una tubazione in PEAD interrata sul lato della corsia di emergenza. Dalla tubazione si staccano cassette ad idrante UNI 45 con passo di circa 150 m, idranti UNI 70 in corrispondenza degli imbocchi, nonché attacchi motopompa per VV.F. agli imbocchi. La tubazione in PEAD si chiude ad anello e dovrà far capo alla centrale antincendio prima citata;
- materiali utilizzati in galleria: è stato privilegiato, per tutte le gallerie, il ricorso ad apparecchiature e strutture a servizio degli impianti in acciaio inossidabile AISI 304 evitando quindi l'uso di acciaio zincato e/o verniciato;
- cassette di derivazione: le cassette di derivazione previste per i circuiti "ordinari" sono, a seconda del tipo di installazione, in acciaio inox, in alluminio o in materiale termoisolante ed hanno un grado di protezione idoneo. Invece, per i circuiti di sicurezza, laddove le modalità di posa non garantiscano una protezione intrinseca adeguata, le cassette di derivazione saranno di tipo resistente al fuoco;
- impianto di rilevazione incendi: il progetto prevede di installare all'interno delle fornici della Galleria un impianto di rilevazione incendi con cavo sensore di tipo fibrolaser che consente l'individuazione puntuale dell'incendio; questo consentirà di predisporre il funzionamento dell'impianto di ventilazione in modo sicuro e appropriato all'evento. Detto impianto farà capo ad un'apposita centrale di rilevazione installata all'interno del locale tecnico del fabbricato tecnologico.

1.3 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici oggetto degli allestimenti dovranno essere realizzati e messi in esercizio in conformità e rispondenza alle vigenti disposizioni normative e legislative, con particolare riferimento a quelle di seguito elencate:

- D.P.R. N. 303 del 19 Marzo 1956 - "Norme generali per l'igiene del lavoro". (Ancora in vigore solo per l'art.64).
- D.P.R. n. 384 del 27 Aprile 1978 - Regolamento di attuazione dell'art. 27 della legge 30 Marzo 1971, n. 118 a favore dei mutilati e invalidi civili, in maniera di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- Decreto Legislativo n. 81 del 9 Aprile 2008 - "Attuazione dell'art. 1 della legge 3/8/07 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- Legge 18 Ottobre 1977 n. 791 e successive liste di norme armonizzate sui requisiti che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato negli impianti.

- Legge n. 186 del 1 Marzo 1968 - “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici”.
- Legge n. 46 del 5 Marzo 1990 - “Norme per la sicurezza degli impianti”. (Ancora in vigore solo per gli articoli 8-14-16).
- D.M. n° 37 del 22 Gennaio 2008 - “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13 della legge n° 248 del 2 Dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”.
- D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001 - “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”.
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- D.M. 20 dicembre 2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- Direttiva CEE n. 2004/54/CE - concernente le prescrizioni minime di sicurezza nelle gallerie stradali.
- Decreto Legislativo n. 264 del 05 Ottobre 2006 - “Attuazione della direttiva 2004/54/CE concernente le prescrizioni minime di sicurezza nelle gallerie stradali.
- D. Lgs. 16 Giugno 2017 n. 106 - “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”.
- Norme CEI 11-1 - “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata”.
- Norma CEI 11-1; V1 - “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata, Variante”.
- Norma CEI 11-1; - “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata, errata corrige”.
- Norma CEI 11-1; V1/Ec - “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata, errata corrige”.
- Norme CEI 11-4 - “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”.
- Norme. CEI 11-4 - Edizione Quinta “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”
- Norma It. CEI 11-4;Ec - Class. CEI 11-4;Ec - CT 11/7 - “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”
- Norma It. CEI 11-4 - Class. CEI 11-4 - CT 11/7 - Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne”
- Norma It. CEI EN 50341-1 - Class. CEI 11-4/1-1 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni”

- Norma It. CEI EN 50341-1/A1 - Class. CEI 11-4/1-1;V1 - CT 11/7 - “Linee elettriche aeree con tensione superiore a 45 kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni”
- Norma It. CEI EN 50341-2 - Class. CEI 11-4/1-2 - CT 11/7 - - Edizione Sesta+Corr CLC:2006 “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV Parte 2: Indice degli aspetti normativi nazionali”
- Norma It. CEI EN 50341-3 - Class. CEI 11-4/1-3 - CT 11/7 - Edizione Sesta Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV Parte 3: Raccolta degli Aspetti Normativi Nazionali
- Norma It. CEI EN 50341-3/EC - Class. CEI 11-4/1-3;V1 - “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV - Parte 3: Raccolta degli Aspetti Normativi Nazionali”
- Norma It. CEI EN 50423-1 - Class. CEI 11-4/2-1 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni”
- Norma It. CEI EN 50423-2 - Class. CEI 11-4/2-2 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 2: Indice degli Aspetti Normativi Nazionali”
- Norma It. CEI EN 50423-3 - Class. CEI 11-4/2-3 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 3: Raccolta degli Aspetti Normativi Nazionali”
- Norma It. CEI EN 50423-3/EC - Class. CEI 11-4/2-3;V1 - “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 3: Raccolta degli Aspetti Normativi Nazionali”
- Norma CEI 11-4 - “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne, errata corrige”.
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”.
- Norma CEI 11-35 - “Guida per l’esecuzione di cabine elettriche M.T./b.t. del cliente/utente finale”.
- Norma CEI 11-46 - “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi. Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo. Criteri generali e di sicurezza”.
- Norma CEI 11-47 - “Impianti tecnologici sotterranei. Criteri di posa”.
- Norma CEI 14-4/1 - “Trasformatori di potenza. Parte 1: Generalità”.
- Norma CEI 14-4/1; V1 - “Trasformatori di potenza. Parte 1: Generalità, variante”.
- Norma It. CEI EN 60445 - Class. CEI 16-2 - CT 3/16 - “Principi base e di sicurezza per l’interfaccia uomo-macchina, marcatura e l’identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori”
- Norma CEI 16-3 CEI EN 60073 - “Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l’identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori”.
- Norma CEI 16-6 - “Codice di designazione dei colori”.

- Norma CEI 16-7 - “Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi”.
- Norma CEI 16-8 - “Marcatura delle apparecchiature elettriche con riferimento ai valori nominali relativi alla alimentazione elettriche. Prescrizioni di sicurezza”.
- Norma CEI 17-6 - “Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV”.
- Norma CEI 17-13/4 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt). Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)”.
- Norma CEI 17-44 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali”.
- Norma CEI 17-113 – “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”.
- Norma CEI 17-114 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- Norma It. CEI 17-123 - Class. CEI 17-123 - CT 17 - “Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti Parte 2: Selettività in condizioni di sovracorrente”
- Norma CEI 20-14 e varianti - “Cavi isolati in polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV”.
- Norma CEI 20-19/1 - “Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore 450/750V. Parte 1: Prescrizioni Generali”.
- Norma CEI 20-20/1 - “Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 20-22/0 - “Prove d'incendio su cavi elettrici. Parte 0: Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità”.
- Norma CEI 20-22/2 - “Prove di incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio”.
- Norma CEI 20-27 e varianti - “Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione”.
- Norma It. CEI EN 61238-1 - Class. CEI 20-73 - CT 20 - Edizione Prima “Connettori a compressione e meccanici per cavi di energia per tensioni nominali fino a 36 kV ($U_m = 42$ kV) Parte 1: Prescrizioni e metodi di prova”
- Norma CEI 20-33 - “Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione U_o/U non superiore a 600/1.000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua”.
- Norma It. CEI EN 50393 - Class. CEI 20-63 - CT 20 - Edizione Seconda “Metodi e prescrizioni di prova degli accessori per cavi elettrici da distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV (1,2) kV”
- Norma It. CEI 20-63;V1 - “Norme per giunti, terminali ciechi e terminali per esterno per cavi di distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV”

- Norma It. CEI EN 60332-1-1 - Class. CEI 20-35/1-1 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-1: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura”
- Norma It. CEI EN 60332-1-2 - Class. CEI 20-35/1-2 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata”
- Norma It. CEI EN 60332-1-3 - Class. CEI 20-35/1-3 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 1-3: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la determinazione di particelle/gocce incandescenti”
- Norma It. CEI EN 60332-2-1 - Class. CEI 20-35/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 2-1: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un piccolo singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura”
- Norma It. CEI EN 60332-2-2 - Class. CEI 20-35/2-2 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 2-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un piccolo singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma diffusa”
- Norme CEI 20-36 - “Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”.
- Norma It. CEI 20-36/1-1 - Class. CEI 20-36/1-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 11: Apparecchiatura di prova con solo fuoco a una temperatura della fiamma di almeno 750 °C”
- Norma It. CEI 20-36/2-1 - Class. CEI 20-36/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 21: Procedure e prescrizioni - Cavi con tensione nominale a 0,6/1kV”
- Norma It. CEI 20-36/2-3 - Class. CEI 20-36/2-3 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 23: Procedure e prescrizioni - Cavi elettrici per trasmissione dati”
- Norma It. CEI 20-36/2-5 - Class. CEI 20-36/2-5 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 25: Procedure e prescrizioni - Cavi a fibre ottiche”
- Norma It. CEI EN 50200 - Class. CEI 20-36/4-0 - CT 20 - Edizione Seconda “Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza”
- Norma It. CEI EN 50362 - Class. CEI 20-36/5-0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodo di prova per la resistenza al fuoco di cavi per energia e comando di grosse dimensioni (con diametro esterno superiore a 20 mm) non protetti per l'uso in circuiti di emergenza”
- Norma It. CEI 20-37/0 - Class. CEI 20-37/0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 0: Generalità e scopo”

- Norma It. CEI EN 50267-1 - Class. CEI 20-37/2-0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 1: Apparecchiatura di prova”
- Norma It. CEI EN 50267-2-1 - Class. CEI 20-37/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-1: Procedure di prova - Determinazione della quantità di acido alogenidrico gassoso”
- Norma It. CEI EN 50267-2-2 - Class. CEI 20-37/2-2 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-2: Procedure di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei materiali mediante la misura del pH e della conduttività”
- Norma It. CEI EN 50267-2-3 - Class. CEI 20-37/2-3 - CT 20 - Edizione Prima: “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-3: Procedura di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività”
- Norma It. CEI EN 61034-1 - Class. CEI 20-37/3-0 - CT 20 - Edizione Seconda “Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. Parte 1: Apparecchiature di prova”
- Norma It. CEI EN 61034-2 - Class. CEI 20-37/3-1 - CT 20 - Edizione Seconda “Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni”
- Norma It. CEI 20-37/4-0 - Class. CEI 20-37/4-0 - CT 20 - Edizione Prima. “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 4: Determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi”
- Norma It. CEI 20-37/6 - Class. CEI 20-37/6 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e materiali dei cavi. Parte 6: Misura della densità del fumo emesso da materiali dei cavi sottoposti a combustione in condizioni definite. Metodo dei 300 grammi”
- Norma CEI 20-38 - “Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U₀/U non superiori a 0,6/1 kV”
- Norme CEI 20-38/1 - “Cavi isolati con gomma non propagante l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi – Parte 1: Tensione nominale U₀/U non superiore a 0,6/1KV”.
- Norma CEI 20-38/2 - “Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 2: Tensione nominale U₀/U superiore a 0,6/1 kV”.
- Norma It. CEI 20-40 - Class. CEI 20-40 - CT 20 - Edizione Seconda “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”

- Norma It. CEI 20-40;V1 - Class. CEI 20-40;V1 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V2 - Class. CEI 20-40;V2 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V3 - Class. CEI 20-40;V3 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V4 - Class. CEI 20-40;V4 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma CEI 20-45 e variante - “Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV”.
- Norma It. CEI 20-105 - Class. CEI 20-105 - CT 20 - “Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio”
- Norma CEI 23-3/1 CEI EN 60898-1 e varianti - “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”.
- Norma CEI 23-12/1 e variante - “Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-26 CEI EN 60423 - “Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettatura per tubi e accessori.”.
- Norma CEI 23-39 - “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-42 CEI EN 61008-1 e varianti - “Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-44 CEI EN 61009-1 e variante - “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norme CEI 23-46 - “Sistema di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”.
- Norma CEI 23-46;V1 - “Sistema di canalizzazioni per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati; variante”.
- Norme CEI 23-49 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile”.
- Norma CEI 23-49;V1 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile; variante”.

- Norma CEI 23-49;V2 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell’uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile; variante”.
- Norma CEI 23-51 - “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- Norma CEI 23-58 CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-76 CEI EN 61537 - “Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini”.
- Norma CEI 23-93 CEI EN 50085-2-1 - “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto”.
- Norma It. CEI EN 50085-2-2 - Class. CEI 23-104 - CT 23 - Edizione Prima “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sottopavimento, a filo pavimento”
- Norma CEI EN 60598-1 Class. CEI 34-21 - “Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove”
- Norma CEI 34-22 CEI EN 60598-2-22 e varianti - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”.
- Norma CEI 34-23 CEI EN 60598-2-1 - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale”.
- Norma CEI 34-33 CEI EN 60598-2-3 e variante - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 3: Apparecchi per illuminazione stradale”.
- Norma CEI 44-5 CEI EN 60204-1 - “Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine. Parte 1: Regole generali”.
- Norma It. CEI EN 60204-1/A1 - Class. CEI 44-5;V1 - CT 44 - “Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali”
- Norma It. CEI EN 60204-1/EC - Class. CEI 44-5;V2 - CT 44 - “Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua”.
 - CEI 64-8/1 - “Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali”.
 - CEI 64-8/2 - “Parte 2: Definizioni”.
 - CEI 64-8/3 - “Parte 3: Caratteristiche generali”.
 - CEI 64-8/4 - “Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza”.
 - CEI 64-8/5 - “Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici”.
 - CEI 64-8/6 - “Parte 6: Verifiche”.
 - CEI 64-8/7 - “Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari”.

- Norma CEI 64-8; V1 edizione 2008 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua”
- Norma CEI 64-8; V2 - Edizione 2009 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma It. CEI 64-8; V3 - Edizione 2011 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma It. CEI 64-8; V4 - Edizione 2017 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma It. CEI 64-8; V5 - Edizione 2019 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma It. CEI 64-12 - Class. CEI 64-12 - CT 64 - Edizione Seconda “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”
- Norma CEI 64-14 - “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”.
- Norma CEI 70-1 CEI EN 60529 - “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”.
- Norma CEI 70-1;V1 CEI EN 60529/A1 - “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP), variante”.
- Norma CEI 81-3 - “Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei comuni d'Italia, in ordine alfabetico”.
- Norma It. CEI EN 50164-1 - Class. CEI 81-5 - CT 81 - “Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione”
- Norma CEI 81-10/1 CEI EN 62305-1 -- “Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali”.
- Norma CEI 81-10/2 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio”.
- Norma CEI 81-10/3 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”.
- Norma CEI 81-10/4 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”.
- Norma CEI 81-10 variante V1 - “Protezione contro i fulmini”
- Norma It. CEI EN 62305-3/A11 - Class. CEI 81-10/3;V1 - CT 81 - “Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”
- Norme UNI EN 12464-1 - “Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni”.
- Norma CEI UNEL 35024/1 ed errata corrige - “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- Norma CEI UNEL 35024/2 - “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.

- Norma CEI UNEL 35026 - “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000V in corrente alternata e 1.500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”.
- Norma UNI 9795: 2021 - “Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d’incendio. Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore, rilevatori ottici lineari di fumo e punti di segnalazione manuali”.
- Norma UNI EN 54-1 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio. Introduzione”.
- Norma UNI EN 54-2 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio. Centrale di controllo e segnalazione”.
- Norma UNI EN 54-3 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio - Dispositivi sonori di allarme incendio”.
- Norma UNI EN 54-4 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio. Apparecchiatura di alimentazione”.
- Norma UNI EN 54-5 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori di calore. Rivelatori puntiformi con un elemento statico”.
- Norma UNI EN 54-6 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori di calore. Rivelatori velocimetrici di tipo puntiforme senza elemento statico”.
- Norma UNI EN 54-7 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori puntiformi di fumo. Rivelatori funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione”.
- Norma UNI EN 54-8 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori di calore a soglia di temperatura elevata”.
- Norma UNI EN 54-9 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Prove di sensibilità su focolari tipo”.
- Norma CIE N°88/1990: “Guide for the lighting of the road tunnels”
- CIE 088:2004 “Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses”
- Norme UNI 10439 - Illuminazione di strade a traffico motorizzato.
- Norma UNI 10819 – “Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- Norme UNI 11095 Edizione Febbraio 2021: “Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali”.
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale Edizione 2012 - “Selezione delle categorie illuminotecniche”.
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale variante Edizione 2016 - “Selezione delle categorie illuminotecniche”.
- Norma UNI 11431 febbraio 2021 – “Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”;
- Norma UNI 13201-2 Illuminazione stradale parte II Edizione 2016 - “Requisiti prestazionali”.
- Norma UNI 13201-3 Illuminazione stradale parte III Edizione 2016 - “Calcolo delle prestazioni”.

- Norma UNI 13201-4 Illuminazione stradale parte IV Edizione 2016 - “Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”.
- Norme CEI UNEL 37118-72 - Tubi di PVC serie pesante;
- Circolare ANAS prot. n° 7735 - 8 Settembre 1999: Direttiva per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali.
- Linee Guida ANAS dicembre 2009: Direttiva per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali.
- Tabelle unificazione elettrica Unel.
- Disposizioni dell’Ente erogatore dell’energia elettrica (Enel).
- Disposizioni ISPESL.
- Disposizioni A.S.L.
- Disposizioni Comunali.
- Disposizioni comando Vigili del Fuoco (VVF)
- Varie ed eventuali

Al termine dei lavori la Ditta appaltatrice dovrà rilasciare la regolare Dichiarazione di conformità di quanto eseguito in ottemperanza a quanto disposto dall’art. 7 del D.M. n° 37 del 22 Gennaio 2008. Sarà cura della Ditta Appaltatrice fornire la certificazione di rispondenza alle norme CEI 17-13 dei quadri installati (tale certificazione dovrà essere in ogni caso redatta dal costruttore dei quadri stessi).

1.4 DISTRIBUZIONE PRIMARIA

L’energia elettrica sarà fornita dall’Ente distributore mediante due consegne in MT a tensione 20kV 50 Hz che alimenterà la cabina di trasformazione ubicata all’interno dei fabbricati tecnologici situati in prossimità dei due imbocchi della galleria.

Le cabine di trasformazione saranno equipaggiate con le seguenti apparecchiature:

CABINA DI TRASFORMAZIONE LATO CANNA SUD

- N.2 trasformatori M.T./b.t. avente potenza nominale 500KVA (uno di riserva all’altro);
- N.1 gruppo elettrogeno avente potenza nominale 500KVA;
- N.1 gruppo di continuità UPS avente potenza nominale 60KVA autonomia 30 minuti.

CABINA DI TRASFORMAZIONE LATO CANNA NORD

- N.2 trasformatori M.T./b.t. avente potenza nominale 630KVA (uno di riserva all’altro);
- N.1 gruppo elettrogeno avente potenza nominale 630KVA;
- N.1 gruppo di continuità UPS avente potenza nominale 60KVA autonomia 30 minuti.

Con riferimento alle tensioni nominali il sistema elettrico sarà di 1° categoria a valle dei trasformatori e 2° categoria a monte degli stessi.

Con riferimento al collegamento verso terra il sistema sarà tipo TN-S a valle dei trasformatori fino agli interruttori generali b.t. sui quadri generali di cabina e del tipo TN-S a valle di questi ultimi.

1.5 CORRENTE DI CORTO CIRCUITO IMPIANTI ALIMENTATI IN MEDIA TENSIONE

Per le forniture in Media tensione a 20kV, in merito alle correnti di corto circuito presenti sul quadro generale bassa tensione considerando il trasformatore M.T./b.t. in resina con tensione di corto circuito pari al 6%, si rimanda agli schemi elettrici del progetto.

1.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni e carcasse metalliche accessibili destinate ad adduzione, distribuzione e scarico, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensioni esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA

Per ogni impianto deve essere opportunamente previsto un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 11-1 e 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza; esso comprende:

- il dispersore (costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno) che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione, partente dal collettore di terra, e collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 6 mmq. Nei sistemi TN-S il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE PER IMPIANTI DERIVATI DA FORNITURE IN MEDIA TENSIONE

Una volta eseguito l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata attuando il coordinamento fra l'impianto di messa a terra e interruttori automatici (magnetotermici e/o differenziali)

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con interruttori che assicurino l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

L'impianto di terra al servizio della cabina dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$R_t < V_c / I_c$$

R_t : Resistenza di terra

I_c : Corrente di guasto verso terra della linea MT di alimentazione della cabina (da richiedere all'Ente distributore)

V_c : Massimo valore della tensione di contatto e di passo (funzione del tempo di intervento delle protezioni).

Ai fini delle protezioni contro i contatti indiretti dovrà essere verificata, per tutte le linee uscenti dai vari quadri, la seguente disuguaglianza.

$$Z_s I_a < U_o$$

Essendo:

Z_s : Impedenza dell'anello di guasto

U_o : Tensione nominale efficace tra fase e terra

I_a : Corrente di intervento del dispositivo di protezione entro 5(s) in generale per i circuiti di distribuzione o entro i tempi prefissati nella tabella seguente per circuiti terminali (norma CEI 64-8 III par. 413.1.3.3).

U_o (V) Tempo di intervento (s)

120 0,8

230 0,4

400 0,2

< 400 0,1

Nei sistemi TN (norma CEI 64-8) l'impedenza dell'anello di guasto, che è interamente in rame, ha normalmente un valore che è dello stesso ordine di grandezza dell'impedenza di corto circuito. Un eventuale guasto franco a massa provoca correnti di elevata intensità.

Si deve verificare comunque (norma CEI 64-8) che la Z_s più alta presente nell'impianto, relativa all'anello di guasto più esteso, sia sufficiente in caso di guasto a sganciare automaticamente la protezione a massima corrente entro tempi fissati, in base alla curva di sicurezza tensione tempo.

I 5 secondi massimo ammessi dalla II edizione sono adesso ridotti a qualche decimo nel caso di guasto periferico sui circuiti terminali.

Utilizzando differenziali, la I_a diventa la I_{dn} nominale con evidenti vantaggi impiantistici e di sicurezza, come la possibilità di ampliare l'impianto senza dover rivedere l'intero sistema di protezione al primo insorgere del guasto, senza attendere la sua evoluzione, anzi impedendola.

Indipendentemente dalla resistenza di terra, la protezione contro le tensioni di contatto può in questo caso essere realizzata mediante gli stessi interruttori automatici magnetotermici di protezione delle linee. Il criterio è basato sull'assicurare l'intervento dei dispositivi di protezione, più che sul limitare il valore della tensione di contatto.

Vi è comunque da considerare che se il guasto a massa non è franco l'intervento delle protezioni può non essere tempestivo, per cui può permanere una situazione di pericolo anche per tempi relativamente lunghi.

A tal proposito si tenga presente il legame ammesso tra l'apparecchio di protezione a massima corrente e la corrispondente impedenza dell'anello di guasto necessaria a consentire lo sgancio automatico in seguito a guasto entro i tempi previsti.

L'impiego di un interruttore differenziale opportunamente coordinato assicura invece, anche in tali situazioni, l'immediata apertura del circuito elettrico, con vantaggi anche dal punto di vista di contribuire alla protezione contro il pericolo di incendio, permettendo l'individuazione di guasti iniziali dell'isolamento verso terra.

L'impianto di terra per la cabina M.T. consegna Enel dovrà essere dimensionato tenendo conto delle disposizioni di cui alla norma CEI 0-16 in relazione al valore della corrente di guasto M.T. e relativi tempi di intervento delle protezioni.

1.7 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza di trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f < 1.45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle CEI 23-3 e CEI 17-5

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

La protezione deve essere assicurata sia per le correnti di corto circuito massimo sia per le correnti di corto circuito minimo:

$$I_{cc} \text{ (della linea)} < I_{cc} \text{ (dell'interruttore)}$$

Deve inoltre essere soddisfatta la relazione (Verifica dell'energia specifica passante):

$$I^2 t < K^2 S^2$$

Essendo:

- I = Corrente di corto circuito in valore efficace.
- t = Durata in secondi.
- s = Sezione del conduttore in mmq.
- k = Parametro pertinente il tipo di isolante del cavo impiegato.

1.8 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti consiste nelle misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive.

In linea generale le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X, inteso nel senso che il “dito di prova” non possa toccare parti in tensione; gli involucri e le barriere devono essere saldamente fissati, avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazioni delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

1.9 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

I locali quadri M.T., i locali trasformatori e il locale quadri sono da considerarsi ambienti ordinari pertanto il grado di protezione minimo richiesto è di IP2X per il quadro di media tensione e IP3X per il quadro cabina di bassa tensione.

Il locale per alloggio quadri di distribuzione secondaria è da considerare ambiente ordinario, tuttavia visto la loro ubicazione (ridosso di strada) si dovrà conseguire una tipologia di esecuzione che garantisca il grado di protezione minimo IP4X.

Nelle aree esterne ai locali tecnologici è richiesto un grado di protezione IP44/55.

In tutti i vari ambienti dei locali quadri o cabina M.T./B.T. sono stati previsti dei corpi illuminanti autonomi per luce di sicurezza atti ad entrare automaticamente ed istantaneamente in funzione al mancare della tensione dalla rete Enel; in particolare, in corrispondenza delle uscite e delle vie di esodo sono stati garantiti i livelli di illuminamento minimi richiesti dalle norme pari a 5 lux; negli altri ambienti sarà sufficiente garantire un livello di illuminamento medio di 2 lux.

Le fornici delle gallerie sono da considerare ambiente a maggior rischio in caso di incendio secondo le definizioni di cui alle norme CEI 64-8/7 sezione 751; in particolare si dovrà conseguire una tipologia di esecuzione che garantisca il grado di protezione minimo IP55.

1.10 SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI

I componenti elettrici saranno scelti in base alle caratteristiche ambientali, di uso e di manutenzione.

In particolare quelli che nel funzionamento ordinario possono produrre archi o scintille verranno racchiusi in contenitori di materiale resistente agli archi e alle scintille; se questi saranno di materiale isolante, verranno scelti con caratteristiche di autoestinguenza e di attitudine a non innescare incendi (prova del filo incandescente) certificate dal Costruttore. Per i cavi di alimentazione e le cassette di derivazione inerenti agli impianti di emergenza e sicurezza dovranno essere del tipo resistente al fuoco per garantire funzionamento di 180 minuti a 850°C secondo norma EN 50362

Verranno scelte apparecchiature e componenti muniti di Marchio Italiano di Qualità od altro marchio riconosciuto o certificate rispondenti alle relative norme specifiche.

1.11 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ELETTRICI

Il dimensionamento di apparecchiature e organi di protezione è stato effettuato, in accordo con le Norme relative, seguendo le indicazioni del Costruttore e in funzione delle caratteristiche e potenzialità delle utenze da alimentare.

Le tubazioni e i contenitori in genere, atti a contenere il materiale elettrico, sono previsti con dimensioni tali da permettere tutte le operazioni di posa e di manutenzione in sicurezza, e con un margine di riserva per modifiche future.

La protezione delle linee e delle apparecchiature contro i sovraccarichi e i cortocircuiti sarà assicurata scegliendo interruttori magnetotermici con caratteristiche adeguate, in accordo con la norma CEI 64-8 cap. 43.

Particolare attenzione sarà posta nella scelta di apparecchiature e componenti ai fini di ridurre la possibilità che gli stessi siano causa di incendio.

Tutti gli apparecchi di protezione verranno scelti in modo che l'energia specifica lasciata passare (I^2t) sia inferiore a quella delle linee e delle apparecchiature da proteggere.

Tutte le linee elettriche presenti nel presente intervento sono state dimensionate e verificate in modo che dai punti di consegna fino all'utilizzatore più lontano il valore della caduta di tensione non supera mai il 4%; fanno eccezione le linee elettriche di alimentazione dell'illuminazione esterna (svincoli) dove la caduta di tensione è sempre contenuta entro il 5% complessivo.

1.12 MATERIALI DA IMPIEGARE

Tutti i materiali, apparecchiature e componenti soddisferanno i requisiti di sicurezza e qualità degli Enti autorizzati dallo Stato quali:

- Istituto Italiano per il Marchio di Qualità (IMQ)
- Centro Sperimentale Italiano (CESI).
- altri Enti ed Istituti espressamente considerati come equivalenti dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)

2. CABINA DI TRASFORMAZIONE M.T./B.T. E DISTRIBUZIONE PRINCIPALE

2.1 CABINA DI TRASFORMAZIONE A SERVIZIO IMPIANTI GALLERIA

Come già affermato in precedenza, le cabine di trasformazione saranno equipaggiate con le seguenti apparecchiature:

CABINA DI TRASFORMAZIONE LATO CANNA SUD

- N.2 trasformatori M.T./b.t. avente potenza nominale 500KVA (uno di riserva all'altro);
- N.1 gruppo elettrogeno avente potenza nominale 500KVA;
- N.1 gruppo di continuità UPS avente potenza nominale 60KVA autonomia 30 minuti.

CABINA DI TRASFORMAZIONE LATO CANNA NORD

- N.2 trasformatori M.T./b.t. avente potenza nominale 630KVA (uno di riserva all'altro);
- N.1 gruppo elettrogeno avente potenza nominale 630KVA;
- N.1 gruppo di continuità UPS avente potenza nominale 60KVA autonomia 30 minuti.

2.2 TABELLA ESPLICATIVA CARICHI ELETTRICI PREVISTI

Nel presente capitolo intendiamo soffermarci sui carichi elettrici previsti nell'impianto in modo da rendere evidente la congruità delle apparecchiature principali installate in relazione ai carichi elettrici complessivi nonché per il dimensionamento dell'energia elettrica necessaria per il corretto funzionamento di tutti gli impianti, specificando al contempo che i risultati dei calcoli elettrici sono esposti all'interno dell'apposita relazione.

Andremo, pertanto, nel seguito ad elencare le tipologie ed il dimensionamento delle varie utenze elettriche alimentate dalla cabina precisando che i carichi esposti nelle tabelle sottostanti sono stati trattati, in ridondanza, con coefficiente di contemporaneità ed utilizzazione pari a 1 sia a livello di sommatoria generale che a livello di calcolo elettrico in modo sia da prevedere eventuali futuri sviluppi che per eseguire i calcoli elettrici nella condizione di esercizio peggiore.

In base a quanto fin qui esposto, i carichi elettrici previsti sono i seguenti:

DOTAZIONE APPARECCHIATURE CABINA LATO CANNA SUD	
Trasformatore MT/bt	500KVA
Gruppo elettrogeno	500KVA
Gruppo di continuità UPS	60KVA
CARICHI ELETTRICI PREVISTI SOTTO RETE NORMALE	
Impianto rifasamento automatico (non conteggiato ai fini dei carichi complessivi)	200 (KVAR)
Impianti illuminazione	47,16KW
Scaldiglie gruppo elettrogeno	1KW
CARICHI ELETTRICI PREVISTI SOTTO GRUPPO ELETTROGENO	
Impianti ventilazione galleria	241,00KW
Impianti di ventilazione by-pass	14,00KW
Altri carichi	17,70KW
CARICHI ELETTRICI PREVISTI SOTTO GRUPPO DI CONTINUITA' UPS	
Impianti illuminazione	12,30KW
Apparati cabina (PLC, TLC, rack dati, server, impianto radio, impianto meteo, ecc.)	6,5KW
Segnaletica	2,00KW
Luce di emergenza (evacuazione)	4,40KW
Alimentazione SOS	4,20KW
Impianto TVCC	1,10KW
Pannelli a messaggio variabile (PMW) e semafori	13,50KW
Altri carichi	5,5KW
TOTALE CARICHI SOTTO GRUPPO DI CONTINUITA' UPS	49,50KW
TOTALE CARICHI SOTTO GRUPPO ELETTROGENO (compreso dei carichi sotto UPS)	318,00KW circa
TOTALE GENERALE CARICHI PREVISTI FORNITURA	367,00KW circa

PROGETTAZIONE ATI:

DOTAZIONE APPARECCHIATURE CABINA LATO CANNA NORD	
Trasformatore MT/bt	630KVA
Gruppo elettrogeno	630KVA
Gruppo di continuità UPS	60KVA
CARICHI ELETTRICI PREVISTI SOTTO RETE NORMALE	
Impianto rifasamento automatico (non conteggiato ai fini dei carichi complessivi)	200 (KVAR)
Impianti illuminazione	54,67KW
Scaldiglie gruppo elettrogeno	1KW
CARICHI ELETTRICI PREVISTI SOTTO GRUPPO ELETTROGENO	
Quadro pompe antincendio	30KW
Impianti ventilazione galleria	301,20KW
Impianti di ventilazione by-pass	14,00KW
Altri carichi	17,70KW
CARICHI ELETTRICI PREVISTI SOTTO GRUPPO DI CONTINUITA' UPS	
Impianti illuminazione	12,30KW
Apparati cabina (PLC, TLC, rack dati, server, impianto radio, impianto meteo, ecc.)	6,5KW
Segnaletica	2,00KW
Luce di emergenza (evacuazione)	4,40KW
Alimentazione SOS	4,20KW
Impianto TVCC	1,10KW
Pannelli a messaggio variabile (PMW) e semafori	13,50KW
Altri carichi	6,8KW
TOTALE CARICHI SOTTO GRUPPO DI CONTINUITA' UPS	49,80KW
TOTALE CARICHI SOTTO GRUPPO ELETTROGENO (compreso dei carichi sotto UPS)	410,00KW circa
TOTALE GENERALE CARICHI PREVISTI FORNITURA	459,00KW circa

2.3 CABINE DI TRASFORMAZIONE M.T./B.T. E DISTRIBUZIONE PRINCIPALE

2.3.1 PREMESSA

Nella scelta del sistema di distribuzione MT è stata analizzata la possibilità di mancanza di tensione MT della fornitura e pertanto è stato deciso, anche in funzione delle Linee Guida ANAS dicembre 2009, di utilizzare un gruppo elettrogeno che intervenga in caso di mancanza rete ENEL e un gruppo statico di continuità UPS in tampone, che in caso di mancanza totale della alimentazione MT e nel tempo necessario all'avviamento del gruppo elettrogeno, garantisca l'utilizzo delle utenze derivate dalle linee privilegiate e l'illuminazione per 30 minuti.

2.3.2 CABINE DI TRASFORMAZIONE

L'energia elettrica è fornita dall'Ente distributore mediante consegne in MT a tensione 20 kV 50 Hz nella cabina ENEL e per potenze superiori a 150kW; pertanto, è prevista la realizzazione di una nuova cabina di trasformazione M.T./b.t.

Ogni cabina elettrica di trasformazione M.T./b.t. a servizio della galleria verrà equipaggiata con due trasformatori ad isolamento in resina, uno di riserva all'altro, di pari potenza.

Con riferimento alle tensioni nominali il sistema elettrico sarà di 1° categoria a valle dei trasformatori e 2° categoria a monte degli stessi.

Con riferimento al collegamento verso terra il sistema sarà tipo TN-S a valle dei trasformatori fino agli interruttori generali b.t. sui quadri generali di cabina e del tipo TN-S a valle di questi ultimi.

2.3.3 DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE NECESSARIE PER LA REALIZZAZIONE DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE M.T./B.T.

I lavori e le forniture in opera che dovranno essere realizzate sono esposti chiaramente nel disciplinare tecnico e nelle voci estese dell'elenco prezzi unitari, tuttavia sintetizziamo in questo paragrafo quanto segue:

- Fornitura e posa in opera dei quadri di M.T.;
- Fornitura e posa in opera dei trasformatori M.T./b.t.
- Fornitura e posa in opera dei quadri generali cabina
- Fornitura e posa in opera dei quadri di rifasamento automatico
- Fornitura e posa in opera nei locali cabina di quadri di distribuzione generale, dei quadri di distribuzione secondaria e automazione galleria, delle centrali per la gestione ed il comando degli impianti di illuminazione di galleria, dei gruppi statici di continuità (UPS) sia per impianti in emergenza e sicurezza che per servizi ausiliari;
- Fornitura e posa in opera dei gruppi elettrogeni completi di serbatoi di stoccaggio e giornalieri
- Realizzazione di tutti i collegamenti di potenza e ausiliari
- Realizzazione degli impianti di illuminazione normale e di sicurezza, F.M.-prese, degli ausiliari di allarme e sgancio e dell'impianto di estrazione aria nei locali trasformatori, gruppo elettrogeno e locali quadri M.T.;
- Realizzazione di impianto di condizionamento per locali contenenti apparecchiature sensibili alla temperatura quali quadri di b.t., UPS, regolatori di potenza e apparati di gestione e controllo
- Realizzazione impianto equipotenziale interno e di terra esterno;

2.4 TRASFORMATORE MT/BT

2.4.1 CARATTERISTICHE

Per l'alimentazione delle utenze a servizio degli impianti di galleria installati all'interno delle due fornici sarà prevista l'installazione di un trasformatore MT/BT di alimentazione, avente le caratteristiche principali riportate nel seguito:

- Tensione primaria (V1): 20 kV $\pm 2 \times 2.5\%$
- Tensione secondaria (V2): 0.40/0.23 kV
- Potenza nominale 500 / 630 kVA
- Tensione di corto circuito 6%
- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione massima primario (V1): 24 kV
- Tensione di tenuta a imp. Atmosferico primario(V1): 125 kV
- Tensione di tenuta a freq. industriale Primario (V1): 50 Kv
- Raffreddamento AN
- Isolamento Resina epossidica
- Gruppo DYn11
- Classe A0Ak

Il circuito magnetico dovrà essere costituito da lamierini a cristalli orientati con tagli dei giunti a 45 gradi con struttura molecolare ad alto tenore di silicio in modo da limitare le perdite nel ferro alla classificazione "a basse perdite".

L'avvolgimento di bassa tensione dovrà essere realizzato con lastra di Al, con purezza superiore al 99,5%, dovrà essere isolato in classe F con l'impiego di resina epossidica.

L'avvolgimento di media tensione dovrà essere realizzato con piatto di AL a spigoli arrotondati.

I trasformatori dovranno essere forniti completi di sonde termiche con relativa

Entrambi sono dotati di idoneo box di contenimento e completi di centralina termometrica PT100.

Il trasformatore dovrà essere completo di tutti gli accessori necessari per il suo funzionamento ottimale.

Si dovranno fornire almeno i seguenti dispositivi e accessori:

- Ruote di scorrimento bidirezionali e relativi dispositivi per il bloccaggio alle rotaie o al pavimento;
- Ganci per il traino dei trasformatori nei due sensi ortogonali;
- Golfari di sollevamento;
- Targa di identificazione con evidenziati i dati caratteristici del trasformatore, ubicata in posizione visibile sia nel caso di macchina a giorno (entro box di muratura) sia nel caso di macchina entro box di protezione (tramite oblò di ispezione);
- Due prese di messa a terra, con bullone di tipo antiallentante, contrassegnate secondo le norme;

- Variatore di tensione a vuoto sull'avvolgimento di media tensione, con prese $\pm 2 \times 2,5\%$;
- Termometro a quadrante per l'indicazione della temperatura negli avvolgimenti, dotato di due contatti indipendenti per segnalazione di allarme e scatto;
- Centralina di controllo grandezze significative (temperatura, pressione e livello) completa di morsettiera per la raccolta di tutti i circuiti di protezione e allarme, ubicata in posizione facilmente accessibile dal fronte, in grado di generare un segnale di allarme qualora una delle grandezze controllate superi una soglia reimpostata;
- Attrezzi speciali per l'esercizio e la manutenzione.

I collegamenti di media tensione tra i quadri e i trasformatori dovranno essere eseguiti con cavi di media tensione unipolari di tipo RG16H1R16 - 18/30kV con sezione come previsto da progetto. I cavi dovranno essere conformi alle Norme CEI 20-29/20- 11/20-13 e dovranno essere forniti completi di terminazioni adatte per terminali di tipo "prefabbricate" sui terminali MT sulle macchine di trasformazione.

I cavi MT e bt dovranno essere fissati alle pareti del locale (o al box di protezione trasformatore) con adeguati telai di sostegno ed in modo tale che risulti agevole e poco "distruttiva" l'estrazione del trasformatore in caso di manutenzione e/o sostituzione,

Tutti i collegamenti ausiliari andranno posati entro guaine protettive e le connessioni andranno eseguite entro cassette dedicate di tipo isolante. Dovrà comunque essere garantito un grado di protezione IP30.

I collegamenti saranno infine contrassegnati in modo leggibile e permanente con le stesse sigle riportate negli schemi elettrici.

Saranno installati all'interno del locale MT dedicato all'interno del relativo fabbricato.

2.4.2 BOX TRASFORMATORE

Il telaio dello scomparto dovrà essere di tipo normalizzato e standardizzato predisposto per montaggio a pavimento. Esso dovrà avere struttura autoportante realizzata in profilati di lamiera presso piegata, dello spessore non inferiore di 2 mm, saldati elettricamente per punti o imbullonati. I pannelli e le portelle di chiusura dovranno essere in lamiera presso piegata dello spessore di almeno 2 mm. Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del box dovranno essere del tipo autoestinguento ed avere elevate caratteristiche di resistenza meccanica, alle scariche superficiali, all'umidità e all'inquinamento.

Il grado di protezione dovrà essere IP31 sull'involucro esterno e IP 20 sul fondo. Il ciclo di verniciatura dovrà comprendere: scassatura, decapaggio, bonderizzazione, passivazione, essiccazione, verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno. Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo norma DIN 53.151. Colore Grigio RAI, 7035.

Lo scomparto dovrà contenere un trafo di potenza trifase a secco, 1 serratura a chiave AREL, prigioniera a porta aperta, per interblocco con il sezionatore di terra a monte e l'interruttore generale BT, feritoie di ventilazione.

Dovranno inoltre completare i box i seguenti accessori:

- targhetta in plexiglass a fondo nero con incisioni in piano;
- targhe di pericolo e istruzione manovre;
- apparecchiature ausiliarie di sezionamento e protezione;
- serratura di sicurezza interbloccabile;
- circuito di illuminazione interna;
- golfari di sollevamento;
- serie di leve e attrezzi speciali per comando e rimozione apparecchiature principali;
- collettore di terra in prossimità della porta per collegamento fioretto di messa a terra.

2.5 QUADRI ELETTRICI MEDIA TENSIONE

2.5.1 TIPOLOGIE ED IMPIEGO DEI QUADRI MT

I quadri di media tensione dovranno essere costituiti da celle modulari prefabbricate in carpenteria metallica con caratteristiche di tenuta d'arco interno 16 kA per 1 sec su tutti i quattro i lati, realizzati e provati secondo le prescrizioni IAC A FLR della norma CEI IEC EN 62271-200.

Dovranno essere eseguite tutte le prove di accettazione, prove di tipo ed individuali richieste dalla normative attualmente in vigore sia sul quadro elettrico di media tensione, che sugli interruttori.

La cella sbarre di ciascun scomparto dovrà essere adeguatamente compartimentata mediante interruttore di manovra di tipo rotativo che in posizione di aperto dovrà evitare l'accesso alle parti in tensione.

Opportuni diaframmi isolanti dovranno segregare in modo univoco in direzione verticale ed orizzontale.

L'accesso alle sbarre sarà possibile solo a quadro completamente fuori tensione tramite pannelli sbullonabili con l'uso di utensili specifici.

La cella interruttore dovrà essere disposta nella parte frontale dello scomparto.

In sommità la cella dovrà essere equipaggiata di interruttore di manovra di tipo rotativo segregato in SF6 o entro custodia sotto vuoto di portata 630A a 20/10kV in grado di compartimentare lo scomparto sbarre. L'interruttore generale di manovra dovrà essere assemblato alla carpenteria in modo da impedire contatti con parti in tensione, sia con interruttore in posizione di inserito sia in posizione di sezionato.

La cella di arrivo dell'alimentazione Enel dovrà essere segregata dalle celle di sbarra previste in sommità al quadro.

La messa a terra della linea in arrivo dovrà essere possibile solo dallo scomparto Enel.

L'interruttore sezionatore dovrà poter assumere, rispetto alla parte fissa del quadro le seguenti posizioni:

- Inserito: circuiti principali ed ausiliari collegati elettricamente
- Sezionato: circuiti principali sezionati e circuiti ausiliari elettricamente collegati
- Le posizioni di cui sopra dovranno essere rilevate da dispositivi meccanici e segnalate a distanza tramite contatti elettrici di fine corsa portati in morsettiera.

La cella dovrà contenere:

- Sezionatore di terra con potere di interruzione da 16 kA
- Trasformatori toroidali
- Divisori capacitivi di presenza tensione

Sulla porta dovranno essere previsti gli oblò di ispezione interna.

2.5.2 CELLA INTERRUPTORE AUTOMATICO IN GAS O SOTTOVUOTO DI PROTEZIONE TRASFORMATORE

Dovrà essere prevista a monte dei collegamenti in cavo alla macchina.

Sarà equipaggiata con:

- Sezionatore rotativo di segregazione del vano sbarre dal vano interruttore
- Interruttore automatico in esafluoruro "SF6" di tipo estraibile a comando motorizzato per il ricaricamento delle molle
- Trasformatori amperometrici di alimentazione delle protezioni a relè o a microprocessore
- Protezioni 50-51-51N in allestimento integrato su interruttore o in unità multifunzione rispondente a quanto previsto dalle Norme CEI 0-16;
- Collegamento seriale delle misure e degli allarmi nel caso di adozione di centralina di protezione a microprocessore e /o di contatti ausiliari per la remotizzazione degli allarmi digitali nel caso di impiego di relè diretti ed indiretti
- Divisori capacitivi
- Contatti ausiliari per la segnalazione dello stato di manovra delle protezioni
- Terminali di MT per collegamenti in cavo
- Bobina di sgancio emergenza

2.5.3 DOTAZIONI NELLE CABINE DI MEDIA TENSIONE

Essendo un impianto di II categoria, nella cabina saranno disponibili le dotazioni di sicurezza minime, quali:

- Fioretto isolante (realizzato in tubo di resina poliestere, rinforzata con fibre di vetro, avente lunghezza 2 m e diametro esterno 30 mm. Completo di gancio di manovra in metallo, tappo isolante di chiusura e paramano di delimitazione. Può essere impiegato per impianti sia all'interno che all'esterno. Adatto per campi di temperatura che vanno dai -25°C ai +55°C.);
- Guanti isolanti;
- tappeti isolanti;
- occhiali;
- etc.;

Nella cabina, saranno presenti mezzi di estinzione adeguati all'estinzione di incendi di origine elettrica.

2.6 QUADRI DI BASSA TENSIONE

2.6.1 STRUTTURA GENERALE DEL QUADRO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La struttura del quadro sarà realizzata con montanti funzionali (predisposti per fissaggio pannelli, cerniere porte, ancoraggi per eventuali affiancamenti, ecc.) in profilati di acciaio e pannelli di chiusura.

Le parti metalliche costituenti e le relative pannellature dovranno avere spessore non inferiore a 20/10 di mm. La carpenteria nel complesso dovrà essere opportunamente trattata, internamente ed esternamente, contro la corrosione mediante cicli di verniciatura esenti da ossidi di metalli pesanti di colore RAL7030.

Tutte le pannellature dovranno essere bordate e fissate alla struttura con viti a brugola incassate.

Quelle costituenti le portine anteriori dovranno muoversi su cerniere non visibili all'esterno; il quadro sarà dotato di pannello con porta trasparente, la tenuta dovrà essere affidata a guarnizioni in gomma antinvecchiante e la chiusura a serratura con chiave tipo Yale o ad impronta, incassata quadra o triangolare.

Le portine dovranno essere inoltre opportunamente asolate per la fuoriuscita delle leve di comando degli interruttori di potenza installati all'interno della carpenteria; tutte le asole dovranno essere rifinite con idonee cornicette coprifilo. Le portine anteriori dovranno poter essere facilmente smontabili.

La carpenteria sarà dimensionata affinché la temperatura di esercizio assicuri una adeguata dissipazione per convezione ed irraggiamento del calore prodotto dalle perdite, in relazione alle condizioni ambientali di installazione, determinate dalle indicazioni di progetto.

Tutti i componenti elettrici di manovra/protezione/misurazione saranno facilmente accessibili dal fronte, mediante pannelli di altezza standard avvitati o incernierati. Ciascun pannello frontale, sarà predisposto di adeguate asole per consentire il passaggio delle apparecchiature. Il fissaggio degli elementi costituenti la struttura metallica portante, nonché le parti funzionali, avverrà a mezzo di opportuna viteria, cerniere ed altri sistemi di fissaggio, in grado di mantenere la continuità metallica tra le parti.

Dato che il quadro comprende più sezioni aventi fonti di alimentazione distinte, dette sezioni saranno segregate tra loro, mediante l'uso di idonee barriere e diaframmi, di modo che sia possibile svolgere operazioni sui conduttori attivi di una sezione, senza disalimentare le altre e senza correre il rischio di venire a contatto con i loro conduttori attivi.

Nel dimensionamento del quadro si terrà conto di eventuali ampliamenti, pertanto si dovrà considerare uno spazio libero disponibile del 20 %.

2.6.2 APPARECCHIATURE

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide (se modulari) o su apposite piastre di base (predisposte di tutte le forature e posizioni di montaggio necessarie all'installazione delle apparecchiature stesse), fissate su specifiche traverse di sostegno.

I componenti saranno facilmente ispezionabili per manutenzione, ampliamento e/o sostituzione.

La componentistica relativa a indicazioni/visualizzazioni analogiche/digitali nonché pulsantaria, selettori e commutatori, saranno fissati sui pannelli frontali.

In particolare le apparecchiature di misura verranno posizionate nella parte frontale superiore del quadro, onde consentire una rapida ed efficace lettura dei parametri rilevati.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette serigrafate indicanti il circuito/servizio di appartenenza.

Nel quadro verrà installata la configurazione di apparecchiature/sistemi prevista nelle indicazioni di progetto.

La struttura sarà idonea per ospitare le normali tipologie di apparecchiature elettriche.

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI EN 61439-1).

Il quadro sarà percorso da una sbarra in rame elettrolitico solidamente imbullonata alla struttura metallica, in posizione facilmente accessibile, per effettuare i collegamenti dei conduttori dell'impianto di messa a terra e delle utenze derivate.

Tale sbarra dovrà avere una sezione non inferiore a 25 mm². Dovendo essere prevista l'accessibilità dei quadri dalla portella frontale, verranno previste le opportune precauzioni contro i contatti accidentali quali:

- segregazione delle parti attive dei circuiti di potenza;
- segregazione di morsetti e parti attive dei circuiti ausiliari.

L'arrivo delle alimentazioni delle varie utenze verranno riportate su di una morsettiera posta sulla parte bassa del quadro utilizzando morsetti su profilato DIN di varia sezione a seconda della tipologia dei cavi in uscita.

2.6.3 STRUMENTI DI MISURA

A valle di ogni interruttore generale dovranno essere inseriti strumenti digitali in grado di eseguire le misure delle seguenti grandezze:

- Tensioni di alimentazione concatenate e di fase (V)
- Correnti assorbite da ogni fase (A)

2.6.4 COLLEGAMENTI - CIRCUITI DI POTENZA

Le sbarre principali omnibus o le morsettiere di cablaggio (in relazione alla portata nominale della barra di cablaggio) di ciascuno dei sistemi di energia dovranno essere dimensionate termicamente secondo la tabella UNEL 01433-72 per un'intensità doppia di quella della taglia degli interruttori generali della rispettiva sezione.

Le sbarre di distribuzione secondaria dovranno essere invece dimensionate termicamente per un'intensità pari a 1,5 volte a quella degli interruttori generali della rispettiva sezione.

Tutte le sbarre verranno inoltre dimensionate per sopportare le sollecitazioni dinamiche per i valori delle correnti di corto circuito previste nelle indicazioni di progetto. Le sbarre saranno in rame elettrolitico, di sezione rettangolare a spigoli arrotondati, e saranno fissate alla struttura a mezzo di appositi supporti isolanti (portabarre) che non generino, in caso di fuoco, fumi tossici.

Sia le sbarre che i supporti isolanti saranno disposti in modo tale da permettere modifiche/ampliamenti futuri. I collegamenti tra i sistemi sbarre nonché tra sbarre ed apparecchi di manovra e protezione saranno realizzati mediante adeguati connettori/collegamenti prefabbricati standard. Il conduttore di protezione, in barra di rame, dovrà essere dimensionato sulla base delle sollecitazioni dovute alle correnti di guasto (vedi CEI EN 61439-1).

Ciascuna sbarra sarà contraddistinta con adeguati contrassegni autoadesivi indicanti la fase. Nel caso si adottino conduttori per i collegamenti di potenza, gli stessi saranno in cavo unipolare, con tensione nominale coerente con le restanti parti attive del quadro, del tipo FG17.

Tutti i conduttori dei circuiti di potenza, ausiliari e di misura saranno numerati alle estremità ed si attesteranno ad apposite morsettiere del tipo componibile su guida unificata, munite di numerazione corrispondente agli schemi elettrici di progetto e opportunamente separate con diaframmi isolanti tra le varie utenze.

Salvo diversa prescrizione, la sezione minima sarà di 6 mm² del tipo FG17. Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopico. Il serraggio dei terminali nel morsetto, sarà del tipo antivibrante con lamella di pressione interposta con la vite di serraggio.

La colorazione dei morsetti di terra sarà obbligatoriamente giallo/verde. La circolazione dei cavi di potenza ed ausiliari avverrà all'interno di apposite canaline con coperchio a scatto, o sistemi di distribuzione equivalenti.

Per quanto attiene le colorazioni, saranno obbligatoriamente adoperati il colore giallo/verde per i conduttori di protezione, azzurro per i conduttori di neutro e tre colori distinti per le tre fasi, comunque scelti tra quelli previsti dalle norme.

2.6.5 COLLEGAMENTI - CIRCUITI AUSILIARI

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili di tipo FG17 con le seguenti sezioni minime:

- Circuiti di comando e segnalazione: 2,5 mmq
- Circuiti di misura voltmetrica: 1,5 mmq
- Circuiti di misura amperometrica: 2,5 mmq

Saranno previste delle canalette di collegamento in materiale termoplastico autoestinguente per la posa dei cablaggi.

Le terminazioni dei conduttori saranno provviste di adatti capicorda, a spina, a forcella e/o ad occhiello, opportunamente isolati.

Ciascun conduttore sarà completo di numerazione, corrispondente con quanto riportato in morsettiera, nonché sullo schema funzionale. I conduttori appartenenti a circuiti diversi saranno identificabili differenziando i colori delle guaine stesse, o a mezzo di contrassegni/collarini adesivi o a pressione, brevettati.

2.6.6 MORSETTIERE

I quadri dovranno essere corredati di morsetti adatti alla connessione dei cavi di potenza oltre che di morsetti di sezione minimo 4 mm² per le uscite dei comandi a distanza e delle segnalazioni. In futuro dovranno comunque essere facilmente sostituibili con altri morsetti di maggior sezione nell'eventualità di una variazione dei tipi di cavi da collegare. Le morsettiere saranno poste sulla parte bassa del quadro.

Tutti i contatti ausiliari dei dispositivi di protezione, sezionamento e manovra dovranno essere riportati in morsettiera per renderli disponibili all'acquisizione da parte del sistema SCC del segnalamento.

2.6.7 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Struttura metallica

Ogni scomparto dovrà essere una unità indipendente, costituita da una struttura autoportante in lamiera di acciaio, spessore 20-30/10 mm, composta da elementi normalizzati, provvisti di forature modulari, assiemati tra loro mediante punti elettrici e viti speciali che ne assicurano robustezza e continuità elettrica.

Su tale struttura, ove previsto progettualmente, dovranno essere applicate le chiusure laterali e posteriori in lamiera, le portelle anteriori, i setti di compartimentazione e segregazione, i supporti metallici per i diversi apparecchi.

Lo spessore minimo della lamiera d'acciaio per tali elementi non dovrà essere inferiore a 20/10 di mm, riscontrato prima dei trattamenti protettivi.

Gli scomparti dovranno essere suddivisi nelle seguenti zone:

- Zona anteriore riservata alle celle degli apparecchi di potenza, agli strumenti di misura e/o protezioni e ai servizi ausiliari; tale zona è suddivisa da celle individuali, chiuse metallicamente su tutti i lati con dimensioni modulari in funzione delle apparecchiature da alloggiare
- Prima zona posteriore, contenente le sbarre di derivazione e le connessioni in sbarra degli interruttori di grande portata
- Seconda zona posteriore, riservata alle connessioni di potenza degli interruttori che sono normalmente realizzate in cavo

La zona anteriore che alloggia la sezione delle apparecchiature a conformazione modulare dovrà essere dotata di doppio frontale con pannellatura in vetro trasparente stratificato.

Interruttori

Gli interruttori d'utenza dei circuiti esterni potranno essere di tipo scatolato e/o modulari in esecuzione fissa. Gli interruttori che alimentano i circuiti di cabina dovranno essere di tipo modulare in esecuzione fissa.

Gli interruttori suddetti dovranno essere opportunamente coordinati tra di loro in modo da garantire la selettività, la protezione dei circuiti e tarati secondo quanto indicato negli schemi di progetto.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di corto circuito trifase calcolata sulle sbarre del quadro di b.t.

Eccezioni: in alcuni casi il potere di interruzione dell'interruttore automatico potrà essere inferiore alla corrente di corto circuito suddetta, se a monte esiste un dispositivo:

- che abbia un potere di interruzione corrispondente alla corrente di corto circuito sopra determinato (filiazione);
- che limiti l'energia specifica passante (Ft) a un valore inferiore a quello ammissibile dall'interruttore automatico e dai conduttori protetti.

Sbarre principali e derivazioni

Le connessioni interne tra le varie apparecchiature dovranno essere realizzate con apposite morsettiere di cablaggio di idonee dimensioni in rapporto agli interruttori da cablare previsti all'interno del quadro e dovranno avere una portata non inferiore a 63A e comunque opportunamente dimensionate e ammarate per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche conseguenti alle correnti di corto circuito.

Segregazioni

La forma di segregazione dovrà essere quella prevista dagli elaborati di progetto.

Circuiti ausiliari e cablaggi

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere disposte in celle separate metallicamente dalle celle interruttori.

Dovrà essere sempre possibile accedere alle apparecchiature ausiliarie con il quadro in tensione. Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti l'incendio tipo FS17 e/o FG17 (a seconda del settore ordinario o sotto UPS di sicurezza), di sezione non inferiore a 1,5 mm² per i circuiti ausiliari e 2,5 mm² per i circuiti di potenza.

Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione, e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni.

I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti.

Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate. Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra.

Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettiera per poter essere utilizzati per il telecomando e il telecontrollo dal Centro Operativo.

Messa a terra

Una sbarra colletttrice in rame, avente una sezione nominale di 200 mm², dovrà percorrere longitudinalmente tutto il quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali.

Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm².

Verniciatura

Il ciclo di verniciatura per i quadri di bassa tensione dovrà essere del tutto simile a quello previsto per i quadri di media tensione.

Grado di protezione

- IP31 sull'involucro esterno
- IP20 all'interno del quadro

Accessori

Serie di accessori che dovranno essere forniti:

- Mensola di supporto leve varie e maniglie
- Golfari di sollevamento
- Vernice per ritocchi punti danneggiati
- Schemi e disegni di progetto
- Istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro
- Targhe d'identificazione apparecchiature
- Schema unifilare in dotazione alla carpenteria
- Cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme al DPR 547 ed al D.L. 626;
- Prove di tipo
- Manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

2.6.8 CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEI DIVERSI TIPI DI QUADRO BT

Si indicano di seguito alcune caratteristiche peculiari per i quadri previsti nel presente intervento:

Quadri di distribuzione secondaria

Caratteristiche Elettriche

Tensione isolamento fino a:	690V
Tensione esercizio fino a:	400V
Numero delle fasi:	3F+N
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi:	1kV
Frequenza nominale:	50Hz
Corrente nominale sbarre principali:	fino a 1250A
Corrente nominale sbarre di derivazione:	fino a 1250A
Corrente nominale ammissibile di breve durata:	25kA
Corrente nominale ammissibile di picco:	40kA
Durata nominale del corto circuito simmetrico:	1"
Grado di protezione sul fronte	fino a IP55
Grado di protezione a porta aperta	almeno IP20
Forma di segregazione	max 2
Tenuta meccanica	min IK07

2.7 SISTEMI DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA

2.7.1 GRUPPO ELETTROGENO

Per quanto riguarda gli impianti che saranno installati all'interno della Galleria, dovrà essere installato un gruppo elettrogeno trifase di potenza nominale 500 kVA per gli impianti derivati dalla cabina lato canna Sud e di potenza 630KVA per gli impianti interconnessi con la cabina lato canna Nord..

Riferimenti normativi:

- Potenza: ISO 8528
- Direttiva macchine: 2006/42/CE
- Compatibilità Elettromagnetica: 2004/108/CE
- Bassa tensione: 2006/95/CE Caratteristiche:

Il gruppo elettrogeno avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Potenza nominale in servizio continuativo a carico variabile PRP: 500 / 630 kVA
- Potenza per servizio emergenza LTP: 530 / 670 kVA
- frequenza: 50 Hz
- tensione nominale: 400 V (3F+N)
- fattore di potenza: 0,8
- velocità: r.p.m. 1500

Il gruppo elettrogeno sarà completo di:

- serbatoio combustibile incorporato da almeno 120 litri di capacità;
- Serbatoio esterno al fabbricato della capacità di 3000 litri;
- Motore diesel con raffreddamento a liquido;
- Alternatore, autoeccitato ed autoregolato, autoventilato, della potenza nominale di 264kVA, senza spazzole (brushless), con regolatore elettronico della tensione, protezione meccanica IP 23, forma costruttiva monosupporto, classe di isolamento H e classe di sovratemperatura H.
- marmitta di scarico industriale;
- pannello di controllo automatico/manuale, integrato e connesso al gruppo elettrogeno con strumentazione e protezione per il controllo e la sorveglianza automatica del motore e dell'alternatore, completo di interruttore magnetotermico, protezione differenziale, morsettiera di potenza e morsettiera circuiti ausiliari.
- Quadro di commutazione automatica rete/gruppo in carpenteria separata, kit di interruzione e protezione gruppo.

Sono compresi i seguenti accessori:

- Liquidi di primo riempimento;
- Batteria di avviamento;
- Termostato alta temperatura motore;
- Elettrovalvola motore;
- Pressostato bassa pressione olio;
- Libretto uso e manutenzione;
- Schemi elettrici;
- Dichiarazione di conformità.

Ad ogni modo, all'interno del locale gli impianti elettrici dovranno essere conformi alla Normativa vigente ed in ogni caso dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni seguenti:

- Il quadro elettrico, gli apparecchi illuminanti, i motori, ecc., dovranno essere di tipo stagno, con grado di protezione non inferiore a IP44; stesso grado di protezione avranno gli eventuali apparecchi di comando e manovra (interruttori, sezionatori di macchina, ecc.); essi dovranno inoltre essere onnipolari, dovranno cioè sezionare tutti i conduttori (escluso quello di terra) costituenti le linee di alimentazione delle utenze su cui sono inseriti
- Il contenitore della batteria di avviamento, viceversa, dovrà avere un grado di protezione almeno pari a IP40
- Dovranno essere impiegati cavi adatti alla posa in ambienti umidi provvisti di guaina esterna protettiva. Per la loro posa potranno essere usate, a seconda delle necessità, canalette in acciaio zincato di tipo chiuso, munite di coperchi costruite ed installate in modo da presentare un grado di protezione non inferiore a IP40, oppure tubazioni in acciaio zincato UNI 3824 (tubo Mannesmann), oppure tubi rigidi in PVC di tipo filettabile
- Per i collegamenti al gruppo o alle eventuali macchine che possono trasmettere vibrazioni saranno impiegati tubi flessibili con spirale in acciaio zincato di tipo a doppia aggraffatura, e guaina esterna in PVC

- I raccordi alle estremità per il collegamento a cassette, canalette, tubi rigidi, dovranno essere di tipo adatto alle dimensioni del tubo stesso. Non dovranno essere impiegati raccordi con clips strette con viti
- Le canalette avranno dimensioni tali che i cavi siano posati su non più di uno strato; il diametro dei tubi invece sarà tale che il rapporto con il diametro del fascio di cavi contenuti non sia inferiore a 1,5
- Le derivazioni dovranno essere eseguite su morsettiera entro cassette stagne (IP44) in lega leggera (collegate a terra) o in materiale isolante
- Dovranno essere rese equipotenziali e collegate a terra tutte le tubazioni (dei gas di scarico, di collegamento al serbatoio di stoccaggio, ecc.) entranti o uscenti dal locale, e le masse metalliche indicate sui disegni
- In base a quanto sopra detto, i conduttori di collegamento al quadro e alla batteria saranno posati entro tubi flessibili opportunamente supportati fino al cunicolo. Nel cunicolo saranno posati entro canaletta in acciaio zincato con coperchio distanziata dal fondo del cunicolo stesso
- In ambienti particolarmente corrosivi, come ad esempio in presenza di atmosfera salma, la canaletta sarà in resine poliesteri rinforzata con fibre di vetro, sempre con coperchio e distanziata dal fondo
- Adatti raccordi e/o pressacavo garantiranno il mantenimento dei gradi di protezione della cassetta di contenimento della morsettiera, del quadro elettrico, del contenitore della batteria e delle canalette

2.7.2 GRUPPI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA

All'interno del fabbricato tecnologico sarà installato un gruppo di continuità avente potenza nominale 60KVA autonomia 30 minuti.

Ogni UPS avrà un proprio armadio metallico e sarà alimentato dal relativo quadro elettrico come evidenziato all'interno degli schemi dei quadri elettrici allegati al progetto.

Il sistema di continuità avrà alimentazione filtrata, stabilizzata ed affidabile e del tipo a doppia conversione al fine di permettere la massima protezione per i carichi collegati. Gli UPS saranno di tipo industriale.

Tutti gli UPS dovranno essere costituiti almeno dai seguenti componenti:

- Dispositivo di protezione ingresso Raddrizzatore;
- Filtro di spianamento L-C;
- Dispositivo di protezione Batteria;
- Inverter trifase IGBT;
- Filtro Armoniche uscita Inverter;
- Commutatore Statico ad SCR;
- Sezionatore sotto carico Ingresso Commutatore Statico;
- Sezionatore sotto carico uscita UPS;
- Sezionatore sotto carico Bypass manuale;
- Armadio batterie.

I carichi essenziali di cabina vengono sempre alimentati dall'inverter, che fornisce una tensione sinusoidale filtrata e stabilizzata, in forma e frequenza.

Durante il funzionamento normale l'alimentazione è fornita in modo continuo dall'inverter il quale è alimentato dalla rete tramite il Raddrizzatore Carica Batterie.

L'Inverter sarà caratterizzato dai seguenti valori per la Distorsione armonica Totale :

- con carico lineare <1%
- con carico non lineare e fattore di cresta 3:1 <3%

Il carica batterie eroga automaticamente l'energia necessaria per il mantenimento del massimo livello di carica della batteria di accumulatori.

Nel caso in cui dovesse presentarsi la necessità di effettuare operazioni di manutenzione o controlli sulla batteria di accumulatori deve essere possibile isolare la batteria, l'UPS deve continuare a funzionare regolarmente in conformità ai valori di rendimento specificati anche in caso di batteria scollegata.

L'UPS dovrà controllare i parametri della batteria (tensione, corrente, temperatura e calcolo autonomia) sia in carica che in fase di scarica.

L'UPS dovrà essere dotato di un sistema di distacco automatico della batteria nel caso di bassa carica della stessa al fine di evitarne il danneggiamento. Al rientro della tensione da rete l'UPS dovrà riavviarsi automaticamente ricaricando le batterie e ricominciando ad erogare sulle utenze.

Se la rete primaria è assente o fuori dalle tolleranze ammesse ($\pm 20\%$ della tensione di rete), l'energia alle utenze è assicurata dalle batterie di accumulatori; durante questa fase la batteria è in scarica.

L'utente è avvisato dello stato di funzionamento da segnalazioni sia visive che acustiche (avaria), inoltre il display di cui è dotata la macchina permette di conoscere l'autonomia disponibile residua; durante questa fase è possibile aumentare l'autonomia disalimentando alcune utenze.

Nel caso in cui la rete primaria di alimentazione rientri nei valori nominali l'UPS torna a funzionare normalmente in maniera automatica.

La macchina dovrà prevedere una porta seriale del tipo 485 con interfaccia MODBUS RTU ed una memoria interna non volatile.

L'UPS dovrà essere predisposto con un pannello di comando con interfaccia grafica e comando di arresto di emergenza E.P.O (Emergency Power Off) integrato, che blocca elettronicamente convertitore inverter e commutatore statico e scollega le batterie.

Per disabilitare l'E.P.O. si dovrà far ripartire l'UPS.

Nell'UPS si dovrà prevedere la predisposizione anche per E.P.O remoto.

Entrambi gli UPS saranno alimentati in tampone da un blocco di accumulatori stazionari al piombo di tipo regolato con valvola, contenuti all'interno di armadi metallici, e garantire un'autonomia di 2 ore a pieno carico per ciascun UPS.

I vani che ospitano i due blocchi di accumulatori relativi a ciascun UPS, dovranno essere opportunamente segregati e muniti di sezionatori di arrivo linea per eventuali manutenzioni.

Le batterie dovranno essere del tipo a Pb ermetico regolate da valvole in un contenitore, finemente verniciato, con grado di protezione minimo IP20, e dovranno essere caratterizzate da:

- Piastre positive e negative e griglie progettate per le scariche rapide;
- Elettrolita assorbito nel separatore costituito da microfibre in vetro ad altissima porosità;
- Valvole di sfiato di sicurezza unidirezionale;
- Il contenitore dovrà essere costruito in materiale antiurto ABS ritardante la fiamma, Spec. UL 94 —HB classifica VO;

- Durata di funzionamento prevista oltre 10 anni in tampone alla temperatura di 25°C;
- Realizzazione conforme alle norme IEC 896 — parte 2 (progetto) e BS 6290 — parte 4;
- Coperture isolanti sui poli della batteria al fine di evitare contatti accidentali con parti in tensione.

La batteria dovrà essere conforme alle prove della guida "EUROBAT" Tabella 1 paragrafo ad alta sicurezza, vita attesa 10-12 anni.

Nel locale in cui saranno installati tali armadi batterie dovranno essere rispettate le prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori riportate nella Norma CEI 21-39.

2.8 CANALIZZAZIONI PRINCIPALI

Le canalizzazioni di adduzione principale saranno così realizzate:

- con cavidotti corrugati a doppia parete di idoneo diametro ad alto grado di schiacciamento del tipo interrato a profondità maggiore di 60cm rinfiacati con strato di calcestruzzo nei tratti compresi fra le cabine di trasformazione e gli imbocchi delle gallerie. Detti cavidotti dovranno essere interconnessi con quelli già installati in uscita dalle due cabine di trasformazione a servizio degli impianti già eseguiti sulla galleria realizzata.
- con cavidotti corrugati tritubo a doppia parete di diametro 50mm ad alto grado di schiacciamento alloggiati nello spazio fra la banchina/marciapiede ed il profilo ridirettivo rinfiacati con sabbia e coperti con tabelloni prefabbricati in CAV come via cavi per le alimentazioni delle utenze dal basso.
- con canalette del tipo traforato in acciaio INOX AISI 304 spessore 10/10mm complete di accessori di montaggio e fissaggio come vie cavi per le alimentazioni delle utenze dall'alto nei tratti in galleria
- con tubazioni in acciaio INOX AISI 304 complete di accessori di montaggio e fissaggio come vie cavi per le alimentazioni delle utenze secondarie in galleria.

2.9 LINEE DI COLLEGAMENTO MONTANTI E DORSALI

Il decreto legislativo n° 106 del 16/06/2017 [adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni della direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) e Regolamento CPR UE 305/11] pubblicato sulla G.U. n° 159 del 10/07/2017, entrato in vigore il 09/08/2017, prevede che la scelta del cavo da installare venga effettuata in funzione del livello di rischio dell'ambiente di installazione. La nuova normativa CEI 64-8 variante V4 del 01/06/2017, che aggiorna gli articoli 527.1, 751.04.2.8 e 751.04.3, specifica chiaramente che tipologia di cavi si deve adottare nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio.

La tabella riporta le nuove designazioni dei cavi CPR in funzione dell'ambiente di installazione.

	LUOGHI	LIVELLO DI RISCHIO
	<ul style="list-style-type: none"> • Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. • Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m. 	ALTO

Visto che il livello di rischio risulta essere "ALTO" in quanto trattasi di gallerie stradali superiore a 500 metri, visto la sotto riportata tabella esplicativa:

I cavi sono stati classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco identificate dalle lettera da «F» a «A» e dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni crescenti.

<i>A_{ca}</i>	<i>B1_{ca}</i>	<i>B2_{ca}</i>	<i>C_{ca}</i>	<i>D_{ca}</i>	<i>E_{ca}</i>	<i>F_{ca}</i>
-----------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Prestazioni ELEVATE **Prestazioni BASSE**

In Italia per i cavi sono stata adottate solo le classi B2ca, Cca e Eca, come previsto nella Norma CEI UNEL 35016. Oltre alla lettera che definisce la prestazione di un cavo come propagazione incendio e rilascio di calore, sono previsti dei criteri addizionali per quanto riguarda la produzione di fumo S, gocciolamento D e acidità A dei prodotti di combustione.

s3	s2	s1b	s1a
d2	d1	d0	
a3	a2	a1	

i cavi che transitano all'interno dei luoghi delle gallerie, pertanto, dovranno avere una prestazione elevata e quindi una classificazione idonea come dovrà risultare dalla sotto riportata tabella:

	CLASSE	REQUISITI PRINCIPALI	REQUISITI AGGIUNTIVI		
		PROVE AL FUOCO (1)	FUMO (2)	GOCCE (3)	ACIDITÀ (4)
	B2 _{ca} - s1a, d1, a1	B2 _{ca}	s1a	d1	a1
		FS <= 1,5m THR1200s <= 15 MJ Picco HRR <= 30 kW FIGRA <= 150 Ws ⁻¹ H <= 425mm	TSP1200s <= 50 m ² picco SPR <= 0,25 m ² /s trasmissione >= 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C _{ca} - s1b, d1, a1	C _{ca}	s1b	d1	a1
		FS <= 2,0m THR1200s <= 30 MJ Picco HRR <= 60 kW FIGRA <= 300 Ws ⁻¹ H <= 425mm	TSP1200s <= 50 m ² picco SPR <= 0,25 m ² /s trasmissione >= 60 % < 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C _{ca} - s3, d1, a3	C _{ca}	s3	d1	a3
	FS <= 2,0m THR1200s <= 30 MJ Picco HRR <= 60 kW FIGRA <= 300 Ws ⁻¹ H <= 425mm	no s1 o s2	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	no a1 o a2	
E _{ca}	E _{ca}	-	-	-	
	H <= 425mm	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti	

Precisato quanto sopra, le linee di collegamento montanti e dorsali previste saranno le seguenti:

- le alimentazioni all'interno delle gallerie aventi lunghezza superiore a 500 metri saranno previste in cavo tipo FG18(O)M16 0,6/1kV classificazione B2ca s1a, d1, a1 rispondente alle Norme CEI 20-13 di adeguata sezione;
- le alimentazioni per le alimentazioni dei circuiti per e dagli UPS e per le alimentazioni delle apparecchiature di sicurezza e controllo saranno in cavo del tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca s1a, d1, a1, rispondente alle Norme CEI 20-45 di adeguata sezione;
- le alimentazioni dell'illuminazione permanente e per quella di emergenza e per le alimentazioni dei servizi e apparecchiature di sicurezza e controllo all'interno delle gallerie derivate a valle del gruppo di continuità e per l'alimentazione degli impianti di ventilazione presenti all'interno della fornice saranno in cavo del tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca s1a, d1, a1, rispondente alle Norme CEI 20-45 di adeguata sezione.

2.10 DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA

Nel caso specifico, per dimensionamento dell'impianto elettrico di potenza si intende il dimensionamento delle apparecchiature principali di cabina quali trasformatori, gruppi di continuità assoluta e regolatori di potenza per il controllo della luminanza in galleria.

La scelta della loro taglia deriva dalla valutazione dei carichi da alimentare che si riassumono negli schemi elettrici di potenza.

2.11 IMPIANTO DI TERRA

All'esterno dei locali tecnologici e lungo tutta la percorrenza della galleria sarà realizzato un impianto di terra costituito da una serie di dispersori di terra disposti in prossimità del fabbricato tecnologico collegati tra di loro in parallelo con corda di rame nuda di sezione 50mmq.

All'interno delle due fornici sarà prevista la posa di un anello disperdente chiuso costituito da una corda di rame nuda avente sezione 50mmq.

A detto impianto dovranno essere interconnesse tutte le masse e le masse estranee previste nel presente intervento con le modalità evidenziate all'interno degli elaborati di progetto allegati alla presente relazione.

3. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA

3.1 PREMESSA

Lo scopo del progetto sarà la realizzazione degli impianti di illuminazione della galleria nel rispetto delle normative CEI, CIE n. 88/04, alla circolare del Ministero LL. PP. 7938 del 6/12/1999 alle norme UNI 11095, AL D.M. del 05 novembre 2001 e al D.M. 14 settembre 2005.

La sicurezza della galleria è stata affrontata in modo globale ed interessa in particolare tutte le installazioni tecnologiche presenti. Di seguito verrà descritto l'intervento previsto per la costruzione dell'impianto di illuminazione.

3.2 CARATTERISTICHE DELLA GALLERIA

L'intervento consiste nella realizzazione degli impianti di illuminazione a servizio delle gallerie presenti nel tratto stradale oggetto di intervento. Dovranno essere realizzati impianti di illuminazione rispondenti alle normative UNI 11095 del 2021, che tengano conto delle dimensioni e delle seguenti caratteristiche con cui è stato realizzato il progetto illuminotecnico:

- lunghezza dei tunnel (Lt)	m	2250m circa
- larghezza corsia di marcia	m	3,75
- larghezza corsia di sorpasso	m	3,75
- larghezza banchina destra (Lm)	m	0,5
- larghezza banchina sinistra (Lm)	m	1,50
- larghezza carreggiata (Lc)	m	9,5
- numero corsie		2
- senso di marcia		unidirezionale
- altezza utile massima	m	variabile
- pendenza media max	%	vedi calcoli
- latitudine locale		43°N
- orientamento geografico		vedi planimetrie

3.3 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Nel caso specifico, per dimensionamento dell'impianto elettrico di illuminazione galleria si intende il dimensionamento delle apparecchiature principali di cabina quali trasformatori, gruppi di continuità assoluta e centrali wireless per il controllo della luminanza in galleria.

La scelta della loro taglia deriva dalla valutazione dei carichi da alimentare che si riassumono negli schemi elettrici di potenza e nelle tabelle riportate in paragrafo precedente nella presente relazione; nel nostro caso specifico, i dimensionamenti sono stati eseguiti per consentire la congruità dei componenti già presenti all'interno delle due cabine in relazione alla conformazione globale dell'intervento.

Come si evince dagli schemi elettrici di potenza del progetto, ai fini del presente dimensionamento è stato considerato un fattore di potenza pari a 0,9, in quanto i carichi risultano rifasati sia con condensatori in campo (ad esempio per gli apparecchi illuminanti), sia in modo centralizzato con adeguati quadri di rifasamento automatico a gradini. Inoltre, sempre a titolo cautelativo, è stato considerato un margine di sicurezza pari ad almeno il 30%.

Le potenze indicate negli schemi elettrici di potenza del progetto e relativamente agli impianti di illuminazione derivano dal numero di corpi illuminanti installati nelle gallerie di cui si dà dettaglio nella tabelle di progetto relative agli impianti di illuminazione:

In base a quanto fin qui esposto ed in relazione ai dimensionamenti realizzati, i componenti previsti all'interno dei rispettivi fabbricati tecnologici ed in precedenza richiamati risultano essere idonei e congrui alla alimentazione elettrica dei vari impianti previsti all'interno dell'intero lotto dei lavori.

3.4 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E DATI TECNICI DI PROGETTO

3.4.1 CARATTERISTICHE IMPIANTI

Il sistemi di illuminazione che dovranno essere realizzati saranno dimensionati secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione CIE n. 88/2004 "Guide for the Lighting of Road Tunnels and underpasses" con successive modifiche, norme UNI 11095, D.M. del 05 novembre 2001 e D.M. del 14 settembre 2005. Lo scopo è di garantire in ogni momento la visibilità di un adeguato tratto di strada davanti a sé, per conoscere l'andamento e riscontrare l'assenza di ostacoli, nonché la posizione e il movimento di altri veicoli; garantendo la stessa forma di sicurezza che prova negli altri tratti di strada.

Questo senso di sicurezza è necessario in particolare quando il conducente si avvicina al fornice di ingresso, affinché non effettui manovre precipitose di rallentamento, che potrebbero risultare pericolose. L'obiettivo è dunque di evitare il più possibile il passaggio brusco tra due tratti di strada diversamente illuminati, ma realizzare un passaggio graduale in modo tale da consentire al sistema visivo del conducente di adattarsi alla consistente variazione dell'illuminazione dell'ambiente. A questo scopo saranno realizzate quattro diverse zone di illuminamento: zona d'accesso, zona di soglia, zona di transizione, zona interna.

La zona d'accesso è quel tratto di strada immediatamente precedente l'ingresso del tunnel.

La zona di entrata è il tratto interno alla galleria, a partire dalla sezione di entrata, lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione da parte del conducente dell'oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico (nel nostro caso detto valore è pari a 124 metri), considerando le condizioni di abbagliamento dovute all'illuminazione diurna esterna alla galleria.

La zona di transizione rappresenta quella parte del tunnel successivo alla zona di entrata lungo il quale l'illuminazione deve garantire un valore medio di luminanza tale da consentire all'occhio del conducente di un veicolo di adattarsi ai livelli di luminanza della zona interna.

La zona interna è il tratto interno della galleria successivo alla zona di transizione lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione dell'oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico ed il percorso della galleria in sicurezza.

Nel tratto interno, l'illuminazione dovrà essere mantenuta costante per tutta la sua lunghezza.

Nel nostro caso le condizioni morfologiche al contorno dei due imbocchi e quindi di luminanza non si possono considerare simili per cui i rinforzi verranno realizzati per ottenere diagrammi di luminanza diversi. Gli apparecchi illuminanti saranno disposti su due file una per ogni corsia di marcia, con uno sviluppo per tutta la lunghezza della fornice; nel tratto finale della galleria, in prossimità del raccordo con lo Svincolo di Collestrada, sarà prevista una terza fila di illuminazione permanente in modo da illuminare adeguatamente anche il tratto finale.

Anche per l'illuminazione diurna di rinforzo gli apparecchi illuminanti saranno disposti sulle stesse due file dei permanenti.

I corpi illuminanti prescelti per la realizzazione del progetto sono largamente sperimentati e realizzeranno le condizioni prescritte.

Saranno previsti i seguenti tipi di illuminazione:

- circuiti di illuminazione permanente in galleria: dal quadro cabina lato Roma sono previsti n.4 circuiti di illuminazione indipendenti (due da settore rete normale e due dal settore continuità assoluta derivata da UPS) mentre dal quadro cabina lato Cesena sono previsti n.6 circuiti di illuminazione indipendenti (tre da settore rete normale e tre dal settore continuità assoluta derivata da UPS) vista la presenza, nel tratto finale, della terza corsia di decelerazione per consentire l'accesso allo Svincolo di Collestrada. La soluzione proposta, per la continuità di servizio offerta, senza dubbio garantisce un ottimo livello di sicurezza dell'impianto ed asseconda totalmente, in rapporto alla sicurezza, le linee guida ANAS del dicembre 2009;
- circuiti di illuminazione rinforzo in galleria: la fornice è stata provvista n.4 circuiti di illuminazione indipendenti dalla cabina lato Sud e n.6 dalla cabina Nord (tutti da settore rete normale suddivisi per ogni fornice); i singoli corpi illuminanti saranno alimentati alternativamente dai due circuiti previsti sulla singola fila per tutto lo sviluppo della loro lunghezza;
- sistema di regolazione flusso luminoso: saranno impiegati per tutti i circuiti di illuminazione presenti (sia di rinforzo che permanente) centraline funzionanti in modalità wireless;
- circuiti di illuminazione di sicurezza: nelle fornici è previsto un impianto di illuminazione di sicurezza, derivato da continuità assoluta, costituito da picchetti luminosi a led da installare lungo il profilo interno della galleria comprensivi di accessori di installazione ed alimentatori (i led saranno alimentati a 24V) che saranno installati sia a destra che a sinistra della carreggiata; detti picchetti luminosi illumineranno il camminamento per tutta la lunghezza della fornice garantendo un illuminamento medio di 5 Lux (minimo di 2 Lux) come richiesto dalle linee guida ANAS del dicembre 2009.

3.4.2 DATI TECNICI DI PROGETTO

Per la stesura del progetto esecutivo relativo alla illuminazione artificiale della galleria in oggetto sarà tenuto conto dei seguenti dati e precisamente:

- velocità di progetto illuminotecnico	km/h	110
- flusso di traffico (TGM) per direzione	v/g	15.120
- coefficiente di manutenzione	%	80
- fattore di riflessione carreggiata	%	7,01
- fattore di riflessione pareti imbiancate	%	chiare 60
- pendenza media	%	+2,7
- orientamento imbocco di valle		vedi planimetrie
- orientamento imbocco di monte		vedi planimetrie
- tipo di pavimentazione carreggiata		tappeto usura 3cm
- condizioni atmosferiche		limpidezza (stato di bagnato < a 75 ore per anno)
- valore illuminamento orizzontale alla latitudine	Lux	57.500
- distanza di visibilità meteorologica	m	20.000

PROGETTAZIONE ATI:

3.5 ILLUMINAZIONE PERMANENTE (ORDINARIA E DI EMERGENZA)

L'illuminazione di base sarà costruita da una disposizione di apparecchi, dei tipi come sopra elencati, disposti con interdistanza costante dall'inizio al termine delle gallerie.

All'interno della galleria, come già in precedenza accennato, saranno installate nuove plafoniere disposte su due file.

I valori di luminanza, per l'illuminazione di base durante il giorno ad impianto nuovo, fanno riferimento alla distanza d'arresto assunta pari a 123 m per la canna Sud e 125 m per la canna Nord.

Le caratteristiche riflettenti dei manti stradali in galleria sono convenzionalmente assimilati a quelli della Tabella CIE C2.

Durante la notte i valori suddetti potranno dimezzarsi, ma non potranno essere inferiori alla luminanza esterna qualora la galleria faccia parte di un'arteria illuminata.

In regime diurno, l'uniformità longitudinale $U1 = L_{min}/L_{max}$ su assi di calcolo paralleli all'asse della carreggiata, sarà, in base alle scelte adottate, superiore a 0,8. L'uniformità trasversale sarà superiore a 0,4.

L'incremento della soglia di abbagliamento TI dell'impianto non eccederà il 10% in regime diurno ed il 15% in regime notturno.

Per la determinazione del reticolo di calcolo, della posizione degli apparecchi illuminanti, della posizione dell'osservatore, del metodo di calcolo si sono seguite le indicazioni delle norme UNI 11095 del 2021.

3.6 ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN ENTRATA

Il primo tratto d'imbocco della galleria sarà dotato di illuminazione di rinforzo durante le ore diurne, per consentire l'adattamento dell'occhio dai livelli di luminanza esterna ai livelli di luminanza dell'impianto di base.

Detti impianti saranno installati su due file.

Poiché i livelli esterni variano principalmente con le ore del giorno (primo mattino, mezzogiorno, sera) e con le condizioni atmosferiche esterne (pieno sole, nuvoloso, ecc.), i livelli di luminanza del rinforzo dovranno adeguarsi conseguentemente.

Nel tratto di rinforzo, la cui lunghezza dipende dalla distanza d'arresto sopra assunta, si distinguono due zone:

- zona di soglia;
- zona di transizione;

La zona di soglia, di lunghezza pari alla distanza d'arresto sarà illuminata per metà a luminanza costante, pari ad una frazione $k=0,07$ della massima luminanza esterna.

Nella zona di transizione, la luminanza decresce dal valore della luminanza della zona di soglia al valore della luminanza di base con andamento dettato dalla CIE88/2004 e UNI 11095.

3.7 APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI

L'impianto di illuminazione della galleria sarà realizzato mediante adeguati corpi illuminanti in alluminio estruso per l'illuminazione permanente, alluminio pressofuso per i corpi illuminanti dei rinforzi, in classe I e con grado di protezione IP65, equipaggiati con lampade a tecnologia a LED in accordo con le più recenti Direttive e linee guida dell'ANAS dicembre 2009.

3.7.1 PROIETTORE SIMMETRICO CON TECNOLOGIA A LED

Saranno impiegati apparecchi di illuminazione di questo tipo per l'illuminazione permanente lungo l'intera lunghezza della galleria, tale da consentire la omogenea ed uniforme illuminazione della stessa ai valori di sicurezza.

A tale proposito viene utilizzato il proiettore ad ottica simmetrica in disposizione bilaterale affacciata con interdistanza su ciascuna fila pari a 20 metri; la lampada utilizzata è da 22,9W e 45,5W con tecnologia a LED con rispettivamente 3532 e 6294 lumen di flusso luminoso e colore 4.000 °K.

Nel caso di questa nuova infrastruttura abbiamo ritenuto opportuno proporre una illuminazione permanente con proiettori simmetrici ottica S a tecnologia LED ottenendo quindi oltre ai vantaggi economici, di gestione e di manutenzione anche i seguenti altri vantaggi:

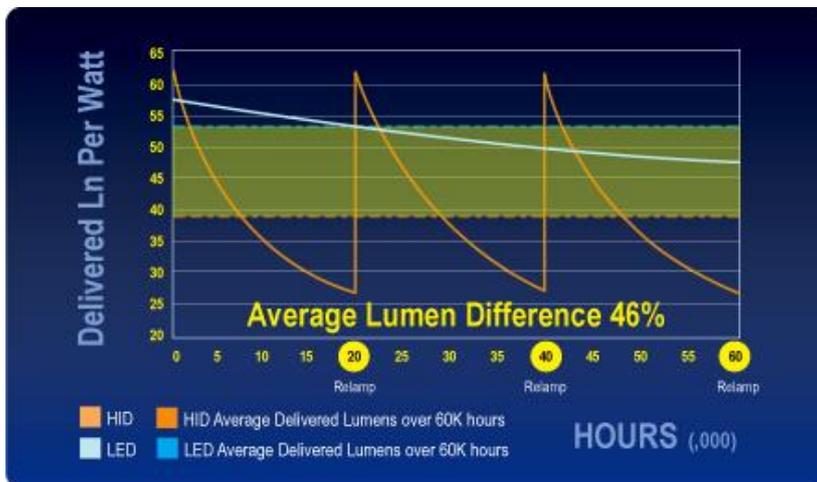
Qualità della luce:

- I LED emettono luce bianca neutra, che permette di raggiungere un'illuminazione sicura per gli utenti della strada (abbassa i tempi di reazione all'imprevisto), con minor consumo di energia. La luce bianca attraversa molto meglio la nebbia, rendendo i veicoli più visibili. Inoltre i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza.
- L'indice di resa colorimetrica (CRI) indica la fedeltà di riproduzione dei colori: vale 75 per le lampade LED.
- L'idea di legare la tecnologia LED all'illuminazione stradale deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo: gli studi sulla visibilità con luce bianca si basano sul fatto che a seconda della luminanza utilizziamo o meno tutti gli apparati percettivi del nostro occhio (coni e bastoncelli). I risultati indicano che sono da preferire le sorgenti luminose con spettro prevalente nella banda del blu, come i LED, senza richiedere elevati valori di luminanza.
- Inquinamento luminoso:
- Il LED è direzionale per costruzione ed emette un fascio luminoso definito, a 120°, da 110 lumen/watt (alimentazione a 350mA) e quindi riduce al minimo (Rn 0,0%) l'inquinamento luminoso. Il LED può essere interfacciato con delle ottiche secondarie per restringere il fascio luminoso.

Durata:

- Se si calcola la media dei lumen prodotti su 60.000 ore, si registrano prestazioni dei LED superiori a quelle di una tradizionale lampada a ioduri metallici (MH) di 400 watt accesa in posizione orizzontale (il valore di 60.000 ore è utilizzato ai fini di questo raffronto per indicare tre interi cicli di vita di una HID).

- Il deprezzamento dei lumen nelle lampade MH, unito alle perdite totali imputabili all'ottica e al gruppo di alimentazione, riducono rapidamente gli output dei sistemi HID. È da notare che in 60.000 ore occorrono tre sostituzioni della lampada.
- Al contrario, il LED ha una capacità di mantenere i lumen emessi sensibilmente migliore e un driver più efficiente. Si osservi inoltre che le lampade a LED di regola non necessitano di sostituzione di lampada nelle prime 60.000 ore di vita.
- Questo fa sì che le prestazioni dei LED supereranno quelle dell'illuminazione MH (ioduri metallici) per l'intera durata dell'apparecchio.
- Risultato: i lumen medi emessi da un LED sono superiori del 46% rispetto a quelli degli HID in un intervallo di 60.000 ore.



Manutenzione:

- i costi di manutenzione ordinaria degli apparati di illuminazione a LED sono di fatto annullati rispetto a quelli degli impianti al sodio attualmente in uso.
- Impatto ambientale:
- I LED non contengono mercurio e sono conformi ai requisiti della direttiva RoHS (Restriction of Hazardous Substances - Restrizioni sull'uso di determinate sostanze pericolose nella costruzione di vari tipi di apparecchiature elettriche ed elettroniche).
- Se propriamente utilizzati, durano cinque volte più a lungo di una lampada a ioduri metallici, riducendo quindi l'impatto ambientale.

L'alimentazione di questi apparecchi avverrà tramite regolatori di potenza funzionanti in modalità wireless che provvedono a stabilizzare la tensione di alimentazione ed a regolarla per adeguare il flusso luminoso alle varie condizioni di visibilità.

L'adozione di tali regolatori consente di:

- aumentare la vita media delle lampade, poiché la tensione di alimentazione è mantenuta in un intervallo del $\pm 1\%$ della tensione nominale;
- diminuire gli shock causati alle lampade dai cicli di accensione-spegnimento, poiché, tramite la regolazione, vengono ridotti al minimo i casi in cui occorre spegnere le lampade e, qualora ciò si renda necessario, si può eseguire un ciclo di accensione a tensione ridotta che riduce lo stress della lampada;

- risparmiare l'energia elettrica connessa alla riduzione della tensione di alimentazione nel periodo in cui la lampada è nuova ed il flusso luminoso emesso eccede il valore di progetto.

3.7.2 PROIETTORE ASIMMETRICO

Saranno impiegati apparecchi di illuminazione di questo tipo con disposizione controflusso per i tratti iniziali e finali della galleria (come riportato all'interno della relazione di calcolo), per la realizzazione di elevati livelli di luminanza ed illuminamento della sede stradale, rapportati, con opportuna regolazione, alle condizioni della luminanza esterna.

Nello specifico viene utilizzato il proiettore ad ottica asimmetrica a disposizione bilaterale affacciata, con interdistanze variabili, a seconda della potenza della lampada inserita e del grado di illuminamento e luminanza da ottenere nei vari tratti.

Le lampade utilizzate sono a tecnologia LED di potenza variabile tra 356W, 260W, 124W, 45,5W e 22,9W con flusso luminoso variabile tra 47144 e 1739 lumen.

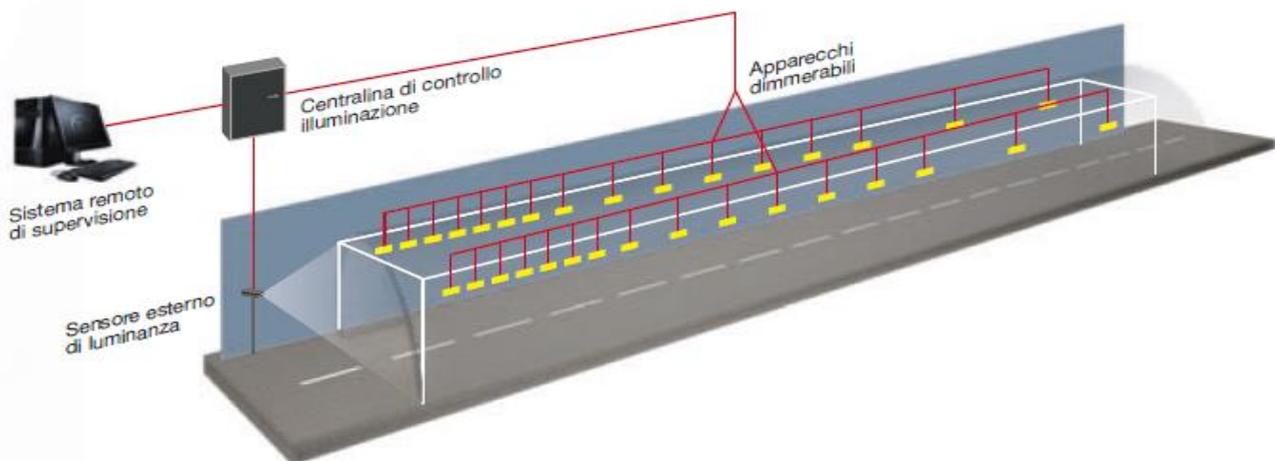
3.8 REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE

La regolazione dei circuiti (sia di rinforzo che permanenti) sarà effettuata in modo continuo con l'utilizzo di regolatori di potenza funzionanti in modalità wireless; ogni apparecchio illuminante sarà adeguatamente integrato con dispositivo atto a permettere il dialogo fra il singolo corpo illuminante e la relativa centrale in modo da permettere la regolazione del flusso in relazione alle condizioni ambientali ed il controllo sullo stato del singolo punto luce.

Tale dispositivo consentirà di adattare il livello dell'illuminazione artificiale a quello della luce diurna, mutevole con le ore del giorno, con le condizioni meteorologiche e con le stagioni, al fine di garantire ai conducenti sempre un rapporto ottimale con l'illuminazione esterna.

La tecnologia LED si impone oggi come la migliore soluzione per impianti di illuminazione accesi durante le 24 ore. Gli apparecchi con tecnologia a LED, previsti nel progetto di variante, sono equipaggiati di un alimentatore elettronico in grado di regolare l'emissione luminosa agendo direttamente sulla corrente che alimenta i LED del gruppo ottico.

Con l'obiettivo di aumentare ulteriormente il risparmio e a fronte di variabili critiche quali il livello di luce naturale esterno, la velocità e la densità del traffico.



3.8.1 CARATTERISTICHE DEI REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO

Le apparecchiature di regolazione di flusso luminoso saranno di primaria casa nazionale e comunque ben evidenziati nelle tavole di progetto, negli schemi elettrici dei quadri, nelle specifiche tecniche e nelle voci estese di elenco prezzi, al fine di dare una inquadratura generale riportiamo le seguenti tabelle.

Caratteristiche tecnico descrittive del regolatore di flusso luminoso

Caratteristiche descrittive	
Scheda di controllo (motherboard): PC embedded con sistema operativo Linux	
Display a cristalli liquidi (LCD) 20x4 retroilluminato con regolazione del contrasto e della luminosità, munito di tre led e di una tastiera a 7 tasti	
Connessione USB	
Connessione di rete Ethernet	
Regolazione tensione/cicli di lavoro programmabili per la singola fase	
Tempi di accensione (preriscaldamento lampade), impostabili da programma	
Rampa di salita e di discesa impostabile dalla logica	
Selezione del valore di tensione in uscita nel campo 170-230 Volt delle fasce orarie fino ad un massimo di 10 periodi diversi	
Disponibilità di tre programmi annuali con cicli di accensione e riduzione in relazione ai fattori stagionali ed alle aree di ubicazione	
Lettura su display delle seguenti grandezze elettriche:	
→ Tensione a monte di ogni fase	→ Potenza reattiva assorbita di ogni fase
→ Tensione a valle di ogni fase	→ Cosφ di ogni fase in ingresso e uscita
→ Corrente assorbita di ogni fase	→ Frequenza di ogni fase in ingresso e uscita
→ Potenza attiva assorbita di ogni fase	→ Percentuale di carico e di riduzione
Compact Flash per registrazione misure/allarmi consultabili localmente o in telecontrollo (file di log)	
Calcolo e visualizzazione del risparmio energetico	
Predisposizione per forzature di funzionamento da segnale esterno (luce piena/ridotta/by-pass/accensione)	
Contatti puliti per segnalazione stato apparecchiatura	
Ingresso per comando di accensione con foto interruttore esterno	

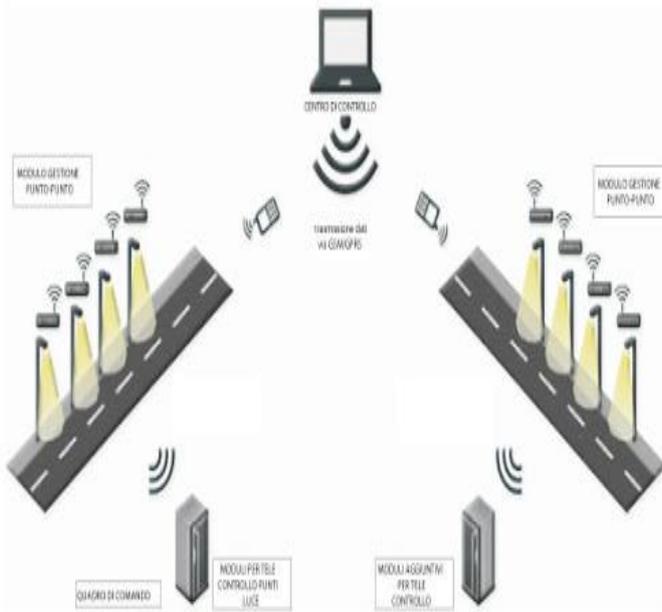
Detti componenti saranno installati all'interno dei relativi quadri elettrici di distribuzione per ogni circuito in uscita; la conformazione dell'apparecchiatura è quella in seguito riportata:

Vista regolatore di flusso luminoso

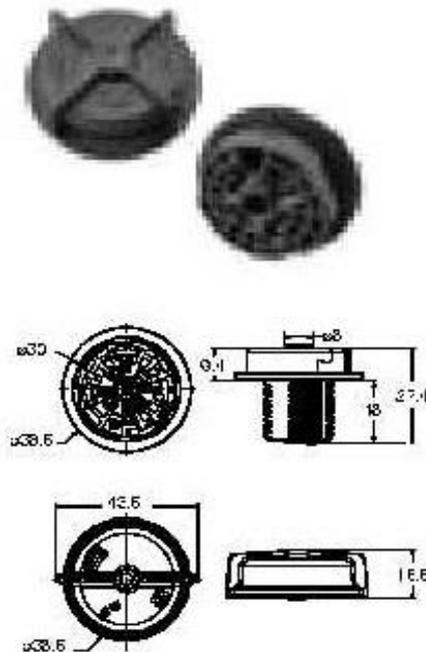


Il regolatore dialogherà con ogni singolo punto luce tramite un dispositivo installato su ogni corpo illuminante che, in modalità wireless, consentirà la gestione ed il comando di tutti gli impianti previsti nel presente intervento.

Principio di funzionamento



Dispositivo punto-punto



PROGETTAZIONE ATI:

3.9 CIRCUITI DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

I circuiti di illuminazione permanente saranno alimentati da n.8 circuiti di illuminazione indipendenti (quattro da settore rete normale e quattro dal settore continuità assoluta derivata da UPS, complessivi per entrambe le fornici). Il gruppo di continuità avrà un'autonomia pari a 30'.

Esso assicura il mantenimento di un illuminamento minimo nel caso di un guasto alle linee di alimentazione o nel caso di assenza di erogazione per "black-out". Infatti, l'improvvisa mancanza della luce all'interno della galleria potrebbe, da un lato, in condizioni di esercizio ordinario, indurre qualche conducente a rallentare improvvisamente e drasticamente la propria velocità con conseguente pericolo di tamponamenti a catena, dall'altro, in condizioni di emergenza per incendio, causare la mancanza di qualsiasi riferimento ottico agli utenti rimasti bloccati per consentire un agevole allontanamento dalle zone a rischio.

Per maggior garanzia in caso di incendio, i circuiti derivati da gruppo di continuità UPS saranno alimentati con cavi elettrici a doppio isolamento di tipo FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca-s1a, d1, a1,, non propaganti l'incendio, a bassa emissione di gas corrosivi, assenza di fumi opachi e a bassa tossicità, e del tipo resistenti al fuoco per 3 ore a 750° rispondenti alle norme CEI 20-45, 20-22, 20-36, e IEC754-1e IEC332-3.

Per tali linee anche le cassette di derivazione adottate saranno del tipo resistenti al fuoco, assicurando la continuità elettrica a 850°C per 90minuti in conformità alle condizioni termiche ed elettriche della norma EN 50362.

3.10 CALCOLI ILLUMINOTECNICI

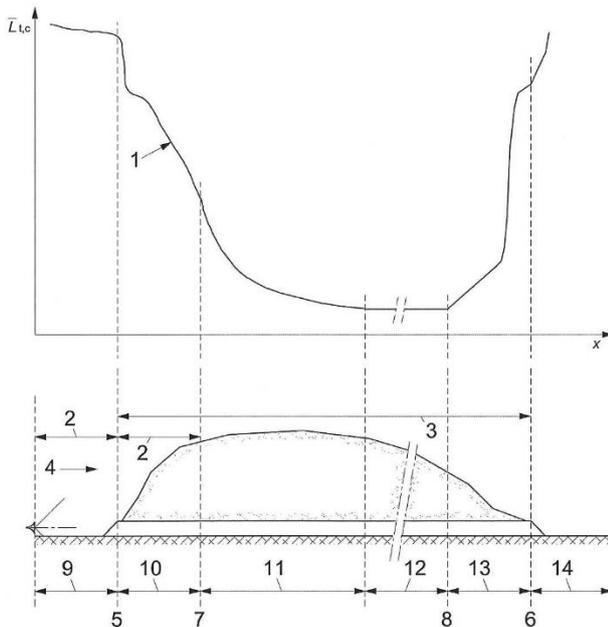
Per l'esecuzione dei calcoli illuminotecnici dei valori medi di illuminamento interno alle gallerie saranno eseguite altre calcolazioni per stabilire il valore della luminanza di soglia, in conformità alla pubblicazione CIE 88/2004 con suoi aggiornamenti, alle norme UNI 11095:2021 e UNI 11248:2016, al D.M. del 05 novembre 2001 e D.M. del 14 settembre 2005. come alle prescrizione del DM dei lavori pubblici del 9 marzo 2000. I risultati dei calcoli sono contenuti all'interno della specifica relazione allegata al presente progetto

3.11 PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE – NORMA UNI 11095 FEBBRAIO 2021

La Norma UNI 11095 edizione febbraio 2021 definisce “gallerie” tutte quelle infrastrutture stradali formate da superfici strutturali, totalmente coperta o confinata, destinata al traffico veicolare. La Norma suddivide la galleria ed i tratti di strada limitrofi nelle zone definite nel seguito ed indicate per chiarezza nella figura di seguito illustrata.

- | | |
|---|---|
| 1 – Diagramma delle luminanze | 2 - Distanza di riferimento |
| 3 – Lunghezza della galleria | 4 – Senso di marcia |
| 5 – Sezione di entrata | 6 – Sezione di uscita |
| 7 – Sezione di inizio della zona di transizione | 8 – Sezione di inizio della zona di uscita |
| 9 – Zona di accesso | 10 – Zona di entrata |
| 11 – Zona di transizione | 12 – Zona interna |
| 13 – Zona di uscita | 14 – Zona immediatamente esterna |
| L – Luminanza media della carreggiata(cd x m-2) | X – Distanza misurata della sezione di entrata con verso coincidente con la direzione di marcia (m) |

Figura 1 - Zone di riferimento galleria



Zona di accesso

Tratto di strada all'aperto, immediatamente precedente la sezione di entrata della galleria, di lunghezza pari alla distanza di progetto illuminotecnico.

Zona di entrata

Tratto interno alla galleria, a partire dalla sezione di entrata, lungo il quale le condizioni di illuminazione deve garantire la percezione da parte del conducente dell'oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico considerando le condizioni di abbagliamento dovute all'illuminazione diurna esterna alla galleria.

PROGETTAZIONE ATI:

Zona di transizione

Tratto interno della galleria successivo alla zona di entrata, lungo il quale l'illuminazione deve garantire un valore medio di luminanza tale da consentire all'occhio del conducente di un veicolo di adattarsi ai livelli di luminanza della zona interna.

Zona interna

Tratto interno della galleria, successivo alla zona di transizione, lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione dell'ostacolo di riferimento ed il percorso dalla distanza di progetto illuminotecnico ed il percorso della galleria in sicurezza.

Zona di uscita

Tratto interno della galleria dove la visione del conducente di un veicolo in uscita dalla galleria durante le ore diurne è influenzata dalla luce esterna.

Per realizzare le condizioni richieste il sistema di illuminazione è costituito da due o tre impianti:

- Impianto di illuminazione di rinforzo;
- Impianto di illuminazione permanente;
- Impianto di illuminazione di uscita (eventualmente presente).

3.12 ILLUMINAZIONE NEI TRATTI DI ENTRATA

Per la determinazione dei valori di luminanza da garantire, la Norma UNI11095:2021 – Appendice A richiede di valutare la luminanza esterna come luminanza di velo. Tale valore di luminanza è visto come somma di quattro termini (Appendice A, art. A.1):

$$L_v = L_{seq} + L_{atm} + L_{par} + L_{cru}$$

dove:

- L_{seq} è la luminanza di velo equivalente
- L_{atm} è la luminanza atmosferica
- L_{par} è la luminanza del parabrezza
- L_{cru} è la luminanza del cruscotto

I valori di L_{seq} e L_{atm} possono essere misurati o stimati mentre i valori L_{par} e L_{cru} possono essere considerati globalmente e funzioni della luminanza equivalente L_{seq} secondo la seguente formula (Appendice a, art. A.4):

$$L_{par} + L_{cru} = 0.4 \times L_{seq}$$

Occorre inoltre distinguere tra il valore della luminanza debilitante in un dato momento L_v , utile per definire le prestazioni dell'impianto di illuminazione in quel momento (adeguamento dell'impianto ai valori di luminanza esterna) ed il valore di luminanza debilitante progettuale $L_{v_{seq}}$ da usare per il dimensionamento della luminanza di entrata.

La formula per la determinazione della luminanza equivalente di velo di progetto è la seguente:

$$L_{seq}(x) = k \int_{\Theta} \frac{dE}{\theta^2}$$

dove:

- dE è il contributo infinitesimo dell'illuminamento prodotto dalla luce proveniente dalla direzione individuata dall'angolo B sul piano perpendicolare alla direzione di osservazione foveale, in lux;
- Θ è l'angolo compreso tra la direzione di provenienza della luce e la direzione di osservazione foveale, in gradi;

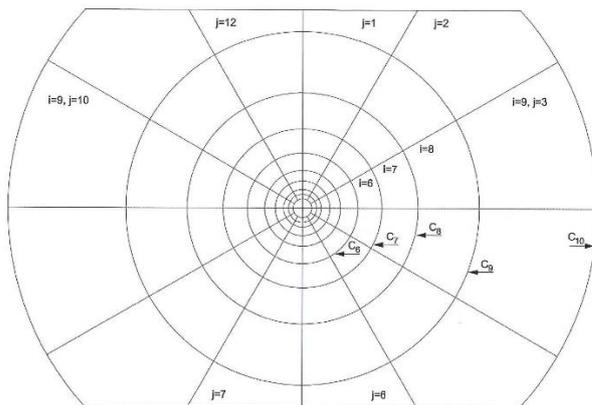
- k è il coefficiente di proporzionalità, in candele al metro quadro al lux;
- Θ è l'angolo solido di integrazione individuato dallo spazio limitato da 2 coni circolari con vertice nel punto di osservazione e asse corrispondente alla direzione di osservazione foveale, di cui quello interno con semiapertura di 1° e quello esterno con semiapertura di 28,4° e sezionato superiormente ed inferiormente dal diedro avente spigolo orizzontale passante per il suo vertice e formato dai 2 semipiani inclinati di 20° sopra e sotto la direzione di osservazione foveale;
- x è la coordinata longitudinale, in metri.

La luminanza equivalente di velo progettuale può essere stimata con una fotografia dello scenario attorno all'entrata della galleria fatta secondo le indicazioni dell'appendice H e la misurazione delle luminanze dei vari elementi di superficie che compongono lo scenario attorno all'entrata della galleria.

Per le gallerie in fase di prima progettazione, alla fotografia delle superfici attorno alla futura entrata, possono essere abbinati uno o più schizzi prospettici di tutti i manufatti dell'opera, in modo da simulare quello che sarà lo scenario definitivo dell'entrata.

Il metodo implementa il diagramma polare di fig. 2, costituito da 9 anelli concentrici suddivisi in 12 settori, angularmente uguali e pari a 30°, ma di altezza tale che l'area di ciascun settore, produca la stessa luminanza di velo equivalente qualora soggetto ad una luminanza costante.(1)

Fig. 2 - Diagramma polare per la valutazione di Lseq.



La luminanza equivalente di velo è pertanto calcolata con la seguente formula:

$$\begin{cases} L_{seq}(x) = 513 \cdot 10^{-6} \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{12} k_{i,j} \bar{L}_{i,j}(x) \\ k_{i,j} = 0,78 \text{ se } i = 9 \text{ e } j = 2, 5, 8, 11 \\ k_{i,j} = 0,22 \text{ se } i = 9 \text{ e } j = 1, 6, 7, 12 \\ k_{i,j} = 1,00 \text{ negli altri casi} \end{cases}$$

(1) La scala del diagramma polare dipende dalla distanza di arresto.

Un modo grafico per la determinazione dei raggi delle circonferenze concentriche è il seguente: rilevato il rapporto di scala $f = d_{foto}/d_{reale}$ della fotografia in base ad una dimensione nota, i raggi delle circonferenze r_c sono dati da: $r_c = \cdot tg\theta \cdot d_a \cdot f$ ove θ sono gli angoli definiti dal Prospetto I e d_a è la distanza di riferimento.

dove:

$L_{i,j}(x)$ è il valore medio della luminanza delle superfici emittenti presenti nelle direzioni angolari dell'i-esima corona circolare e del j-esimo settore circolare del diagramma polare, misurato alla coordinata x della sezione di entrata della galleria, misurato in candele al metro quadrato.

Il diagramma, deve essere sovrapposto ad una fotografia del fornice di ingresso fatta da una distanza maggiore della distanza di arresto

Prospetto 2 - Valori di luminanza da considerare nella stima di Lseq75.

Circonferenza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apertura θ	1,0°	1,5°	2,0°	2,9°	4,0°	5,8°	8,3°	12,0°	18,0°	28,4°
Lunghezza normalizzata del raggio	0,032	0,048	0,065	0,094	0,129	0,188	0,270	0,393	0,601	1,000

Le luminanze medie (misurate o stimate mediante il prospetto 3) delle superfici emittenti che interessano ciascuno dei 108 settori, di cui è costituito il diagramma, hanno lo stesso peso sulla Lseq, salvo i settori troncati in alto ed in basso.

I valori convenzionali di luminanza da considerare per la stima di Lseq75 sono indicati nel seguente prospetto (prospetto I.1).

Prospetto 3 - Valori di luminanza da considerare nella stima di Lseq75.

Direzione di marcia	Luminanza [$\text{kcd}\cdot\text{m}^{-2}$]					
	Cielo	Strada	Rocce	Edifici	Neve	Prati
Verso Nord	8	3	3	8	15	2
Est-Ovest	12	4	2	6	10 (V) 15 (H)	2
Verso Sud	16	5	1	4	5 (V) 15 (H)	2

(V) Paesaggio montagnoso con superfici prevalentemente ripide, rivolte verso il conducente.

(H) Paesaggio pianeggiante, più o meno orizzontale.

La luminanza atmosferica L_{atm} incide direttamente sulla fovea ed è dovuta alla diffusione atmosferica del flusso luminoso proveniente dall'ambiente circostante entro un cono circolare con semiapertura infinitesima, base passante per il centro alla superficie rivolta verso l'osservatore dell'oggetto di riferimento, vertice nel punto di osservazione e asse coincidente con quello della direzione di osservazione foveale.

La luminanza atmosferica $L_{atm}(x)$ nel punto di osservazione posto nella zona di accesso alla coordinata longitudinale x è misurata in loco oppure stimata mediante la formula empirica::

$$L_{atm}(x) = \frac{1,3}{\pi} \sum_{n=1}^N \frac{l_n \bar{E}_{h,n}}{V_{m,n}}$$

con

$$d_{p,max} = \sum_{n=1}^N l_n$$

e

$$l_1 = x_2 - x$$

$$l_n = x_{n+1} - x_n$$

dove:

- $d_{p,max}$, è la distanza tra il punto di osservazione posto alla coordinata longitudinale x e l'oggetto di riferimento, in metri.
- $E_{h,n}$ è il valor medio dell'illuminamento orizzontale nell' n -tratto di suddivisione della strada, espresso in kilolux;
- l_n è la lunghezza nell' n -tratto di suddivisione della strada, in metri;
- N è il numero di tratti con caratteristiche di illuminamento orizzontale e distanza di visibilità meteorologica omogenee con i quali viene divisa la strada nella zona considerata di lunghezza $d_{p,max}$;
- x è la coordinata longitudinale, in metri;
- $V_{m,n}$, è la distanza di visibilità meteorologica valida per l' n -tratto di suddivisione della strada, ossia la distanza in chilometri alla quale, in conseguenza della luminanza dell'atmosfera, un oggetto nero osservato sullo sfondo del cielo all'orizzonte presenta un contrasto pari a 0,05.

Nel valutare la luminanza atmosferica in funzione della distanza dalla sezione di entrata occorre considerare che:

- nel caso di $x < -d_{p,max}$, tutto segmento che definisce la direzione di osservazione foveale è all'esterno della galleria;
- nel caso di $x > -d_{p,max}$, una parte del segmento che definisce la direzione di osservazione foveale è all'interno della galleria e la rimanente parte all'esterno.
- 3) nel caso di gallerie consecutive occorre considerare che una parte di tale segmento è all'interno della data galleria e una parte all'interno della galleria seguente.

Nel primo caso, la formula sopra citata si semplifica in:

$$L_{atm}(x) = 1,3 \frac{d_{p,max} \bar{E}_h}{\pi V_m}$$

dove:

- E_h è il valor medio dell'illuminamento orizzontale nel tratto tra x e $x + d_{p,max}$, espresso in kilolux e può essere ragionevolmente ottenuto con una sola misura di illuminamento in una zona limitrofa ove non vi siano particolari ombreggiature;
- x è la coordinata longitudinale, in metri;
- $d_{p,max}$ è la distanza del punto di osservazione posto alla coordinata longitudinale x e l'oggetto di riferimento, in metri.

V_m è la distanza di visibilità meteorologica, ossia la distanza in chilometri alla quale, in conseguenza della luminanza dell'atmosfera, un oggetto nero osservato sullo sfondo del cielo all'orizzonte presenta un contrasto pari a 0,05.

I dati relativi possono essere misurati in loco o si può ricorrere ai prospetti 4 e 5 (prospetti I.2 ed I.3 della Norma UNI 11095/2021).

Prospetto 4 - Illuminamenti orizzontali $E_h,75$

Latitudine locale	Illuminamento orizzontale [klx]
36°N	64
38°N	62
40° N	60
42° N	58
44° N	57
46° N	55

Prospetto 5 - Distanze di visibilità meteorologica $V_m,75$

Tipo di galleria	Distanza di visibilità meteorologica [km]
Gallerie e sottopassi urbani	8
Gallerie extraurbane a livello del mare	9
Gallerie extraurbane a quota $\leq 500m$	10
Gallerie extraurbane a quota $> 500m$	15

La condizione di sicurezza si considera soddisfatta per una data sezione trasversale della zona di entrata alla coordinata longitudinale x e per un dato istante t , se la luminanza media trasversale della carreggiata $L_{t,c}(x)$ della sezione è maggiore o uguale al valore prescritto $L_{t,c,r}(x)$:

$$\bar{L}_{t,c,r}(x) = cL_v(x - d_{p,max}) \text{ per } 0 \leq x \leq d_{p,max}$$

dove

$L_v(x - d_{p,max})$ è la luminanza debilitante (curva caratteristica della galleria) valutata per la data sezione trasversale della zona di accesso alla coordinata longitudinale $x - d_{p,max}$, in candele al metro quadrato;

c è un fattore dipendente dal tipo di impianto ed è definito dal prospetto 6 di seguito riportato;

x è la coordinata longitudinale x , in metri;

$d_{p,max}$ è il valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico, in metri.

La condizione di sicurezza di cui alla formula (1) deve essere soddisfatta con continuità per tutta la durata dell'illuminazione diurna, con l'eccezione del periodo specificato nell'appendice I, se si adotta $L_{v,75}$ come luminanza debilitante di progetto.

La condizione di sicurezza di cui alla formula (1) deve essere soddisfatta sezione per sezione per tutta la lunghezza della zona di entrata. Per la stima della curva caratteristica $L_v(x)$ può essere adottato uno dei metodi descritti nell'appendice C e nell'appendice D. Avendo i metodi proposti prestazioni energetiche diverse, il metodo seguito deve essere chiaramente indicato nel progetto

Prospetto 6 – Valore del fattore c in funzione del tipo d’impianto

Tipo di impianto	Fattore c
Controflusso	0.23
Simmetrico	0.25
Proflusso	0.32

Per l’intera lunghezza della zona di entrata, pari alla distanza di riferimento, la luminanza stradale deve garantire la percezione di un eventuale ostacolo da parte del conducente in avvicinamento. Questa condizione si considera soddisfatta se nella prima metà della zona di entrata la luminanza stradale media è maggiore o uguale alla luminanza di entrata, mentre nella seconda metà della zona di entrata, la luminanza trasversale media decresce linearmente con la distanza a partire dal valore di L fino al punto iniziale della luminanza di transizione.

3.13 ILLUMINAZIONE NEL TRATTO DI TRANSIZIONE

La zona di transizione inizia nella sezione trasversale nella quale termina la zona di entrata e termina nella prima sezione trasversale nella quale la luminanza media trasversale della carreggiata $L_{t,c}$ ha raggiunto il valore della luminanza media della carreggiata per la zona interna $L_{t,c,e}$ vale a dire quando:

$\bar{L}_{t,c}(x) = \bar{L}_{p,c,e}$ Per ogni sezione della zona di transizione la luminanza media trasversale della carreggiata $L_{t,c}(x)$ deve risultare non minore della luminanza prescritta:

$$\bar{L}_{t,c,r}(x) = \frac{\bar{L}_{t,c}(d_{p,max})}{\left(1 + 3,6 \frac{x - d_{p,max}}{t_0 V_{ri}}\right)^{1,4}} \text{ con } d_{p,max} \leq x \leq l_t + d_{p,max}$$

dove:

- $L_{t,c}(d_{p,max})$ è la luminanza media trasversale della carreggiata nella sezione di fine della zona di entrata, in candele al metro quadrato;
- x è la coordinata longitudinale, in metri;
- V_{ri} è la velocità di riferimento interna, in chilometri all'ora
- $d_{p,max}$ è il valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico, in metri;
- t_0 è una costante pari a 1,9 s
- l_t è la lunghezza della zona di transizione, in metri.

La lunghezza l_t della zona di transizione, in metri, è pari a:

$$l_t = \frac{t_0 V_{ri}}{3,6} \left[\left(\frac{\bar{L}_{t,c}(d_{p,max})}{\bar{L}_{p,c,r}} \right)^{\frac{5}{7}} - 1 \right]$$

dove i simboli hanno il significato sopra esplicitato e:

- $L_{p,c,r}$ è la luminanza media della carreggiata nella zona interna, in candele al metro quadrato.

3.14 ILLUMINAZIONE NELLA ZONA INTERNA

La luminanza media $L_{p,c}$ deve risultare non minore della luminanza prescritta:

$L_{p,c,r} = 1,5 L$ per gallerie a senso unico di marcia;

$L_{p,c,r} = 2 L$ per le gallerie a doppio senso di marcia,

dove:

L è il valore della luminanza media richiesta dalla UNI EN 13201-3 per strada di accesso alla galleria.

Nel caso di strada di accesso non illuminata L corrisponde al valore della luminanza richiesta dalla UNI EN 13201-2 per la categoria illuminotecnica di esercizio della strada di accesso alla galleria definita in base alla UNI 11248 a seguito di analisi del rischio. Le condizioni di traffico usate nella valutazione del rischio devono essere quelle presenti nelle ore pertinenti del giorno.

In ogni caso la E ; non può essere minore di 1 cd m⁻².

3.15 ILLUMINAZIONE NELLA ZONA DI USCITA

La zona di uscita ha lunghezza l_u , pari al valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico $d_{p,max}$ calcolata considerando le condizioni in uscita e termina con la sezione di uscita.

La zona di uscita viene trattata come la zona interna e pertanto valgono gli stessi requisiti.

Tuttavia, è facoltativo aumentare la luminanza della zona di uscita al fine di migliorare il comfort visivo in uscita

Qualora nella zona di uscita sia previsto un incremento della luminanza rispetto a quello della zona interna, questo deve essere attuato con una luminanza media trasversale della carreggiata $L_{t,c}(x)$ per ogni sezione maggiore o uguale al valore prescritto $L_{p,c,r}$:

$$\bar{L}_{t,c,r}(x) = \bar{L}_{p,c,r} + \frac{4\bar{L}_{p,c,r}}{d_{p,max} - 20}(x - l_g + d_{p,max}) \text{ con } l_g - d_{p,max} \leq x \leq l_g$$

dove:

$L_{p,c,r}$ è la luminanza media come definita al punto 7.5;

$d_{p,max}$ è il valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico, in metri;

l_g è la lunghezza della galleria, in metri;

x è la coordinata longitudinale x , in metri;

3.16 DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE DA REALIZZARE PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

I lavori e forniture in opera che dovranno essere realizzate saranno le seguenti:

- Realizzazione dei sistemi fotoelettrici rilevatori di luminanza, ubicati sul tetto dell'edificio del locale tecnico e agli imbocchi della galleria, per la gestione dell'illuminazione di rinforzo, completo di linee di collegamento con il quadro elettrico di alimentazione relativo;
- Fornitura e posa delle canalizzazioni di contenimento cavi e supporto proiettori
- Fornitura e posa di linee di alimentazione in cavo, dai quadri di comando e protezione impianti di illuminazione agli apparecchi illuminanti;
- Fornitura e posa di apparecchi illuminanti con relativi accessori elettrici;
- Realizzazione impianto equipotenziale e di protezione.

PROGETTAZIONE ATI:

4. IMPIANTO DI VENTILAZIONE

4.1 ESIGENZE DELLA VENTILAZIONE NELLE GALLERIE STRADALI

Come noto gli automezzi durante il loro moto producono emissioni di prodotti della combustione contenenti inquinanti. Nel caso di veicoli con motore a benzina, gli inquinanti sono CO (ossido di carbonio), NOx (ossidi di azoto), idrocarburi di varia natura (in particolare idrocarburi policiclici) e con vario grado di ossidazione, Pb e suoi composti; nel caso di veicoli con motori a gasolio gli inquinanti sono SOx (ossidi di zolfo), particolato, odori sgradevoli, fumi, oltre a CO ed NOx.

Taluni inquinanti sono dannosi alla vita della fauna e della flora, mentre il particolato ed i fumi riducono la visibilità.

Nel caso delle gallerie stradali gli inquinanti debbono essere diluiti in modo da assicurare buone condizioni fisiologiche di sicurezza e agli utenti per la guida entro le gallerie stesse.

Per la diluizione in gallerie di modesta lunghezza (ad es. eguale o minore di 1.000 m, specie se a traffico unidirezionale) è sufficiente la ventilazione naturale, causata dalle circostanze atmosferiche e dall'effetto di spinta conferito dai veicoli all'aria della galleria, circostanze ed effetto variabili nel tempo.

Poiché i tempi di attraversamento delle gallerie da parte degli utenti sono limitati a pochi minuti, gli inquinanti che maggiormente influiscono sulle condizioni di guida in galleria sono il CO, gli NOx ed il particolato. I tempi di percorrenza possono però essere notevolmente aumentati nel caso di traffico intasato o bloccato in galleria.

Per le gallerie stradali di maggior lunghezza ad elevato traffico, occorre realizzare una ventilazione meccanica, onde ovviare all'inconveniente della concentrazione dannosa degli inquinanti.

Un avvenimento importante, che deve essere considerato nel funzionamento di una galleria, è l'incendio. In questo caso i criteri di sicurezza dipendono da molte circostanze, come vie di fuga per utenti e accessi per il personale di soccorso, sistemi di rilevamento e di allarme, sistemi di comunicazione, equipaggiamento stradale, controllo del traffico, sistemi antincendio, programmazione degli interventi di soccorso ed altri.

La ventilazione meccanica peraltro può giocare un ruolo importante nel caso di un incendio, ruolo dipendente dal sistema di ventilazione e da altre circostanze, come il tipo di galleria (uni- o bidirezionale), distribuzione del traffico, prodotti della combustione, magnitudo dell'incendio (può andare da circa 3 a 100 MW ed oltre) ed altre condizioni al contorno.

Nel caso di un incendio in una galleria unidirezionale con ventilazione longitudinale o semitrasversale, il traffico a monte dell'incendio viene fermato, mentre il traffico a valle dell'incendio può lasciare il tunnel. In questo caso i prodotti della combustione possono essere spinti dalla ventilazione nel verso del tronco di tunnel non più occupato da veicoli. Il caso di incendio nelle gallerie in oggetto è esaminato più oltre.

4.2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Vengono nel seguito richiamati i principali riferimenti legislativi e normativi, che vengono osservate dall'Appaltatore, fermo restando che l'appaltatore stesso si atterrà a tutte le disposizioni legislative e normative per le varie categorie di lavoro che occorre eseguire, anche se non espressamente citate nel presente documento od in altri documenti contrattuali, compreso il caso in cui disposizioni inerenti ai lavori da svolgere, vengano emanate durante l'esecuzione dei lavori stessi. L'elenco non è limitativo.

PROGETTAZIONE ATI:

Per gli impianti di ventilazione nelle gallerie stradali :

- Road tunnels: Emission, Ventilation, Environment (PIARC, Montreal 1995) e successivi aggiornamenti): riferimento per i limiti di concentrazione degli inquinanti, caratteristiche del traffico in esercizio e criteri di verifica dell'impianto di ventilazione in esercizio;
- Road tunnels: Emission, Ventilation, Environment (PIARC, giugno 2003): riferimento per i coefficienti di emissione dei veicoli; Fire and Smoke control in Road Tunnel (PIARC, 1999): riferimenti per la definizione degli scenari di incendio e per il dimensionamento degli impianti di ventilazione;
- ANAS - Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali – seconda edizione nov. 2009 : Indirizzi tecnici pubblicati per le gallerie gestite dalla Società ANAS Spa.
- “Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio relative ai minimi di sicurezza per gallerie della Rete Stradale Transeuropea”. Bruxelles – Aprile 2004.

4.3 GENERALITA' DELLA GALLERIA

L'intervento consiste nella realizzazione dell'impianto di ventilazione sanitaria e di emergenza in caso di incendio a servizio della Galleria avente lunghezza complessiva di circa 2250m.

Il traffico è del tipo unidirezionale per ogni singola canna.

4.4 METODOLOGIA DI VENTILAZIONE DELLA GALLERIA

La ventilazione meccanica della galleria è stata progettata in modo da assicurare condizioni di benessere fisiologico agli utenti della galleria, mediante una ventilazione sanitaria in grado di mantenere :

- le condizioni degli inquinanti di riferimento (CO, NOx) al di sotto dei valori stabiliti dalle raccomandazioni del PIARC (Permanent International Associations of Road Congress) (V. ø1.2.);
- una buona visibilità in galleria per velocità sino a 90 km/h, controllando l'opacità (OP) dell'aria, in modo da diluire sia i fumi emessi dai motori diesel sia il particolato, dovuto all'usura del manto stradale, dei pneumatici e dei freni al disotto dei valori stabiliti dalle raccomandazioni del PIARC.

Per quanto attiene la sicurezza in caso di incendio, trattandosi di gallerie a traffico bidirezionale e con ventilazione meccanica longitudinale, l'impianto di ventilazione è stato proporzionato sia per evitare velocità critiche di riflusso dei fumi (back-layering), verso zone occupate da veicoli fermi, sia per ventilare la galleria con traffico bloccato a monte dell'incendio.

A tal fine l'impianto provvede :

- un numero adeguato di ventilatori assiali ad induzione in volta in grado di garantire una idonea portata di ventilazione sanitaria;
- una velocità longitudinale dell'aria in caso di incendio con veicoli bloccati in galleria a monte dell'incendio;
- il conteggio e la classificazione dei veicoli presenti nel fornice, nonché il controllo della loro velocità e della loro interdistanza;
- la strumentazione per il rilievo delle concentrazioni del CO e dell'opacità (OP) dell'aria;
- il cavo rivelatore di temperature anomale lungo tutta la galleria, in particolare in caso di incendio;
- impianto di estinzione incendio ad acqua;
- la gestione automatica della ventilazione in caso di incendio mediante il PLC (controllore a logica programmata) dell'impianto di ventilazione attraverso il sistema di Gestione Tecnica Controllato (G.T.C.) dal Posto di Controllo Centralizzato (P.C.C.). Il sistema di G.T.C. è oggetto di altra relazione.

4.5 CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ARIA FRESCA

La determinazione del fabbisogno di aria fresca per la ventilazione della galleria naturale fa riferimento a relazioni di calcolo, correlanti i diversi parametri che entrano nella fenomenologia aeraulica del sistema.

Per dettaglio di calcolo vedi documento relativo alla relazione esplicativa e di calcolo impianto di ventilazione.

4.6 INCENDIO NELLA GALLERIA

Il problema dell'incendio nella galleria è un fenomeno complesso, che dipende da numerosi parametri, quali :

- potenza termica dell'incendio;
- calore scambiato per convezione termica;
- pendenza longitudinale della carreggiata;
- tipo di ventilazione;
- dimensioni dello spazio di circolazione e possibili ostruzioni;
- effetto pistone causato dai veicoli in moto e resistenza fluidodinamica causata dai veicoli fermi in galleria;
- influenza meteo agli imbocchi (pressioni barometriche, vento).

L'incendio di riferimento per le gallerie stradali è quello di un autocarro che trasporta merci solide infiammabili con una potenza dell'incendio massima di 30 MW, per un tempo di $\approx 1 \div 1,5$ ore, con uno sviluppo di fumi di $\approx 80 \text{ m}^3/\text{s}$ e con una temperatura massima dell'ordine di $1000 \text{ }^\circ\text{C}$.

Si possono peraltro verificare incendi di maggior potenza (ad es. 100 MW) per effetto di liquidi infiammabili) con sviluppo di fumi sino a $300 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nel caso di una galleria con percorrenza bidirezionale, i veicoli a valle dell'incendio nel verso del traffico possono uscire dalla galleria, in quanto la loro velocità è superiore a quella della propagazione dei fumi, mentre quelli a monte dell'incendio sono protetti dal flusso dell'aria fresca longitudinale, che proviene alle loro spalle.

Occorre però che la velocità longitudinale abbia un valore superiore ad un valore critico, tale da impedire ai fumi di rifluire a monte dell'incendio, ove si trovano i veicoli fermi a monte dell'incendio stesso.

Va inoltre tenuto presente che si può verificare la situazione in cui i veicoli, bloccati a monte dell'incendio, occupino una lunghezza rilevante della galleria stessa. In questo caso la ventilazione meccanica longitudinale deve essere in grado di ventilare la galleria in funzione della resistenza fluidodinamica per attrito delle pareti della galleria e della colonna dei veicoli bloccati, nonché dell'effetto del tiraggio termico (effetto camino) provocato dall'incendio e dall'eventuale spinta contraria del vento esterno sul portale di uscita.

Come già in precedenza accennato, il dimensionamento degli impianti è stato eseguito cercando di raggiungere i livelli più alti possibili in relazione alla conformazione interna irregolare della galleria ed al riutilizzo funzionale dei camini di estrazione attualmente esistenti dato che nel presente intervento non sono previste lavorazioni di adeguamento di carattere edile e strutturale della galleria.

4.7 DATI PER LA PROGETTAZIONE - PRESCRIZIONI E PRESTAZIONI PREVISTE PER GLI IMPIANTI

Vengono riportate nel seguito le grandezze principali, i dati di base utilizzati e le prestazioni richieste e previste per le opere in progetto.

Per il dimensionamento dell'impianto sono stati assunti i seguenti dati generali:

4.7.1 CONDIZIONI DI TRAFFICO

Secondo i dati forniti dalla committenza, per il calcolo della ventilazione sono state affrontate varie casistiche che si possono riassumere in:

- Traffico scorrevole;
- Traffico congestionato;
- Traffico bloccato;
- Manutenzione e traffico congestionato;
- Manutenzione e traffico bloccato;
- Bidirezionale congestionato su una corsia e fluido nell'altra corsia

4.7.2 CASISTICHE ESAMINATE

I casi esaminati, ai fini del calcolo delle portate di aria fresca per la diluizione del CO, OP entro i valori di soglia, sono i seguenti:

Caso A CO scorrevole	Caso B CO congestionato	Caso C CO bloccato
Caso D Fumi scorrevole	Caso E Fumi congestionato	Caso F Fumi bloccato

4.7.3 VALORI BASE E VALORI AMMESSI DI EMISSIONE DI INQUINANTI CO, FUMI (PARTICOLATO), NOx

L'introduzione di catalizzatori e di filtri sullo scarico dei motori, nonché il ricircolo dei gas di scarico dei motori diesel, ha portato ad una riduzione degli inquinanti principali CO, fumi ed NOx presenti nei gas di scarico. Sulla concentrazione di tali inquinanti si basa il calcolo della ventilazione delle gallerie. Altri inquinanti, quali composti del Pb, SO₂, HC, etc., risultano con concentrazioni trascurabili in galleria, se la portata dell'aria di ventilazione diluisce i valori degli inquinanti principali CO, NOx e particolato al di sotto dei valori di soglia ammessi.

I valori delle emissioni adottati per gli inquinanti sono quelli definiti nel Congresso di Montreal (1995) e successivamente aggiornati dal CETU – anno 2002.

Essi consentono di valutare i valori di emissione degli inquinanti ammessi dalle normative CEE in presenza o meno di catalizzatori e di filtri allo scarico dei motori, della composizione del parco automobilistico per età di veicoli e del chilometraggio di percorrenza annuale.

Dati simili a quelli forniti nel congresso di Montreal sono stati anche esposti dal CETU (Centre d'Etudes Tunnel) francese; peraltro i dati del CETU fanno anche previsioni sul rinnovo del parco veicolare. Si è proceduto quindi ad una verifica della portata di aria necessaria per la diluizione degli inquinanti anche con questi valori.

Nella tabella sottostante sono riportati i valori limiti degli inquinanti o valori di soglia di riferimento indicati dal PIARC, che l'impianto di ventilazione deve avere la capacità di controllare.

Soglia di concentrazione degli inquinanti			
Condizioni di traffico	CO (1) (ppm)	opacità:k(1) (m ⁻¹)	NO ₂ (2) (ppm)
fluido	70	0,005	1
congestionato	70	0,007	1
bloccato	100	0,009	1
manutenzione	20	0,003	1

- (1) Road Tunnels – Vehicle Emission and Air Demand for Tunnel Ventilation – PIARC – 2003 per l'anno 2010;
- (2) Limite di concentrazione per il biossido di azoto nei tunnel stradali, dedotto dalla pubblicazione PIARC "Tunnel routiers" – XXI Congrès mondial de la Route (1999, Kuala Lumpur);

Nella relazione esplicativa e di calcolo impianto di ventilazione presente nel progetto sono riportate le tabelle contenenti i valori delle emissioni inquinanti dei veicoli, in funzione della velocit  dei veicoli, dell'altezza media s.l.m. e dei valori di pendenza riscontrati per le gallerie in oggetto.

4.8 CARATTERISTICHE IMPIANTO DI VENTILAZIONE

4.8.1 DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI CO AMMISSIBILE E NUMERO ACCELERATORI

Come dimostrato da recenti studi, la pericolosit  del CO nell'aria per l'uomo   determinata dalla sua concentrazione, dal tempo di esposizione e dall'attivit  fisica.

In particolare un individuo seduto che viene esposto ad una concentrazione di 400 ppm di CO per pi  di tre ore, pu  rischiare il soffocamento mentre non si avr  alcun sintomo se l'esposizione   dell'ordine di grandezza di qualche minuto.

D'altra parte nell'aria esterna dei grossi centri urbani   presente una certa quantit  di CO la cui concentrazione non deve superare il valore di 10 mg/m² (circa 10 ppm) se la misura   eseguita in un tempo pari a 8 ore (DPCM del 28.03.83 modificato dal DPR 24.5.88 n 203).

Secondo il DPCM del 28.03.83 modificato dal DPR 24.5.88 n 203 la concentrazione di CO presente nell'aria esterna dei grossi centri urbani non deve superare il valore di 10 mg/m² (circa 10 ppm) con una misura nell'arco di 8h.

La legge, pertanto, indica nel valore di circa 10 ppm il valore massimo tollerabile per le persone. Diverse considerazioni si possono fare nei casi in cui l'individuo si trover  ad essere esposto per brevi periodi ad esempio quando si trova a transitare in una galleria, pertanto, in queste condizioni pu  essere accettato un valore di concentrazione di CO superiore senza che vi sia alcun effetto sull'organismo.

La PIARC (Permanent International Association of Road Congress) fornisce alcune indicazioni sulle concentrazioni di CO ammissibili, che si possono così riassumere: in condizione di traffico scorrevole di CO pari a 150 ppm, mentre fino a 250 ppm nel caso di traffico più intenso.

In ogni caso, se per ragioni non prevedibili, la concentrazione dovesse superare il livello di 400 ppm dovrà essere prevista l'accensione, in corrispondenza dell'imbocco di due semafori che dovranno segnalare con la luce rossa il divieto di accesso degli autoveicoli in galleria.

La galleria in oggetto è a singola canna con traffico bidirezionale di lunghezza pari a 1250m. Lo scopo dello studio è il dimensionamento di un sistema di ventilazione semitrasversale con supporto longitudinale per la galleria.

Si prenderà in considerazione sia l'utilizzo normale della gallerie che la condizione d'emergenza in caso di incendio.

Si considereranno come dati di traffico quelli di picco massimo calcolati su base di 1 ORA (vedi tabelle tipiche delle gallerie sopra riportate).

La velocità di percorrenza della galleria sarà considerata pari a 90 km/h, che sarà la condizione di traffico reale.

Sarà effettuato il calcolo analitico usando la metodologia suggerita dal PIARC (Permanent International Association of Road Congresses).

4.8.2 GALLERIA NATURALE

E' previsto l'uso di acceleratori longitudinali di 1000mm di diametro con una portata di 17 m³/s, con una velocità in uscita di 21,6 m/s ed una spinta unitaria di 900 N in aria ferma.

Gli acceleratori saranno del tipo reversibile e pertanto il valore di spinta sarà garantito in entrambi i sensi di rotazione delle giranti.

Dai calcoli effettuati otterremo che servono n°8 ventilatori + n°2 di scorta per la canna Sud e n°10 ventilatori + n°2 di scorta per la canna Nord, suddivisi in coppie, da installare sulla volta della galleria; questo sarà relativo al solo fabbisogno d'aria per la diluizione degli inquinanti prodotti dai veicoli in transito nella galleria, ma sarà opportuno valutare anche la situazione d'emergenza incendio.

S'ipotizza che possa prendere fuoco un camion o comunque un mezzo pesante (condizione più sfavorevole). Dagli atti del PIARC, si evince che la velocità minima dell'aria da tenere in galleria per controllare i fumi è di 2÷3 m/s. Essendo la galleria bidirezionale è logico che qualsiasi direzione di galleria scelta andrà ad aumentare il carico termico e fumogeno di una delle due corsie.

Come suggerisce il XX Congresso Mondiale sui Tunnel tenutosi a Montreal nel 1995, si è proceduto in due fasi:

EVACUAZIONE: si dovrà permettere la stratificazione del fumo in volta per permettere l'evacuazione delle persone. Per tale operazione la velocità dell'aria dovrà essere di 1÷2 m/s.

LAVAGGIO: ad evacuazione avvenuta, per permettere l'intervento, ad esempio dei Vigili del Fuoco, si dovrà aumentare la velocità, in modo tale da creare un fronte pulito dalla parte in cui si deve lavorare. La velocità consigliata è di 2÷3 m/s.

In caso d'incendio sarà opportuno considerare che il focolaio sia situato fra una coppia di ventilatori: risulterà quindi necessario aumentare il numero di ventilatori come suggerito dalla Circolare Interministeriale francese n°2000-63 del 25/8/2000.

Sarà altresì necessario calcolare il rialzo termico della temperatura dell'aria in galleria, affinché non si superi un valore tale da compromettere lo stato di operabilità dei ventilatori.

Si rende noto che i ventilatori proposti, saranno adatti ad operare, in caso d'emergenza, a 400°C per 90 minuti.

Dai calcoli effettuati otterremo che si ritengono necessari per la ventilazione della galleria ipotizzando una installazione a coppia non meno di:

- n. 8+2 Acceleratori assiali in acciaio AISI 316L/Ti reversibili resistenti in caso d'emergenza a 400°C per 90 minuti (da installare in coppia nella volta della galleria) per la canna Sud.
- n. 10+2 Acceleratori assiali in acciaio AISI 316L/Ti reversibili resistenti in caso d'emergenza a 400°C per 90 minuti (da installare in coppia nella volta della galleria) per la canna Nord.

Tutti i ventilatori saranno provvisti ognuno di inverter in modo da regolare la loro velocità di rotazione in relazione al loro utilizzo.

4.9 CARATTERISTICHE IMPIANTO DI RILEVAZIONE FUMI E QUALITÀ' ARIA

4.9.1 SISTEMA DI CONTROLLO

Essendo i ventilatori installati utilizzati per immettere aria esterna in galleria in casi di traffico bloccato e/o di utilizzo della galleria a doppio senso di marcia si adotterà un sistema di controllo in base al quale verranno stabilite le condizioni di funzionamento dell'impianto in relazione ai parametri di qualità ambientale in galleria.

Al fine di garantire condizioni di sicurezza anche nei confronti di casi di eccezionale traffico veicolare e per una economia di gestione, verrà predisposto l'avvio graduale dei ventilatori al salire dei valori di concentrazione degli inquinamenti in galleria.

Si provvederà, pertanto, all'installazione in posizione opportuna di rilevatori di CO e di opacimetri lungo la galleria, che, collegati ad una centralina, comanderanno la graduale accensione dei ventilatori.

In caso d'incendio un sistema di rivelazioni provvederà ad avviare tutti i ventilatori presenti indirizzando il flusso d'aria secondo la posizione e tipologia dell'incendio.

Il comando remoto garantirà la possibilità di effettuare e controllare del moto dei ventilatori in caso di eventi eccezionali; infatti, qualora o il flusso di traffico dovesse essere riportato nelle due direzioni o si verificassero differenti condizioni meteorologiche tra i due portali si dovrà intervenire invertendo la spinta in funzione della spinta prevalente.

4.9.2 SISTEMA DI RIVELAZIONE

I sistemi di rivelazione che fanno capo al sistema di controllo sopra descritto sono i seguenti:

- Analizzatore della concentrazione di CO, del tipo ottico, basato sull'assorbimento della radiazione infrarossa; campo di misura 0-300 ppm; grado di protezione IP65.
- Rivelatore di opacità del tipo ottico in grado di compensare automaticamente gli effetti sulle misure per sporco delle superfici ottiche o per deriva dei componenti dell'apparecchio; campo di misura $k = 0-0,015$ l/m; grado di protezione IP65.
- Misuratore di direzione e di velocità dell'aria funzionante mediante impulsi ad ultrasuoni, collegato con interfaccia all'apparecchio di misura. Scala di misura della velocità +20/-20 m/s.

Gli analizzatori, i rilevatori ed il misuratore fanno capo ad una unità di interfaccia e di elaborazione che rileva e trasmette i valori misurati, i parametri per la calibrazione ed il controllo dei misuratori. Le funzioni dell'unità di interfaccia e di elaborazione sono:

- indicazione o richiamo dei valori misurati e loro controllo;
- comunicazione fra i misuratori ed il PLC;
- controllo e rilevazione degli stati del sistema;
- acquisizione degli ingressi e delle uscite digitali ed analogiche.

4.10 DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE DA REALIZZARE PER L'IMPIANTO DI VENTILAZIONE

I lavori e le forniture in opera che dovranno essere realizzate sono le seguenti:

- Fornitura e posa in opera di elettroventilatori assiali reversibili completi ognuno di inverter da installare in area esterna alla galleria in prossimità dell'area delimitata dei camini di estrazione all'interno di opportuni armadi in vetroresina;
- Fornitura e posa in opera di rilevatori CO-OP;
- Fornitura di misuratori di velocità e direzione del vento;
- Fornitura e posa delle canalizzazioni di contenimento cavi di potenza e di segnale
- Fornitura e posa di linee di alimentazione in cavo, dai quadri di comando e protezione impianto di ventilazione agli elettroventilatori e agli apparecchi in campo;
- Fornitura e posa in opera di linee di segnale dal quadro automazione agli apparecchi di misura in campo
- Realizzazione impianto equipotenziale e di protezione;

La scelta del tipo di impianto è stato previsto in funzione della lunghezza della galleria e deriva innanzitutto da una prescrizione normativa che determina la sicurezza minima necessaria e in secondo luogo da una scelta progettuale di "ampliare" i criteri di sicurezza richiesti dalla normativa.

5. IMPIANTO DI PRESSURIZZAZIONE BY-PASS

5.1 GENERALITA'

Per la pressurizzazione delle zone filtro nei by-pass abbiamo scelto un sistema di pressurizzazione per filtri a prova di fumo, in conformità ai disposti del D.M. 30.11.83 certificato C/O l'Istituto GIORDANO SpA di Bellaria (RN) ed alle norme UNI EN 12101:6, Laboratorio autorizzato dal M.I. in data 10 luglio 1986.

L'esigenza è nata dalle crescenti richieste finalizzate all'acquisto di apparecchi e sistemi garantiti, provati ed affidabili al fine di evitare assemblaggi che, senza adeguata esperienza, possono riservare spiacevoli sorprese per apparecchiature in stand-by proprio nel momento in cui viene richiesto il loro funzionamento.

Inoltre i più recenti orientamenti normativi impongono anche l'osservanza della direttiva macchine, rendendo ulteriormente problematici gli assemblaggi di apparecchiature, con il rischio di rendere inattuabile una adeguata realizzazione in cantiere.

Il D.M. 4 maggio 1998 impone d'altra parte di allegare alle istanze di sopralluogo per l'ottenimento del Certificato di Prevenzione Incendi anche la documentazione comprovante la conformità o la corretta installazione dei sistemi di protezione antincendio, per la cui produzione sono quindi necessari riferimenti certi.

Tenuto conto di quanto sopra premesso, da tempo sono stati avviati attenti studi mirati a garantire sotto ogni profilo funzionale e normativo la realizzazione di un sistema per la pressurizzazione dei filtri a prova di fumo denominato Master Black.

L'aspirazione dell'aria verrà effettuata mediante appositi ventilatori in numero necessario (n°4 per by-pass, due per ogni lato) a garantire una pressurizzazione $> 0,3$ mbar, ma $< 0,8$ mbar che aspirano aria metà nella canna Nord e metà nella canna Sud; fra la bocca di aspirazione e la zona esterna ai filtri vengono interposte reti antianimale e serrande tagliafuoco REI 120 del tipo ON-OFF che hanno il compito di chiudere o aprire in funzione del lato da cui si sviluppa l'incendio.

La bontà del sistema è stata testata ottenendo un tempo di pressurizzazione inferiore ai 9" presso l'Istituto Giordano spa di Bellaria (RN) Cert. I.G 148370 del 25/05/2001.

5.2 LA LOGICA DEL SISTEMA

Attivazione su comando manuale:

il sistema viene alimentato da tensione elettrica normale e il filtro normalmente viene mantenuto in sovrappressione $\geq 0,30$ mbar

Attivazione su comando automatico:

Il sistema è in stand-by, Il filtro normalmente non è pressurizzato, l'attivazione del sistema avviene in uno o più modi sotto elencati:

– **ISTANTANEO TRAMITE:**

- consenso ricevuto dai rilevatori di fumo installati in prossimità ed a protezione degli accessi;
- pulsante a sgancio manuale;
- Segnalazione remota da centrale rivelazione fumi;

- TEMPORIZZATO:
 - attivazione del sistema mediante l'utilizzo di barriere o sensori INFRAROSSI O RADAR (aventi la funzione di rilevare l'avvicinamento di una persona ad una distanza prestabilita in modo da attivare i ventilatori e quindi pressurizzare il filtro prima dell'apertura della porta), installati in adiacenza alle porte di accesso in modo da pressurizzare il filtro prima dell'apertura delle porte di accesso.
 - Tramite rilevazione dei sensori di stato proximity installati tra battente e telaio della porta i quali rilevano un'anomala chiusura della medesima oltre un tempo prefissabile e tarabile da 0 a 120 secondi, taratura da effettuarsi direttamente in cantiere in funzione delle specifiche esigenze (passaggio persone, barelle, carrelli, ecc.)

5.3 CALCOLO PORTATA VENTILATORE

Per i dettagli di calcolo e per il dimensionamento dei ventilatori si rimanda a quanto espressamente indicato all'interno della relazione dedicata.

5.4 VENTILATORE ASSIALE INTUBATO

Per gli impianti in oggetto verranno impiegati ventilatori di tipo assiale intubato la cui serie è caratterizzata dall'estrema robustezza della costruzione essenzialmente dovuta alle flange ricavate direttamente dalla virola (e non riportate), e dallo spessore dei materiali utilizzati

All'interno del contenitore sono installati:

- La Girante prevede un robusto mozzo a morsa, in fusione d'alluminio per il fissaggio delle pale;
- Pale realizzate mediante stampaggio di diversi materiali aventi sempre l'obiettivo di sopportare elevati carichi di lavoro;
- Convogliatore in lamiera d'acciaio protetto con verniciatura epossipoliestirica;
- Flange dimensionate a norma UNI ISO 6580 / EUROVENT 1-2;
- Girante ad alto rendimento con pale a profilo alare, ad angolo di calettamento variabile da fermo, in tecnopolimero oppure in fusione d'alluminio, mozzo in fusione d'alluminio;
- Equilibratura secondo norme UNI ISO 1940;
- Motore elettrico asincrono a corrente alternata, protezione IP 55, isolamento CI F, servizio S1, forma B3, costruzione conforme alle specifiche norme IEC / EEC (UNEL-MEC);
- I dati tecnici del motore sono così riassumibili:
 - Portata aria= 3,11 m³/s
 - Potenza= 1,5 kW
 - Temperatura aria convogliata: -20°C / +50°C
 - Tensione d'alimentazione: 400V trifase,

- Frequenza: 50 Hz
- Aria convogliata: pulita o leggermente polverosa, non abrasiva
- Flusso dell'aria da motore a girante

PROGETTAZIONE ATI:

6. IMPIANTI SPECIALI IN GALLERIA

6.1 GENERALITA'

Nella presente sezione del documento vengono illustrati gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo a servizio della tratta in oggetto.

L'intero progetto sarà concepito per massimizzare il servizio, l'affidabilità e la sicurezza di una strada ad elevato tenore di traffico. La scelta dei sistemi e dispositivi d'impianto, sia per qualità sia per varietà e completezza, riflette tale impostazione.

Gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo previsti nel progetto si possono così elencare:

- Impianto rilevazione incendi in galleria;
- Impianto SOS in galleria;
- Pannelli a messaggio variabile;
- Segnaletica verticale luminosa
- Impianto semaforico;
- Impianto di radiotrasmissione;
- Sistema di gestione e controllo.

Si precisa che tutti gli apparati di gestione e controllo degli impianti saranno installati all'interno del fabbricato tecnologico e dimensionati per l'adduzione e l'interconnessione dei dispositivi previsti nel presente intervento che dovranno essere interfacciati con tutti gli altri impianti presenti nell'intero complesso ed interconnessi con il Centro di Controllo (quest'ultimo non previsto nel presente appalto).

Comunque, tutti gli impianti tecnologici previsti all'interno dell'intero lotto dei lavori dovranno essere interfacciati con il sistema RMT di ANAS secondo quanto previsto dai seguenti documenti:

- documento "CTII_PLC - rev. 02.00 - del 14/03/2016 - Capitolato tecnico informatico impianti - Specifica dei requisiti per controllore logico programmabile (PLC);
- documento "APP02" - versione 01 - revisione 00 del 31/03/2014 - Capitolato tecnico informatico impianti - Specifica dei requisiti infrastruttura tecnologica (TECH) - requisiti per l'integrazione degli impianti con il sistema di telecontrollo ANAS e modalità operative di riferimento.

A tal proposito si riporta l'architettura generale che il sistema dovrà avere:

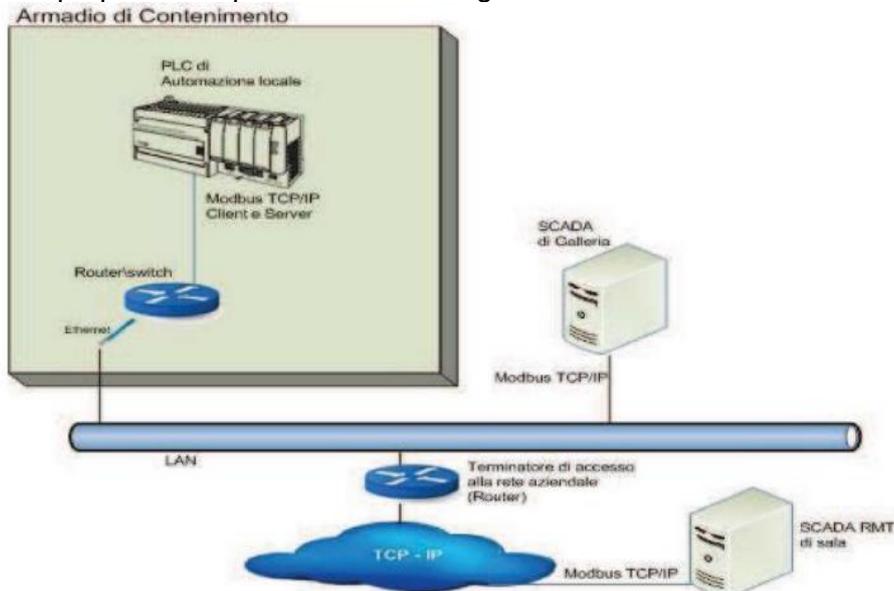


Fig. 1 – Architettura generale del sistema

Si rimanda alla Relazione Tecnica specifica e agli elaborati grafici redatti per l'approfondimento delle tematiche impiantistiche.

6.2 IMPIANTO SOS

Un sistema di chiamata di emergenza SOS stradale, si basa sul fondamento che sarà dedicato alla sicurezza degli utenti della strada e pertanto si caratterizza per elevata affidabilità a fronte di interventi minimi di manutenzione e si basa sull'impiego di supporti di trasmissione fisici indipendenti, sicuri ed affidabili.

L'impianto risulterà essenzialmente costituito dai seguenti componenti:

- Armadi SOS in galleria;
- Postazione centrale di gestione dell'impianto;
- Dorsale di comunicazione/alimentazione.

In galleria con passo pari a circa 150m sarà prevista l'installazione di Armadi SOS appositamente studiati per allocare le apparecchiature necessarie per la trasmissione e la segnalazione delle richieste di soccorso e dei dispositivi di primo intervento in caso di incendio (estintori ed idranti) come previsto dalle linee guida A.N.A.S. del dicembre 2009.

Gli armadi SOS appartenenti a questa tipologia sono dei sistemi per richiesta di allarme, di soccorso. L'armadio SOS sarà strutturalmente realizzato in acciaio inox AISI 316 in vari spessori e dimensioni e, grazie ai criteri costruttivi ed alle guarnizioni impiegate nei punti di chiusura, sarà in grado di ridurre al minimo gli interventi di pulizia e di manutenzione ai componenti interni.



L'armadio SOS sarà realizzato in acciaio inox AISI 316L 12/10 con dimensioni complessive di mm 2050x600x400mm (o possibilmente 2050x750x200mm) diviso in tre settori indipendenti dotati di portelle di apertura per l'accesso alle dotazioni interne mediante serrature.

Portella di destra:

- n° 1 manichetta UNI 45 da 20 bar;
- n° 1 plafoniera con 2 lampade led da 9 watt per illuminazione vano;
- n° 2 interruttori micro per la segnalazione di apertura porta o prelievo nastro; vetro safe-crash;
- n° 1 etichetta rifrangente con simbologia nastro;

Portella centrale:

- n° 1 estintore a polvere da kg. 6 omologati CE per classe di incendio 34A233BC – EN 3-7
- n° 1 estintore a polvere da kg. 6 omologati CE per classe di incendio 55A233BC – EN 3-7
- n° 1 plafoniera con 2 lampade led da 9 watt per illuminazione vano;
- n° 3 interruttori micro per la segnalazione di apertura porta o prelievo estintori; vetro safe-crash;
- n° 1 etichetta rifrangente con simbologia estintore;

PROGETTAZIONE ATI:

Portella sinistra:

- n° 1 telefono antivandalo a mani libere viva voce stagno IP66, tipo TASVOX 1004 da parete con 4 tasti di selezione memorizzabili ed attivanti: - soccorso medico - vigili del fuoco - soccorso meccanico - polizia il telefono sarà inoltre dotato di: - alimentazione diretta sia da normali linee telefoniche analogiche BCA che interne da centralini PABX - conversazione viva voce full duplex - suoneria stagna incorporata regolabile fino a 92 dB a 1 metro - autorisposta dopo un numero di squilli programmabile - riaggancio automatico a fine conversazione - LED di segnalazione chiamata in corso - teleprogrammazione da telefono DTMF locale o remoto, da postazione PC remota di telemanutenzione CTM (in opzione)
- n° 1 etichetta in pellicola rifrangente di classe 1^a rappresentanti il logo e le scritte in 4 lingue secondo quanto previsto dalla D.L.;
- n° 2 etichette in pellicola rifrangente di classe 1^a rappresentanti il simbolo telefono ed il simbolo SOS.
- n° 2 pulsanti per segnalazione allarme e per l'attivazione dei segnali oscurabili agli imbocchi completi di scritte in quattro lingue. interruttore manuale locale di reset del sistema d'allarme; contatto da remotizzare di reset del sistema d'allarme; contatti da remotizzare per pulsante rosso e giallo; contatti da remotizzare per prelevamento estintori; contatti da remotizzare per prelevamento manichetta naspo; contatti da remotizzare per apertura di una portella dei settori destro, centro, sinistro contatto da remotizzare per la pressione di uno dei quattro pulsanti del telefono funzionamento del sistema d'allarme 24Vdc

In sommità allo stesso sarà installato l'allarme ottico ed acustico che si attiverà all'apertura di una porta, al prelievo di un componente od alla pressione di un pulsante. Il fissaggio dell'armadio SOS alla parete avviene tramite alette superiori ed inferiori asolate per la compensazione e regolazione di eventuali dislivelli.

L'apparato centrale G.T.C. consentirà la decodifica delle chiamate provenienti dalle colonnine, l'accensione delle lampade di "CONFERMA CHIAMATA" e l'instradamento della chiamata ad Enti di soccorso pubblico (V.V.FF, 118,...).

Il CTC colloquierà con gli Armadi SOS Intermedi, con la Stampante, con il Pannello Alfanumerico e col PC di gestione SOS. Il CTC può effettuare chiamate vocali ai singoli SOS (manutenzione impianti o gestione emergenze da CTC).

6.3 SEGNALETICA VERTICALE LUMINOSA

La segnaletica verticale avrà lo scopo di fornire ai viaggiatori diverse segnalazioni di sicurezza. I segnali appartenenti a questa famiglia saranno dei segnali stradale retroilluminati realizzati impiegando una pellicola di Classe 2^a Speciale riflettente e semitrasparente a doppio sistema visivo che consentirà l'iterazione tra due sistemi luminosi: attivo e passivo.

I segnali, che potranno essere, a seconda delle tipologie e dimensioni, del tipo monofacciale e bifacciale, grazie ad un innovativo sistema di diffusione della luce saranno in grado di aumentare la visibilità del segnale stesso in condizioni climatiche particolarmente critiche e difficili quali nebbia o pioggia. I segnali luminosi realizzati saranno conformi alle Norme del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di esecuzione e, in alcune dimensioni e tipologie dovranno essere omologati dal il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti mentre, per gli altri casi, le prove dovranno essere già state superate, presso laboratori accreditati, come richiesto dal Ministero stesso per l'omologazione.

In particolare le prove eseguite sono le seguenti:

- prove di resistenza alle alte e basse temperature da effettuare in conformità a quanto previsto ai punti 9.2.8 e 9.2.9.2 della norma tecnica CEI 214-2/1;
- prove fotometriche, colorimetriche e tecnologiche da effettuare sul segnale retroilluminato secondo la UNI EN 12899-1;
- prova di tenuta all'acqua ed alle polveri (grado da raggiungere IP 66) da effettuare secondo la norma EN 60529 (1999) – EN 60598 (2000); prova di sicurezza elettrica secondo la norma EN 60598-1 e EN 60598 - 2-1;
- prova di compatibilità elettromagnetica secondo la norma EN 55015; prova in nebbia salina secondo la norma CEI 214;
- prova di resistenza all'impatto secondo le norme EN 12899-1 , EN 60598-1 , CEI 214-2/1:1998-10;
- prove ambientali secondo quanto previsto ai punti 9.2.3, 9.2.4, 9.2.5 e 9.2.6 della norma tecnica CEI 214-2/1 (in particolare quindi :prova in ambiente con anidride solforosa e acido solfidrico secondo le norme IEC 60068-2-42-1982-01 ; IEC 60068-2-43-1976-01);
- prove di resistenza ai raggi UV, adesività e shock termico della pellicola retroriflettente.

Le prove sulle pellicole retroriflettenti, come richiesto dal Ministero, dovranno essere eseguite sul supporto in policarbonato e secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 4892 ed il relativo rapporto comprende le seguenti indicazioni:

- riferimento alla norma; tutti gli elementi per la completa identificazione del materiale in prova ed il metodo di preparazione delle provette;
- tipo e descrizione della lampada usata e, se possibile il valore dell'irradiazione sulla superficie della provetta;
- modo di funzionamento della lampada e dei filtri; valore medio e variazione della temperatura di pannello nero e, se registrati, valori medi e variazioni dell'umidità relativa all'aria circolante al di sopra delle provette;
- espressione dei risultati secondo UNI ISO 4582 La norma UNI EN 12899-1 è stata comunque tenuta come riferimento per tutte le altre caratterizzazioni dei dispositivi e relative modalità di misura.

6.3.1 SISTEMA ATTIVO

Il sistema attivo di illuminazione interna del segnale dovrà essere realizzato mediante il sistema di diffusione della luce ottenuto mediante lampade al neon abbinate ad appositi diffusori interni consistenti in una griglia preforata secondo un particolare algoritmo illuminotecnica che consentirà una elevata uniformità della luminosità in modo che i tutti i valori misurati rientrino in quelli richiesti dalla norma tecnica UNI EN 12899-1. In particolare dalle prove fotometriche eseguite secondo la predetta norma tecnica UNI EN 12899-1 dovranno dare, a seconda delle diverse dimensioni e tipologie, i seguenti valori:

- Fattore di luminanza: compreso tra i massimi valori L2 ed L3
- Uniformità di luminanza: U3

6.3.2 SISTEMA PASSIVO

La/le faccia/e rappresentanti il messaggio segnaletico dovranno essere realizzate mediante l'impiego di apposite pellicole retroriflettenti e semitrasparenti di Classe 2^a Speciale che saranno state poi, a loro volta, ricoperte da particolare pellicola protettiva antigraffiti.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e di durata delle pellicole retroriflettenti e semitrasparenti impiegate risponderanno ai requisiti previsti per la Classe 2 come prescritto nel Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31/3/95 del Ministero dei LL.PP. I segnali dovranno soddisfare pienamente sia nelle caratteristiche sia nel superamento delle prove quanto richiesto dalla norma UNI EN 12899.1.

I segnali verranno utilizzati per la segnalazione ed indicazione nella viabilità stradale ed in modo particolare in galleria.

6.3.3 STRUTTURA

Il segnale luminoso dovrà essere strutturalmente composto da un cassonetto in alluminio estruso con anime perimetrali di rinforzo e realizzato in varie dimensioni adeguate alla grandezza del segnale stesso. Il cassonetto dovrà essere realizzato assemblando, a seconda delle dimensioni, vari profilati in alluminio estruso mediante saldatura e/o particolari incastri.

Al fine di ridurre al minimo gli interventi di pulizia o manutenzione ai componenti ottici interni la struttura (cassonetto), dovendo contenere all'interno il sistema di diffusione della luce, sarà in grado di garantire l'ermeticità del vano ottico mediante la corrispondenza al fattore di protezione alla penetrazione delle polveri e dell'acqua pari a IP 66.

Al fine di consentire inoltre una facile manutenzione del segnale senza alterare il grado di protezione, la eventuale sostituzione delle lampade dovrà essere possibile mediante apertura parziale del cassonetto con idonei accessi laterali o inferiori e, comunque, senza dover assolutamente smontare le facce anteriori o posteriori la cui rimozione potrebbe compromettere il sistema ottico interno.

In particolare dopo l'apertura della portella di accesso si potrà accedere ad uno o più carrelli portalampada estraibili realizzati in alluminio e dotati di un dispositivo inferiore antivibrazione e di un dispositivo di bloccaggio fine corsa a carrello aperto che, sganciato completamente, consentirà lo smontaggio del carrello stesso per un'agevole eventuale sostituzione di tutti i componenti elettrici interni.

6.3.4 FINITURA E COMPOSIZIONE DELLA FACCIA ANTERIORE/POSTERIORE DEL SEGNALE

La superficie anteriore, e/o posteriore nel caso di segnale bifacciale, dovrà essere realizzata in policarbonato spessore 4 mm finita con l'applicazione sull'intera faccia/e a vista di pellicole retroriflettenti e semitrasparenti Classe 2^a Speciale secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'Art. 79, comma 12, del D.P.R. 16/12/92 n. 495.

Le pellicole retroriflettenti e semitrasparenti che saranno usate per la costruzione dei segnali dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvate dal Min. LL.PP. con Decreto del 31/3/1995 e saranno prodotte da Ditta in possesso del sistema di qualità in base alle norme Europee della serie ISO 9000.

L'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole.

6.3.5 ACCERTAMENTO DEI LIVELLI DI QUALITÀ DELLA PELLICOLA

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti dovranno essere verificate attraverso prove eseguite dal produttore delle pellicole stesse presso i seguenti laboratori:

- Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e dei Grassi – Milano

6.3.6 IMPIANTO ELETTRICO INTERNO

L'impianto elettrico per l'illuminazione interna del segnale dovrà essere realizzato seguendo schemi elettrici e di assemblaggio ben definiti ed i componenti e gli accessori sono stati scelti per sfruttare al meglio la potenzialità e la durata dell'impianto.

La lampada da utilizzare dovrà essere del tipo a tecnologia led che esprimerà un' alta luminosità con ottima resa colore e lunga durata nel tempo.

L'elevata temperatura colore delle lampade dovrà consentire sia per il bianco che per tutti gli altri colori di restare nei rispettivi punti previsti nel color-box ed indicati dalla UNI EN 12899.1.

L'impianto elettrico dovrà essere assemblato e posizionato su un carrello estraibile parzialmente e/o totalmente verso l'esterno al fine di facilitarne la manutenzione e/o sostituzione dei componenti in sicurezza (sul posto, oppure successivamente in officina) riducendo al minimo il pericolo dell'intervento su strada.

L'alimentazione dei segnali luminosi dovrà avvenire per tensione di 230 VAC con sistema fase – neutro, frequenza a 50 Hz in classe d'isolamento impianto I, mentre l'assorbimento in Ampere e Watt varierà a seconda del tipo di segnale in quanto le lampade sono variabili in tipo e quantità.

6.3.7 TIPOLOGIA DEI CARTELLI IMPIEGATI

Pannello per segnalazione uscita luoghi sicuri

Il cartello di tipo luminoso a luce fissa sarà collocato in corrispondenza dei by-pass di collegamento fra le due fornici e in corrispondenza dell'uscita della galleria di emergenza.

Le caratteristiche principali si possono così riassumere:

- bifacciale;
- sistema passivo;
- forma di parallelepipedo con base triangolare;
- dimensioni 600x600x600mm;
- struttura in alluminio estruso;
- grado di protezione IP66;
- impianto di illuminazione interno con lampade fluorescenti, classe II;
- pellicola rifrangente;
- completo di cablaggio interno;
- attacchi a parete in alluminio;
- rispondente a Fig. 7 e 8 Circ. ANAS 7735/99.

Pannello per segnalazione postazione S.O.S., di idrante ed estintori

Il cartello di tipo luminoso a luce fissa è collocato in corrispondenza degli armadi antincendio dotati di idrante. Le caratteristiche principali si possono così riassumere:

- bifacciale;
- sistema passivo;
- forma di parallelepipedo con base triangolare;
- dimensioni 1.250x450x450mm;
- struttura in alluminio estruso;
- grado di protezione IP66;
- impianto di illuminazione interno con lampade fluorescenti, classe II;
- pellicola rifrangente;
- completo di cablaggio interno;
- attacchi a parete in alluminio;
- rispondente a DPR 495/92.

6.4 PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE, SEGNALETICA ED IMPIANTO SEMAFORICO

Il progetto prevede la fornitura e la posa in opera di un sistema a pannelli a messaggio variabile (PMV). Il sistema avrà lo scopo di informare l'utenza in transito sulla strada circa le eventuali condizioni di turbativa alla fluidità del traffico onde poter pianificare il proprio viaggio. Detti impianti saranno installati sia in prossimità delle fornici di ingresso della galleria che al suo interno, con i pannelli che saranno interconnessi con gli switch PLC già presenti.

I PMV saranno rispondenti in particolare a tutto quanto è riportato nella norma CEI214-2/1 e CEI 214-2/2.

Il sistema pannelli a messaggio variabile è ricavato dalla composizione delle seguenti parti costitutive:

- pannello per testi alfanumerici indicanti il fenomeno e/o la tratta interessata dal fenomeno da segnalare;
- pannello "full color" a pittogrammi per la visualizzazione dei segnali stradali corrispondenti al fenomeno da segnalare;
- pannello grafico a led per pittogrammi predefiniti per la segnalazione dell'agibilità delle corsie;

Sarà altresì previsto all'imbocco della galleria un impianto semaforico da posizionare subito fuori dall'ingresso della galleria stessa.

Dalla composizione degli elementi sopra elencati sono stati ricavati i seguenti pannelli "tipici":

- pannello di tipo "A": costituito da pannello alfanumerico a 2 righe con 12 caratteri e da struttura in acciaio di sostegno da installare a circa 150m dagli imbocchi delle galleria ed in prossimità dei due svincoli;
- pannello di tipo "B": costituito da pannello alfanumerico a 2 righe con 12 caratteri e da moduli freccia/croce completo di coppia di staffe di fissaggio alla trave di sostegno in galleria in inox da installare all'interno della galleria.

6.4.1 PANNELLI TIPO ALFANUMERICO

Il pannello alfanumerico presenterà all'utenza, dei messaggi posti su 2 righe costituite da 12 caratteri ciascuna con altezza caratteri 210 mm. La tipologia di visualizzazione utilizzata dovrà essere di tipo a matrice rettangolari, di formato minimo 5x7 punti, con tecnologia a led ad alta intensità luminosa.

Avrà caratteristiche tali da poter visualizzare due messaggi alternandone, secondo un tempo prestabilito, la presentazione sul pannello.

Il pannello alfanumerico sarà collegato alla centralina tramite cablaggi, uno per l'alimentazione ed uno per la trasmissione dati e sarà in grado di effettuare una diagnosi completa ed affidabile di tutte le sue parti elettriche ed elettroniche e di comunicare i risultati alla centralina di controllo.

L'intensità luminosa delle matrici a led sarà regolabile sia in automatico che in manuale in funzione della luce ambiente in modo da rispettare le condizioni di luminanza richieste dalle norme (CEI 214-2/1, CEI 214-2/2).

Il contenitore sarà costituito da cassonetto in alluminio cromatato e verniciato con polvere epossidica a forno, la meccanica di contorno al pannello in policarbonato sarà di colore nero.

Le guarnizioni utilizzate per garantire il grado di protezione richiesto (IP55) saranno tali da conservare nel tempo le caratteristiche originali di tenuta. Sarà inoltre evitata l'esistenza di spigoli vivi, parti taglienti, sbavature o quanto altro di simile che risultasse tale anche in conseguenza di lavorazioni, ancorché non direttamente a portata di mano del personale di manutenzione.

La lastra trasparente a protezione del piano di lettura avrà ottime caratteristiche resilienti, inoltre ridurrà al minimo le eventuali riflessioni dei raggi solari verso le corsie di marcia ed resistenza all'urto con corpo contundenti secondo quanto indicato dalla norma CEI 214-2/1 art.9.2.2.

Per le operazioni di manutenzione è prevista l'accessibilità dalla parte posteriore, tramite le porte incernierate.

6.4.2 CENTRALINA DI COMANDO

La centralina di alimentazione e controllo sarà installata all'interno dei locali cabina agli imbocchi delle gallerie per specifiche in dettaglio consultare altra sezione di progetto relativa agli impianti speciali.

Il PMV, i pannelli di segnalazione e gli impianti semaforici saranno gestiti da un'unità di diagnostica on-line in tempo reale, la quale oltre a determinare l'accensione e lo spegnimento, verificherà, senza la necessità di dover visualizzare un particolare pittogramma, il corretto funzionamento delle apparecchiature attraverso un controllo pixel a pixel (possibilità di verificare lo stato dei singoli led). Tale dispositivo controllerà costantemente i componenti ed avviserà, tramite il protocollo di trasmissione, nel caso vengano rilevati problemi di funzionamento, il sistema centrale di gestione.

6.5 IMPIANTO DI RILEVAZIONE INCENDI IN GALLERIA

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di rilevazione incendi con cavo in fibra ottica per rilevamento incendi all'interno della fornice della galleria; questo sistema garantirà la sicurezza di rilevazione.

L'impianto risulta costituito dai seguenti componenti principali:

- Cavo sensore in fibra ottica;
- Unità di controllo e gestione del cavo sensore in fibra ottica (fibrolaser) ed installata all'interno del fabbricato tecnologico.

6.5.1 CAVO SENSORE IN FIBRA OTTICA

Il cavo sensore in fibra ottica sarà costituito da una fibra ottica a base acrilica del tipo multimodale 62,5/125 micron con attenuazione minore di 3,5 dB/km per una lunghezza d'onda di 850 nm. Il rivestimento esterno è in materiale ritardante la fiamma, a bassa emissione di fumi privo di materiali alogenati "halogen free".

Un materiale gelatinoso interposto tra il rivestimento e la fibra stessa, dovrà conferire al cavo una particolare flessibilità e renderà ininfluenti eventuali stiramenti longitudinali, mantenendo una bassa massa termica per una immediata risposta alla variazione di temperatura.

Il cavo sarà fissato ad una fune di acciaio inox, diametro 4mm, portante ancorata alla volta.

Il tratto di collegamento tra l'unità di gestione e l'imbocco galleria è reso insensibile tramite opportuna configurazione del sistema "via software".

6.5.2 UNITÀ DI CONTROLLO E GESTIONE DEL CAVO SENSORE

L'unità di controllo genererà il raggio laser in classe 3A alta sicurezza ed effettuare la valutazione del segnale, monitorando in modo continuo e lineare la temperatura lungo la linea di rilevazione.

L'utilizzo abbinato di una unità di controllo e del cavo sensore in fibra ottica consentirà di realizzare un sistema di sensoristica intelligente completamente programmabile sia per quanto riguarda la lunghezza delle zone da monitorare che i valori e le metodologie di intervento.

La centrale sarà provvista di software in ambiente Windows per il controllo, la configurazione, e l'interfacciamento col sistema di supervisione locale tramite linea seriale RS232 e protocollo in chiaro.

6.6 IMPIANTI DI RADIOTRASMISSIONE

Nella fornice della Galleria è previsto un impianto per radiotrasmissioni ad uso dei servizi di pronto intervento, quali gli operatori ANAS, le forze dell'ordine, i Vigili del Fuoco e altri operatori di soccorso e di intervento, nonché la ripetizione di alcune frequenze radio FM per trasmettere eventuali informazioni agli utenti in galleria.

Per motivi fisici, infatti, passando dal campo aperto ad una galleria ogni segnale radio si interrompe poco dopo l'ingresso al portale.

Per i veicoli con funzioni di sicurezza è quindi necessario che, sia durante il transito nella galleria, sia in caso di emergenza, per mantenere la comunicazione, venga garantito un collegamento radio senza interruzioni con le relative centrali operative e d'intervento, nonché tra le apparecchiature radiomobili all'interno della galleria.

Inoltre è prevista, anche per aumentare la sicurezza degli automobilisti nelle gallerie, la diffusione di programmi radio con informazioni sul traffico ed in caso di un evento di emergenza la possibilità di inserirsi dalla stazione di servizio oppure dall'unità operativa in loco.

Tale risultato è ottenuto con un apposito impianto radio e con le strutture di raccordo verso la stazioni ridoripetitrici e le emittenti radiofoniche.

L'impianto radio delle gallerie deve rispondere alle ultime disposizioni europee in materia delle radiocomunicazioni di sicurezza in galleria. In modo particolare deve essere garantito che in caso di guasto (meccanico oppure derivante da incendio) del cavo radiante, la comunicazione radio venga interrotta solo nelle vicinanze del guasto e che in caso di disservizio di un amplificatore non venga interrotto tutto il servizio (collegamento bilaterale ridondante di ogni singola galleria della catena).

L'impianto radio delle due gallerie è concepito per la banda di frequenza da 68 a 900 MHz, equipaggiato in questa fase per i seguenti canali:

- Polizia Stradale
- Vigili del Fuoco
- Ambulanze 118
- Assistenza stradale ANAS
- 6 canali FM banda 87,5-108 MHz di cui un preferenziale con inseritore vocale.

L'impianto può essere predisposto in modo che in ogni momento sia possibile immettere altri servizi radio e canali FM. I segnali RF sono da ritrasmettere in modo assolutamente isofrequenziale.

Sarà altresì installato un sistema unico radiante multi-operatore che permetta l'estensione della copertura dei sistemi di telefonia mobile in galleria. L'estensione di cella si realizza ricorrendo ad una centralina estensore vera e propria, connessa a due antenne, una puntata verso la BTS che irradia la cella da estendere ed una all'interno della zona d'ombra. Gli estensori possono essere facilmente installato su edifici, su pali ecc. senza necessitare di particolari strutture di protezione nella versione da esterno. L'installazione della parte radiante (antenna verso la BTS, e antenna per l'illuminazione della zona d'ombra) va ottimizzare caso per caso, al fine da ottenere i disaccoppiamenti necessari al corretto funzionamento del sistema.

Nel locale tecnico principale, è prevista la stazione principale (Master) mentre le eventuali stazioni ripetitrici (Slave) saranno collocate nelle zone delle piazzole di sosta, in posizione facilmente accessibile e sorvegliata.

L'impianto di antenna della stazione Master sarà montato su un palo zincato di lunghezza 6/12 m, con scaletta esterna di sicurezza omologata; sono previste 5 antenne, di cui 4 UHF/VHF e 1 FM, che dovranno essere posizionate in modo tale che dal punto di vista radio sia garantito il disaccoppiamento più elevato possibile.

Per la Stazione Master sono stati previsti Armadi Rack da 42 Unità R 19" e contenenti i moduli Cell-Enhancer di ripetizione dei canali di servizio ed FM, il Braching di interfaccia con il Cavo Fessurato, i moduli d'interfaccia FO ed i sistemi di controllo allarmi.

Per la trasmissione del segnale all'interno delle due gallerie è previsto il cavo radiante da 7/8" con guaina ignifuga, con banda passante da 50 a 900 MHz, montato sulla parete laterale della galleria ad una altezza di circa 4,50 m e installato con dei kit di fissaggio con distanziali da 80 mm. e clips di sicurezza.

Le postazioni Slave sono collegate alla postazione Master tramite interfacce in Fibra Ottica ed in numero di due cavi monomodali per postazione 1 in TX (Down-Link) ed 1 in RX (Up-Link). I segnali a Radiofrequenza vengono convertiti in Segnali Ottici ed immessi in un trasmettitore FO o prelevati da un ricevitore FO ed opportunamente elaborati per essere inviati o ricevuti dalle postazioni Slave.

Nella postazione Master è prevista una consolle di comando radio per l'inserimento di messaggi vocali in tempo reale o preregistrati.

Gli apparati che costituiscono il sistema di trasmissione devono essere predisposti per supportare le esigenze dei gestori di telefonia mobile.

6.7 SISTEMA DI GESTIONE E CONTROLLO

6.7.1 COMPOSIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema di gestione e controllo deve essere realizzato in modo da garantire la completa supervisione centralizzata degli impianti previsti e consentire, in proiezione, la supervisione nazionale. Deve permettere, localmente e in remoto, il comando e controllo degli impianti delle gallerie e l'autodiagnosi degli stessi.

Il sistema di controllo deve essere strutturato in modo da mantenere le funzioni vitali delle unità elementari degli impianti cosicché un'interruzione del sistema stesso non pregiudichi in alcun modo l'intervento di base dei sistemi di sicurezza.

Il sistema di gestione e comando degli impianti della galleria sarà costituito da un insieme di elementi hardware e software, dei protocolli e delle convenzioni per consentire i controlli ed il comando remoti, in automatico o tramite operatori, dei singoli impianti e dei singoli processi.

Gli elementi hardware che compongono il sistema di gestione sono così costituiti:

- controllore di testa (CT);
- controllore locale (CL);
- unità locale (UL);
- apparati in campo (AIC);
- interfaccia di comunicazione tra gli impianti e il controllore di testa;
- software del sistema di gestione.

Il CT sarà installato nel locale tecnico e dovrà ricevere o trasmettere i dati provenienti dal livello gerarchico inferiore e comandare autonomamente i dispositivi per mezzo della rete principale.

Il CT sarà composto da:

- n. 1 personal computer di tipo industriale;
- n. 1 personale computer di tipo industriale (manutenzione);
- sistema di comunicazione rete principale con cassetto fibre ottiche;
- centrale di controllo cavo termosensibile (sistema antincendio);
- gestione dell'impianto di segnalazione all'utente;

- impianto elettrico;
- armadio metallico tipo rack 19" di alloggiamento da pavimento di dimensioni minime 2050 x 600 x 400 mm in acciaio inox AISI 304 con polvere epossidica.

Le caratteristiche dei PC, delle porte e degli apparati di comunicazione digitali, analogici ed audio dovranno essere compatibili e configurati in modo adeguato all'intero sistema.

I cavi di collegamento del CT con il livello gerarchico inferiore saranno costituiti da:

- cavo dati tipo UTP cat. 6 per comando (UL locale);
- conduttore di rame isolato sezione 3x2,5 mm² (alimentazione UL locale);
- cavo fibra monomodale armata 8x125microm rete principale (CL).

I CL costituiscono il secondo livello gerarchico del sistema di telegestione. I CL in condizioni di normale funzionamento del sistema dovranno ricevere o trasmettere i dati al CT per mezzo della rete principale.

In condizioni di funzionamento anomalo il CT dovrà ricevere i dati provenienti dal livello gerarchico precedente, elaborarli e comandare autonomamente i dispositivi.

Il CL riceve e trasmette i dati agli apparati attraverso le UL e SOS-UL per mezzo di un collegamento in fibra ottica punto-punto.

Il CL dovrà essere composto dai seguenti apparati:

- n. 1 personal computer;
- n. 6 media converter;
- n. 1 quadro elettrico;
- n. 1 cassetto fibre ottiche;
- apparato RP composto da switch e up-link;
- interfaccia SOS ed estintori;
- sistema di controllo del cavo termosensibile.

I CL dovranno essere contenuti in armadi di tipo rack con dimensioni esterne 2050 x 600 x 400 mm, in acciaio inox AISI 304, IP66.

Le caratteristiche dei PC, delle porte e degli apparati di comunicazione digitali, analogici ed audio dovranno essere compatibili e configurati in modo adeguato all'intero sistema.

Ogni SOS-UL in galleria sarà collegato al CL-CT più vicino attraverso i seguenti cavi:

- bretella bifibra full duplex multimodale;
- conduttore in rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

Ogni apparato in campo in prossimità di SOS-UL sarà collegato allo stesso mediante i seguenti cavi:

- cavo dati tipo UTP cat. 6 per comando;
- cavo rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.
- I sensori di monitoraggio del cavo termosensibile saranno collegati con l'SOS-UL corrispondente mediante i seguenti cavi:
- cavo dati tipo UTP cat. 6 per comando;
- conduttore di rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

6.7.2 UNITA' LOCALE SOS-UL

Tale unità costituisce il punto dove convergono i dati degli apparati di campo più vicini. Ogni SOS-UL sarà collegata al CL/CT più vicino. Risulta composta dai seguenti apparati:

- n. 1 media converter per la comunicazione locale;
- n. 1 personale computer di tipo industriale per la gestione apparati in campo e comunicazione;
- n. 1 sistema SOS;
- n. 1 quadro elettrico;
- estintori;
- armadio metallico tipo rack 19" di alloggiamento da pavimento di dimensioni minime 2050x600x400 mm in acciaio inox , IP66;
- box a parete in acciaio inox dimensioni minime 600 x 600 x 250 mm, IP66.

Le caratteristiche dei PC, delle porte e degli apparati di comunicazione digitali, analogici ed audio dovranno essere compatibili e configurati in modo adeguato all'intero sistema.

Ogni SOS-UL in galleria sarà collegato al CL-CT più vicino attraverso i seguenti cavi:

- bretella bifibra full duplex multimodale;
- conduttore in rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

Ogni apparato in campo in prossimità di SOS-UL sarà collegato allo stesso mediante i seguenti cavi:

- cavo dati tipo UTP cat. 6 per comando;
- cavo rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

I sensori di monitoraggio del cavo termosensibile saranno collegati con l'SOS-UL corrispondente mediante i seguenti cavi:

- cavo dati tipo UTP cat. 6 per comando;
- conduttore di rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

6.7.3 UNITA' LOCALE UL

Costituisce il livello gerarchico più basso del sistema di telegestione. Ad ogni UL convergeranno i dati relativi agli apparati in campo locali. Ogni UL sarà collegata al CL/CT più vicino mediante una bretella in fibra ottica.

Ogni UL dovrà essere costituita dai seguenti apparati:

- n. 1 personale computer;
- n. 1 quadro elettrico;
- n. 1 media converter.

Ogni UL in galleria sarà collegato al CL-CT più vicino attraverso i seguenti cavi:
bretella bifibra full duplex multimodale;

- conduttore in rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

Ogni apparato in campo in prossimità di SOS-UL sarà collegato allo stesso mediante i seguenti cavi:

- cavo dati tipo UTP cat. 6 per comando;
- cavo rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

I sensori di monitoraggio del cavo termosensibile saranno collegati con l'SOS-UL corrispondente mediante i seguenti cavi:

- cavo dati tipo UTP cat. 6 per comando;
- conduttore di rame isolato sezione 3x2,5 mm² per alimentazione.

Le informazioni raccolte dai sensori, vengono processate da sistemi che in accordo ad algoritmi, allertano il personale di controllo e dispongono una procedura di reazione alla variazione delle condizioni di esercizio; sia per le condizioni di normale esercizio, sia in caso di eventi incidentali.

Il sistema di controllo e gestione deve:

- attuare procedure di risparmio energetico in condizioni di esercizio;
- monitorare i flussi di traffico;
- mantenere la struttura in efficienza al fine di gestire al meglio l'esercizio;
- comunicare segnalazioni agli utenti;
- mobilitare le unità di emergenza per risolvere gli eventi incidentali all'interno della galleria;
- dare inizio alle operazioni appropriate di emergenza quando necessario;
- monitorare di continuo l'equipaggiamento di sicurezza della struttura in modo da conservarlo sempre operativo;
- gestire la manutenzione degli impianti di sicurezza;
- indicare con precisione e tempestività la zona dell'incidente e del potenziale conseguente incendio;
- indicare con precisione e tempestività le concentrazioni di gas nocivi;
- indicare con precisione e tempestività le condizioni di visibilità all'interno del tunnel;
- attivare quando necessario il piano di soccorso e/o di evacuazione,
- archiviare all'interno di una base dati i valori misurati dai sensori, gli allarmi avvenuti, le azioni intraprese.

Il sistema di controllo e gestione della galleria, inoltre, deve essere in grado di:

- gestire il funzionamento del sistema di ventilazione in condizioni di esercizio al fine di garantire la qualità dell'aria all'interno della galleria;
- gestire il funzionamento del sistema di ventilazione in condizioni di emergenza al fine di garantire l'auto - salvamento degli utenti;
- gestire il funzionamento del sistema di ventilazione delle vie di fuga e dei luoghi sicuri in condizioni di esercizio ed in condizioni di emergenza;
- gestire gli allarmi provenienti dal sistema di rilevamento incidenti e/o incendi;
- gestire il funzionamento dell'impianto idrico antincendio ed eventuali altri sistemi;
- gestire le variazioni di esercizio e le segnalazioni a messaggio variabile all'interno ed all'esterno della galleria;

- gestire l'impianto di comunicazione audio dotato anche di messaggi pre-registrati;
- gestire l'impianto di illuminazione esterna svincoli e galleria (permanente e di rinforzo) in condizioni di esercizio e di emergenza con programma apposito di comando, controllo e regolazione di ogni singolo punto luce ;
- gestire l'impianto di alimentazione elettrica in condizioni di esercizio ed in condizioni di emergenza;
- gestire le procedure di manutenzione ordinaria e straordinaria dei sistemi di sicurezza;
- gestire gli allarmi derivanti da malfunzionamento dei vari sistemi;
- fornire un'interfaccia di comunicazione locale e remota con gli addetti alla sicurezza.

Il sistema di gestione della galleria deve prevedere la ridondanza dell'hardware di gestione di cui almeno una parte deve essere in grado di realizzare procedure minime di emergenza. I requisiti minimi ai quali un programma di gestione della sicurezza in galleria deve soddisfare:

- affidabilità in condizioni di esercizio;
- affidabilità in condizioni di emergenza;
- affidabilità in gestione remota;
- sicurezza intrinseca;
- gestione separata ed interoperabilità dei sistemi sicurezza,
- priorità all'utilizzatore,
- ridondanza;
- modularità;
- funzionalità off-line;
- compatibilità con le tecnologie di automazione ed informatiche maggiormente diffuse;
- standard riconosciuti per i protocolli di comunicazione,
- open source per i formati dei files e dei dati necessari alle funzionalità specifiche del programma di gestione,
- open source per le procedure base di sicurezza.

Il programma di gestione, in caso di rottura di un componente o di mancata attivazione di una procedura deve essere in grado di commutare ad una condizione nota di emergenza. Il programma deve essere strutturato in modo tale da consentire la gestione del sistema galleria in sicurezza quando soggetto ad operazioni di aggiornamento e riconfigurazione.

In ciascuno dei locali tecnici previsti di galleria sarà presente un PLC dimensionato per soddisfare le capacità di elaborazione richieste dalle applicazioni e con CPU di ultima generazione con dimensione di memoria e prestazione tali da permettere espansioni future con tecnologia Product Consumer. I PLC sono predisposti per la comunicazione Ethernet.

La centrale "master", presente nel locale tecnologico principale, sarà collegata al Centro di Controllo Remoto tramite rete pubblica (localizzazione nel compartimento de l'Aquila o in altro luogo indicato dalla D.L.).

In ciascuna piazzola di sosta delle gallerie sarà presente una unità RIO preposta all'acquisizione dei segnali remoti di tipo Point I/O delle apparecchiature in campo. La connessione tra i PLC ed i RIO è realizzata con cavi a Fibra Ottica.

La rete di comunicazione prevista deve assicurare i seguenti servizi necessari alla gestione ed al monitoraggio dei sistemi di sicurezza:

- trasmissione dati per il monitoraggio ed il controllo dei sistemi di sicurezza (acquisizione dati dai sensori, pilotaggio remoto dei dispositivi);
- trasmissione dati multimediali (audio, video, alfanumerici) per assicurare le comunicazioni audio, video e mediante pannelli luminosi a messaggio variabile;
- scambio di dati con l'esterno, attraverso dorsali geografiche.

La rete di comunicazione deve consentire la continuità e l'efficienza dei servizi che assolvono funzioni di sicurezza sia in condizioni di esercizio che in condizioni di emergenza ed essere caratterizzata da un livello di affidabilità specifico.

Il dimensionamento della capacità della rete di trasporto dati, oltre a garantire le funzionalità per i servizi di sicurezza di base, deve considerare:

- ridondanze,
- funzionamento in condizioni degradate,
- possibili futuri ampliamenti,
- trasporto dati per servizi aggiuntivi.

I cavi per dati in fibra ottica devono essere posizionati sotto il livello di calpestio del marciapiede o del piano stradale, protetti all'interno di tubazioni specifiche (tri - tubo).

6.7.4 CAVI A FIBRE OTTICHE

Saranno di tipo multipolare, nelle formazioni indicate negli allegati elaborati grafici, con le seguenti tipologie:

- cavo con fibre multimodali 62,5/125;
- cavo con fibre monomodali 9/125.

Per quanto riguarda le proprietà delle fibre ottiche si dovranno adottare le raccomandazioni specificate nelle Normative CCITT riferite ai vari tipi di fibre di seguito descritte:

- EN 187.000 Normativa generale dei cavi,
- EN 188.000 Normativa europea sulle fibre.

I cavi a fibra ottica saranno di tipo "loose" con tamponamento di gelatina siliconata ad assorbimento di idrogeno, e costruito con materiale antifiama e zero alogeni con cordino centrale di rinforzo in acciaio con protezione antiroditore in acciaio. Ogni dorsale in fibra ottica dovrà essere corredata da apposita certificazione in opera.

Tutti gli impianti di rete presenti all'interno della galleria dovranno essere interconnessi con la rete dati generale dell'intera tratta tramite il cavo a 12 fibre in distribuzione stellare proveniente dal Centro di Controllo.

6.7.5 WIRELESS BRIDGE

Per la connessione dati tra la eventuale stazione di supervisione della centrale (eventuale) di aspirazione ed il locale tecnico principale dovrà esservi un sistema a ponte radio che deve essere conforme nella sua globalità alle vigenti norme tecniche Europee ETSI ETS 300-328 e dovrà essere composto da apparati radio operanti in tecnica Direct Sequence Spread Spectrum e da antenne preamplificate ad alta direttività.

Il sistema dovrà essere ottimizzato per applicazioni outdoor, con architettura di tipo ODU e IDU. L'unità outdoor (ODU), contenente il sottosistema radio, è provvista di connettore per antenna esterna e garantisce il rispetto delle specifiche operative su un intervallo di temperatura variabile tra i -40 e i +55 °C.; la connessione e la telealimentazione fra l'unità esterna (ODU) e quella interna (IDU) dovrà essere effettuata attraverso un cavo FTP in Cat. 6 da esterno, da connettersi con plug RJ-45.

Il ponte radio, costituito da due stazioni ricetrasmittenti collocate sul palo impianti radio VHF-UHF del locale tecnico principale e sul tetto della eventuale centrale di ventilazione utilizza, per la connessione radio, un'antenna a disco 32dBi, apertura 4°, banda 5.47-5.725GHz, POL V o H, con kit di montaggio a palo o parete.

L'azienda esecutrice dei lavori dovrà predisporre tutto quanto necessario al fine di ottenere formale autorizzazione presso le autorità competenti per i radio collegamenti da realizzare.

7. IMPIANTI SPECIALI NEL FABBRICATO TECNOLOGICO

7.1 GENERALITA'

Nella presente sezione del documento vengono illustrati gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo a servizio di ogni fabbricato tecnologico.

L'intero progetto sarà concepito per massimizzare il servizio, l'affidabilità e la sicurezza degli impianti presenti. La scelta dei sistemi e dispositivi d'impianto, sia per qualità sia per varietà e completezza, riflette tale impostazione.

Gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo previsti nel presente progetto si possono così elencare:

- Impianto rilevazione incendi nel locale tecnologico;
- Impianto antintrusione nel locale tecnologico;
- Impianto di videosorveglianza TVCC esterna al fabbricato tecnologico;
- Sistema di gestione e controllo (già trattati nella parte precedente della presente relazione).

7.2 IMPIANTO RILEVAZIONE INCENDI

All'interno di ogni fabbricato tecnologico è prevista l'installazione di un impianto di rilevazione incendi da installare all'interno di ogni singolo locale.

Tutti i locali saranno coperti da un sistema di rilevazione costituito nel suo insieme da:

- centrale rilevazione incendi conforme alle norme UNI 9795;
- sistema puntuale di rilevazione costituito da rilevatori termovelocimetrici;
- sistema di allarme manuale composto da pulsanti installati entro custodie isolanti di colore rosso con vetro frangibile;
- pannelli ottico-acustici di segnalazione allarme;
- conduttori di interconnessione.

La centrale di rivelazione incendi dovrà soddisfare i requisiti della normativa EN 54-2. Sarà del tipo a microprocessore adatto alla rivelazione analogica, ed in grado di identificare il sensore che ha generato l'allarme.

La centrale potrà contenere le schede per almeno 2 loop. Ai loop, sui quali è anche presente l'alimentazione, saranno collegati i rivelatori di incendio, i pulsanti manuali, i moduli di comando ed i moduli di isolamento di linea.

La capacità massima di indirizzamento di ogni loop sarà di almeno 99 rivelatori e di almeno 99 pulsanti e moduli.

Vi saranno loop distinti e dedicati per i sensori disposti a soffitto per quelli sottopavimento e per i pulsanti.

Un display LCD ed una tastiera costituiranno l'interfaccia con l'operatore: gli allarmi, i guasti, e le richieste di manutenzione dei sensori compariranno sul display con l'indicazione del gruppo e del numero del sensore e la sua descrizione alfanumerica in chiaro.

La descrizione alfanumerica sarà programmabile e sarà assegnata anche ai moduli presenti in campo per riconoscerne dal display l'attivazione o la loro eventuale esclusione.

Tramite la tastiera si potranno escludere sia i gruppi, sia i loop, sia i singoli sensori. Il relè di allarme generale della centrale è ritardabile in due tempi per permettere la tacitazione e l'effettuazione della ricognizione in campo. E' inoltre previsto un relè di guasto generale. La centrale dialogherà con i rivelatori puntiformi segnalando qualsiasi stato della linea o dei rivelatori diverso dalla normalità.

La centrale dell'impianto di rilevazione incendi sarà dotata di proprie batterie a bordo per il normale funzionamento.

Tramite la tastiera si potranno effettuare le seguenti operazioni:

- tacitazione cicalino di centrale;
- reset dell'allarme;
- esclusione di un singolo sensore;
- esclusione di un gruppo di sensori;
- esclusione di un loop;
- visualizzazione dei sensori e dei moduli in allarme;
- visualizzazione della memoria eventi;
- test attivo dei sensori con le relative attivazioni in campo;
- attivazione dei moduli in campo;
- passaggio da gestione "giorno" (ritardo a 2 stadi) a gestione "notte" (immediata);
- visualizzazione e modifica ora/data di sistema.

In caso di allarme la centralina:

- segnerà sul display LCD il/i sensori allarmati, visualizzando il gruppo di appartenenza e la descrizione in chiaro della zona interessata;
- stamperà l'evento sulla stampante (se prevista in loco);
- attiverà l'invio dei dati di allarme al sistema di supervisione;
- attiverà i moduli predisposti, per l'attivazione di dispositivi in campo (targhe ottico/acustiche, sirene, ecc).

La centrale inoltre rivelerà e segnerà sul display:

- i guasti sulle linee di rivelazione (corto, circuito aperto, rimozione di un rivelatore);
- i rivelatori che necessitano di manutenzione;
- la mancanza di alimentazione di rete;
- l'anomalia della batterie tampone;
- la dispersione verso terra;
- i guasti interni della CPU.

La centrale di rivelazione, oltre a segnalare l'incendio localmente attraverso l'interfaccia operatore ed i segnali acustici, potrà attivare direttamente mediante i moduli di comando le targhe di allarme ottico/acustico.

I criteri di installazione, il numero e la posizione dei rivelatori puntiformi sono rispondenti alla norma UNI 9795.

I rivelatori puntiformi saranno conformi alla norma UNI EN 54-7 e saranno installati in tutti gli ambienti sorvegliati.

I pulsanti manuali di allarme incendio saranno installati in prossimità delle uscite dei singoli locali in conformità alle prescrizioni delle norme UNI 9795.

Saranno comunque raggiungibili con un percorso non superiore ai 30 m, verificati da disegno, per ogni parte della medesima zona.

I pulsanti saranno installati ad un'altezza compresa tra 1 e 1,4 m e saranno azionabili mediante la pressione su un vetrino frontale a frattura prestabilita.

Sul vetrino sarà applicata un'etichetta di protezione in materiale plastico, con la chiara indicazione serigrafata della modalità di azionamento.

Ogni pulsante sarà inoltre equipaggiato con un indicatore a led di colore rosso posto in posizione visibile che sarà attivato automaticamente all'azionamento del pulsante.

La linea di collegamento dei rivelatori sarà realizzata con cavo tipo FRHRR (FTE29OHM16), classificazione di reazione al fuoco Cca, s1, d1, a1, adatto per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V (FRHRR)



Cavo resistente al fuoco schermato Tipo FRHRR con conduttori flessibili classe 5 isolati in protezione minerale vetro mica e XLPE a bassa capacità. Resistenza al fuoco richiesta 120 minuti (PH120). Il valore capacitivo della coppia deve necessariamente essere compreso tra i 56nF e i 79nF al fine di non generare riflessioni dei protocolli nei sistemi indirizzati (rif. UNI 9795:2013 riguardante il rispetto dei parametri trasmissivi). Il rivestimento esterno del cavo (Guaina) dovrà necessariamente essere in materiale Duraflam LSZH di colore rosso idoneo alla posa in interno ed in esterno. La tensione nominale dovrà essere necessariamente $U_0/U = 100/100$ V espressi in valore efficace.

La linea sopra citata dovrà necessariamente essere rispondente alle seguenti norme di riferimento: CEI 20-37, CEI 20-22/III CEI EN 60332-3-25, CEI EN 50200 PH30, CEI 20-105V2, CEI EN 60228 (CEI 20-29), CEI EN 50363-0 (CEI 20-11/0, CEI 20-34 (EN 60811), CEI 20-50 (HD 605), CEI EN 50395 (CEI 20-80), CEI EN 50396 (CEI 20-84), CEI EN 62230 (CEI 20-70), CEI EN 50267-2-1 (CEI 20-37/2-1), CEI EN 50267-2-2 (CEI 20-37/2-1), CEI EN 61034-2 (CEI 20-37/3-1).

La continuità della schermatura è necessaria per la protezione dalle interferenze. La schermatura sarà collegata agli zoccoli di tutti i rivelatori utilizzando l'apposito morsetto ed alla centrale. Alla centrale dovrà essere collegata una sola estremità della schermatura.

La linea di collegamento (loop) dei rivelatori, con origine dalla centrale, passerà ad adeguata distanza dai cavi di energia collegando i rivelatori di fumo puntiformi, i pulsanti ed i moduli, e tornerà quindi in centrale lungo un percorso diverso per garantire la sopravvivenza del funzionamento nel caso di taglio o corto circuito. Per quanto possibile le due porzioni di linee costituenti ciascun loop saranno posate seguendo percorsi distinti ed indipendenti.

L'alimentazione della centrale di controllo e segnalazione sarà effettuata tramite una linea dedicata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, manovra e protezione. L'autonomia di funzionamento con batteria tampone dovrà essere non inferiore a 72h in condizioni normali e di 30' in presenza di allarme. La linea a 230V c.a., derivata dalla sezione di continuità, sarà in cavo a due conduttori da 2,5 mm² antifiamma CEI 20-22.

7.3 IMPIANTO ANTINTRUSIONE

L'impianto di controllo accessi/antintrusione costituisce uno dei sottosistemi del sistema attivo di security. L'impianto funzionerà 24 ore su 24 e sarà strutturato per consentire una agevole esecuzione di modifiche in modo da adattarsi a nuove configurazioni delle aree da sorvegliare.

La centrale è:

- dotata di sistema di alimentazione di emergenza autonomo in grado di assicurarne il servizio, assieme a tutti i sensori e le segnalazioni, per almeno 24 ore;
- in grado di "sentire" singolarmente ogni sensore o gruppo di sensori così da rendere immediatamente individuabile il punto di allarme;
- in grado fornire i dati rilevati o generati necessari alle funzioni di Diagnostica del sistema antintrusione.

Le apparecchiature installate:

- consentono una facile accessibilità ai loro componenti (schede, alimentatori, etc..) ed una facile sostituzione degli stessi a fronte di un guasto;
- hanno dimensioni contenute, soddisfano i più avanzati requisiti ergonomici e sono ad elevata modularità in modo da consentire un'ampia configurabilità hardware e permetterne l'espandibilità per eventuali implementazioni di nuove, per quanto previste, funzioni;
- richiedono una limitata manutenzione preventiva ed una semplice manutenzione correttiva in modo da consentirne l'effettuazione anche da personale non altamente specializzato.

Tutti gli apparati sono in grado di operare correttamente nel range di temperatura compresa tra +5° e +40°C, con umidità relativa tra 20 e 90% senza condensazione.

Le apparecchiature dedicate alla gestione dei telecomandi e dei telecontrolli sicuri soddisfano i requisiti citati nella presente relazione in aggiunta a tutti quelli richiesti dalle corrispondenti indicazioni standard CENELEC.

L'impianto di antintrusione provvede a:

- sorvegliare tramite sensori a doppia tecnologia MW/IR (microonde e infrarossi passivi) le presenze non autorizzate nei locali tecnologici,
- segnalare, anche localmente tramite sistemi ottico-acustici, eventuali situazioni di allarme.

Gli allarmi dell'impianto di antintrusione possono essere disabilitati e riattivati localmente, attraverso organi di comando, da parte del personale autorizzato all'ingresso nei locali, permettendo disabilitazioni singole per ogni distinta zona controllata o parzializzate.

Gli impianti controllo accessi ed antintrusione svolgono una supervisione diagnostica monitorando costantemente le condizioni di funzionamento di tutte le rispettive sezioni, comprendendo anche i sensori (o gruppi di essi). Sarà possibile trasferire tutte le necessarie informazioni al sistema di supervisione tramite il server dedicato PCA per le successive elaborazioni e segnalazioni.

L'impianto sarà dotato di ripetizione ottico-acustica di allarme installati all'esterno del fabbricato. Le tecnologie e le logiche adottate garantiscono la pratica assenza di falsi allarmi e/o di segnalazioni intempestive.

I componenti di base degli impianti di controllo accessi ed antintrusione sono:

- i sensori che rivelano il tentativo d'intrusione generando un segnale elettrico inviato ai concentratori remoti;
- i contatti magnetici di apertura porte e/o finestre;
- gli avvisatori, quali sirene interne o esterne e lampeggiatori;
- l'unità di controllo accessi;
- la centrale antintrusione.

Per la gestione del dialogo fra le unità di controllo accessi, con funzioni di gestione memoria eventi, modifica e programmazione delle tessere con relativi livelli di accesso e la centrale, sarà realizzato un collegamento mediante cablaggi di tipo LAN con cavi UTP CAT6 fino allo switch di interconnessione

Il tentativo di intrusione non autorizzata determina la segnalazione ottico-acustica locale di stazione. L'allarme viene ripetuto sui concentratori dell'impianto antintrusione che provvede a gestire l'allarme segnalandolo sul display della centrale antintrusione, attivando le segnalazioni ottico/acustiche di allarme. Il segnale sarà inviato al sistema SPVI ed al PGEP tramite l'interposizione di server dedicato PCA.

Dal sistema SPVI sarà possibile in fase definitiva l'inserimento, il disinserimento ed il reset della centrale antintrusione. Sarà inoltre possibile comunicare alla supervisione i vari stati della centrale (disinserito, inserito, allarme, guasto, taglio, cortocircuito, manomissione) oltre che lo stato (guasto, allarme) dei singoli varchi.

L'unità concentratore di controllo accessi e la centrale antintrusione saranno dotate di proprie batterie a bordo per il normale funzionamento.

Tutte le apparecchiature di rete garantiranno la possibilità di essere sostituite sotto tensione in modo da poter eseguire gli interventi di manutenzione senza dover mettere completamente fuori servizio le reti o parti di esse.

I componenti dell'impianto di controllo accessi ed antintrusione saranno alimentati dalla rete elettrica locale con linea 220V.

La distribuzione dell'impianto sarà eseguita con tubazioni/canalette dedicate in PVC rigido pesante con grado di protezione IP44, posate a vista e staffate a soffitto/parete. In corrispondenza dei collegamenti ai singoli terminali saranno interposte adeguate cassette di derivazione, da cui si dipartiranno i cavi che serviranno a collegare le apparecchiature.

In particolare le distribuzioni dorsali e secondarie comprenderanno le seguenti tipologie di collegamento:

- rete bus principale con cavo speciale twistato e schermato tipo AWG22, dipartente dalla centrale e confluyente alle unità di controllo accessi;
- collegamento a i contatti magnetici posti sugli infissi della porta realizzato in cavo speciale isolato in PVC sezione 4x0.22 + 2x0.5mmq;
- collegamento tra l'unità controllo accessi ed i sensori volumetrici realizzato con cavo speciale isolato in PVC sezione 4x0.22 + 2x0.5mmq.

7.4 IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA TVCC

L'impianto di videosorveglianza costituisce uno dei sottosistemi del sistema attivo di security.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) è congegnato e strutturato per realizzare le funzioni di seguito indicate:

- acquisizione di immagini da telecamere installate a sorveglianza dell'area esterna al fabbricato tecnologico;
- allarmabilità delle telecamere;
- registrazione delle immagini;
- configurazione delle immagini da registrare (selezioni cicliche, selezioni individuali a seguito di allarmi, etc.);

invio delle immagini provenienti da una telecamera selezionata al Sistema di Supervisione Integrato:

- telecomando del sistema di registrazione (DVR) da parte dell'operatore del Centro di Controllo, per consentire il recupero e l'invio delle immagini memorizzate relative ad una determinata telecamera, con ricerca basata su appuntamenti temporali, su eventi di allarme, su indirizzamento individuale;
- interfacciamento con l'impianto di rivelazione incendi e antintrusione locali.

In particolare, il software di gestione dell'impianto di videosorveglianza dovrà permettere la visualizzazione, il controllo, il settaggio e le funzioni di interpretazione delle immagini dalle Postazioni Client e dovrà possedere i seguenti requisiti minimi:

- attivazione o spegnimento immediato e manuale della registrazione video;
- risoluzione settabile dello streaming video in registrazione e in visualizzazione da QCIF, CIF, 2CIF, 4CIF per singola telecamera;
- velocità di registrazione fino a 25 Fps;
- play back delle sequenze video registrate tramite ora e giorno nel formato mese/gg/hh/mm/ss;
- zoom digitale di una immagine;
- esportazione e salvataggio di una singola immagine sia in formato JPEG che bitmap;
- possibilità di convertire i file video in formato *.AVI e di esportarli registrandoli su DVD o altro supporto;
- archiviazione continua, su motion detection o su attivazione immediata;
- settaggio del numero di giorni per cui mantenere le registrazioni per singola camera;

- settaggio di durata della registrazione di pre-post allarme per singola telecamera;
- settaggio zone di motion detector e sensibilità per singola camera;
- settaggio Privacy Zone;
- settaggio e gestione dei parametri video (es. qualità, velocità, ecc.) per la visualizzazione e registrazione per singola telecamera;
- configurazione della cifratura video.

Tutte le immagini acquisite devono essere titolate con dati identificativi programmabili (ad esempio nome del locale/zona monitorato, numero telecamera, etc..) e dati orari.

La configurazione dei parametri di funzionamento delle apparecchiature deve essere possibile sia localmente (DVR) che da remoto tramite il PC.

L'impianto dovrà essere previsto per funzionamento 24 ore su 24 e strutturato per consentire una agevole esecuzione di modifiche in modo da adattarsi a nuove configurazioni delle aree da sorvegliare.

Le apparecchiature installate devono:

- consentire una facile accessibilità ai loro componenti (schede, alimentatori, etc..) ed una facile sostituzione degli stessi a fronte di un guasto;
- avere dimensioni contenute, soddisfare i più avanzati requisiti ergonomici ed essere ad alta modularità al fine di consentire un'ampia configurabilità hardware ed in modo da consentirne l'espandibilità per eventuali implementazioni di nuove funzioni;
- richiedere una limitata manutenzione preventiva ed una semplice manutenzione correttiva in modo da consentirne l'effettuazione anche da personale non altamente specializzato.

Tutti gli apparati devono operare correttamente ad una temperatura compresa tra 5° e 40°C, con umidità relativa tra 20 e 90% senza condensazione; per tutti gli apparati deve inoltre essere consentita una temperatura di immagazzinamento compresa tra -20 e +50°C.

Le apparecchiature dedicate alla gestione dei telecomandi e dei telecontrolli sicuri devono soddisfare tutti i requisiti citati nella presente relazione in aggiunta a tutti quelli richiesti dalle corrispondenti norme CENELEC.

Gli impianti di videosorveglianza (TVCC) devono svolgere una supervisione diagnostica locale monitorando costantemente le condizioni di funzionamento di tutte le rispettive sezioni, comprendendo anche le unità di ripresa (o gruppi di essi) e trasferendo tutte le necessarie informazioni alle funzioni di diagnostica del sistema per le successive elaborazioni e segnalazioni.

Le immagini saranno archiviate su DVR e trasmesse al Centro di Controllo tramite l'impianto di gestione della tratta.

La funzione di gestione e archiviazione di eventi, allarmi, immagini, dati derivanti dal sistema di security sarà garantita da un sistema hardware e software locale dedicato.

Il sistema hardware deve avere i seguenti requisiti minimi:

- Architettura modulare
- Case Rack Mount
- Porta Ethernet: 1 011 0011 000 Mb
- Processore dual core ad alta velocità

- Tecnologia disk drive SCSI (SAS)
- 2 GB RAM espandibile
- Alta disponibilità con l'uso di controller RAID con cache mirrored
- Backup su DVD-RW
- Backup su disco rimovibile di capacità minima adeguata a contenere almeno le ultime 6 ore di registrazione immagini
- Scheda dedicata per management remoto
- Disk drive, alimentatori e moduli di raffreddamento ridondati Hot-pluggable
- frame per secondo: minimo 25;
- risoluzione minima immagine: 4CIF (720 x 576 pixels)
- numero di ore di registrazione: 168

Le immagini saranno registrate in maniera continuativa oppure su movimento, cioè nell'attimo in cui la scena inquadrata dalla telecamera subisce una variazione significativa. Il livello di sensibilità al movimento è configurabile per ogni telecamera via software.

La registrazione deve contenere tutti i dati relativi alla telecamera registrata ed agli orari di registrazione.

La registrazione delle immagini dovrà essere effettuata in modo continuo, sovrascrivendo di volta in volta le immagini più vecchie.

Deve essere possibile abilitare alla registrazione solo alcune delle telecamere presenti ed anche definire delle fasce orarie di attivazione della registrazione.

Sarà inoltre possibile abilitare o disabilitare completamente la registrazione.

Il sistema TVCC deve essere dotato di un video analisi di tipo avanzato, implementato su server locale dedicato, che consenta di:

- Rilevare gli accessi da parte di persone e/o mezzi estranei (autovetture e altro);
- evitare allarmi indebiti, come quelli causati dal passaggio di animali di taglia medio-piccola;
- discriminare con assoluta certezza mezzi e persone;
- rilevare l'accesso di persone anche in contemporanea al transito di mezzi di qualsiasi dimensione e velocità;
- discriminare direzione e verso del movimento.

Grazie alla funzione di motion detection l'operatore del sistema deve potere:

- selezionare il livello di movimento necessario ad attivare un determinato allarme;
- selezionare i blocchi dell'immagine che il sensore di movimento deve ignorare (riducendo al minimo il numero di falsi allarmi);
- impostare diverse configurazioni di rilevamento del movimento per ogni telecamera (es. zone di motion detection diverse in base all'orario diurno/notturno);
- settare fino a 4 aree di rilevamento per ogni inquadratura.

Il software di analisi deve:

- essere dotato di un sistema che analizza i movimenti del campo di ripresa ed elimina i blocchi caratterizzati da movimenti regolari;
- tener conto dei fenomeni di attenuazione1aumento di illuminazione, ombre e cambiamenti di insolazione;
- avere filtri per evitare falsi allarmi in condizioni di pioggia, neve e nebbia.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) dovrà permettere il telecomando del sistema di videoregistrazione da parte del Centro di Controllo, per consentire il recupero e l'invio in remoto delle immagini memorizzate relative ad una determinata telecamera, con ricerca basata su appuntamenti temporali o su eventi di allarme.

Localmente sarà possibile effettuare la ricerca immagini con gli stessi criteri ed il salvataggio delle stesse dai dispositivi di memoria di massa del DVR su supporto mobile di adeguata capacità.

Su ogni Postazione di gestione saranno richieste le seguenti prestazioni minime:

- visualizzazione contemporanea di almeno 5 immagini live con una velocità di 25 Fps, o di altrettante mappe/cartine planimetriche o schematiche dell'impianto;
- visualizzazione delle immagini e/o mappe in ciclata (a singola o multi immagine);
- possibilità di rivedere un'immagine appena registrata o vista contemporaneamente alla visualizzazione live della stessa sequenza; visualizzazione e gestione delle sequenze video (gruppi di telecamere) durante la visualizzazione live;
- visualizzazione real-time storico lista eventi e allarmi.

Per garantire idonei livelli di flessibilità, configurabilità ed apertura dell'impianto di videosorveglianza (TVCC) si è fatto ricorso ad una unità di controllo basata su tecnologia a microprocessore, da interfacciare con i vari elementi di sistema necessari per la realizzazione delle funzioni previste.

La centrale di controllo (DVR) e tutti gli altri elementi di sistema sono installati in armadio metallico attrezzato e cablato che deve ospitare anche le morsettiere per attestamento, sezionamento e protezione di tutti i cavi di alimentazione, segnali video e segnali dati.

La programmazione locale avviene tramite impiego di terminale di servizio portatile da collegare in sede di configurazione e/o di manutenzione del sistema e da apposita consolle integrata nell'armadio di contenimento degli apparati TVCC.

La centrale è predisposta per gestire i segnali di tutte le telecamere e dell'unità di registrazione, garantendo comunque margini di espandibilità.

Le telecamere sono di tipo a colore in versione da esterno e saranno inserite in opportuna custodia in lamiera di acciaio trattata e verniciata, con elevata resistenza a shock, vibrazioni, campi magnetici, intemperie e agenti atmosferici (grado di protezione minimo IP54).

Tutte le telecamere esterne al fabbricato sono di tipo fisso, montate su staffe orientabili per installazione a parete o a soffitto, dotate di sistema di indirizzamento individuale.

A tutte le telecamere installate è associata una sorgente di illuminazione ad infrarosso, la cui attivazione sarà comandata a seguito di eventuale condizione di allarme o di rilevamento di movimento. La rimozione del filtro IR in fase di ripresa sarà automatica, per garantire una migliore definizione della scena inquadrata nelle condizioni di illuminazione al momento presenti.

Ogni telecamera è provvista di elemento di ripresa allo stato solido (CCD) di alta qualità che garantisce nel tempo assoluta stabilità ed elevato standard di immagine con sensore da 1/3". L'interfaccia di rete Ethernet consente il collegamento di più telecamere ad uno o più switch che provvederanno ad instradare le informazioni sull'anello di rete di fermata, costituito da un cavo a 16 fibre ottiche MM.

Le telecamere sono dotate di ottica asferica, autofocus, apertura diaframma f1.2, autoshutter, autoiris, varifocal.

Gli obiettivi sono di tipo standard, con lenti antiriflesso, fuoco manuale e diaframma automatico per adattarsi alle diverse condizioni di illuminazione diurna e notturna delle aree sorvegliate. La regolazione del fuoco è fatta in sede di installazione dell'impianto. Possono essere fornite ottiche con focale variabile o ottiche con focali differenti per meglio adattarsi alle scene da inquadrare.

Le telecamere devono essere conformi alla normativa CEI 79-2.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) è alimentato a partire da una linea a 230 V c.a. per i dispositivi di centrale.

PROGETTAZIONE ATI:

8. IMPIANTO ANTINCENDIO

8.1 GENERALITA'

Per le gallerie di lunghezza superiore a 500m viene previsto di installare un impianto antincendio ad acqua, con idranti UNI 45 lungo tutte le gallerie, eseguito in conformità alle norme UNI 10779, per quanto applicabili al caso specifico, e secondo UNI 9490 per la centrale di pressurizzazione.

L'alimentazione della rete antincendio per la galleria sarà derivata dalla centrale ubicata all'interno del fabbricato tecnologico.

8.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E RACCOMANDAZIONI

Per il progetto dell'impianto antincendio si fa riferimento ai seguenti riferimenti legislativi, normativi e raccomandazioni :

- D.M. del 10.03.1998, “ Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”;
- Norme UNI 10779 “Reti idranti – progettazione, installazione ed esercizio”;
- Norme UNI 9795, “Sistema fissi automatici di rivelazione, segnalazione manuale ed allarme incendi”;
- Norme UNI 11292, “Centrali di pressurizzazione impianti idrici antincendio”;
- ANAS Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali dicembre 2009.
- Commissione ex L. 226/99 art. 8bis : Primo piano di intervento per la sicurezza nelle gallerie stradali “Linee guida per i piani di adeguamento funzionale delle gallerie – Metodologia di classificazione funzionale delle gallerie stradali ed autostradali”.
- Ministero LL.PP., circolare 06/12/1999, n. 7938 : “Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano materiali pericolosi”.
- AICPR Association mondiale de la Route – Comité AIPCR des tunnels routiers : “Maitrise des incendies et des fumées dans les tunnel routiers » - ed. 1999.

Nella fattispecie per il dimensionamento dell'impianto antincendio si fa riferimento a :

- UNI 9490 – Apparecchiature per estinzione incendi : Alimentazioni idriche per impianti automatici antincendio.
- UNI 802 – Apparecchiature per estinzione incendi : Prospetto dei tipi unificati.
- UNI 804 – Apparecchi per estinzione incendi : Raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI 810 – Apparecchiature per estinzione incendi : Attacchi a vite
- UNI 813 – Apparecchiature per estinzione incendi : Attacchi a madrevite.
- UNI 8863 – Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato filettabili secondo UNI-ISO 7/1.

- UNI 9485 – Apparecchiature per estinzione incendi : idranti a colonna soprasuolo di ghisa.
- NFPA 13 – Standard for the installation of sprinkler systems; 1996 edition.
- NFPA502 – Standard for Road Tunnels, Bridges, and other Limited Access Highways; 1998 Edition.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio relative ai minimi di sicurezza per gallerie della Rete Stradale Transeuropea. Bruxelles – Aprile 2004.

8.3 CENTRALI ANTINCENDIO DI POMPAGGIO

La centrale antincendio di pompaggio è disposta in corrispondenza dell'imbocco della Galleria in prossimità del locale tecnologico.

8.4 RETE DI DISTRIBUZIONE IMPIANTO A IDRANTI

Lungo la galleria verranno installati, ad una distanza di circa 150 m l'uno dall'altro, idranti UNI 45 idonei per erogazione di 120 l/1' cad.1 e idranti UNI 70 idonei per erogazione di 300 l/1' cad.1 con una pressione minima residua di 0,2 Mpa bar allo sbocco per idranti UNI 45 e 0,4 Mpa per idranti UNI 70. l'impianto dovrà garantire il funzionamento simultaneo di n°4 idranti UNI 45 e n°1 idrante uni 70 per una durata di 120 minuti.

All'esterno delle fornici, in prossimità dell'imbocco e dello sbocco, in appositi pozzetti con chiusino in ghisa carrabile, segnalati, verranno installati due idranti sottosuolo UNI 70, piede DN 110/125/160, ed un attacco doppio motopompa UNI 70, con corpo DN110/125/160, completo di valvole di sicurezza e valvole di ritegno con attacco UNI 70 per motopompa.

Gli idranti sottosuolo e soprasuolo saranno montati su piede di appoggio a gomito in ghisa, a loro volta fondati su blocco di cls magro dim. circa 50x50x50 cm.

Attorno agli idranti sarà posto, a tutta altezza dal fondo del basamento in cls, uno strato di ghiaia drenante, per consentire lo scarico antigelo dell'idrante stesso.

Gli idranti sottosuolo saranno contenuti in pozzetti in ghisa carrabile, con chiusino ovale con chiave unificata e colorati di rosso per la chiara individuazione.

I pozzetti saranno poggiati su strato di cls magro altezza circa 10 cm.

Gli idranti UNI 45 saranno sistemati in cassette in lamiera verniciata, colore rosso, tipo da esterno, ad antina vetrata con vetro tipo safe crash, dimensioni minime 370 x 630 x 200 mm; ogni cassetta è completa di rubinetto idrante UNI 45x1½", lancia a tre effetti in vetron con bocchello da 14 mm, manichetta in nylon gommato di tipo approvato, lunghezza 25 m., conformi alle norme UNI EN 671/2 e UNI 9487.

Gli idranti in galleria (UNI 45) posti all'interno degli armadietti S.O.S sono segnalati a mezzo di cartelli luminosi secondo quanto richiesto dalla normativa. La fornitura e l'installazione dei cartelli è contemplata in altra parte di questo progetto (segnaletica).

La tubazione di alimentazione degli idranti sarà in PE AD PN16, con diametro esterno 125mm costante.

Le giunzioni fra tronco e tronco lungo la tubazione principale in PEAD saranno eseguite mediante saldatura per elettrofusione. Le derivazioni verso gli apparecchi di erogazione (idranti UNI 70) e di intercettazione (valvole in ghisa a vite esterna) lungo la tubazione in PEAD saranno eseguite mediante giunzione mobile con cartella, flangia libera e guarnizione per il collegamento della tubazione in PEAD con la tubazione in acciaio. La tubazione in acciaio alimenterà gli idranti UNI 70 e gli attacchi per gruppo motopompa.

Le derivazioni dalla tubazione PEAD verso le cassette UNI 45 saranno eseguite con presa a staffa in ghisa sferoidale PN16.

Ogni derivazione sarà ispezionabile mediante pozzetto in cls con chiusino carrabile in ghisa delle dimensioni di 60 x 60 x 60 cm.

Il diametro minimo da utilizzare per le tubazioni in acciaio di alimentazione delle cassette UNI 45 sarà di 2" e 3" per quelle con UNI70; il collegamento alle cassette è di 1½".

Le tubazioni di derivazione per l'alimentazione delle singole utenze verranno eseguite in tubo di acciaio nero, UNI 8863 serie media, verniciate con due mani di antiruggine di diverso colore e due mani di smalto oleosintetico di colore rosso e protette con guaina bituminosa nei tratti interrati od incassati.

La tubazione in PEAD correrà interrata al di sotto dell'impalcato stradale ad una profondità compresa fra 0,8 ed 1m all'esterno ed a ~ 0,6÷0,8 m all'interno della galleria e sarà chiusa ad anello fra gli imbocchi e gli sbocchi dei due fornici. Essa sarà dotata di valvole di intercettazione lungo l'anello, onde consentirne l'intercettazione per tronchi in caso di interventi. Le valvole saranno del tipo in ghisa a vite esterna e saranno idoneamente segnalate. Le valvole saranno installate agli imbocchi dei fornici, negli ampliamenti, ed agli sbocchi dei fornici.

La soluzione ad anello prevista rende possibile l'alimentazione con acqua di ogni tronco della tubazione in ciascun fornice, anche in caso di rottura della tubazione, con l'intercettazione del tratto interessato.

Nei punti alti della condotta saranno installate valvole per lo sfiato dell'aria e valvola anticolo d'ariete.

Le valvole di sfiato aria consentiranno la fuoriuscita dell'aria durante il riempimento dell'impianto e l'ingresso dell'aria nella condotta durante lo svuotamento.

Nei punti bassi della condotta, per ogni tratto in cui la stessa sarà suddivisa, saranno installate valvole a vite esterna che consentiranno il completo svuotamento dell'impianto attraverso appositi pozzetti di drenaggio.