

S.F.T.R.F. S.A.
Société Française du Tunnel du Fréjus
S.I.T.A.F. S.p.A.
Società Italiana Traforo Autostradale Fréjus

TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS
GALLERIA DI SICUREZZA
TUNNEL ROUTIER DU FREJUS
GALERIE DE SECURITE

PROGETTO DEFINITIVO 2006
PROJET 2006

ALIMENTAZIONE ELETTRICA / ALIMENTATION
ELECTRIQUE

Disciplinare descrittivo e prestazionale / Cahier des
charges

LOMBARDI SA
INGENIEURS-CONSEILS



INDICE

	pagina
1. INTRODUZIONE	1
1.1 Oggetto	1
1.2 Scopo	1
2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	2
2.1 Tipologia e qualità delle apparecchiature	2
2.2 Fornitura impianti	2
2.3 Celle HT	3
2.3.1 Generalità	3
2.3.2 Sicurezza del personale	3
2.3.3 Caratteristiche elettriche e meccaniche	3
2.3.4 Cella interruttore SF6 motorizzato con relè indiretti	4
2.3.5 Cella interruttore SF6 con relè indiretti	5
2.3.6 Cella protezione trasformatore	6
2.3.7 Cella protezione 3 KV	7
2.3.8 Cella misure	8
2.3.9 Analizzatori di rete	9
2.4 Trasformatori	9
2.4.1 Generalità	9
2.4.2 Trasformatori 20/0.4 kV e 20/0.69 kV	10
2.4.3 Trasformatori 20/3 kV	11
2.4.4 Autotrasformatori 15/20 kV	12
2.5 Quadri elettrici BT	12
2.5.1 Generalità	12
2.5.2 Caratteristiche principali	13
2.5.3 Interruttori automatici	14
2.5.4 Contattori	14
2.5.5 Relè di protezione	15
2.5.6 Trasformatori di corrente e di tensione	15
2.5.7 Limitatori di sovratensione	15
2.5.8 Circuiti ausiliari	16
2.5.9 Strumentazione	16
2.5.10 Conduttori	16
2.5.11 Morsetti di connessione	16
2.5.12 Accessori	17
2.6 Gruppi di continuità (UPS)	17

2.7	Cavi elettrici HT e accessori	19
2.8	Cavi elettrici BT	20
2.9	Accessori	20
2.10	Impianto di terra	21
3.	CONDIZIONI D'INSTALLAZIONE	22
3.1	Generalità	22
3.2	Coordinazione	22
3.3	Accesso al cantiere	23
3.4	Lavori in galleria	23
3.5	Lavori nel traforo	24
4.	PRESCRIZIONI	24
4.1	Documentazione	24
4.1.1	Fase preparatoria alla fornitura	25
4.1.2	Fase preparatoria all'installazione	25
4.1.3	Fase successiva all'installazione	25
4.2	Etichettatura	26
4.3	Prove	26
4.3.1	Prove prima dell'esecuzione	26
4.3.2	Prove dopo l'esecuzione	27
4.4	Accettazione dei lavori	27
4.5	Prescrizioni particolari	27
4.5.1	Smaltimento PCB	27
4.5.2	Allacciamento ENEL	28
5.	GARANZIE	28
6.	PARTI DI RICAMBIO	28

TABLES DES MATIERES

	page
1. INTRODUCTION	30
1.1 Objet	30
1.2 But	30
2. CARACTERISTIQUES DES MATERIELS	31
2.1 Typologie et qualité des appareils	31
2.2 Fourniture équipement	31
2.3 Cellules HT	32
2.3.1 Généralités	32
2.3.2 Sécurité du Personnel	32
2.3.3 Caractéristiques électriques et mécaniques	33
2.3.4 Cellule avec interrupteur SF6 motorisé et relais indirects	33
2.3.5 Cellule avec interrupteur SF6 et relais indirects	34
2.3.6 Cellule de protection transformateur	35
2.3.7 Cellules de protection 3 KV	36
2.3.8 Cellules de mesure	38
2.3.9 Analyseurs de réseau	38
2.4 Transformateurs	39
2.4.1 Généralités	39
2.4.2 Transformateurs 20/0.4 kV et 20/0.69 kV	40
2.4.3 Transformateurs 20/3 kV	41
2.4.4 Auto-transformateurs 15/20 kV	42
2.5 Tableaux électriques BT	42
2.5.1 Généralités	42
2.5.2 Caractéristiques principales	43
2.5.3 Interrupteurs automatiques	44
2.5.4 Contacteurs	44
2.5.5 Relais de protection	44
2.5.6 Transformateurs de courant et de tension	45
2.5.7 Limiteurs de surtension	45
2.5.8 Circuits auxiliaires	45
2.5.9 Instrumentation	46
2.5.10 Conducteurs	46
2.5.11 Borniers de connexion	46
2.5.12 Accessoires	46
2.6 Onduleurs (UPS)	47

2.7	Câbles électriques HT et accessoires	49
2.8	Câbles électriques BT	49
2.9	Accessoires	50
2.10	Installation de terre	51
3.	CONDITIONS D'INSTALLATION	52
3.1	Généralités	52
3.2	Coordination	52
3.3	Accès au chantier	53
3.4	Travaux dans la galerie	53
3.5	Travaux dans le tunnel	53
4.	PRESCRIPTIONS	54
4.1	Documentation	54
4.1.1	Phase préparatoire à la fourniture	54
4.1.2	Phase préparatoire à l'installation	55
4.1.3	Phase suivante à l'installation	55
4.2	Etiquetage	55
4.3	Essais	56
4.3.1	Essais avant l'exécution	56
4.3.2	Essais après l'exécution	56
4.4	Acceptation des travaux	57
4.5	Prescriptions particulières	57
4.5.1	Ecoulement PCB	57
4.5.2	Liaison ENEL	58
5.	GARANTIES	58
6.	PIECES DE RECHANGE	58

1. INTRODUZIONE

1.1 Oggetto

Il traforo autostradale del Fréjus collega il Piemonte con la Savoia (Bardonecchia - Modane), sull'asse Torino - Lione. La circolazione si svolge in maniera bi-direzionale su una larghezza carrabile di 9 metri e una lunghezza di 12'868 metri. La galleria di sicurezza parallela sarà realizzata ad una distanza di ca. 50 m dal traforo autostradale. Un totale di 34 rifugi saranno realizzati (in media uno ogni 367 m) tra il traforo e la galleria.

Nell'ambito della costruzione galleria di sicurezza è prevista la realizzazione dell'impianto di alimentazione elettrica per i fabbisogni della galleria di sicurezza e del traforo. Gli impianti oggi esistenti nei PHT del traforo saranno trasferiti verso le nuove stazioni tecniche.

1.2 Scopo

Il presente documento ha lo scopo di indicare le prescrizioni per la realizzazione dell'impianto di alimentazione in oggetto.

Tali prescrizioni non dovranno essere in alcun caso considerate limitative al corretto espletamento dell'oggetto di fornitura: l'Appaltatore provvederà ad effettuare attività complementari considerate necessarie per assicurare miglioramenti nella qualità del prodotto.

Il presente disciplinare integra ma non sostituisce tutti i requisiti di Legge che possono essere di più rigorosa applicazione.

Vengono inoltre richiamati i disegni, gli schemi e la relazione tecnica alle quali attenersi nella costruzione ed esecuzione dei lavori.

2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.1 Tipologia e qualità delle apparecchiature

Tutte le apparecchiature ed i materiali che saranno impiegati nei lavori, dovranno corrispondere a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia, ed essere conformi per metodologia di fabbricazione, qualità e prestazioni, alle specifiche tecniche ed al complesso di Norme CEI, IEC, UNI, UNEL e NF.

Tutte le apparecchiature elettriche ed i materiali impiegati, sia che costituiscano parte di un assemblaggio complesso o che siano utilizzate in modo autonomo, dovranno essere dotate, dove applicabile, di Marchio IMQ o altro equivalente del Paese di origine; se soggette alle direttive BT dovranno inoltre disporre di marcatura CE.

Le apparecchiature dovranno essere prodotte in regime di qualità UNI ISO 9001 e dovranno, comunque, essere della migliore qualità reperibile in commercio in funzione alla loro specifica destinazione d'uso e in conformità alle specifiche tecniche di seguito descritte.

2.2 Fornitura impianti

La fornitura dell'impianto d'alimentazione oggetto del presente disciplinare dovrà essere del tipo "chiavi in mano" e pertanto saranno a carico dell'Appaltatore tutte le attività necessarie per rendere l'impianto perfettamente funzionante e completo in ogni sua parte, comprensivo quindi di celle HT, trasformatori, quadri BT, gruppi di continuità, cavi HT e cavi BT.

Il materiale impiegato deve essere identico ed uniforme per l'insieme della fornitura. Eventuali differenze rispetto alle specifiche devono essere espressamente segnalate nell'offerta.

2.3 Celle HT

2.3.1 Generalità

Le celle HT dovranno essere eseguite in accordo alle prescrizioni degli Enti Distributori e delle norme di riferimento CEI 17-6 fascicolo 388 e IEC 298.

Gli interruttori di manovra-sezionatori impiegati devono essere rispondenti alle norme Italiane CEI 17-9 /1 e CEI 17-4 e alle norme internazionali IEC 265 -1 e IEC 129.

2.3.2 Sicurezza del personale

Deve essere garantita da una serie di blocchi meccanici, rispondenti alle norme CEI 17-6 ed IEC 298, che impediscano ogni possibilità di errate manovre.

Il funzionamento dei blocchi meccanici è pilotato da un interruttore di manovra-sezionatore che può assumere 3 posizioni: chiuso, aperto e messo a terra.

Gli indicatori di posizione devono essere azionati direttamente dall'albero principale come previsto dal DM del 27/03/98 e dalla variante V3 della norma CEI 17.4.

Potendo assumere l'interruttore di manovra-sezionatore 3 posizioni (chiuso, aperto e messo a terra), deve essere assicurato in ogni condizione l'interblocco fra la posizione di linea e di terra, garantendo nel contempo la sicurezza assoluta.

L'apertura della portella di accesso alla cella linea deve essere possibile solo con il sezionatore in posizione di messo a terra.

L'interruttore di manovra-sezionatore deve essere bloccato nella posizione di terra quando la portella è aperta.

Nessun organo meccanico può essere movimentato, ciò per garantire la separazione fra la cella sbarre e la cella interruttore.

Un sezionatore di terra deve essere previsto sia a monte che a valle dei fusibili o dell'interruttore in SF6.

2.3.3 Caratteristiche elettriche e meccaniche

– Tensione nominale	24 kV;
– Tensione d'esercizio	20 kV;
– Corrente nominale sbarre principali	630 A;
– Corrente termica simmetrica di c.c. per 1 sec	16 kA;

– Corrente dinamica di picco	40 kA;
– Altezza del quadro	1950 mm;
– Grado di protezione involucro esterno	IP30;
– Grado di protezione interno	IP20;
– Colore	RAL7030;
– Trattamento superficie delle sbarre	Ravvivate;
– Ricopertura delle sbarre	Nude;
– Tensione circuiti ausiliari	230 Vac.

2.3.4 Cella interruttore SF6 motorizzato con relè indiretti

La cella interruttore motorizzato dovrà essere composta dalle seguenti apparecchiature:

1 Sezionatore in SF6 avente le seguenti caratteristiche:

– Tensione nominale	24 kV;
– Corrente nominale	630 A;
– Corrente termica di c. c. per 1 sec.	16 kA.

provvisto di:

- Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali;
- Blocco a chiave su comando linea, chiave libera in chiuso;
- Blocco a chiave su comando terre, chiave libera in chiuso.

3 Isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione sul cavo in arrivo, completi di segnalatore montato sul fronte dello scomparto.

1 Interruttore in SF6 avente le seguenti caratteristiche:

– Tensione nominale	24 kV;
– Corrente nominale	630 A;
– Potere di interruzione simmetrico riferito alla Vn	16 kA;

provvisto di:

- Comando a mano molle prevaricate;
- Bobina di apertura 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Bobina di chiusura 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Bobina di minima tensione 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Blocco a chiave estraibile ad interruttore aperto;
- Spina e presa per i circuiti ausiliari;

- Carrello di scorrimento con ruote;
- Motoriduttore per comando motorizzato;
- Comando elettrico 230 Vac di chiusura ed apertura a distanza;
- Riduttori di corrente classe 24 kV, rapporto 50-100/5 A.

1 Cassonetto porta strumenti superiore.

1 Relè di massima corrente a microprocessore per protezioni 50-51-51N con display alfanumerico e uscita seriale. Il relè dovrà essere completo delle protezioni 67-67N per le celle dei quadri HT di ricezione EDF (nel PHT21) ed ENEL (nel PHT22).

1 Riduttore di corrente toroidale diametro 110 mm.

1 Illuminazione interna.

1 Resistenza anticondensa.

2.3.5 Cella interruttore SF6 con relè indiretti

La cella interruttore dovrà essere composta dalle seguenti apparecchiature:

1 Sezionatore in SF6 avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 24 kV;
- Corrente nominale 630 A;
- Corrente termica di c. c. per 1 sec. 16 kA.

provvisto di:

- Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali;
- Blocco a chiave su comando linea, chiave libera in chiuso;
- Blocco a chiave su comando terre, chiave libera in chiuso.

3 Isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione sul cavo in arrivo completi di segnalatore montato sul fronte dello scomparto.

1 Interruttore in SF6 avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 24 kV;
- Corrente nominale 630 A;
- Ootere di interruzione simmetrico riferito alla Vn16 kA.

Provvisto di:

- Comando a mano molle prevaricate;
- Bobina di apertura 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Bobina di minima tensione 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Blocco a chiave estraibile ad interruttore aperto;
- Spina e presa per i circuiti ausiliari;
- Carrello di scorrimento con ruote;
- Riduttori di corrente classe 24 kV, rapporto 50-100/5 A.

1 Cassonetto porta strumenti superiore.

1 Relè di massima corrente a microprocessore per protezioni 50-51-51N con display alfanumerico e uscita seriale.

1 Riduttore di corrente toroidale diametro 110 mm.

1 Illuminazione interna.

1 Resistenza anticondensa.

2.3.6 Cella protezione trasformatore

La cella di protezione trasformatore dovrà essere composta dalle seguenti apparecchiature:

1 Sezionatore in SF₆ sotto carico avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 24 kV;
- Corrente nominale 630 A;
- Corrente termica di c.to c.to per 1 sec. 16 kA.

Completo di:

- Comando a molle prevaricate;
- Portafusibili con dispositivo apertura a fusione fusibile;
- Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali;
- Bobina di apertura 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Bobina di minima tensione 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Blocco a chiave su comando terre, chiave libera in chiuso;
- Blocco a chiave su comando linea, chiave libera in aperto;

- Bobina di apertura 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- Bobina di minima tensione 230 Vac con contatti ausiliari disponibili;
- 3 isolatori capacitivi per il rilievo di presenza tensione completi di segnalatore montato sul fronte dello scomparto;
- 1 illuminazione interna;
- 1 resistenza anticondensa;
- 1 cassetto porta strumenti superiore;
- 3 riduttori di corrente classe 24 kV, rapporto 100/5-5 A;
- 3 amperometri analogici.

Scomparto contenimento TV, avente le seguenti caratteristiche:

- Sistema di sbarre corrente nominale 630 A;
- 1 illuminazione interna;
- 1 resistenza anticondensa;
- 1 cassetto porta strumenti superiore;
- 3 trasformatori di tensione TV a 3 secondari;
- 1 contatore di energia attiva trifase.

2.3.8 Cella misure

La cella misure prevista per i quadri HT di ricezione EDF (nel PHT21) ed ENEL (nel PHT22) dovrà essere composta dalle seguenti apparecchiature:

1 Sezionatore in SF6 avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 24 kV;
- Corrente nominale 630 A;
- Corrente termica di c. c. per 1 sec. 16 kA;

Provvisto di:

- Lame di terra inferiori interbloccate con le lame principali;
- Base portafusibile tripolare per fusibili DIN;

3 Fusibili di media tensione da 2A.

3 Riduttori di tensione in resina epossidica 24 kV, con segnali secondari riportati in morsettiera.

1 Cassetto porta strumenti superiore.

1 Illuminazione interna.

1 Resistenza anticondensa.

2.3.9 *Analizzatori di rete*

E' previsto un monitoraggio delle principali grandezze elettriche per ogni stazione tecnica, che verrà effettuato mediante un analizzatore di rete da installare e cablare nel cassonetto di una delle celle HT previste in ogni ST.

L'analizzatore di rete dovrà rendere disponibili in tempo reale le seguenti grandezze:

- Tensione di fase e concatenata;
- Corrente di fase;
- Corrente di neutro;
- Frequenza;
- Fattore di potenza (positivo e negativo);
- Potenza attiva, reattiva e apparente;
- Potenza attiva di fase;
- Potenza media e valore massimo della potenza media;
- Distorsione armonica totale per ogni singola tensione;
- Distorsione armonica totale per ogni singola corrente;
- Energia attiva;
- Energia reattiva.

I dati dovranno essere leggibili mediante display a fronte quadro e trasmessi con comunicazione profibus al sistema di Gestione Tecnica Centralizzata GTC.

2.4 **Trasformatori**

2.4.1 *Generalità*

I trasformatori previsti dovranno essere del tipo inglobato in resina ed avere le seguenti caratteristiche:

- Nucleo costituito da lamierino magnetico laminato a freddo isolato da ambo i lati da un sottile rivestimento inorganico;

- Resina, impiegata per incapsulare gli avvolgimenti, del tipo epossidico conforme alla norma CEI 609 ed IEC 726;
- Classe di temperatura del sistema isolante: F (155 °C);
- Sovratemperatura massima: 100 °C;
- Frequenza: 50Hz;
- Collegamenti HT/BT: Dyn11;
- Commutazione: $\pm 2 \times 2,5\%$.

I trasformatori dovranno essere corredati di:

- Sonde termometriche (una per ogni avvolgimento);
- Centralina elettronica di visualizzazione (da installare nel quadro BT);
- Morsettiera di variazione rapporto di trasformazione;
- Golfari di sollevamento;
- Ruote orientabili, ganci di traino, targa dati.

I trasformatori dovranno essere protetti meccanicamente tramite l'impiego di armadi a tetto aperto in acciaio zincato a caldo.

I trasformatori dovranno essere raffreddati mediante una ventilazione forzata garantita da ventilatori tangenziali montati alla base del trasformatore. Il flusso d'aria dovrà venir convogliato sugli avvolgimenti in modo da mantenerli alla temperatura di lavoro prefissata. I ventilatori saranno controllati da un'unità di allarme e controllo.

L'utilizzo di ventilatori tangenziali permette di distribuire l'aria su una superficie superiore ad una velocità più bassa permettendo un miglior raffreddamento degli avvolgimenti primario e secondario del trasformatore, aumentandone la capacità di sovraccarico.

2.4.2 Trasformatori 20/0.4 kV e 20/0.69 kV

I trasformatori previsti con secondario a 400 V e a 690 V dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Tensione primaria: 20 kV;
- Tensione secondaria: 400/230 V - 690/400 V;
- Tensione corto circuito 6 %;

– Potenza nominale:	- 160,250,400,630 kVA (secondario a 400 V); - 1600 kVA (secondario a 690 V);
– Perdite a vuoto (160 kVA):	0.650 kW;
– Perdita a carico (160 kVA):	2.80 kW;
– Perdite a vuoto (250 kVA):	0.80 kW;
– Perdita a carico (250 kVA):	3.80 kW;
– Perdite a vuoto (400 kVA):	1.10 kW;
– Perdita a carico (400 kVA):	5.20 kW;
– Perdite a vuoto (630 kVA):	1.60 kW;
– Perdita a carico (630 kVA):	7.30 kW;
– Perdite a vuoto (1600 kVA):	3.10 kW;
– Perdita a carico (1600 kVA):	13.3 kW;
– Dimensioni LxPxH (160 kVA):	1170x650x1155 mm;
– Dimensioni LxPxH (250 kVA):	1215x650x1200 mm;
– Dimensioni LxPxH (400 kVA):	1290x800x1490 mm;
– Dimensioni LxPxH (630 kVA):	1470x855x1670 mm;
– Dimensioni LxPxH (1600 kVA):	1780x1010x1900 mm;
– Peso 160 kVA:	750 kg;
– Peso 250 kVA:	1000 kg;
– Peso 400 kVA:	1300 kg;
– Peso 630 kVA:	1800 kg;
– Peso 1600 kVA:	3500 kg.

2.4.3 Trasformatori 20/3 kV

Per l'alimentazione della ventilazione del traforo, i trasformatori previsti avranno le seguenti caratteristiche:

– Tensione primaria:	20 kV;
– Tensione secondaria:	3 kV;
– Tensione corto circuito	6 %;
– Potenza nominale:	630, 800, 1000, 1250 kVA;
– Perdite a vuoto (630 kVA):	1.75 kW;
– Perdita a carico (630 kVA):	6.80 kW;
– Perdite a vuoto (800 kVA):	1.95 kW;
– Perdita a carico (800 kVA):	8.20 kW;

– Perdite a vuoto (1000 kVA):	2.40 kW;
– Perdita a carico (1000 kVA):	9.30 kW;
– Perdite a vuoto (1250 kVA):	2.80 kW;
– Perdita a carico (1250 kVA):	10.5 kW;
– Dimensioni LxPxH (630 kVA):	1560x800x1600 mm;
– Dimensioni LxPxH (800 kVA):	1640x800x1670 mm;
– Dimensioni LxPxH (1000 kVA):	1700x950x1760 mm;
– Dimensioni LxPxH (1250 kVA):	1760x950x1850 mm;
– Peso 630 kVA:	2000 kg;
– Peso 800 kVA:	2200 kg;
– Peso 1000 kVA:	2600 kg;
– Peso 1250 kVA:	3050 kg.

2.4.4 Autotrasformatori 15/20 kV

L'adattamento della rete elettrica lato Italia verrà effettuato mediante autotrasformatori aventi le seguenti caratteristiche:

– Tensione ingresso:	15 kV;
– Tensione uscita:	20 kV;
– Potenza nominale :	6300 kVA;
– Tensione corto circuito	4 %;
– Perdite a vuoto:	3.40 kW;
– Perdite a carico:	11.40 kW;
– Dimensioni LxPxH:	1700x1000x2100 mm;
– Peso:	3750 kg.

2.5 Quadri elettrici BT

2.5.1 Generalità

I quadri, le singole apparecchiature ed i componenti dovranno essere realizzati in conformità alle relative norme, assumendo che:

- le condizioni normali di servizio siano quelle previste dalle Norme EN 60439-1 e IEC 439-1;

- le apparecchiature installate e le sbarre siano rispondenti ai valori nominali previsti per i carichi da alimentare;
- le sbarre derivate per l'alimentazione di più circuiti siano riferite alla somma delle correnti nominali dei carichi più il 25% della corrente nominale del carico di maggior corrente nominale;

I quadri saranno di tipo Motor Control Center, predisposti per permettere l'ampliamento su entrambi i lati. Anche le sbarre saranno forate e predisposte per futuri ampliamenti.

Avranno un sistema modulare a cassette estraibili destinati al comando, controllo e protezione delle utenze. Le operazioni di inserzione ed estrazione dei cassette estraibili e l'accessibilità al vano cavi in entrata ed in uscita dovrà essere possibile dal fronte, senza pericolo di contatto con eventuali parti in tensione, per permettere l'installazione del quadro contro parete.

2.5.2 Caratteristiche principali

I materiali dovranno avere caratteristiche adatte al luogo d'installazione, alle condizioni di servizio e di trasporto. Sarà massimizzato l'uso di materiali di serie e normalizzati, reperibili sul mercato.

I quadri dovranno essere costruiti con progetto meccanico, involucro e grado di protezione in accordo alle prescrizioni previste dalla Norma EN 60439-1. In ogni caso dovranno essere garantiti i seguenti gradi di protezione minimi:

- IP 3X: lati verticali; eventuali aperture di aerazione o drenaggio (schermati internamente con reti o lamiere forate per prevenire l'ingresso di insetti);
- IP 4X: lato superiore e superfici non verticali;
- IP 2X: diaframmi interni.

Ogni quadro dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Struttura: autoportante con rinforzi nei punti deboli;
- Fissaggio: su controtelaio a pavimento;
- Involucro: lamiere di acciaio opportunamente trattate e protette;
- Colorazione: RAL 7035;
- Ingresso cavi: dal basso, con piastre asportabili non forate;

- Segregazione: suddivisioni interne con barriere o diaframmi;
- Sbarre: in rame elettrolitico, adatte a sopportare sollecitazioni meccaniche ed elettriche per corto circuito;
- tensione di esercizio: 400-230V 3F+N;
- tensione di isolamento: 1 kV;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- Stato del neutro: francamente a terra (sistema TN-S).

I quadri dovranno essere predisposti per una totale telegestione (contatti puliti in morsettiera per controllo a distanza di interruttori e contattori).

Le apparecchiature di potenza dovranno avere caratteristiche elettriche in accordo alle normative di riferimento. Se non diversamente precisato, avranno il circuito principale con tensione nominale di isolamento almeno pari a quella del quadro, e potere d'interruzione superiore al massimo valore ammissibile della corrente di corto circuito.

2.5.3 Interruttori automatici

Gli interruttori automatici dovranno essere conformi alla Norma EN 60947-2 e previsti con potere d'interruzione di servizio superiore al massimo valore ammissibile della corrente di corto circuito presunta, sia per gli interruttori generali che per quelli secondari di ogni quadro elettrico. Ove previsti, i relè differenziali applicati agli interruttori automatici dovranno essere di tipo a soglia fissa o a tarature regolabili e comprese tra 0,01 e 3A, con tempi di intervento regolabili e compresi tra 0,25 e 5 secondi.

2.5.4 Contattori

I contattori dovranno essere conformi alla Norma EN 60947-4-1. Saranno di tipo in aria e di tipo compatto. La tensione di rilascio della bobina in c.a. non dovrà essere superiore al 65% e non inferiore al 30% della tensione nominale.

2.5.5 Relè di protezione

I relè di protezione dovranno essere conformi alla Norma IEC 255, mentre quelli integrati con gli interruttori automatici saranno rispondenti alle Norme EN 60947-2. I relè termici diretti di sovraccarico saranno bimetallici, tripolari, provvisti di protezione contro la mancanza di fase ed al ripristino manuale. Dovranno essere regolabili mediante dispositivo graduato ed operare almeno su un contatto in scambio. L'intervento a regime termico (a caldo) dovrà avvenire approssimativamente per valori di corrente maggiori o uguali a $\frac{1}{4}$ del corrispondente valore di intervento a freddo, cioè con relè a temperatura ambiente.

2.5.6 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente (TA) dovranno essere conformi alla Norma IEC 185 e quelli di tensione (TV) alla Norma IEC 186. Dovranno avere tensione nominale di isolamento e di funzionamento uguale a quella del quadro; saranno di tipo incastolato con isolamento in aria o resina.

I trasformatori di corrente dovranno essere adatti a resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche relative alla tenuta al corto circuito del quadro.

2.5.7 Limitatori di sovratensione

Sia i circuiti di potenza sia quelli elettronici e di telecomunicazione dovranno essere protetti dagli effetti delle sovratensioni di origine atmosferica e di manovra, mediante l'installazione di idonei limitatori.

Tali apparecchiature dovranno essere provviste di dispositivo di distacco (con segnalazione ottica), per disconnettere il limitatore in caso di guasto, e di contatto per tele-segnalazione.

I limitatori, con i relativi fusibili di sezionamento, dovranno essere installati entro apposite cassette omologate in grado di sopportare gli sforzi elettrodinamici in occasione di scariche dirette o ravvicinate.

2.5.8 Circuiti ausiliari

Le alimentazioni ausiliarie dovranno essere a 230 V 50 Hz. Tutte le apparecchiature ausiliarie dovranno essere conformi alla Norma EN 60947-5, adatte per servizio continuo.

Le apparecchiature ausiliarie dovranno avere una tensione nominale di isolamento uguale a quella del sistema elettrico in cui sono inserite; le apparecchiature direttamente derivate dal sistema elettrico di potenza, dovranno avere una tensione di isolamento uguale a quella del quadro.

2.5.9 Strumentazione

Tutta la strumentazione dovrà avere classe di precisione 1,5 o superiore. Dovrà essere adatta per montaggio sul fronte del quadro, in versione da incasso con attacchi posteriori.

2.5.10 Conduttori

La sezione dei conduttori impiegati per la connessione dovrà essere dimensionata in accordo ai valori minimi e massimi prescritti dalla Norma EN 60439-1. In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm²: circuiti di potenza ed amperometrici;
- 1 mm²: connessioni ausiliarie;
- 1 mm²: interconnessioni delle logiche elettroniche di controllo;
- 1,5 mm²: altri conduttori.

2.5.11 Morsetti di connessione

I morsetti di connessione, sia principali che ausiliari, dovranno essere adatti per il tipo e il materiale dei conduttori previsti, con isolante in melanina od altra plastica ad alta intensità, in accordo alle Norme EN 60947-7-1.

I morsetti non facenti parte delle singole apparecchiature dovranno essere di tipo ad elementi componibili montati su profilati normalizzati e raggruppati in morsettiere identificate con un codice riportato su un'apposita targhetta.

2.5.12 Accessori

Ogni quadro dovrà essere dotato di:

- Resistenza anticondensa controllata da termostato;
- Ventilazione interna controllata da termostato;
- Illuminazione interna;
- Golfari di sollevamento;
- Profilati di appoggio ed accessori per il fissaggio;
- Schema elettrico in apposita tasca predisposta;
- Targhe in lastre di materiale plastico autoadesive o fissate con viti e con scritte incise, riportanti:
 - Dati generali (identificativi dl fornitore);
 - Sigla esterna del quadro, ubicata sul fronte;
 - Sigla del circuito o utenza esterna;
 - Sigla dell'apparecchiatura interna o in vista, per ogni apparecchiatura principale e ausiliaria;
 - Raccomandazioni di tipo antinfortunistico.

2.6 Gruppi di continuità (UPS)

I gruppi di continuità previsti dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- Potenza: 30 e 60 kVA;
- Fattore di potenza: 0,98;

Ingresso:

- Tensione di ingresso (30 kVA): 400-230 V 3F+N (+/- 20 %);
- Tensione di ingresso (60 kVA): 400-230 V 3F+N (+/- 15 %);
- Frequenza di ingresso: 50/60 Hz;
- Corrente d'ingresso (30 kVA): 54 A;
- Corrente d'ingresso (60 kVA): 108 A;
- Tolleranza sulla frequenza: +/- 10 %;
- Distorsione corrente ingresso: <= 25%;

Uscita:

- Tensione di uscita: 380/400/415 V 3F+N selezionabili;
- Tolleranza in condiz. dinamiche: -4 % +2 %;
- Distorsione con carico lineare: < 1 %;

- Distors. con carico non lineare: < 6 %;
- Frequenza nominale: 50/60 Hz selezionabile;
- Tolleranza sulla frequenza: +/- 0.01 % in assenza rete;
+/- 1 Hz in presenza rete.

By-pass:

- Automatico: tempo di intervento nullo;
- Manuale: per esclusione UPS in caso di manutenzione.

Batterie:

- Tipo: Pb ermetiche vita attesa oltre 12 anni;
- Autonomia: 120 minuti.

Caratteristiche generali:

- Interfacce: RS232 standard;
- Filtri: per aumentare l'immunità del carico verso fenomeni ambientali di origine elettrica ed elettromagnetica;
- Rendimento complessivo: 92,5 %;
- Grado di protezione: IP21;
- Costituzione: cabinet metallico con ruote;
- Temperatura di funzionam.: 0-40° C;
- Umidità relativa: 95 %;
- Normative di riferimento: EN 55022, EN 60950, EN 50091.

Ogni gruppo di continuità dovrà inoltre garantire le seguenti prestazioni:

- Affidabilità e precisione con microprocessore DSP (digital signal processing) con velocità di elaborazione fino a 20 milioni di dati al secondo;
- Tecnologia ON-LINE a doppia conversione, in accordo alla Norma IEC 62040-3;
- Sistema di ricarica batterie per incremento della durata di vita delle batterie fino al 40 %;
- Tensione di ricarica programmabile in funzione della temperatura;
- Test di verifica programmabile efficienza batterie;
- Protezione contro le scariche profonde;
- Protezione contro le sovratensioni e le sovracorrenti;
- Visualizzazione a display di tutti i parametri elettrici batterie;
- Stabilizzazione perfetta della tensione di uscita (distorsione < 1 %);
- Alimentazione di utenze anche in caso di forti spunti di corrente o per carichi fortemente distorcenti con fattore di cresta 5:1;

- Commutazione istantanea (0 ms) su rete mediante by-pass statico in caso di forti spunti o cortocircuiti a valle dell'UPS;
- Programmazione via software o manualmente per disinibire, in caso di necessità, l'erogazione da inverter;
- Controllabilità totale mediante pannello sinottico e indicazioni luminose;
- Comunicazione remota con scheda di interfaccia per la trasmissione dei principali parametri di funzionamento (porta seriale RS232, contatti puliti per allarme generale, mancanza rete, preallarme batteria scarica, comando di spegnimento di emergenza).

2.7 Cavi elettrici HT e accessori

I cavi elettrici HT dovranno essere di tipo unipolare RG7H1R con isolamento in mescola elastomerica reticolata, aventi le seguenti caratteristiche:

- Conduttori in rame stagnato a corda rotonda compatta, rispondenti alle norme CEI 20-29 classe 2;
- Tensione di isolamento $U_0/U = 12/20$ kV;
- Tensione di esercizio 20 kV;
- Tensione massima 24 kV;
- Schermatura metallica di rame non stagnato;
- Temperatura massima di esercizio 90°C;
- Temperatura massima di cto.cto. 250°C;
- Isolante in gomma di qualità G7 sintetica, a base di HEPR;
- Guaina esterna in PVC di qualità RZ, colore rosso, antiabrasiva a ridotta emissione di HCl;
- Non propagazione dell'incendio a Norma CEI 20-22 II.

I terminali dovranno essere termorestringenti unipolari del tipo per interno in ambiente inquinato e/o con presenza di umidità, corredati di idonei capicorda appositi per tensione di esercizio a 20 kV.

2.8 Cavi elettrici BT

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti in oggetto dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal CEI.

In particolare saranno impiegati:

- Cavi flessibili per energia unipolari e multipolari FTG10(O)M1-RF-31-22 isolati in gomma HEPR ad alto modulo, sotto guaina a base di elastomero reticolato di qualità M1, per tensione di esercizio fino a 1 kV, resistenti al fuoco secondo CEI 20-36 / IEC 331, non propaganti l'incendio e la fiamma secondo CEI 20-22 II e CEI 20-35, con assenza di gas corrosivi in caso d'incendio secondo CEI 20-37 I e CEI 20-38, a ridottissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi secondo CEI 20-37 parti 1, 2 e 3 e CEI 20-38;
- Cavi flessibili per energia e segnalazioni multipolari schermati isolati in gomma, schermatura con due nastri di rame rosso, per tensione di esercizio fino a 1 kV, non propaganti l'incendio secondo CEI 20-22 e CEI 20-37, a ridottissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi secondo CEI 20-37 parti 1, 2 e 3 e CEI 20-38.

La sezione dei cavi dovrà essere dimensionata in funzione dei seguenti parametri:

- Portata dei cavi con riferimento al valore ammesso dalla Norma IEC 364-5-523, dalle Norme CEI UNEL 35024/1 e 35026 e dalla tabella UNEL 35023-70;
- Condizione di posa più restrittiva nello sviluppo della linea;
- Caduta di tensione non superiore al 4%.

Dovrà essere rispettata la colorazione dei conduttori secondo le prescrizioni normative: giallo verde per i conduttori di protezione, blu chiaro per i conduttori di neutro, altri colori per i conduttori di fase.

Nei tratti verticali ed inclinati i cavi dovranno essere fissati alla passerella mediante legatura.

2.9 Accessori

Per la giunzione e derivazione dei cavi dovranno essere impiegati i seguenti sistemi:

- Giunti di derivazione in amalgama di gel con involucro in materiale plastico autoestinguento e non propagante l'incendio, stagni all'immersione in acqua, classe d'isolamento II, connessioni riaccessibili anche dopo lunghi periodi di esercizio.

In alternativa:

- Cassette in materiale metallico con imbocchi a tenuta e morsettiera componibile, grado di protezione minimo IP 54.

Per il supporto e il fissaggio delle apparecchiature previste, dovrà essere impiegato materiale in acciaio INOX AISI 304.

2.10 Impianto di terra

L'impianto di terra dovrà essere costituito, in corrispondenza delle stazioni tecniche esterne, da un dispersore a maglia, al fine di ridurre il gradiente del potenziale sulla superficie del pavimento in caso di guasto sul lato HT e quindi limitare le tensioni di passo e di contatto.

Per tale dispersore dovrà essere utilizzata la maglia di armatura edile annegata nella fondazione del fabbricato.

All'esterno del fabbricato, a circa 1 m di distanza e perimetralmente ad esso, dovrà essere posato un anello costituito da corda di rame nudo di sezione pari a 35 mm², interrato ad una profondità compresa tra 0.5 e 0.8 m.

Tale anello dovrà essere collegato ai dispersori verticali, del tipo a croce in acciaio zincato da 50 x 50 x 5 mm, di lunghezza pari a 1.50 m, che dovranno essere infissi in intimo contatto con il terreno agli angoli della fondazione, nonché ai ferri di armatura della struttura del fabbricato in più punti ed ad un collettore di terra predisposto all'interno della stazione tecnica.

Gli impianti di messa a terra delle stazioni tecniche dovranno essere connessi tra loro mediante conduttore di terra costituito da corda in rame nudo con sezione di 240 mm².

All'interno dei locali HT e BT di ogni stazione tecnica dovrà essere predisposta una piattina in rame di dimensioni 30x3 mm fissata a parete su tutto il perimetro dei

locali mediante appositi sostegni in ottone, ad un'altezza dal piano pavimento finito di 30 cm e collegata al collettore.

A tale piattina dovranno essere collegate le masse e le masse estranee impiegando conduttori in rame isolato G/VE, tipo N07G9-K con sezione di 16 mm².

Dovrà essere realizzato un collettore di terra, costituito da una piastra in rame elettrolitico di dimensioni 40x4 mm e lunghezza minima 400 mm, al quale dovranno essere connessi:

- La piattina perimetrale in rame di ogni locale;
- Il centro stella di ciascun trasformatore;
- Il conduttore di protezione PE in arrivo dalla barra di terra dei quadri elettrici di Bassa Tensione;
- I conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- L'impianto disperdente;
- I conduttori di terra di interconnessione con le altre stazioni tecniche.

I capicorda dovranno essere in rame stagnato, mentre la bulloneria varia, le rondelle e gli eventuali altri accessori dovranno essere in acciaio inox.

3. CONDIZIONI D'INSTALLAZIONE

3.1 Generalità

Nella formazione dei prezzi, l'Appaltatore dovrà tenere conto di tutte le difficoltà di realizzazione, di lavoro, di accessi, di traffico, meteorologiche (basse temperature), altezza ridotta, ecc.

E' da prevedersi che i lavori dovranno essere svolti su più turni.

3.2 Coordinazione

Lo svolgimento dei lavori avverrà secondo le modalità di coordinazione definite dalla Direzione Lavori, che provvederà ad organizzare le necessarie riunioni a cui dovranno partecipare tutte le Imprese che intervengono in galleria.

Durante le riunioni verranno definite le regole di comportamento del Personale sul cantiere, la tenuta, gli orari di lavoro, il lavoro contemporaneo con altri Appaltatori, lo sgombero delle proprie attrezzature dal cantiere e dai locali di magazzino.

La coordinazione delle modalità di passaggio dei cavi dovrà essere sottoposta alla Direzione Lavori, quindi l'Impresa potrà iniziare i lavori di posa solo previa approvazione degli schemi di passaggio cavi.

3.3 Accesso al cantiere

L'accesso al cantiere e lo sgombero sarà regolamentato ed avverrà secondo le modalità concordate con la Direzione Lavori. Esso potrà essere inoltre limitato, in seguito alle particolari condizioni di gestione della galleria di sicurezza e del traforo stradale.

3.4 Lavori in galleria

L'Appaltatore dovrà essere dotato di idonea attrezzatura e mezzi d'opera per svolgere tutte le lavorazioni legate all'installazione dell'impianto d'alimentazione in conformità alle norme di sicurezza vigenti.

Sarà responsabilità dell'Appaltatore dare la necessaria istruzione tecnica al Personale impiegato per l'esecuzione dei lavori previsti.

Il Personale impiegato dovrà inoltre essere informato sulle norme di sicurezza da rispettare dal momento dell'entrata sul cantiere fino all'abbandono del medesimo. Il cantiere non dovrà in alcun modo interferire con la gestione normale del Traforo stradale. Per lo stesso motivo potrà verificarsi la necessità di evacuare la galleria in seguito a particolari situazioni di gestione del traforo.

In ogni caso qualsiasi intervento che richieda interferenze con la normale gestione del Traforo dovrà essere preventivamente concordato con la Direzione Lavori e la Società di gestione.

3.5 Lavori nel traforo

Gli interventi che richiedono interferenze con la normale gestione del Traforo dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori e la Società di gestione. L'Appaltatore dovrà tener conto che tali interventi verranno eseguiti prevalentemente in ore notturne.

In ogni caso, l'Appaltatore dovrà essere dotato di attrezzatura e mezzi necessari alla regolamentazione del traffico a senso unico alternato, da impiegare per lo svolgimento di lavori nei PHT e nelle centrali di ventilazione sotterranee.

Al termine degli interventi di trasferimento impianti dai PHT verso le nuove ST, le apparecchiature dei PHT poste fuori servizio dovranno essere smantellate e rimosse. A questo scopo l'Appaltatore dovrà provvedere al carico del materiale, al trasporto fuori dal traforo e alla rottamazione. Queste operazioni dovranno essere effettuate con la massima attenzione e sollecitudine evitando situazioni di rischio al traffico e alla sicurezza nel traforo.

4. PRESCRIZIONI

4.1 Documentazione

La documentazione tecnica dovrà essere redatta in lingua francese e italiana e costituirà parte integrante della fornitura.

Gli elaborati planimetrici, indicanti i percorsi dei cavi elettrici e di strumentazione, nonché il posizionamento delle apparecchiature, saranno eseguiti e forniti su base Autocad in formato .dwg, o almeno nel formato .dxf.

Nel caso in cui sia preferibile per l'appaltatore utilizzare un programma diverso da Autocad, lo stesso diventerà automaticamente oggetto della fornitura e di una adeguata istruzione.

L'Appaltatore, oltre alla descrizione accurata della fornitura, dovrà fornire la documentazione di seguito elencata:

4.1.1 Fase preparatoria alla fornitura

- Programma della fornitura;
- Piano di controllo qualità per la fornitura completo delle prove e procedure di collaudo;
- Certificati di collaudo e di conformità dei materiali;
- Elenco e piano di emissione degli elaborati;
- Elenco apparecchiature per i singoli sistemi;
- Lista e programma ordini sub-fornitori;
- Scheda tecnica di tutti i componenti principali (compresi i disegni dimensionali);
- Rapporti di test e prove di costruzione e durata di vita dei prodotti;
- Verifica del dimensionamento cavi;
- Verifica del coordinamento delle protezioni.

4.1.2 Fase preparatoria all'installazione

- Planimetrie con percorso cavi e canalizzazioni;
- Schemi elettrici funzionali e di cablaggio;
- Schemi di interconnessione e distribuzione.

4.1.3 Fase successiva all'installazione

- Manuali e bollettini tecnici contenenti:
 - Principi di funzionamento;
 - Montaggio, taratura e messa in servizio;
 - Attrezzi e strumenti necessari;
 - Istruzione per manutenzioni e individuazione guasti.
- Documentazione as-built contenente:
 - Procedure di taratura;
 - Piano e programma di manutenzione;
- Elenco parti di ricambio per cinque anni con disegni e prezzi.

4.2 Etichettatura

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire l'identificazione dei componenti dell'impianto secondo le modalità definite dalla DL.

Pertanto tutte le apparecchiature dovranno essere identificabili con apposite etichette. In particolar modo, per i cavi elettrici, le etichette dovranno essere poste ad interdistanza non superiore a 50 m ed in corrispondenza di cambi di direzione (pozzetti, curve 90°, salite/discese).

4.3 Prove

Di seguito si elencano le prove che l'Appaltatore dovrà eseguire, per quanto applicabili, sui singoli componenti e sull'intero impianto. Tale elenco comprende unicamente prove di livello 0. L'Appaltatore sarà comunque tenuto a partecipare, quando convocato dalla Direzione Lavori, alle prove globali di funzionamento (livelli 1 e 2).

Nel caso in cui una qualsiasi delle seguenti prove indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato dovranno essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

I metodi di prova elencati nel presente paragrafo costituiscono metodi di riferimento; è ammesso l'uso di altri metodi di prova, purché essi forniscano risultati altrettanto validi.

4.3.1 Prove prima dell'esecuzione

- Prove sui materiali secondo le Norme di prodotto:
 - Controllo del cablaggio dei quadri elettrici;
 - Controllo dei dispositivi di protezione;
 - Controllo grado di protezione;
 - Controllo tenuta d'isolazione dei cavi elettrici;
 - Controllo propagazione incendio cavi elettrici;
 - Controllo emissione fumi cavi elettrici in caso d'incendio.
- Prove speciali su componenti soggetti a Norme specifiche.

4.3.2 Prove dopo l'esecuzione

- Esame a vista, da effettuare con l'intero impianto fuori tensione;
- Prova della continuità dei conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- Misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- Verifica della separazione dei circuiti;
- Misura dell'impedenza dell'anello di guasto;
- Verifica del coordinamento delle protezioni;
- Controllo della continuità dei conduttori di protezione;
- Verifica del collegamento di terra di tutte le masse e masse estranee;
- Prove di funzionamento;
- Eventuali misure delle tensioni di contatto ammissibili e di passo, qualora il valore della tensione totale di terra UE risulti maggiore della U_{Tp} (rif. tabella C-3 dell'allegato C alla Norma CEI 11-1 fasc.5025), in funzione alle informazioni tecniche che l'ENEL dovrà fornire (valore della corrente di guasto a terra e tempo di eliminazione del guasto). Nel caso si rendessero necessarie, tali misure sono da intendersi a carico dell'Appaltatore, quindi comprese e compensate nel prezzo dell'appalto.

4.4 Accettazione dei lavori

L'accettazione dei lavori avverrà tramite un processo di scioglimento delle riserve emesse dalla Direzione Lavori.

4.5 Prescrizioni particolari

4.5.1 Smaltimento PCB

I trasformatori esistenti, che saranno sostituiti nell'ambito del trasferimento/sostituzione degli impianti del traforo, contengono olio con possibile presenza di policlorodifenile (PCB).

In conformità alla Direttiva Europea 96/59/CE relativa al trattamento del PCB, l'Appaltatore dovrà provvedere all'analisi dell'olio ed allo smaltimento presso le discariche autorizzate, secondo le disposizioni di legge vigenti.

Le attività di trattamento e smaltimento sono comprese e compensate nei prezzi di elenco.

4.5.2 Allacciamento ENEL

Nell'ambito del progetto esecutivo, l'Appaltatore dovrà verificare e definire con ENEL la conformità dell'attuale allacciamento alla rete elettrica lato Italia secondo le prescrizioni della Norma DK 5600, per quanto concerne la grandezza dei trasformatori 15/20kV e la configurazione della rete 20kV.

Eventuali deroghe alla citata Norma saranno stabilite in accordo con ENEL e SITAF.

5. GARANZIE

L'Appaltatore dovrà garantire che i materiali inclusi nella fornitura siano nuovi, che corrispondano alle caratteristiche riportate nelle specifiche, che siano di qualità, che la fabbricazione sia effettuata a regola d'arte, usando tecnologie di produzione consolidate.

L'Appaltatore dovrà intervenire a proprio carico per effettuare tutti gli interventi che si rendano necessari in caso di mancato ottenimento delle prestazioni previste. In caso di non ottenimento dei valori garantiti, la Direzione Lavori dovrà avere la facoltà di rifiutare la fornitura.

6. PARTI DI RICAMBIO

Dovranno essere incluse nella fornitura le parti di ricambio per l'esercizio degli impianti. L'Appaltatore dovrà fornire piani esplicativi della lista dei ricambi, che permettano la corretta identificazione di ogni parte nella sua rispettiva posizione di assemblaggio (viste esplose).

Per le parti di ricambio di attrezzatura e/o strumenti non prodotte dal fornitore, dovrà essere indicato il sub-fornitore ed eventuali rappresentanti di riferimento.

Il fornitore dovrà garantire la fornitura dei ricambi originali o equivalenti per 10 anni.

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Le Tunnel routier du Fréjus relie le Piémont à la Savoie (Bardonnèche-Modane), sur l'axe Turin - Lyon. La circulation s'y fait de manière bidirectionnelle sur une largeur de chaussée de 9 mètres et sur une longueur de 12'868 mètres.

Dans le but de sécuriser ultérieurement le fonctionnement du tunnel, une galerie de sécurité sera réalisée parallèlement (à une distance d'environ 30 m) au tunnel routier. Des abris, 34 au total, seront réalisés dans les rameaux réalisés environ tous les 367 m entre la galerie et le tunnel routier.

Dans le cadre de la construction de la Galerie de sécurité, est prévue la réalisation de l'équipement d'alimentation électrique pour les besoins de la galerie de sécurité et du tunnel. Les équipements existants aujourd'hui dans les PHT du tunnel ils seront basculés vers les nouvelles stations techniques.

1.2 But

Le présent document a pour but de détailler les prescriptions pour la réalisation de l'équipement d'alimentation en objet.

Ces prescriptions ne devront en aucun cas être considérées limitatives pour l'exécution correcte des fournitures citées en objet: L'entrepreneur pourvoira aux prestations complémentaires jugées nécessaires pour assurer les améliorations de la qualité du produit.

Le présent cahier des charges intègre mais ne se substitue pas à toutes les conditions de Loi qui peuvent être d'application plus rigoureuse.

En outre, il est fait référence aux plans, aux schémas et à la note technique à respecter pendant la construction et l'exécution des travaux.

2. CARACTERISTIQUES DES MATERIELS

2.1 Typologie et qualité des appareils

Tous les appareils et les matériels qui seront utilisés pendant les travaux, devront correspondre à ce qui a été établi dans les lois et les réglementations officielles en vigueur en matière et correspondre par méthodologie de fabrication, qualité et prestations, aux spécificités techniques et à l'ensemble des Normes CEI, IEC, UNI, UNEL et NF.

Tous les appareils électriques et les matériels utilisés, soit qu'ils constituent partie d'un assemblage complexe soit qu'ils soient utilisés de façon autonome, devront être dotés, de certification IMQ ou l'équivalent du pays d'origine; s'ils sont soumis aux directives BT ils devront en plus disposer d'une certification CE.

Les appareils devront être produit selon la réglementation de qualité UNI ISO 9001 et devront quand même être de la meilleure qualité existante en commerce en fonction de son utilisation et selon les dispositions des spécificités techniques décrites par la suite.

2.2 Fourniture équipement

La fourniture de l'équipement d'éclairage objet de ce cahier des charges devra être de type « clés en main » et de ce fait toutes les actions nécessaires pour rendre l'équipement parfaitement fonctionnel et complet pour chacune de ses composantes, c'est-à-dire les cellules HT, les transformateurs, les tableaux BT, les onduleurs, les câbles HT et les câbles BT, seront à charge de l'entrepreneur.

Le matériel utilisé doit être le même et uniformisé pour l'ensemble de la fourniture. Des différences par rapport aux spécifications doivent être explicitement signalées dans l'offre.

2.3 Cellules HT

2.3.1 Généralités

Les cellules HT devront être exécutées selon les prescriptions des Organismes de Distributions et des règles de référence CEI 17-6 dossiers 388 et IEC 298.

Les interrupteurs de manoeuvre-sectionnement employés doivent correspondre aux normes Italiennes CEI 17-9 /1 et CEI 17-4 et aux normes internationales IEC 265 -1 et IEC 129.

2.3.2 Sécurité du Personnel

Elle doit être garantie par une série de blocs-mécaniques, correspondants aux normes CEI 17-6 et IEC 298, qui empêchent toute possibilité de manoeuvres erronées.

Le fonctionnement des blocs-mécaniques est piloté par un interrupteur de manoeuvre-disjoncteur qui peut prendre 3 positions: fermé, ouvert et mise à la terre. Les indicateurs de position doivent être actionnés directement par l'arbre principal comme prévu par DM de 27/03/98 et par la variante V3 de la norme CEI 17.4.

Par le fait que l'interrupteur de manoeuvre-disjoncteur peut prendre 3 positions (fermé, ouvert et mise à la terre), dans chaque condition l'inter-bloc entre la position de ligne et de mise à la terre doit être assuré, en garantissant dans le même temps la sécurité absolue.

L'ouverture de la porte d'accès à la cellule ligne doit être possible seulement avec le disjoncteur en position de mise à la terre.

L'interrupteur de manoeuvre-disjoncteur doit être bloqué dans la position de mise à la terre quand la porte est ouverte.

Aucun organe mécanique ne peut être actionné, ceci pour garantir la séparation entre la cellule barres et la cellule interruptrice.

Un disjoncteur de terre doit être prévu aussi bien en amont qu'en aval des fusibles ou de l'interrupteur dans SF6.

2.3.3 Caractéristiques électriques et mécaniques

– Tension nominale	24 kV;
– Tension d'exercice	20 kV;
– Courant nominal barres principales	630 A;
– Courant thermique symétrique de c.c. pour 1 sec	16 kA;
– Courante dynamique de pointe	40 kA;
– Hauteur du tableau	1950 mm;
– Degré de protection enveloppe extérieure	IP30;
– Degré de protection intérieur	IP20;
– Couleur	RAL7030;
– Traitement surface des barres	Ravivées;
– Couverture des barres	Nues;
– Tension circuits auxiliaires	230 Vac.

2.3.4 Cellule avec interrupteur SF6 motorisé et relais indirects

La cellule avec interrupteur motorisée doit être composée par les appareils suivants:

1 disjoncteur dans SF6 ayant les caractéristiques suivantes:

– Tension nominale	24 kV;
– Courant nominal	630 A;
– Courant thermique de c.c. pour 1 sec.	16 kA;

pourvu de:

- Lames de terre inférieures inter-bloquées avec les lames principales;
- Bloc à la clé sur commande ligne, clé libre en fermeture;
- Bloc à la clé sur commande terres, clé libre en fermeture.

3 Isolateurs capacitifs complets de signaleur monté sur le front du compartiment, pour la détection de présence tension au câble en arrivée.

1 interrupteur dans SF6 ayant les caractéristiques suivantes:

– Tension nominale	24 kV;
– Courant nominal	630 A;
– Pouvoir d'interruption symétrique rapporté à Un	16 kA;

pourvu de:

- Commande manuel par ressorts préchargés;
- Bobine d'ouverture 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bobine de fermeture 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bobine de moindre tension 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bloc à clé extraïble à interrupteur ouvert;
- Epine et prise pour les circuits auxiliaires;
- Chariot de glissement avec roues;
- Moto-réducteur pour commande motorisé;
- Commande électrique 230 Vac de fermeture et ouverture remotée;
- Réducteurs de courant classe 24 kV, rapport 50-100/5 A.

1 Boîtier porte instruments supérieur.

1 Relais de courant maximum au microprocesseur pour protections 50-51-51N avec display alphanumérique et sortie série. Le relais devra être complet des protections 67-67N pour les cellules des tableaux HT de réception EDF (dans le PHT21) et ENEL (dans le PHT22).

1 Réducteur de courant toroïdale de diamètre 110 mm.

1 Eclairage intérieur.

1 Résistance pour éviter la condensation.

2.3.5 Cellule avec interrupteur SF6 et relais indirects

La cellule avec interrupteur doit être composée par les appareils suivants:

1 disjoncteur dans SF6 ayant les caractéristiques suivantes:

- Tension nominale 24 kV;
- Courant nominal 630 A;
- Courant thermique de c.c. pour 1 sec. 16 kA.

Pourvu de:

- Lames de terre inférieures inter-bloquées avec les lames principales;
- Bloc à la clé sur commande ligne, clé libre en fermeture;

– Bloc à la clé sur commande terre, clé libre en fermeture.

3 Isolateurs capacitifs complets de signaleur montés sur le front du compartiment, pour la détection de présence tension sur le câble en arrivée.

1 Interrupteur dans SF6 ayant les caractéristiques suivantes:

- Tension nominale 24 kV;
- Courant nominal 630 A;
- Pouvoir d'interruption symétrique rapporté à Un 16 kA.

Pourvu de:

- Commande manuel par ressorts préchargés;
- Bobine d'ouverture 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bobine de moindre tension 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bloc à clé extraïble à interrupteur ouvert;
- Fiche et prise pour les circuits auxiliaires;
- Chariot de glissement avec des roues;
- Réducteurs de classe courante 24 kV, rapport 50-100/5 A.

1 Boîtier porte instruments supérieur.

1 Relais de courant maximum au microprocesseur pour protections 50-51-51N avec display alphanumérique et sortie série.

1 Réducteur de courant toroïdale de diamètre 110 mm.

1 Eclairage intérieur.

1 Résistance pour éviter la condensation

2.3.6 Cellule de protection transformateur

La cellule de protection transformateur devra être composée par les appareils suivants:

1 Disjoncteur dans SF6 sous charge ayant les caractéristiques suivantes:

- Tension nominale 24 kV;

- Courant nominal 630 A;
- Courant thermique di c.c. pour 1 sec. 16 kA.

Complété de:

- Commande à ressorts préchargés;
- Porte fusibles avec dispositif d'ouverture à la fusion du fusible;
- Lames de terre inférieurs inter-bloquées avec les lames principales;
- Bobine d'ouverture 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bobine de moindre tension 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bloc à la clé sur commande terre, clé libre en fermeture;
- Bloc à la clé sur commande ligne, clé libre en ouverture;
- Contacts auxiliaires additionnels.

3 Fusibles de moyenne tension, étalonnés en fonction de la taille du transformateur.

3 Isolateurs capacitifs complets de signaleur montés sur le front du compartiment, pour la détection de présence tension sur le câble en arrivée.

1 Eclairage intérieur.

1 Résistance pour éviter la condensation.

2.3.7 Cellules de protection 3 KV

Les cellules de protection à installer en aval des transformateurs 20/3 kV, prévues pour l'alimentation des tableaux ventilation du tunnel, devront être constituées par les 3 compartiments suivants:

Compartiment d'arrivé simple, ayant les caractéristiques suivantes:

- Système de barres courant nominal 630 A;
- Place pour la préparation de 3 terminaux unipolaires ou de 1 tripolaire;
- 3 isolateurs capacitifs pour la détection de présence tension sur le câble en arrivée complétés de signaleurs montés sur le front du compartiment.
- 1 éclairage intérieur;
- 1 résistance pour éviter la condensation.

Compartiment d'arrivée/départ avec disjoncteur sous-charge, complété de:

1 disjoncteur en SF6 sous charge ayant les caractéristiques suivantes:

- Tension nominale 24 kV;
- Courant nominal 630 A;
- Courant thermique de c.c. pour 1 sec. 16 kA.

Pourvu de:

- Commande par ressorts standard;
- Lames de terre inférieurs inter-bloqués avec les lames principales;
- Bloc à la clé sur commande terres, clé libre en fermeture;
- Bloc à la clé sur commande ligne, clé libre en fermeture;
- Contacts auxiliaires sur commande terre;
- Commande par ressorts préchargés pour ouverture à distance;
- Bobine d'ouverture 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- Bobine de moindre tension 230 Vac avec des contacts auxiliaires disponibles;
- 3 isolateurs capacitifs pour la détection de présence tension, complets de signalleur monté sur le front du compartiment;
- 1 éclairage intérieur;
- 1 résistance pour éviter la condensation;
- 1 boîtier porte-instruments supérieur;
- 3 réducteurs de courant classe 24 kV, rapport 100/5-5 A;
- 3 ampèremètres analogiques.

Compartiment pour TV, ayant les caractéristiques suivantes:

- Système de barres pour courant nominal 630 A;
- 1 éclairage intérieur;
- 1 résistance pour éviter la condensation;
- 1 boîtier porte-instruments supérieur;
- 3 transformateurs de tension TV avec 3 secondaires;
- 1 compteur d'énergie active triphasé.

2.3.8 Cellules de mesure

La cellule de mesure prévue pour les tableaux HT de réception EDF (dans le PHT21) et ENEL (dans le PHT22) devra être composée par les appareils suivants:

1 Disjoncteur en SF₆ ayant les caractéristiques suivantes:

- Tension nominale 24 kV;
- Courant nominale 630 A;
- Courant thermique de c.c. pour 1 sec. 16 kA.

Pourvu de:

- Lames de terre inférieurs inter-bloqués avec les lames principales;
- Porte-fusible de base tripolaire pour fusibles DIN.

3 Fusibles de moyenne tension de 2A.

3 Réducteurs de tension en résine époxy 24 kV, avec signaux secondaires reportés au bornier.

1 Boîtier porte-instruments supérieur.

1 Eclairage intérieur.

1 Résistance pour éviter la condensation.

2.3.9 Analyseurs de réseau

Un monitoring des principales grandeurs électriques est prévu pour chaque station technique, il sera effectué par un analyseur de réseau à installer et connecter dans le boîtier d'une des cellules HT prévues en chaque ST.

L'analyseur de réseau devra rendre disponibles en temps réel les grandeurs suivantes:

- Tension de phase et enchaînée;
- Courant de phase;
- Courant de neutre;
- Fréquence;
- Facteur de puissance (positif et négatif);

- Puissance active, réactive et apparente;
- Puissance active de phase;
- Puissance moyenne et valeur maximum de la puissance moyenne;
- Distorsion harmonique totale pour chaque tension;
- Distorsion harmonique totale pour chaque courant;
- Energie active;
- Energie réactive.

Les données devront être lisibles sur display au front du tableau et transmises par communication PROFI-BUS au système de Gestion Technique Centralisé GTC.

2.4 Transformateurs

2.4.1 Généralités

Les transformateurs prévus devront être du type enfermé en résine et avoir les caractéristiques suivantes:

- Noyau constitué par éléments magnétiques laminés à froid isolés des deux côtés par une couche mince de revêtement inorganique;
- Résine, employée pour encapsuler les bobinages, de type époxy conformément à la règle CEI 609 et IEC 726;
- Classe de température du système isolant: F (155°C);
- Surtempérature maximum: 100°C;
- Fréquence: 50Hz;
- Connections HT/BT: Dyn11;
- Commutation: $\pm 2 \times 2,5\%$.

Les transformateurs devront être équipés de:

- Capteurs de température (une pour chaque bobinage);
- Centrale électronique de visualisation (à installer dans le tableau BT);
- Bornier de variation du rapport de transformation;
- Pitons de soulèvement;
- Roues orientables, crochets de traction, plaque des données.

Les transformateurs devront être protégés mécaniquement par l'emploi d'armoires à toit ouvert en acier galvanisé à chaud.

Les transformateurs devront être refroidit par une ventilation forcée, garantit par ventilateurs tangentiels installés à la base du transformateur. Le flux d'air devra être dirigé sur les bobinages de façon à les maintenir à la température imposée. Les ventilateurs seront contrôlés par une unité d'alarme et contrôle.

L'utilisation des ventilateurs tangentiels permet de distribuer l'air sur une surface supérieure à une vitesse plus basse en permettant un meilleur refroidissement des bobinages primaires et secondaires du transformateur, en augmentant la capacité de surcharge.

2.4.2 Transformateurs 20/0.4 kV et 20/0.69 kV

Les transformateurs prévus avec secondaire à 400 V et à 690 V devront avoir les caractéristiques suivantes:

- Tension primaire: 20 kV;
- Tension secondaire: 400/230 V - 690/400 V;
- Tension de court circuit: 6%;
- Puissance nominale: - 160,250,400,630 kVA (secondaire 400V);
- 1600 kVA (secondaire 690 V)
- Pertes à vide (160 kVA): 0.65 kW;
- Perte sous charge (160 kVA): 2.80 kW;
- Pertes à vide (250 kVA): 0.80 kW;
- Perte sous charge (250 kVA): 3.80 kW;
- Pertes à vide (400 kVA): 1.10 kW;
- Perte sous charge (630 kVA): 1.60 kW;
- Pertes à vide (630 kVA): 7.30 kW;
- Perte sous charge (1600 kVA): 3.10 kW;
- Pertes à vide (1600 kVA): 13.30 kW;
- Perte sous charge (1250 kVA): 11.0 kW;
- Dimensions LxPxH (160 kVA): 1170x650x1155 mm;
- Dimensions LxPxH (250 kVA): 1215x650x1200 mm;
- Dimensions LxPxH (400 kVA): 1290x800x1490 mm;
- Dimensions LxPxH (630 kVA): 1470x855x1670 mm;
- Dimensions LxPxH (1600 kVA): 1780x1010x1900 mm;
- Poids 160 kVA: 750 kg;

- Poids 250 kVA: 1000 kg;
- Poids 400 kVA: 1300 kg;
- Poids 630 kVA: 1800 kg;
- Poids 1600 kVA: 3500 kg.

2.4.3 Transformateurs 20/3 kV

Pour l'alimentation de la ventilation du tunnel, les transformateurs prévus auront les caractéristiques suivantes:

- Tension primaire: 20 kV;
- Tension secondaire: 3 kV;
- Tension de court circuit: 6%;
- Puissance nominale: 630, 800, 1000, 1250 kVA;
- Pertes à vide (630 kVA): 1.75 kW;
- Perte sous charge (630 kVA): 6.80 kW;
- Pertes à vide (800 kVA): 1.95 kW;
- Perte sous charge (800 kVA): 8.20 kW;
- Pertes à vide (1000 kVA): 2.40 kW;
- Perte sous charge (1000 kVA): 9.30 kW;
- Pertes à vide (1250 kVA): 2.80 kW;
- Perte à la charge (1250 kVA): 10.5 kW;
- Dimensions LxPxH (630 kVA): 1560x800x1600 mm;
- Dimensions LxPxH (800 kVA): 1640x800x1670 mm;
- Dimensions LxPxH (1000 kVA): 1700x950x1760 mm;
- Dimensions LxPxH (1250 kVA): 1760x950x1850 mm;
- Poids 630 kVA: 2000 kg;
- Poids 800 kVA: 2200 kg;
- Poids 1000 kVA: 2600 kg;
- Poids 1250 kVA: 3050 kg.

2.4.4 Auto-transformateurs 15/20 kV

L'adaptation du réseau électrique côté Italie sera effectuée par auto-transformateurs ayant les caractéristiques suivantes:

- Tension entrée: 15 kV;
- Tension sortie: 20 kV;
- Puissance nominale: 6300 kVA;
- Tension de court circuit: 4%;
- Pertes à vide: 3.40 kW;
- Pertes sous charge: 11.40 kW;
- Dimensions LxPxH: 1700x1000x2100 mm;
- Poids: 3750 kg.

2.5 Tableaux électriques BT

2.5.1 Généralités

Les tableaux, les appareils individuels et les composants devront être réalisés en conformité avec les normes correspondantes, en assumant que:

- Les conditions normales de service soient celles-là prévues par les Normes EN 60439-1 et IEC 439-1;
- Les appareils installés et les barres correspondent aux valeurs nominales prévues pour les charges à alimenter;
- Les barres dérivées pour l'alimentation de plusieurs circuits soient rapportées à la somme des courants nominaux des charges plus 25% du courant nominal de la charge ayant le plus grand courant nominal.

Les tableaux seront de type Motor Control Center, prédisposés pour permettre l'extension sur les deux les côtés. Aussi les barres seront percées et prédisposées pour de futures extensions.

Ils auront un système modulaire à tiroirs extractibles destinés à la commande, au contrôle et à la protection des usagers. Les opérations d'insertion et extraction des tiroirs extractibles et l'accessibilité au secteur des câbles en entrée et en sortie devra être possible du front, sans danger de contact avec d'éventuelles parties sous tension, pour permettre l'installation du tableau à la paroi.

2.5.2 *Caractéristiques principales*

Les matériels devront avoir des caractéristiques adaptées à l'endroit d'installation, aux conditions de service et de transport. L'utilisation de matériels de série et normalisés trouvables sur le marché, sera maximisée.

Les tableaux devront être construits avec projet mécanique, enveloppe et degré de protection en accord aux prescriptions prévues par la Norme EN 60439-1. Dans tous les cas il faudra garantir les degrés de protection minimums suivants:

- IP 3X: côtés verticaux; éventuelles ouvertures d'aération ou drainage (protégés à l'intérieur par des réseaux ou tôles percées pour prévenir l'entrée d'insectes);
- IP 4X: côté supérieur et surfaces qui ne sont pas verticales;
- IP 2X: diaphragmes intérieurs.

Chaque tableau devra avoir les caractéristiques suivantes:

- Structure: auto-portante avec des renforcements dans les points faibles;
- Fixation: sur contre-châssis à plancher;
- Enveloppe: tôles d'acier opportunément traitées et protégées;
- Coloration: RAL 7035;
- Entrée des câbles: du bas, avec des plaques pas percés emportables;
- Ségrégation: subdivisions intérieures par des barrières ou diaphragmes;
- Barres: en cuivre électrolytique, aptes à supporter sollicitations mécaniques et électriques pour court circuit;
- Tension d'exercice: 400-230V 3F+N;
- Tension d'isolement: 1 kV;
- Fréquence nominale: 50 Hz;
- Etat du neutre: branché à terre (système TN-S).

Les tableaux devront être prédisposés pour une télé-gestion totale (contacts propres en bornier pour le contrôle à distance des interrupteurs et contacteurs).

Les appareils de puissance devront avoir des caractéristiques électriques selon les normes de référence. Sauf précision différente, ils auront le circuit principal avec

tension nominale d'isolement au moins égale à celle du tableau, et pouvoir d'interruption supérieur au maximum de la valeur limite du courant de court circuit.

2.5.3 Interrupteurs automatiques

Les interrupteurs automatiques devront être conformes à la Norme EN 60947-2 et prévus avec pouvoir d'interruption de service supérieur au maximum de la valeur limite du courant de court circuit présumée, aussi bien pour les interrupteurs généraux que pour les secondaires de chaque tableau électrique. Où ils sont prévus, les relais différentiels appliqués aux interrupteurs automatiques devront être de type à seuil fixe ou à étalonnages réglables et compris entre 0,01 et 3A, avec des temps d'intervention réglable compris dans le domaine de 0,25 jusqu'à 5 secondes.

2.5.4 Contacteurs

Les contacteurs devront être conformes à la Norme EN 60947-4-1. Ils seront de type à air et de type compact. La tension de relâchement de la bobine en c.a. ne devra pas être supérieure à 65% et pas inférieure à 30% de la tension nominale.

2.5.5 Relais de protection

Les relais de protection devront être conformes à la Norme IEC 255, tandis que ceux qui sont intégrés avec les interrupteurs automatiques seront conformes aux Normes EN 60947-2. Les relais thermiques directs de surcharge seront bimétalliques, tripolaires, pourvu de protection contre le manque de phase et à rétablissement manuel. Ils devront être réglables par dispositif gradué et opérer au moins sur un contact en échange. L'intervention à régime thermique (à chaud) devra advenir pour des valeurs de courant plus grands ou égaux à $\frac{1}{4}$ de la valeur correspondante d'intervention à froid, c'est-à-dire avec relais à la température ambiante.

2.5.6 Transformateurs de courant et de tension

Les transformateurs de courant (TA) devront être conformes à la Norme IEC 185 et ceux de tension (TV) à la Norme IEC 186. Ils devront avoir une tension nominale d'isolement et de fonctionnement égale à celle du tableau; ils seront de type emboîté avec isolement en air ou résine.

Les transformateurs de courant devront être aptes à résister aux sollicitations thermiques et dynamiques relatives à la tenue au court circuit du tableau.

2.5.7 Limiteurs de surtension

Aussi bien les circuits de puissance que les circuits électroniques et de télécommunication devront être protégés des effets des surtensions d'origine atmosphérique et de manœuvre, par l'installation de limiteurs aptes à ce but.

Ces appareils doivent être pourvus de dispositif de détachement (avec signalisation optique), pour déconnecter le limiteur en cas de panne, et de contact par télé-signalisation.

Les limiteurs, avec les fusibles de sectionnement correspondants, devront être installés dans des boîtiers spéciaux homologués, apte à supporter les efforts électrodynamiques en cas de décharges directes ou rapprochées.

2.5.8 Circuits auxiliaires

Les alimentations auxiliaires devront être à 230V 50Hz. Tous les appareils auxiliaires devront être conformes à la Norme EN 60947-5, aptes pour service continu.

Les appareils auxiliaires devront avoir une tension nominale d'isolement égale à celle du système électrique dans laquelle ils sont insérés; les appareils dérivés directement par le système électrique de puissance devront avoir une tension d'isolement égale à celle du tableau.

2.5.9 Instrumentation

Toute l'instrumentation devra avoir une classe de précision 1,5 ou supérieure. Elle devra être adaptée pour l'assemblage sur le front du tableau, en version encastrable avec points d'attache postérieurs.

2.5.10 Conducteurs

La section des conducteurs employés pour la connexion devra être dimensionnée en accord avec les valeurs minimums et maximums prescrites par la Norme EN 60439-1. En tout cas il faudra respecter les sections minimums suivantes:

- 2,5 mm²: circuits de puissance et ampèremetriques;
- 1 mm²: connexions auxiliaires;
- 1 mm²: interconnexions des logiques électroniques de contrôle;
- 1,5 mm²: autres conducteurs.

2.5.11 Borniers de connexion

Les borniers de connexion aussi bien principaux qu'auxiliaires, devront être adaptés pour le type et le matériel des conducteurs prévus, avec isolant en mélanine ou autre plastique à haute intensité, en accord aux Normes EN 60947-7-1.

Les borniers qui ne font pas partie des appareils devront être de type à éléments, installés sur profilé normalisés et regroupé en borniers identifiés par un code reporté sur une plaquette spéciale.

2.5.12 Accessoires

Chaque tableau devra être équipé de:

- Résistance pour éviter la condensation contrôlée par thermostat;
- Ventilation intérieure contrôlée par thermostat;
- Eclairage intérieur;
- Pitons de soulèvement;
- Profilé d'appui et accessoires pour la fixation;
- Schéma électrique en poche spéciale prédisposée;

- Plaques en feuilles de matériel plastique autoadhésif ou fixé par des vis et gravées avec les inscriptions suivantes:
 - Données générales (identificateurs du fournisseur);
 - Sigle extérieur au tableau, située sur le front;
 - Sigle du circuit ou besoin extérieur;
 - Sigle de l'appareil intérieur ou en vue, pour chaque appareil principal et auxiliaire;
 - Recommandations pour prévenir les accidents.

2.6 Onduleurs (UPS)

Les onduleurs prévus devront répondre aux caractéristiques suivantes:

- Puissance: 30 et 60 kVA;
- Facteur de puissance: 0,98.

Entrée :

- Tension d'entrée (30 kVA): 400-230 V 3F+N (+ / - 20%);
- Tension d'entrée (60 kVA): 400-230 V 3F+N (+ / - 15%);
- Fréquence d'entrée: 50/60 Hz;
- Courant d'entrée (30 kVA): 54 A;
- Courant d'entrée (60 kVA): 108 A;
- Tolérance sur la fréquence: + / - 10%;
- Distorsion du courant en entrée: <= 25%.

Sortie :

- Tension de sortie: 380/400/415 V 3F+N sélectionnables;
- Tolérance en conditions dynamiques: -4% +2%;
- Distorsion avec charge linéaire: <1%;
- Distors. avec charge pas linéaire: <6%;
- Fréquence nominale: 50/60 Hz sélectionnable;
- Tolérance sur la fréquence: +/- 0.01% en absence réseau;
+/- 1 Hz en présence du réseau.

By-pass :

- Automatique: Temps d'intervention nulle;
- Annuel: Pour exclusion onduleur en cas d'entretien.

Batteries:

- Type: Pb hermétique, durée de vie plus que 12 ans;
- Autonomie: 120 minutes.

Caractéristiques générales:

- Interfaces: RS232 standards;
- Filtres: pour augmenter l'immunité de la charge vers phénomènes naturels d'origine électrique et électromagnétique;
- Rendement total: 92,5%;
- Degré de protection: IP21;
- Constitution: cabinet métallique avec roues;
- Température de fonctionnement: 0-40°C;
- Humidité relative: 95%;
- Normes de référence: EN 55022, EN 60950, EN 50091.

Chaque onduleur devra garantir en plus les performances suivantes:

- Fiabilité et précision par microprocesseur DSP (digital signal processing) avec vitesse d'élaboration jusqu'à les 20 millions de données par seconde;
- Technologie ON-LINE à double conversion, en accord à la Norme IEC 62040-3;
- Système de recharge batteries pour accroissement de la durée de vie des batteries jusqu'à le 40%;
- Programmabilité de la tension de recharge en fonction de la température;
- Programmabilité du test de rendement de l'efficacité des batteries;
- Protection contre les décharges profondes;
- Protection contre les surtensions et les surcourants;
- Visualisation au display de tous les paramètres électriques des batteries;
- Stabilisation parfaite de la tension de sortie (distorsion <1%);
- Alimentation des besoins aussi en cas de points de courant élevés ou pour charges fortement déformées avec facteur de crête 5:1;
- Commutation instantanée (0 ms) sur réseau par by-pass statique en cas de points de courant élevés ou courts-circuits en aval de l'onduleur;
- Programmation via software ou manuellement pour désaffecter, en cas de nécessité, l'alimentation depuis l'onduleur;
- Contrôlabilité totale par panneau synoptique et indications lumineuses;

- Communication à distance avec fiche d'interface pour la transmission des principaux paramètres de fonctionnement (porte série RS232, contacts propres pour alarme générale, défaillance du réseau, pré-alarme batterie déchargé, commande d'extinction d'urgence).

2.7 Câbles électriques HT et accessoires

Les câbles électriques HT devront être de type unipolaire RG7H1R avec isolement en mélange d'élastomère réticulé, ayant les caractéristiques suivantes:

- Conducteurs en cuivre étamé à corde ronde compacte, correspondants aux normes CEI 20-29 classe 2;
- Tension d'isolement $U_0/U = 12/20$ kV;
- Tension d'exercice 20 kV;
- Tension maximums 24 kV;
- Protection métallique de cuivre non étamé antiparasite;
- Température maximum d'exercice 90°C;
- Température maximum de court circuit 250°C;
- Isolant en caoutchouc de qualité G7 synthétique, à base de HEPR;
- Revêtement extérieur en PVC de qualité RZ, couleur rouge, anti-abrasif à émission réduite de HCl;
- Non propagation de l'incendie selon la Norme CEI 20-22 II.

Les terminaux devront être thermoresserrants unipolaires du type pour intérieur en environnement pollué et/ou avec présence d'humidité, équipés de cosses spéciales aptes pour tension d'exercice à 20 kV.

2.8 Câbles électriques BT

Tous les câbles utilisés pour la réalisation des équipements en objet devront répondre à la normalisation UNEL et aux normes constructives établit par CEI.

En particulier seront utilisés:

- Câbles électriques d'alimentation flexibles unipolaires et multipolaires FTG10(O)M1-RF-31-22 isolés en caoutchouc HEPR à haut module, sous guipage à

base d'élastomère réticulé de qualité M1, pour tension d'exercice jusqu'à 1 kV, résistants au feu selon CEI 20-36 / IEC 331, qui ne propagent pas l'incendie et la flamme selon CEI 20-22 II et CEI 20-35, sans dégagement de gaz corrosifs en cas d'incendie selon CEI 20-37 I et CEI 20-38, à émission de fumée et gaz toxiques et corrosifs très réduite selon CEI 20-37 paragraphes 1, 2 et 3 et CEI 20-38;

- Câbles électriques d'alimentation et signaux, flexibles, multipolaires antiparasites N1VC7V-K isolés en PVC spécial de qualité R2, sous guipage en PVC spécial de qualité RZ, antiparasite par 2 rubans de cuivre rouge, pour tension d'exercice jusqu'à 1 kV, qui ne propagent pas l'incendie selon CEI 20-22 et CEI 20-37, à émission de fumée et gaz toxiques et corrosifs très réduite selon CEI 20-37 paragraphes 1, 2 et 3 et CEI 20-38.

La section des câbles devra satisfaire au dimensionnement établi en fonction des paramètres suivants :

- Portée des câbles avec référence à la valeur admise par la Norme IEC 364-5-523, par les Normes CEI UNEL 35024/1 et 35026 et par le tableau UNEL 35023-70;
- Condition d'installation plus restrictive lors du développement de la ligne;
- Chute de tension pas supérieure au 4 %.

Il faudra que la couleur des conducteurs soit respectée selon les prescriptions des normes: jaune-vert pour les conducteurs de protection, bleu clair pour les conducteurs de neutre, autres couleurs pour les conducteurs de phase.

En correspondance des tronçons verticaux et inclinés les câbles devront être fixés au chemin des câbles par liage.

2.9 Accessoires

Pour la jonction et dérivation des câbles électriques devront être utilisés les systèmes suivants:

- Joints de dérivation en mélange de gel avec enveloppe en matériel plastique auto-extinguible et qui ne propagent pas l'incendie, étanches pendant immersion dans l'eau, classe d'isolation II, connexions accessibles même après des périodes prolongés d'exercice.

En alternative:

- Boîtiers en matériel métallique avec embouchures à tenue et bornier componible, degré de protection minimum IP 54.

Pour le support et la fixation de chaque appareil qui a été prévu, il faudra utiliser matériel en acier inox AISI 304.

2.10 Installation de terre

L'installation de terre devra être constituée, en correspondance des stations techniques extérieures, par un déperditeur à treillis, afin de réduire le gradient du potentiel sur la surface du plancher en cas de panne sur la côté HT et donc de limiter les tensions de pas et de contact.

Pour un tel déperditeur il faudra utiliser le treillis d'armature des bâtiment noyé dans la fondation du bâtiment.

À l'extérieur du bâtiment, à environ 1 m de distance et sur son périmètre, il devra être installé un anneau constitué par corde en cuivre nu de section égale à 35 mm², enterré à une profondeur comprise entre 0.5 et 0.8 m.

Cet anneau devra être connecté aux déperditeurs verticaux, du type à croix en acier galvanisé par 50 x 50 x 5 mm, de longueur égale à 1.50 m, qui devront être enfoncé dans le terrain aux angles de la fondation, ainsi qu'aux fers d'armature de la structure du bâtiment en plusieurs points et à un collecteur de terre prédisposé à l'intérieur de la station technique.

Les installations de mise à la terre des stations techniques devront être connectées entre eux par conducteur de terre constitué par corde en cuivre nu avec section de 240 mm².

À l'intérieur des locaux HT et BT de chaque station technique il faudra qu'il soit prédisposé une feuille en cuivre de dimensions 30x3 mm fixée à la paroi sur tout le périmètre des locaux par soutiens spéciaux en laiton, à une hauteur du plancher terminé de 30 cm et connectée au collecteur.

Sur cette feuille devront être connectées les masses et les masses étrangères en employant des conducteurs en cuivre isolé G/VE, type N07G9-K avec section de 16 mm².

Il faut qu'il soit réalisé un collecteur de terre, constitué par une plaque en cuivre électrolytique de dimensions 40x4 mm et longueur minimum 400 mm, auquel devront être connectés:

- La plaque de périmètre en cuivre de chaque local;
- Le centre étoile de chaque transformateur;
- Le conducteur de protection PE en arrivée sur la barre de terre des tableaux électriques de Basse Tension;
- Les conducteurs d'équipotential principaux et supplémentaires;
- L'installation de dispersion;
- Les conducteurs de terre d'interconnexion avec les autres stations techniques.

Les cosses devront être en cuivre étamé, tandis que les boulons et les éventuels autres accessoires devront être en acier inox.

3. CONDITIONS D'INSTALLATION

3.1 Généralités

Dans le cadre de l'établissement des prix, l'entrepreneur devra tenir compte de toutes les difficultés de réalisation, de travail, d'accès, de trafic, météorologiques (basses températures), hauteur réduite, etc.

Il faudra prévoir que les travaux se feront sur plusieurs postes de travail.

3.2 Coordination

L'exécution des travaux se réalisera selon les modalités de coordination définies par la Maîtrise d'Oeuvre, qui s'occupera de l'organisation des réunions nécessaires où toutes les Entreprises engagées dans la galerie seront tenues à participer.

Pendant les réunions seront définies les règles de comportement du personnel en chantier, la tenue, les horaires de travail, le travail simultané avec les autres entrepreneurs, le déménagement de leurs outils du chantier et des locaux de stockage.

La coordination des modalités de passage des câbles devra être soumise à la Maîtrise d'Oeuvre, l'entreprise pourra donc débiter les travaux d'installation seulement après approbation préalable des schémas du tracé des câbles.

3.3 Accès au chantier

L'accès au chantier et le déménagement sera réglementé et se réalisera selon les modalités définies en accord avec la Maîtrise d'Oeuvre. De plus il pourra aussi être limité, suite aux conditions particulières de la gestion de la galerie de sécurité et du tunnel routier.

3.4 Travaux dans la galerie

L'entrepreneur devra être équipé de l'outillage approprié et des moyens de mise en œuvre pour le déroulement de tous les travaux concernant l'installation de l'équipement d'alimentation en conformité avec les normes de sécurité en vigueur.

Il sera de la responsabilité de l'entrepreneur de donner l'instruction technique nécessaire au personnel employé pour l'exécution des travaux prévus.

Le Personnel employé devra en plus être informé sur les normes de sécurité à respecter depuis le moment de l'entrée sur le chantier jusqu'à son abandon.

Suite à des situations particulières de l'exploitation du tunnel, le personnel devra être préparé à évacuer la galerie dans un délai de temps le plus petit possible.

En tout cas, les interventions qui empêchent l'exploitation normale du tunnel devront être acceptées à l'avance par la Maîtrise d'Oeuvre et les Sociétés de gestion.

3.5 Travaux dans le tunnel

Les interventions qui impliquent des interférences avec l'exploitation normale du tunnel devront être coordonnées à l'avance avec la Maîtrise d'œuvre et la Société de gestion. L'entrepreneur devra tenir compte que ces interventions seront exécutées principalement pendant la nuit.

Dans tous les cas, l'entrepreneur devra être équipé de l'outillage et des moyens nécessaires à la gestion du trafic à sens unique alterné, à employer pour le déroulement des travaux dans les PHT et dans les usines de ventilation souterraines.

A la fin des interventions de basculement des équipements depuis les PHT vers les nouvelles ST, les appareils des PHT mis hors service devront être démantelés et évacués. Dans ce but l'entrepreneur devra pourvoir au chargement du matériel, au transport en dehors du tunnel et à l'évacuation. Ces opérations devront être exécutées avec beaucoup d'attention et sollicitude en évitant des situations de danger pour le trafic et la sûreté du tunnel.

4. PRESCRIPTIONS

4.1 Documentation

La documentation technique devra être rédigée en langue française et italienne et fera partie intégrante de la fourniture.

Les plans élaborés, indiquant les tracés des câbles électriques et de l'instrumentation, ainsi que le positionnement des appareils seront exécutés et fournis sur base Autocad en format .dwg, ou au moins dans le format .dxf.

Dans le cas où l'entrepreneur préfère utiliser un programme différent que Autocad, celui-ci fera automatiquement l'objet de la fourniture et d'une instruction adéquate.

Outre la description soignée de la fourniture, l'entrepreneur devra fournir la documentation suivante:

4.1.1 Phase préparatoire à la fourniture

- Planning de la fourniture;
- Plan de contrôle qualité pour la fourniture complète des essais et des procédures d'essai;
- Certifications d'essai et de conformité des matériels;
- Liste et planning d'émission des dossiers;

- Liste appareils pour chaque système;
- Liste et planning des commandes aux sous-traitants;
- Fiche technique de tous les composants principaux (y compris les dessins dimensionnels);
- Rapports de test et essais de construction et durée de vie des produits;
- Contrôle du dimensionnement des câbles;
- Contrôle de la coordination des protections.

4.1.2 Phase préparatoire à l'installation

- Plans représentant les chemins de câbles et canalisations;
- Schémas électriques fonctionnels et de câblage;
- Schémas d'interconnexion et distribution.

4.1.3 Phase suivante à l'installation

- Manuels et documentations techniques contenant:
 - Principes de fonctionnement;
 - Assemblage, étalonnage et mise en service;
 - Outils et instrumentation nécessaire;
 - Instruction pour l'entretien et la localisation des pannes.
- Documentation as-built contenant:
 - Procédures d'étalonnage;
 - Planning et programme d'entretien;
- Liste des pièces de rechange pour cinq années avec plans et prix.

4.2 Etiquetage

L'entrepreneur sera tenu à exécuter l'identification des composants de l'équipement selon les modalités définies par la Maîtrise d'Ouvrage.

En conséquence tous les appareils devront être identifiables par étiquettes appropriées. En particulier, pour les câbles électriques, les étiquettes devront être ins-

tallées avec un écart qui n'est pas supérieur à 50 m et en correspondance des changements de direction (regards, courbes 90°, remontés).

4.3 Essais

Par la suite sont énumérés les essais que l'entrepreneur devra exécuter, applicables aussi bien sur chaque composant que sur l'équipement entier. Cette liste comprend uniquement les essais au niveau terrain. L'entrepreneur sera dans tous les cas obligé de participer, sur convocation du Maître d' Oeuvre, aux essais globaux de fonctionnement à niveau supérieur (supervision).

Dans le cas où on constate un défaut pendant un essai quelconque, cet essai et tout autre essai exécuté précédemment qui pourrait avoir été influencé par le défaut signalé, devront être répétés après l'élimination du défaut même.

Les méthodes d'essai énumérées dans ce paragraphe constituent de méthodes de référence; il est admis l'utilisation d'autres méthodes d'essai, pourtant qu'ils fournissent des résultats aussi valables.

4.3.1 Essais avant l'exécution

- Essais sur les matériels selon les Normes de produit:
 - Contrôle du câblage des tableaux électriques;
 - Contrôle des dispositifs de protection;
 - Contrôle degré de protection;
 - Contrôle tenue d'isolation des câbles électriques;
 - Contrôle de propagation incendie des câbles électriques;
 - Contrôle d'émission fumée des câbles électriques en cas d'incendie.
- Essais spéciaux sur des composants soumis à des normes spécifiques.

4.3.2 Essais après l'exécution

- Examen à vue, à effectuer avec l'équipement entier hors tension;
- Essai de la continuité des conducteurs de protection, y compris les conducteurs principaux et supplémentaires de l'équipotential;
- Mesure de la résistance d'isolation de l'équipement électrique;

- Contrôle de la séparation des circuits;
- Mesure de l'impédance de l'anneau de panne;
- Contrôle de la coordination des protections;
- Contrôle de la continuité des conducteurs de protection;
- Contrôle du branchement de terre de toutes les masses et masses étrangères;
- Essais de fonctionnement;
- Eventuellement des mesures des tensions de contact admissibles et de pas, si la valeur de la tension totale de terre UE résulte plus grande de la U_{Tp} (réf. tableau C-3 de l'annexe C à la Norme CEI 11-1 dossier 5025), en fonction des renseignements techniques qu' ENEL devra fournir (valeur du courant de défaut-lance à terre et temps pour l'élimination de la panne). Dans le cas où elles s'avéreraient nécessaires, ces mesures sont à la charge de l'entrepreneur, donc comprises et compensées dans l'offre d'adjudication.

4.4 Acceptation des travaux

L'acceptation des travaux se fera par un procès-verbal de lever des réserves émises par la Maîtrise d'Oeuvre.

4.5 Prescriptions particulières

4.5.1 Ecoulement PCB

Les transformateurs existants, qui seront remplacés dans le cadre du basculement/substitution des équipements du tunnel, contiennent de l'huile avec présence possible de pyralène (PCB).

En conformité à la Norme Européenne 96/59/CE en matière du traitement du PCB, l'entrepreneur devra pourvoir à l'analyse de l'huile et à l'écoulement près des déchargements autorisés, selon les dispositions des lois actuelles.

Les activités de traitement et d'écoulement sont comprises et rémunérées dans l'estimation des coûts.

4.5.2 *Liaison ENEL*

Dans le cadre du projet d'exécution, l'entrepreneur devra vérifier et définir avec l'ENEL la conformité de la liaison actuelle au réseau électrique côté Italie, par ce qui concerne la grandeur des transformateurs 15/20kV et la configuration du réseau 20kV.

Des dérogations éventuelles à la Norme citée seront établies en accord avec ENEL et SITAF.

5. GARANTIES

L'entrepreneur devra garantir que les matériels inclus dans la fourniture sont neufs, qu'ils correspondent aux caractéristiques reportées dans les spécificités, qu'ils soient de qualité, que la fabrication soit effectuée dans les règles de l'art, en utilisant des technologies de production confirmées.

L'entrepreneur devra intervenir à ses frais pour effectuer toutes les interventions rendues nécessaires en cas de manque des prestations prévues. En cas de non obtention des valeurs garanties, la Maîtrise d'Oeuvre aura la possibilité de refuser la fourniture.

6. PIECES DE RECHANGE

Dans la fourniture devront être incluses les pièces de rechange pour le fonctionnement des équipements. L'entrepreneur devra fournir les plans explicatifs de la liste des pièces de rechange, qui permettent l'identification correcte de chaque pièce dans sa position respective d'assemblage (vue explosée).

Pour les pièces de rechange des outils et/ou instrumentations qui ne sont pas produites par le fournisseur, il devra être indiqué le fournisseur et les éventuels représentants de référence.

Le fournisseur devra garantir la fourniture des pièces de rechange originales ou équivalentes pour 10 ans.