MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D. Lgs 152/2006

PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

HUB ENERGETICO **AGNES ROMAGNA 1&2** UBICATO NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA COSTA EMILIANO-ROMAGNOLA E NEL COMUNE DI RAVENNA

Titolo:

RELAZIONE TECNICA DELLA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA TERRESTRE

Codice identificativo:

AGNROM_EP-R_REL-SSRP

Proponente:

AGNES

Agnes S.r.l.
P. IVA: 02637320397

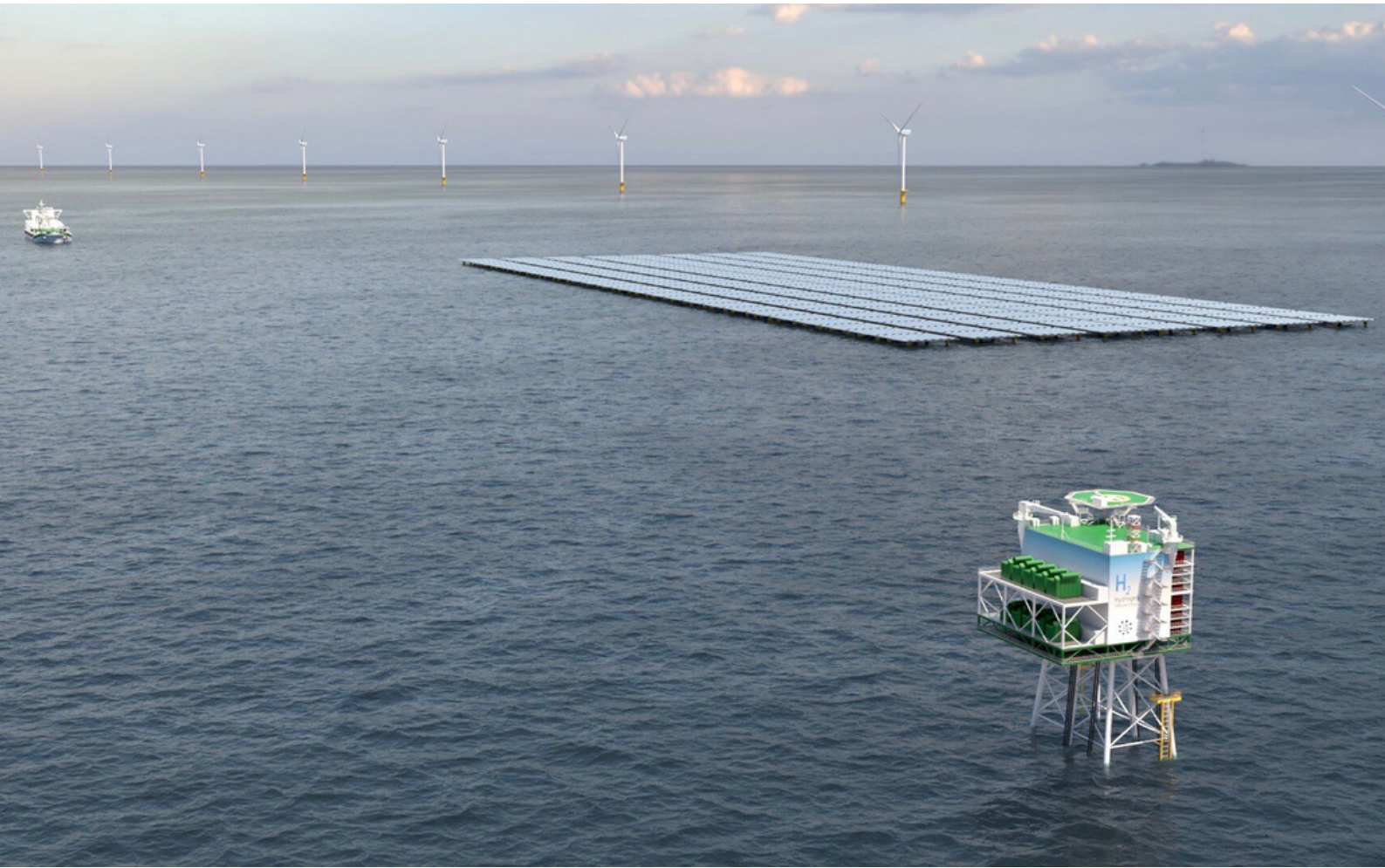
Autori del documento:

CESI
Shaping a Better Energy Future

CESI S.p.A.
P. IVA: 00793580150

techfem SpA
Human & Sustainable Engineering

Techfem S.r.l.
P. IVA: 01046640411



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Relazione tecnica della sottostazione elettrica terrestre
Codice documento	AGNROM_EP-R_REL-SSRP
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	12/12/2022
Versione	1.0
Autore/i	D. Negri; A. Rizzi; S. Malgarotti
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_2
Sezione	Elaborati di progetto
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	D. Negri; A. Rizzi; S. Malgarotti	A. Bernabini	AGNES	Emissione finale
Ver.	**Rev.**	**Redazione**	**Controllo**	**Emissione**	**Commenti**

FIRME DIGITALI

Firmato digitalmente da
alberto bernabini
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ravenna
T = Ingegnere
Signature date and time: 09/02/2023 11:29:01

Agnes S.r.l.
Via Del Fringuello 28, 48124 Ravenna (IT)

Questo documento è di proprietà di Agnes S.r.l.
Qualunque riproduzione, anche parziale, è vietata senza la sua preventiva autorizzazione.
Ogni violazione sarà perseguita a termini di legge.

Sommario

1. INTRODUZIONE 7

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO 8
1.2 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI 8
1.1.1 DEFINIZIONI 8
1.1.2 ABBREVIAZIONI 9
1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO 9

2. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO 10

2.1 CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO 10
2.2 DESCRIZIONE DI AGNES RAVENNA PORTO 10
2.2.1 UBICAZIONE GEOGRAFICA 13
2.2.2 REGIME URBANISTICO 14
2.2.3 REGIME VINCOLISTICO 20
2.2.4 PROPRIETÀ E STATO ATTUALE DELL'AREA 20
2.2.5 IMPIANTI CIVILI IN AGNES RAVENNA PORTO 22

3. CARATTERISTICHE NOMINALI O CLIMATICHE IMPIANTI BLINDATI ED APPARECCHIATURE ALL'APERTO 26

3.1 IMPIANTI BLINDATI 26
3.2 APPARECCHIATURE ALL'APERTO 26

4. CLASSIFICAZIONI GENERALI 28

4.1 CRITERI DI COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO 28
4.2 CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI DI GUASTO A TERRA 28
4.3 CORRENTI TERMICHE NOMINALI 29

5. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE 30

5.1 DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA 30
5.2 SERVIZI AUSILIARI 31
5.3 IMPIANTO DI TERRA 31
5.3.1 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA 32
5.3.2 DIMENSIONAMENTO RISPETTO ALLA CORROSIONE ED ALLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE 32
5.3.3 DIMENSIONAMENTO CON RIFERIMENTO AL COMPORTAMENTO TERMICO 33
5.3.4 DIMENSIONAMENTO CON RIFERIMENTO ALLE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO 33
5.3.5 COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA 34
5.3.6 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI 35
5.3.7 PROTEZIONE DAI FENOMENI CORROSIVI 36
5.4 PRINCIPALI OPERE STRUTTURALI 36
5.4.1 EDIFICIO ELETTRICO MT/BT E SERVIZI AUSILIARI 36
5.4.2 EDIFICIO SF6 220KV 38
5.4.3 EDIFICIO SF6 380KV 40
5.4.4 MURI PARAFIAMMA 42
5.4.5 VASCHE DI CONTENIMENTO ACQUA/OLIO 45
5.4.6 SERBATOIO RISERVA IDRICA E SHELTER POMPE ANTINCENDIO 45

1.4 APPRESTAMENTI VARI 46
5.4.7 ILLUMINAZIONE E PRESE 46
5.4.8 VIABILITÀ INTERNA E FINITURE 47
5.4.9 RECINZIONE E INGRESSI 47
5.4.10 VIE CAVO 47

6. APPARECCHIATURE AT, MACCHINARI E COMPONENTI PRINCIPALI DI STAZIONE. PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE 48

6.1 APPARECCHIATURA BLINDATA GIS PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE 48
6.1.1 CARATTERISTICHE GENERALI E NOMINALI 48
6.1.2 ACCESSIBILITÀ 50
6.1.3 SCHEMA DI IMPIANTO 51
6.1.4 SISTEMA SBARRE 51
6.1.5 CONFIGURAZIONE DEI GIS 52
6.1.6 MONTANTI 53
6.1.7 INTERRUTTORE 55
6.1.8 SEZIONATORI E SEZIONATORI DI TERRA 58
6.1.9 TRASFORMATORI DI CORRENTE 61
6.1.10 TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVI 61
6.1.11 STRUTTURE METALLICHE 62
6.1.12 SORVEGLIANZA DELLA PRESSIONE DEL SF_6 62
6.1.13 ARMADI DI MONTANTE 64
6.1.14 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA (EMC) 65
6.1.15 RISCHIO INCENDIO (INFIAMMABILITÀ) 65
6.2 TRASFORMATORI, AUTOTRASFORMATORI E REATTORI 66
6.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI E NOMINALI 66
6.2.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE 69

7. AREA ESTERNA ALL'APERTO - APPARECCHIATURE ALTA TENSIONE E RELATIVE STRUTTURE 92

7.1 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE 92
7.2 ISOLATORI PORTANTI A COLONNINO 93
7.3 SOSTEGNI PER APPARECCHIATURE DI STAZIONE 94

8. QUADRO DISTRIBUZIONE PRINCIPALE DI MEDIA TENSIONE 95

8.1 CARATTERISTICHE GENERALI E DI PROGETTO 95
8.2 VERNICIATURA 98
8.3 DISPOSITIVI DI SICUREZZA 98
8.4 APPARECCHIATURE MT 99
8.4.1 SEZIONATORE DI SBARRA/LINEA 99
8.4.2 INTERRUTTORE 100
8.4.3 SEZIONATORE DI TERRA 101
8.4.4 TRASFORMATORI AMPEROMETRICI (TA) 102
8.4.5 TRASFORMATORI DI TENSIONE (TV) 102
8.5 IMPIANTO DI TERRA 103
8.5.1 COLLETTORE PRIMARIO DI MESSA A TERRA 103
8.5.2 COLLETTORI SECONDARI 104
8.6 RELÈ DI PROTEZIONE 104

9. RUMORE 105

9.1 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO 105
9.2 PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA 106
9.3 ATTIVITÀ RUMOROSE A CARATTERE TEMPORANEO 106
9.4 NORME TECNICHE 107
9.5 DATI PROGETTUALI FUNZIONALI ALL'ELABORAZIONE DELL'INPUT DI SORGENTE 107
9.5.1 REALIZZAZIONE DELLA STAZIONE ELETTRICA 108
9.5.2 FASE DI ESERCIZIO DELLA SSE 220/380 KV 110

10. CAMPI ELETTROMAGNETICI 113

11. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDRAULICO 114

12. TERRE E ROCCE DI SCAVO 115

13. AREE IMPEGNATE 116

14. FASCE DI RISPETTO 117

15. SICUREZZA CANTIERI 118

16. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 119

Indice delle figure

FIGURA 1: PLANIMETRIA DI AGNES RAVENNA PORTO CON CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELLE AREE OCCUPATE 11
FIGURA 2: RENDERING DELL'AREA AGNES RAVENNA PORTO 12
FIGURA 3: UBICAZIONE DELL'AREA "AGNES RAVENNA PORTO" (ARP) SU MAPPA TOPOGRAFICA 14
FIGURA 4: LOCALIZZAZIONE OPERE A TERRA (ELETTRODOTTI E STAZIONESSE-BESS-P2H2) IN PROGETTO SULLA CARTOGRAFIA PSC 3 "SPAZI E SISTEMI" (FONTE: PSC DEL COMUNE DI RAVENNA) 16
FIGURA 5: STRALCIO DEL RUE2 DEL COMUNE DI RAVENNA CON INDICAZIONE DELL'AREA AGNES RAVENNA PORTO 17
FIGURA 6: STRALCIO DEL RUE2 DEL COMUNE DI RAVENNA CON INDICAZIONE DELL'AREA AGNES RAVENNA PORTO 19
FIGURA 7: CASSA DI COLMATA "A" IN PROGETTO DELL'AUTORITÀ PORTUALE 21
FIGURA 8: SEZIONI TIPO DELLO STATO ATTUALE E FUTURO DELLA CASSA DI COLMATA (ELABORAZIONE DEL GRUPPO SAPIR) 22
FIGURA 9: PRESENZA DI SOTTOSISTEMI DI ACQUA E FOGNATURA LIMITROFI ALL'AREA AGNES RAVENNA PORTO 24
FIGURA 10: PLANIMETRIA EDIFICIO ELETTRICO MT/BT E SERVIZI AUSILIARI 37
FIGURA 11: PLANIMETRIA EDIFICIO SF6 220 KV 39
FIGURA 12: PLANIMETRIA EDIFICIO SF6 380 KV 41
FIGURA 13: GEOMETRIA GENERALE: DX-MURI PARAFIAMMA REATTORI 380 KV; CENTRO-MURI PARAFIAMMA REATTORI 220 KV; 43
FIGURA 14: GEOMETRIA GENERALE: MURI PARAFIAMMA AUTOTRAFO 220/380 KV 400MVA ATR1-ATR2-ATR3 44
FIGURA 15: GEOMETRIA GENERALE: VASCHE DI CONTENIMENTO ACQUA/OLIO 45
FIGURA 16: GEOMETRIA GENERALE: SERBATOIO RISERVA IDRICA E SHELTER POMPE 46

Indice delle tabelle

TABELLA 1: CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO 10
TABELLA 2: CONDIZIONI AMBIENTALI DI FUNZIONAMENTO 26
TABELLA 3: CORRENTI NOMINALI DI CORTO CIRCUITO TRIFASE PER DIMENSIONAMENTO COMPONENTI, BLINDATO E MACCHINARIO AT 28
TABELLA 4: CORRENTI DI GUASTO A TERRA SISTEMI AT 28
TABELLA 5: CORRENTI TERMICHE NOMINALI SISTEMI AT 29
TABELLA 6: CARATTERISTICHE NOMINALI GIS 220 KV 48
TABELLA 7: CARATTERISTICHE NOMINALI GIS 380 KV 49
TABELLA 8: CONFIGURAZIONE GIS 220 KV DOPPIA SBARRA 52
TABELLA 9: CONFIGURAZIONE GIS 380 KV SINGOLA SBARRA 53
TABELLA 10: ARMADI DI MONTANTE GIS 220 KV 64
TABELLA 11: ARMADI DI MONTANTE GIS 380 KV 64
TABELLA 12: CARATTERISTICHE NOMINALI TRASFORMATORE 220/30 KV 66
TABELLA 13: CARATTERISTICHE NOMINALI AUTOTRASFORMATORE 220/380 KV 67
TABELLA 14: CARATTERISTICHE NOMINALI REATTORE 220 KV 68
TABELLA 15: CARATTERISTICHE NOMINALI REATTORE 380 KV 68
TABELLA 16: LIVELLI DI ISOLAMENTO E LINEE DI FUGA ISOLATORI PASSANTI 76
TABELLA 17: INTERVALLI DI MISURA E ACCURATEZZA GAS DISCIOLTI 84
TABELLA 18: TENSIONI DI ALIMENTAZIONE CIRCUITI SA MACCHINE ELETTRICHE 88
TABELLA 19: CARATTERISTICHE TECNICHE SCARICATORI DI SOVRATENSIONE AT. VALORI NOMINALI 92
TABELLA 20: CARATTERISTICHE TECNICHE ISOLATORI PORTANTI AT. VALORI NOMINALI 93
TABELLA 21: CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI QUADRO MT 30 KV 95
TABELLA 22: CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE PRINCIPALI QUADRO MT 30 KV 96
TABELLA 23: CONFIGURAZIONE QUADRO GENERALE DISTRIBUZIONE MT 97
TABELLA 24: FORME SPETTRALI TIPICHE PER ATR E REATTORE 111

1. INTRODUZIONE

Il Progetto Romagna 1&2 è relativo alla installazione e messa in esercizio di un hub energetico localizzato in parte nel tratto di mare antistante la costa emiliano-romagnola e in parte nell'area del Comune di Ravenna. Agnes S.r.l. è la società ideatrice e proponente del progetto, con sede a Ravenna (RA).

L'hub presenta caratteristiche altamente innovative, in primis l'integrazione di impianti a mare di produzione di energia da fonte solare ed eolica, la cui elettricità viene trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

1. immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
2. stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
3. produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

Agnes S.r.l., nell'espletamento dei servizi sopra indicati, intende perseguire i seguenti obbiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e delle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Le opere del Progetto sono nello specifico:

- un impianto eolico off-shore composto da 25 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 200 MWp ("Romagna 1");
- un impianto eolico off-shore composto da 50 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 400 MWp ("Romagna 2");
- un impianto fotovoltaico da 100 MWp di tipologia galleggiante;

ed opere di connessione costituite da:

- due stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV off-shore;
- una stazione elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV on-shore (SSE Agnes Ravenna Porto) con opere connesse tra cui un impianto di accumulo di energia di potenza fino a 50 MWp ed un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori;
- elettrodotti marini di inter-array da 66 kV ed export da 220kV, una buca giunti terra-mare per cavi export da 220 kV, cavi export terrestri a 220 kV per la trasmissione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaico alla SSE Agnes Ravenna Porto e da questa, mediante cavi export terrestri a 380 kV alla Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla RTN.

La società proponente ha iniziato a svolgere analisi di fattibilità tecnico-economiche dal 2017 e da allora sono stati compiuti notevoli sforzi di progettazione per gestire le complessità dettate dalle innovazioni tecnologiche proprie degli impianti e maturare le scelte tecniche in base alle esigenze e gli input degli stakeholder.

Nel gennaio del 2021 Agnes ha avviato ufficialmente l'iter di autorizzazione del Progetto, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 387/2003 e secondo quanto disposto dalla circolare n. 40/2012 del MIT (ora MIMS). È stato superato con esito positivo la prima fase del complesso iter, ovvero l'istruttoria di Concessione Demaniale Marittima ai sensi dell'art. 36 del Codice Della Navigazione, in cui hanno espresso parere circa 30 enti, nessuno dei quali è risultato negativo o ostativo.

La società ha quindi proceduto con l'avanzamento dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (D. Lgs 152/2006), basata sullo Studio d'Impatto Ambientale e del Progetto con livello di approfondimento Definitivo, dei quali questo documento risulta parte.

1.1 Scopo del documento

Lo scopo del presente documento è di fornire una descrizione generale e le principali caratteristiche tecniche e funzionali degli impianti, delle apparecchiature e dei macchinari principali facenti parte della nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV denominata "Agnes Ravenna Porto", ubicata in aree terrestre e facente parte del Progetto Agnes Romagna 1&2.

Si precisa che la sottostazione elettrica Agnes Ravenna Porto descritta nel presente documento è stata progettata per elevare la tensione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaici galleggianti di Romagna 1&2 (potenza totale: 700 MWe) più quella dell'ipotetico impianto eolico di Romagna 3 (potenza: 400 MWe), da considerarsi come futura espansione dell'hub energetico e per la quale la società Agnes prevede di intraprendere separato iter di autorizzazione nel corso del 2023.

1.2 Definizioni e Abbreviazioni

1.1.1 Definizioni

In questo documento verranno applicati i seguenti termini:

COMMITTENTE	Agnes S.r.l.
PROGETTISTA / CONTRATTORE	Associazione temporanea di imprese Techfem S.p.A. / CESI S.p.A., responsabile del progetto definitivo.
PROGETTO	Hub energetico "AGNES ROMAGNA 1&2" localizzato nel tratto di mare antistante la costa emiliano-romagnola e nel Comune di Ravenna

1.1.2 Abbreviazioni

CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CSC	Commutatore Sotto Carico
USCD	Linea di fuga minima degli isolatori passanti
SSE	Stazione Elettrica
SPCC	Sistema Protezione Comando e Controllo
SM	Sistema di Monitoraggio
MAI	Mancanza Apertura Interruttore
EQP	Equipotenzialità
ZPA	Zero Period Acceleration

1.3 Documenti di riferimento

Di seguito la documentazione di riferimento considerata per lo sviluppo della presente relazione.

[1] AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-ELEMEC SSE 220/380kV - Planimetria elettromeccanica

[2] AGNROM_EP-D_SEZ-SSRP-CIVILE SSE 220/380kV - Sezioni longitudinali delle varie parti di impianto

[3] AGNROM_EP-D_UNIF-OPERE-TERRA Schema elettrico unifilare della SSE 220/380 kV e degli impianti BESS e di idrogeno

2. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

2.1 Condizioni ambientali di riferimento

Le condizioni ambientali del luogo di realizzazione dell'opera sono esposte nella seguente Tabella:

Tabella 1: Condizioni ambientali di riferimento

Descrizione	Unità	Valore
Altitudine	m.s.l.m.	4
Pressione atmosferica	kPa	101,5
Umidità relativa	%	86
Temperatura dell'aria ambiente	°C	media 14°, minima 1°, massima 28°
Temperatura di progetto	°C	-5° / +40°
Pioggia	mm/anno	584
Neve	Zona	1, Mediterranea / NTC 2018
Vento	Zona	2 / NTC 2018, $V_{b,0}$=25 m/s; a_0=750 m; k_s=0,45
Classe Sismica	Zona	3 (bassa sismicità) 0,15 g

2.2 Descrizione di Agnes Ravenna Porto

Il progetto Agnes Ravenna Porto (ARP) è la naturale estensione dell'hub energetico in zona terrestre ed è destinato ad ospitare 3 macrosistemi, articolati nella figura sottostante:

- Stazione elettrica di trasformazione da 380/220/30/0,4 kV, che riceve in ingresso l'energia generata degli impianti di produzione a mare
- Impianto di accumulo (BESS) da 50 MW/200 MWh
- Impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione di idrogeno

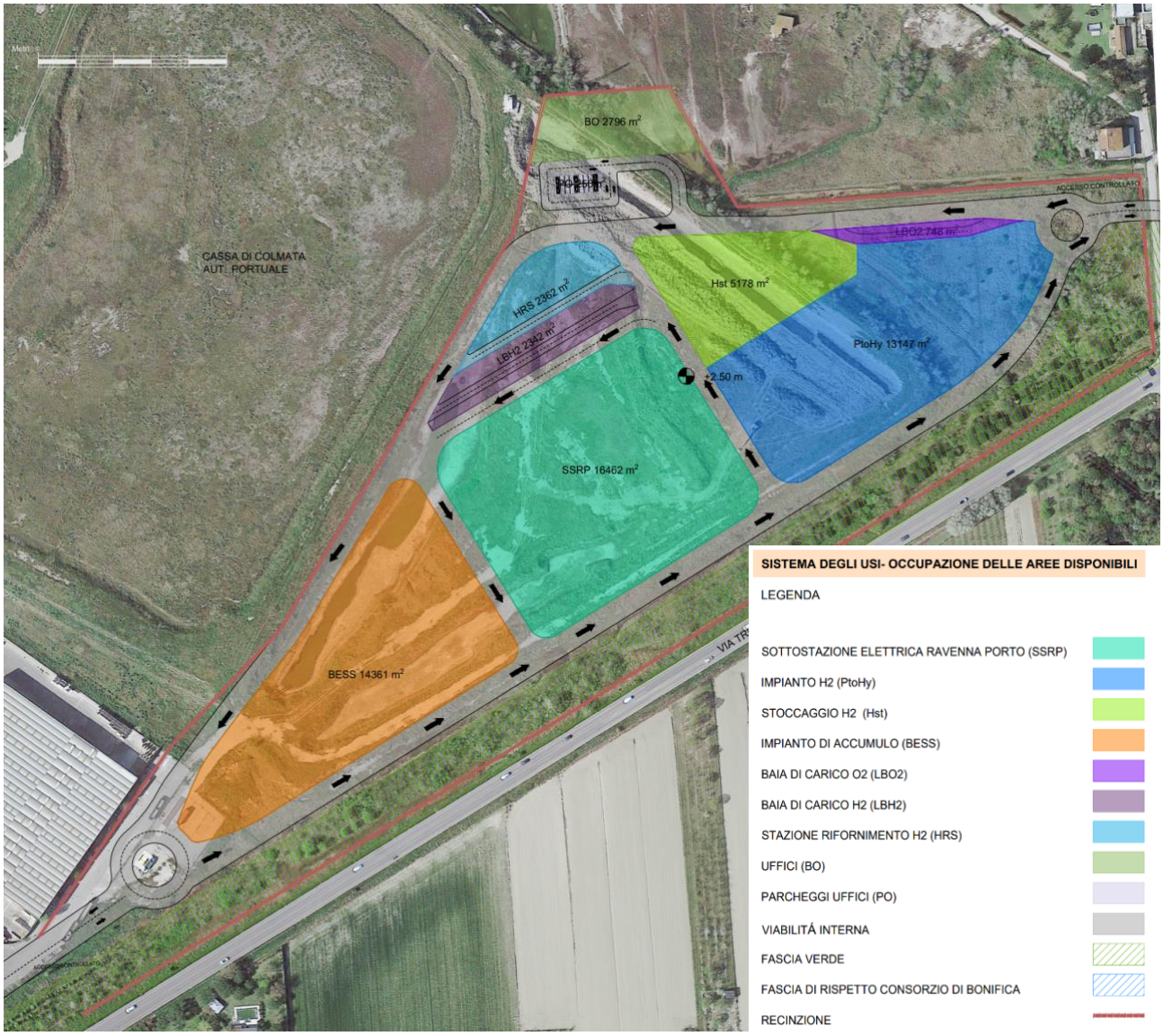


Figura 1: Planimetria di Agnes Ravenna Porto con classificazione funzionale delle aree occupate

Per la consultazione della planimetria tecnica di dettaglio dell'area ARP si prega di consultare l'elaborato con codice AGNROM_EP-D_PLA-ARP-TECH.

Come si evince, nella parte più a sinistra vi è l'impianto BESS. Nella parte centrale in basso vi è la sottostazione elettrica con sopra la baia di carico e la HRS per il rifornimento rispettivamente di carri bombolai e veicoli alimentati ad idrogeno. Nella parte a destra è previsto l'impianto di produzione, compressione e stoccaggio di idrogeno.

Sono presenti due ingressi/uscite, uno a SO e l'altro a NE, entrambi facilitati da rotatorie. Internamente è presente un reticolo di strade a senso unico per percorrere tutta l'area e raggiungere gli edifici e le opere presenti. Gli uffici e i parcheggi risultano ubicati nella parte nord dell'area.

Figura 2: Rendering dell'area Agnes Ravenna Porto

La Stazione Elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV on-shore e le opere ad essa connesse, ovvero un impianto di accumulo di energia di 50MW/200MWh, ed un impianto di produzione e stoccaggio di idrogeno verde per mezzo di elettrolizzatori, è localizzata in un'area industriale portuale (luogo, fra l'altro, strategico per la produzione di idrogeno verde) denominata "AGNES Ravenna Porto" (ARP).

Tra le possibili soluzioni considerate quest'ultima è stata individuata come l'ubicazione più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Dall'area della Sottostazione Elettrica "ARP", parte il corridoio di cavidotto 380 kV, il quale segue un percorso di circa 16,3 km fino alla esistente Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il tracciato degli elettrodotti terrestri, così come il posizionamento della sottostazione di conversione elettrica 220/380 kV, dell'impianto di accumulo (BESS) da 50MW/200MWh e dell'impianto di produzione e stoccaggio di idrogeno verde, è stato definito nel rispetto delle legislazioni vigenti (Norme di attuazione dei PRG e Vincoli paesaggistici, ambientali, archeologici, ecc.) e della normativa tecnica relativa alla progettazione di queste opere, applicando i seguenti criteri di buona progettazione:

- Assicurare la continuità di servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale, permettendo il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto;
- Individuare il tracciato in base alla possibilità di ripristinare le aree attraversate riportandole alle condizioni morfologiche e di uso del suolo preesistenti l'intervento minimizzando così l'impatto sull'ambiente;
- Contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per una minore occupazione del territorio;

- Minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- Ubicare il tracciato il più possibile al di sotto delle carreggiate stradali (o in prossimità di esse) evitando zone agricole nel quale potrebbero essere eseguiti scavi o movimentazioni del terreno, e favorendo l'installazione, il controllo e la manutenzione del cavidotto, così come la minimizzazione dei fondi agricoli da asservire;
- Evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzare e di interesse urbanistico;
- Evitare zone con fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenzialmente tali;
- Percorrere i crinali ed i versanti, quando possibile, seguendo le linee di massima pendenza evitando il più possibile tratti a mezza costa;
- Evitare di interessare aree di rispetto delle sorgenti e captazioni di acque ad uso potabile;
- Minimizzare le interferenze con sottoservizi dei sistemi di distribuzione e trasporto acqua, gas, oleodotti, illuminazione pubblica, rete elettrica, telecomunicazioni;
- Evitare i siti inquinati o limitare il più possibile la percorrenza al loro interno;
- Interessare il meno possibile aree boscate o con colture di pregio;
- Evitare aree residenziali o aree interessate da pianificazioni urbanistiche comunali.

L'area dovrà essere delimitata e resa accessibile solo dagli operatori addetti e dovrà essere utilizzata la cartellonistica di avviso, attenzione e pericolo di cui al D.Lgs. 81/2008 comprensiva di cartelli indicatori dei livelli massimi di tensione in kV.

2.2.1 Ubicazione geografica

Per quanto riguarda l'area vasta, Agnes Ravenna Porto è localizzato in Provincia di Ravenna, regione Emilia-Romagna, nell'Italia del Nord-Est.

Nel contesto specifico della città di Ravenna, l'area di installazione è prevista in zona portuale a sud della Pialassa dei Piomboni, tra Via Fiorenzi Francesco e Via Trieste, quest'ultima che rappresenta la strada principale che collega la città alla località di Marina di Ravenna.

Dal punto di vista catastale, l'area è ricompresa nella sezione A foglio 14, alle particelle 56, 57, 13, 95, 533. Le coordinate del centro dell'area sono invece Lat. 44.44759; Long. 12.26817 (WGS 84).

Figura 3: Ubicazione dell'area "Agnes Ravenna Porto" (ARP) su mappa topografica

2.2.2 Regime urbanistico

La pianificazione urbanistica del Comune di Ravenna si compone del Piano Strutturale Comunale (PSC), approvato con Delibera di Consiglio Comunale PV 25/2007 del 27/02/2007, del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) approvato con Delibera di C.C. n. 77035/133 del 28/07/2009, e del Piano Operativo (POC) approvato il 05 febbraio 2015 dal Consiglio Comunale con delibera n.16834/7.

La "Variante di adeguamento 2019 al RUE e conseguenti modifiche al Piano di Zonizzazione Acustica" è stata approvata con D.C.C. n. 36 nella seduta del 12/05/2020 ed è entrata in vigore con la pubblicazione sul BUR N. 188 del 10/06/2020.

Il Piano Strutturale Comunale (PSC) è lo strumento di pianificazione urbanistica generale che deve essere predisposto dal Comune, con riguardo a tutto il proprio territorio, per delineare le scelte strategiche di assetto e sviluppo e per tutelare l'integrità fisica ed ambientale e l'identità culturale dello stesso. Il PSC non attribuisce in nessun caso potestà edificatoria alle aree né conferisce alle stesse una potenzialità edificatoria subordinata all'approvazione del POC. Il PSC articola il territorio comunale in Sistemi e Spazi:

- sistema paesaggistico-ambientale;

- sistema della mobilità;
- sistema delle dotazioni territoriali;
- componenti dello spazio naturalistico;
- componenti dello spazio rurale;
- componenti dello spazio portuale;
- componenti dello spazio urbano.

Ognuno di essi è suddiviso in componenti. L'insieme delle componenti costituisce la zonizzazione urbanistica, ambientale e paesaggistica dell'intero territorio comunale.

Gli Elaborati descrittivi del PSC sono finalizzati ad illustrare in modo sintetico ed integrato l'insieme dei rapporti d'area vasta assunti a base del piano nonché le principali scelte del piano.

I contenuti dell'elaborato Spazi e Sistemi (PSC 3) congiunti con quelli dell'elaborato Norme Tecniche d'Attuazione (NTA) (PSC 5) costituiscono la disciplina del PSC 2003.

Tabella 1: Ambiti identificati nella Tavola PSC3

Sistema paesaggistico ambientale, paesaggio, contesti paesistici d'area vasta	Titolo II capo 1° art.33 C.3
Ambiti soggetti ad attuazione indiretta ordinaria, PUA approvato	Titolo I capo 6° art.22 C.3
Spazio portuale, aree consolidate per attività produttive portuali	Titolo V art. 83

In particolare, l'area individuata per la realizzazione della stazione SSE-BESS-P2H2 ricade in una zona appartenente allo "**Spazio portuale**", normato dal Titolo V delle NTA, e in particolare nelle "Aree consolidate per attività produttive portuali", disciplinate dall'art. 83 delle NTA.

Per quanto riguarda il Regolamento Urbanistico Edilizio del Comune di Ravenna, ARP rientra nello Spazio Portuale (Titolo VII) tra le "Aree consolidate per attività produttive portuali facenti parte di PU vigenti alla data di adozione del PSC", così come disciplinato dall'art. VII.1.4. In tali aree si applicano le Disposizioni di carattere generale contenute all'art. VII.1.2., che prevedono l'applicazione dei seguenti indici e parametri urbanistici:

- Uf ≤ 0,8 m²/m², comprensivi di tutte le dotazioni e gli accessori eventualmente richiesti e/o prescritti per l'approvazione dell'intervento da parte degli Enti istituzionalmente competenti e/o per garantire la sicurezza (Uf = indice di edificabilità fondiaria che esprime i m^2 costruibili per ogni m^2 di superficie fondiaria);
- IVL ≥ 0,3 (IVL = indice di visuale libera dato dal rapporto fra la distanza dei singoli fronti del fabbricato dai confini di proprietà o dai confini stradali, e l'altezza dei medesimi fronti);
- De = IVL (De = distanza tra gli edifici/distacco)

- Distanza dal confine stradale ≥ m 6,00 o in confine con rispetto stradale individuato
- Distanza dai confini di proprietà e/o di zona (componente) = IVL, con un minimo di m 5,00 o in confine previo accordo tra i proprietari
- Superficie operativa (percorsi interni, aree di parcheggio, etc.): ≥ 20% della SF. La predetta entità di superficie operativa soddisfa anche la dotazione di parcheggi privati al lotto di cui all'art. III.3.2 delle presenti norme

Tutti i parametri urbanistici sopra elencati sono stati considerati e rispettati in fase di progettazione.

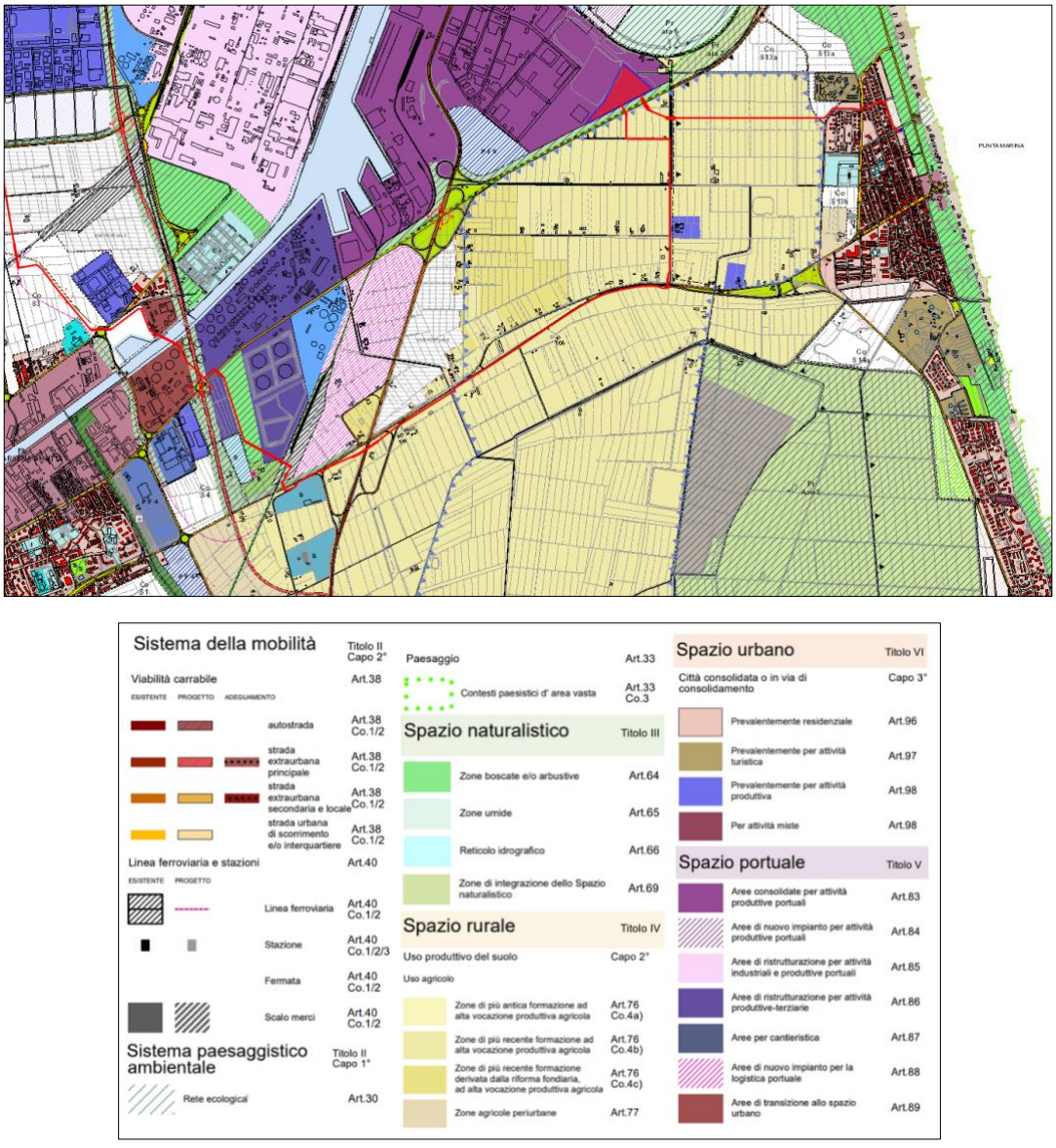


Figura 4: Localizzazione opere a terra (elettrodotti e stazioneSSE-BESS-P2H2) in progetto sulla cartografia PSC 3 "Spazi e sistemi" (fonte: PSC del comune di Ravenna)

Il Regolamento urbano edilizio (RUE) è stato approvato con D.C.C. n. 77035/133 del 28/07/2009 e negli anni ha subito diverse modifiche in funzione delle varianti nel tempo approvate.

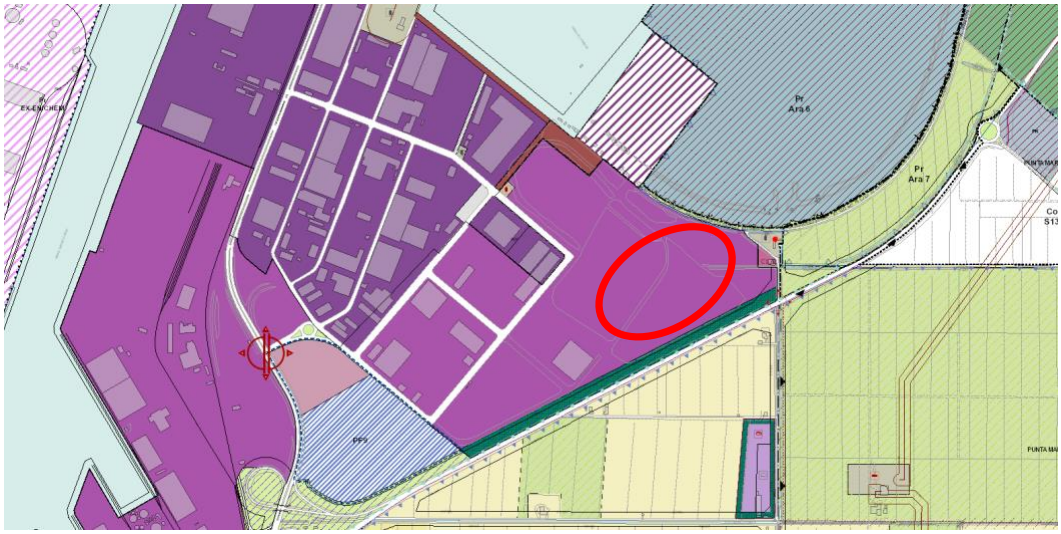


Figura 5: Stralcio del RUE2 del Comune di Ravenna con indicazione dell'area Agnes Ravenna Porto

L'area destinata alla stazione SSE-BESS-P2H2 del progetto Agnes Ravenna Porto è compresa nel Sistema paesaggistico "*9.2 Il porto*" (Art. IV.1.4 c2). È identificata come "*Spazio portuale, Componenti dello Spazio portuale, SP2 - Aree consolidate per attività produttive portuali facenti parte di PU vigenti alla data di adozione del PSC*" (Art.VII.1.4) ed è ricompresa in "*Ambiti soggetti ad attuazione indiretta ordinaria. PUA approvati*" (Art. III.1.3) e "*Aree di tutela delle potenzialità archeologiche - Zona 4*" (Art.IV.1.13).

Con particolare riferimento allo "*Spazio portuale, Componenti dello Spazio portuale, SP2 - Aree consolidate per attività produttive portuali facenti parte di PU vigenti alla data di adozione del PSC*" si riporta di seguito un estratto dell'Art.VII.1.4.

[Art. VII.1.4] Aree consolidate per attività produttive portuali facenti parte di PU vigenti alla data di adozione del PSC

1. Nelle Aree consolidate per attività produttive portuali il RUE individua le parti che sono comprese in PU approvati ed in corso di attuazione alla data di adozione del PSC.

I Progetti Unitari di cui si tratta sono i seguenti:

a) Progetto Unitario "Trattaroli Destra", approvato dal Consiglio Comunale con delibera n. 30880/936 del 19.7.1990
b) Progetto Unitario "Trattaroli Sinistra", approvato dal Consiglio Comunale con delibera n. 30879/935 del 19.7.1990

c) Progetto Unitario "Lottizzazione Ovest Piomboni", approvato dal Consiglio Comunale con delibera n. 51890/1831 del 22.12.1987

d) Progetto Unitario "Darsena S. Vitale", approvato dal Consiglio Comunale ed esecutivo dal 16.2.1989.
2. In tali aree, si applicano usi, indici e parametri di cui all'art. VII.1.2 con riferimento ad una SF calcolata al netto delle aree di uso pubblico già previste dai rispettivi PU, o, qualora non in contrasto, le previsioni dei PU approvati, fermo restando che l'attuazione o il completamento delle parti pubbliche o di uso pubblico è regolata dalle prescrizioni dei singoli PU approvati.

3. I PU vigenti possono essere modificati sulla base di uno specifico PUA, come indicato nell'art. 37 delle NTA del POC

Tali aree vengono normate all'art. VII 1.5 – Aree consolidate per attività produttive portuali con impianti a Rischio di Incidente Rilevante RIR.

In tal senso si riporta l'articolo VII 1.3 delle Norme Tecniche di Attuazione sulle destinazioni ed esclusioni pertinenti in via generale alle Aree consolidate per attività produttive portuali.

[Art. VII.1.3] Aree consolidate per attività produttive portuali Destinazioni / esclusioni

1. Le Aree consolidate per attività produttive portuali sono destinate alle attività che, per ragioni logistiche, debbono avere una stretta relazione con il porto.

2. Nelle Aree consolidate per attività produttive portuali si applicano usi, indici e parametri dell'art. VII.1.2, con le relative limitazioni.

In tali zone **non sono consentiti**:

- nuovi impianti e/o potenziamento di impianti esistenti per movimentazione, deposito e lavorazione di sostanze aventi le caratteristiche per le quali erano classificate R11 e R12 ai sensi della Direttiva 67/548 CEE (ora sostituita dal Reg. CE 1272/2008), salvo il caso che derivino dal trasferimento di uguali quantità e tipologie già insediate nell'ambito dei processi di delocalizzazione previsti dall'art. VII.1.5, c3

- **nuovi impianti RIR**, anche mediante potenziamento di impianti esistenti, nel caso questi comportino aree di isodanno esterne ai confini di stabilimento, al di fuori della procedura per la delocalizzazione prevista dall'art. VII.1.5, c3, fatto salvo quanto diversamente disposto dall'art. VII.1.5 per gli stabilimenti/impianti RIR esistenti.

3. In tali aree si interviene mediante attuazione diretta, previo adeguamento delle eventuali opere di urbanizzazione incomplete.

[grassetto e sottolineatura a cura del redattore]

Il Piano Regolatore Portuale 2007 è stato adottato con delibera del Comitato Portuale n. 9 del 9.03.2007 ed è stato approvato con delibera della Giunta Provinciale n. 20 del 3.02.2010. Il Piano Regolatore Portuale e il

relativo Piano Operativo triennale 2017-2019, si occupano di programmare le attività per lo sviluppo delle vie d'acqua del porto. Tra gli interventi previsti dal PRP troviamo azioni volte sia a rilanciare il porto come porto turistico, con la realizzazione di attracchi per traghetti e navi turistiche, sia ad adeguarlo alle crescenti esigenze dettate dai traffici marittimi per il trasporto logistico. Il Piano operativo Triennale allegato al piano si pone i seguenti obbiettivi:

- la digitalizzazione della logistica;
- il potenziamento delle connessioni da terra col porto (stradali che ferroviarie) sia dal mare (miglioramento della navigabilità dei canali);
- la manutenzione del patrimonio pubblico demaniale;
- l'efficienza energetica.

Il Piano quindi punta a un ampio intervento di potenziamento e miglioramento delle infrastrutture portuali, necessario a mantenere le quote di mercato che rischiano di essere erose nella competizione tra porti europei. L'opera include lavori di dragaggio dei canali portuali, con annesse importanti opere a terra per la gestione delle casse di colmata e la movimentazione dei materiali dragati, i conseguenti interventi di adeguamento d'importanti banchine esistenti, l'acquisizione e l'apprestamento di aree da adibire a servizi per la logistica.

Nello stralcio sottostante si può vedere il rapporto tra gli interventi previsti dal POC e la localizzazione del progetto di Agnes Ravenna Porto.

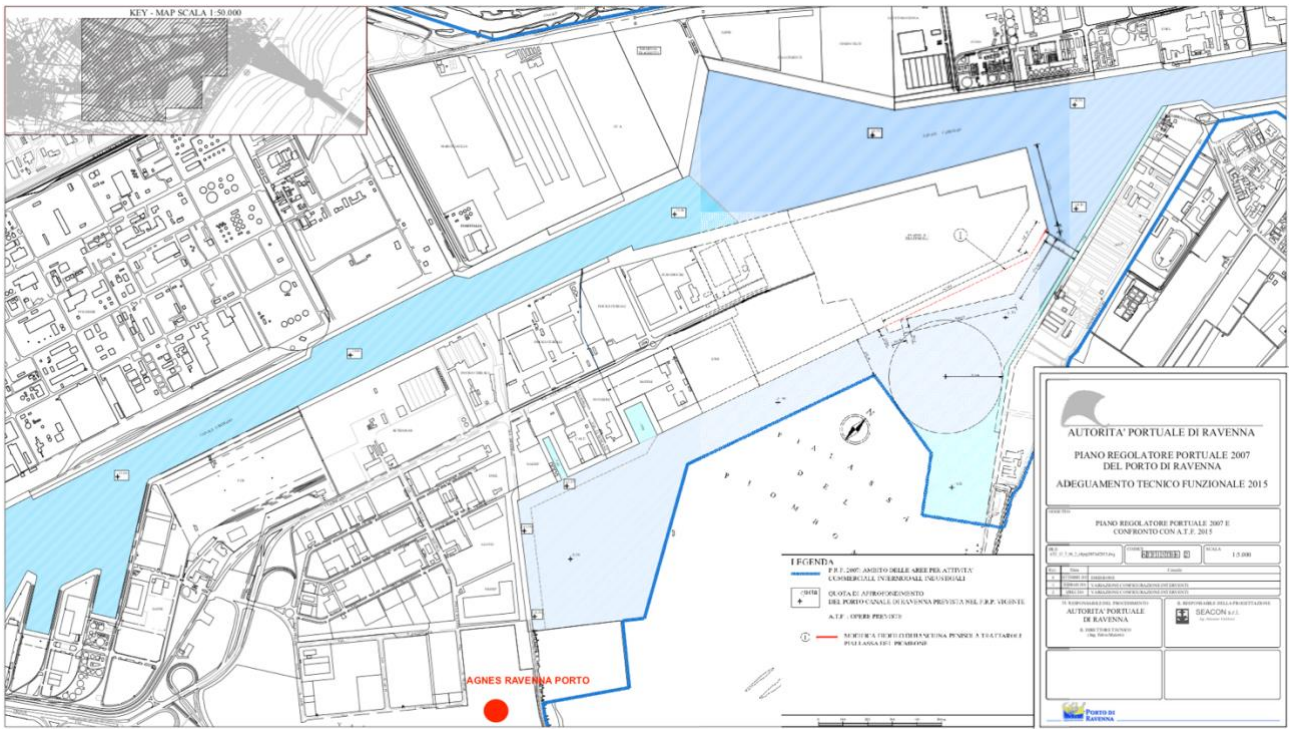


Figura 6: Stralcio del RUE2 del Comune di Ravenna con indicazione dell'area Agnes Ravenna Porto

2.2.3 Regime vincolistico

Non vi sono vincoli che gravano direttamente sull'area ma si rileva a nord, nelle immediate vicinanze, un SIC/ZPS con codice IT407006, denominato "Pialassa dei Piomboni, Pineta di Punta di Marina", il quale ricade all'80% nel Parco regionale Delta del Po. Il sito è localizzato immediatamente a Sud del porto-canale di Ravenna, il Candiano, in area litoranea e sublitoranea tra i lidi di Marina di Ravenna e Punta Marina. Tale sito coincide anche con le aree identificate dal D.Lgs. 42/2004 Art. 136: Beni paesaggistici di notevole interesse pubblico.

L'area interessata dal progetto di Agnes Ravenna Porto, ricade nel "*sistema costiero*", così come il percorso degli elettrodotti 220 kV si trova nel medesimo ambito e in parte il percorso degli elettrodotti 380 kV.

Secondo quanto riportato nell'art. 13 gli strumenti di pianificazione e di attuazione della pianificazione, comunali o intercomunali, definiscono l'assetto, le trasformazioni prescritte e quelle consentite, gli usi ammissibili, delle zone di riqualificazione della costa.

Nella zona più a sud dell'area è invece presente un'area incendiata, disciplinata dalla L. 353/2000.

Sempre nella parte sud del perimetro di ARP si rileva una fascia verde di mitigazione di ampiezza 30 metri che costeggia Via Trieste, prevista dal RUE di Ravenna e contemplata nel Progetto.

Infine, nella parte nord del perimetro di ARP è presente un canale di rete scolante su cui vige una fascia di rispetto di 6 metri, anch'essa contemplata dal Progetto.

Per maggior approfondimenti circa il regime vincolistico, lo stato dell'ambiente e gli impatti previsti si rimanda ai seguenti documenti di Progetto:

- Volumi 1, 2 e 3 dello Studio di Impatto Ambientale (codice AGNROM_SIA-R_SIA)
- Relazione sulle interferenze delle opere terrestri (codice AGNROM_EP-R_REL-INT-TERRA)
- Studio d'incidenza (codice AGNROM_VI-R_VINCA)

2.2.4 Proprietà e stato attuale dell'area

L'area ARP risulta di proprietà del Gruppo SAPIR, che costituisce un'importante realtà imprenditoriale del porto di Ravenna, specializzata in imbarco/sbarco e movimentazione delle più varie tipologie di merci. Il Gruppo gestisce in Darsena San Vitale il principale terminal operator del porto e uno dei più grandi in Italia, controlla Terminal Nord SpA in sinistra Canale, specializzato in inerti, ed è proprietaria di TCR (Terminal Container Ravenna).

Parte dell'area d'interesse per il progetto ed è stata adibita in parte a cassa di colmata, nell'ambito del progetto n. 114° dell'Autorità Portuale di Ravenna. Il progetto n. 114° ha individuato quattro casse di colmata per conferire il materiale estratto al seguito delle operazioni di approfondimento dei fondali dei Canali Candiano e Baiona.

La cassa di colmata su cui in parte insiste l'opera è la "A". Come si evince in figura seguente, la sommità degli argini in progetto n. 114° erano fissate a circa 8 metri s.l.m., mentre la parte centrale a circa 6 metri.

Ad oggi, si rilevano lavori in corso nella cassa di colmata per abbassare ulteriormente gli argini e le zone centrali della cassa. In tal senso, si mostra lo stato attuale e il futuro stato di Progetto preinstallazione delle opere dell'hub energetico Agnes Romagna 1&2. Il target è un'altezza degli argini variabile tra i 5,5 e 6 m.s.l.m. e l'area centrale spianata ad una quota di 2,5 m.

In sostanza, quindi, i conferimenti di materiali dragati sono già terminati e le opere di rimozione dei sedimenti e successivo spianamento dell'area, iniziate ad inizio 2022 hanno in programma di essere terminate entro la fine del 2023.

La parte restante dell'area di proprietà del Gruppo Sapir è composta a NE da un'area verde, a S da una cintura verde che affianca la strada descritta nel paragrafo 2.2.3 e a SO da una strada in cui è attualmente presente una pesa a ponte per camion in stato di abbandono.

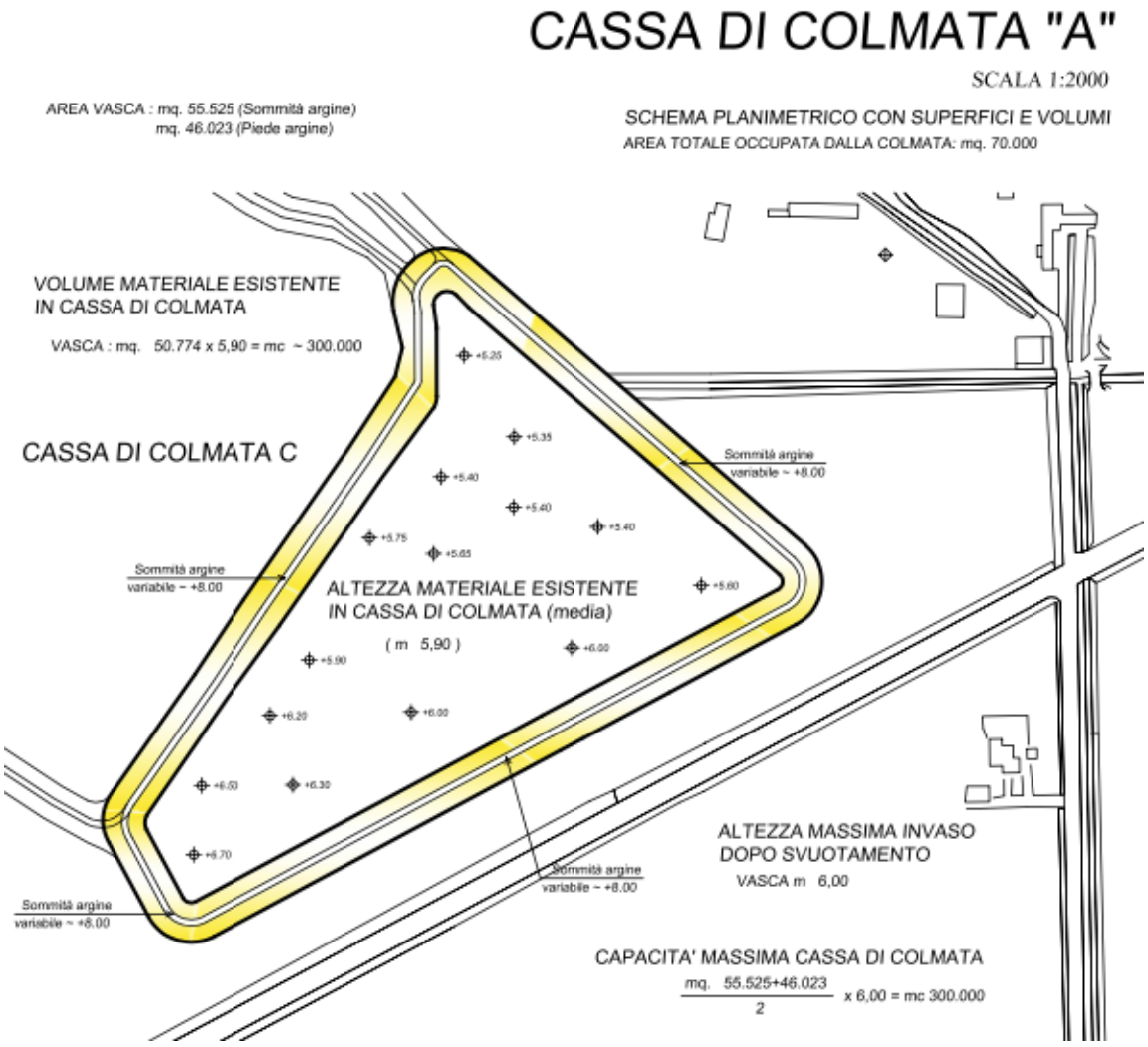


Figura 7: Cassa di Colmata "A" in Progetto dell'Autorità Portuale

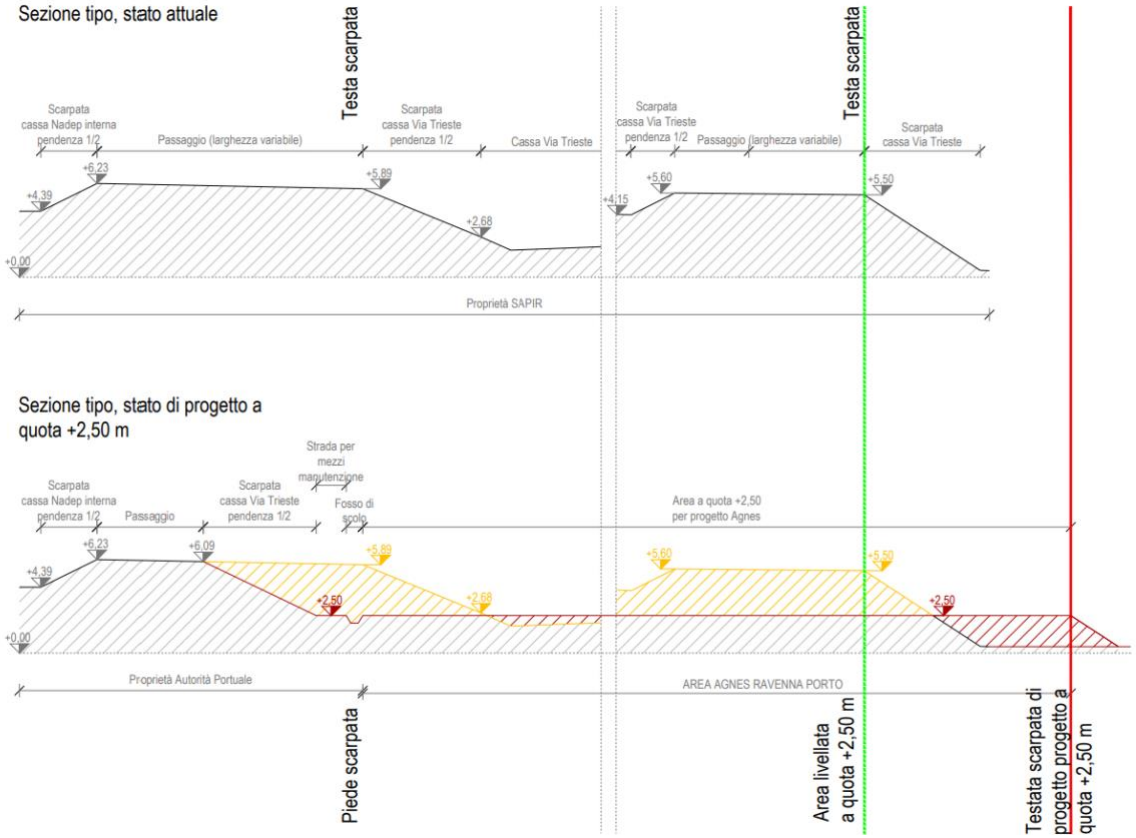


Figura 8: Sezioni tipo dello stato attuale e futuro della cassa di colmata (elaborazione del Gruppo SAPIR)

2.2.5 Impianti civili in Agnes Ravenna Porto

2.2.5.1 Illuminazione

Ogni area sarà dotata di impianti di illuminazione ordinaria e di sicurezza, previsti sia per l'illuminazione degli edifici che per l'area esterna. Per gli edifici, al fine di consentire una agevole e sicura alimentazione di apparecchi elettrici mobili, saranno previsti punti presa monofase e trifase con interruttore di blocco, fusibili e interruttore differenziale.

Al fine di garantire la manutenzione e la sorveglianza delle apparecchiature anche nelle ore notturne, è indispensabile l'installazione di un sistema di illuminazione dell'area di stazione ove sono presenti le apparecchiature ed i macchinari. A tale scopo saranno installate una torre faro e paline di illuminazione stradale in numero adeguato a garantire il livello di illuminamento previsto dalle normative di riferimento.

2.2.5.2 Viabilità stradale

Nella collocazione di tutte le strutture ed impianti, ruolo fondamentale riveste la scelta della viabilità interna dell'area. Sono infatti presenti due ingressi/uscite, uno a S-O e l'altro a N-E, entrambi facilitati da rotatorie e presidiati/controllati automaticamente; sarà interdetto l'ingresso al personale non autorizzato.

Internamente è presente un reticolo di strade a senso unico per percorrere tutta l'area e raggiungere gli edifici e le opere presenti, riducendo la probabilità di eventuali incidenti dovuti alla collisione di mezzi che viaggiano in senso opposto.

Le aree di transito degli automezzi ed interne agli edifici saranno tutte pavimentate. La pavimentazione dei piazzali esterni e delle aree di movimentazione è provvista di asfaltatura, tramite binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso. Le stesse saranno delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato e saranno presenti reti di raccolta per la gestione delle acque meteoriche.

La viabilità sarà dotata di apposita segnaletica verticale ed orizzontale conformemente alle normative vigenti. La scelta del senso unico è dettata dal volere scongiurare il verificarsi di incidenti interni all'impianto, a tal fine le baie di carico e la stazione di rifornimento sono raggiungibili tramite corsie dedicate e al termine delle quali si prevede la disposizione di un impianto semaforico che regola l'immissione dai mezzi da queste alla viabilità principale dell'intero lotto.

2.2.5.1 Recinzione e ingressi

Ogni impianto sarà previsto con adeguate recinzioni perimetrali di tipo cieco, con gli ingressi alle aree che saranno previsti mediante cancello carrabile di tipo scorrevole e cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

2.2.5.2 Sistema idrico

L'acqua richiesta dalla rete idrica verrà utilizzata sia per l'alimentazione degli elettrolizzatori, che per scopi potabili e antincendio.

Il ciclo dell'acqua prevede quindi che il prelievo avvenga direttamente dal sistema idrico, con l'utilizzo di contenitori dimensionati in maniera opportuna per l'approvvigionamento di acqua da utilizzare nel sistema antincendio.

La richiesta di acqua si attesta ad un totale di 32 m3/h così suddivisi:

- 24 m3/h in condizioni operative normali per soddisfare le richieste nominali dell'impianto di elettrolisi (3 array di rack elettrolizzatori), con condizioni massime di design che arrivano a 26,4 m3/h
- 15 m3/h per usi civili con scopo prettamente potabile (considerando l'intera area di Agnes Ravenna Porto)

Il fabbisogno idrico per i sistemi antincendio è soddisfatto dai relativi sistemi di stoccaggio tramite serbatoi permanenti. Poiché in caso di incendio ed utilizzo dell'acqua nei serbatoi, i serbatoi stessi saranno da

ripristinare entro 36 ore, considerando un ripristino dell'intero volume dei serbatoi presenti nell'area di Agnes Ravenna Porto (1075 m3), sarà da assicurare una portata di 30 m3/h.

Tale portata, che dovrà essere assicurata, è minore rispetto alla portata da garantire in fase di esercizio standard degli impianti, pari a 32 m3/h.

Figura 9: Presenza di sottosistemi di acqua e fognatura limitrofi all'area Agnes Ravenna Porto

2.2.5.3 Sistema di scarico liquidi

L'esercizio dell'impianti in termini di gestione delle acque dovrà essere garantito tramite gli appositi reticoli fognari che raccolgono le diverse tipologie di acque presenti: acque meteoriche e lavaggi inquinabili da oli minerali, scarichi liquidi provenienti da sistemi di processo come la salamoia in uscita dall'impianto di demineralizzazione, acque provenienti da servizi igienici o altro.

Il sistema delle condotte di scarico acque reflue è suddiviso nei seguenti marco-sistemi:

- Scarico dell'impianto di demineralizzazione per l'impianto di elettrolisi, con acqua salmastra e acqua di lavaggio, le quali saranno neutralizzate in opportuna vasca di neutralizzazione;
- Condensati raccolti nell'impianto di idrogeno;
- Acque igienico sanitarie derivanti da tutti gli impianti nell'area;

- Sistema di drenaggio delle acque meteoriche lungo la viabilità perimetrale e nell'area interna dell'impianto.

L'eventuale necessità di pretrattamento per soddisfare le specifiche di ingresso all'interno della rete fognaria sarà accertata una volta disponibile la composizione dettagliata dei fluidi.

Il D.lgs. 152/06 riporta i valori limite di concentrazione dei contaminanti da scaricare nelle acque superficiali e nella rete fognaria urbana (Valori limite di emissione in acque superficiali e fognarie).

Per quello che riguarda le acque meteoriche, il loro convogliamento nella rete fognaria generale dell'area sarà assicurato da una rete di raccolta con pozzetti prefabbricati con coperture in ghisa e tubazioni in PVC.

2.2.5.1 Impianto antincendio

Ciascun impianto presente all'interno dell'area Agnes Ravenna Porto sarà dotato di idonei sistemi di protezione attiva e passiva conformi alle normative specifiche a seconda del tipo di attività da presidiare.

Indicazioni preliminari di progettazione antincendio sono riportate negli elaborati:

- AGNROM_EP-R_REL-SICUREZZA – "Relazione su filosofia di sicurezza dell'hub energetico e relative prescrizioni";
- AGNROM_EP-D_PLA-ARP-INC – "Agnes Ravenna Porto: Planimetria preliminare antincendio - reti di idranti ed impianti a diluvio;
- AGNROM_EP-D_SCH-ARP-INC – "Agnes Ravenna Porto: Reti preliminari antincendio – serbatoi di riserva idrica, reti di idranti e sistemi a diluvio.

2.2.5.2 Vie cavo e vie condotte

I cunicoli per cavetteria bt e cavi MT saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati, con coperture asportabili carrabili e provvisti di adeguati drenaggi per lo smaltimento delle acque.

Le tubazioni per cavi MT o BT saranno in PVC, serie pesante.

Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni.

Lo stesso approccio vale per il sistema di piping che assicurerà tramite condotte la trasmissione e distribuzione di acqua in input, idrogeno e ossigeno in output. I collegamenti tra i sistemi di compressione, di stoccaggio e di utilizzo di idrogeno ed ossigeno sarà effettuato tramite tubazioni flessibili armate, resistenti internamente al fluido ed esternamente ad abrasioni, usura e all'inevitabile invecchiamento, in conformità con il D.lgs. 15 febbraio 2016, n.26.

Il dimensionamento delle condotte sarà ottimizzato in base ai valori operativi del sistema in fase esecutiva e alle dimensioni presenti nei sistemi standard *skid mounted* dell'impianto, seguendo le normative ASME B31.12 - 2019 – "Hydrogen piping and pipelines" e EN 13480.

3. CARATTERISTICHE NOMINALI O CLIMATICHE IMPIANTI BLINDATI ED APPARECCHIATURE ALL'APERTO

3.1 Impianti blindati

Si applica la norma CEI EN 62271-203, con le seguenti precisazioni:

- gli impianti blindati GIS isolati in gas SF_6 a 220 kV e 380 kV e le singole apparecchiature costituenti gli stessi sono poste all'interno di fabbricati dedicati e soddisferanno:
  - i requisiti previsti per la condizione di servizio normale, con classe di temperatura *-25°C* interno;
  - il livello di qualificazione sismica moderato (accelerazione a periodo nullo ZPA pari a 2,5 m/s^2) secondo la Norma CEI EN 62271-207 per prova sismica con oscillogramma *(time history)*.
- le parti degli impianti blindati GIS isolati in gas SF_6 a 220 kV e 380 kV poste all'esterno degli edifici soddisferanno i requisiti previsti per la condizione di *servizio normale,* con classe di temperatura *-25 esterno* e *classe 10* per lo spessore del ghiaccio;
- la condizione standard per il gas di riempimento degli impianti blindati corrisponde ad una temperatura convenzionale di 20°C ed una pressione atmosferica di 101,325 kPa (1 atm).

3.2 Apparecchiature all'aperto

Si applica la norma CEI EN 61936-1 che suggerisce i valori inerenti alle condizioni ambientali di funzionamento applicabili; le considerazioni relative al progetto in esame sono riassunte nella seguente Tabella:

Tabella 2: Condizioni ambientali di funzionamento

Descrizione	Unità	Valore
Altitudine	m.s.l.m.	< 1000 m s.l.m.
Pressione atmosferica	kPa	101,5
Umidità relative, valore medio	%	95
Temperatura ambiente	°C	-25° / +40°C
Clima: classe di contaminazione		"C" Media secondo IEC/TS 60815-1
Spessore del ghiaccio	mm	10 (classe 10)
Radiazioni solari, valore massimo	W/m^2	1000
Velocità del vento, valore massimo	m/s	34
Classe Sismica	Zona	3 (bassa sismicità) 0,15g

La scelta dei parametri di riferimento verrà fatta in fase di ingegneria di dettaglio e dovrà tenere conto delle reali condizioni climatiche ed ambientali del sito di installazione, nonché dei documenti di classificazione più dettagliata quale la norma CEI EN 60721-3-4 per le installazioni all'esterno.

4. CLASSIFICAZIONI GENERALI

4.1 Criteri di coordinamento dell'isolamento

Si applicano i criteri di coordinamento dell'isolamento alle norme CEI EN 60071-1 e 1-2.

4.2 Correnti di corto circuito e correnti di guasto a terra

Gli impianti saranno progettati, costruiti ed installati in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito in conformità a quanto indicato nei paragrafi 4.2.4 e 4.3.7 della norma CEI EN 61936-1.

La durata nominale di corto circuito trifase prevista è di 1 s.

Per il dimensionamento degli isolatori passanti degli autotrasformatori 220/380 kV, dei trasformatori 220/30 kV e dei reattori 220 kV e 380 kV, si terrà presente che la durata nominale di corto circuito prevista è di 2 s. (vedi. tabelle allegate e art. 4.3 norma CEI EN 60137).

Di seguito si riportano in tabella i valori previsti, per le diverse sezioni di impianto, delle correnti nominali di corto circuito trifase, in base ai quali saranno dimensionati i componenti ed il macchinario AT:

Tabella 3: Correnti nominali di corto circuito trifase per dimensionamento componenti, blindato e macchinario AT

Valore efficace della corrente di corto circuito trifase	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 380 kV
Icc (kA)	50	63

In considerazione delle definizioni della norma CEI EN 61936-1 e in funzione del tempo di eliminazione di un ipotetico guasto a terra pari a 0,5 s, si riportano di seguito i valori previsti per le suddette correnti di guasto a terra:

Tabella 4: Correnti di guasto a terra sistemi AT

Valore efficace della corrente di guasto a terra	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 380 kV
Ig (kA)	50	63

4.3 Correnti termiche nominali

Di seguito si riportano in tabella i valori previsti, per le diverse sezioni di impianto, delle correnti termiche nominali, in base ai quali saranno dimensionati i componenti ed il macchinario AT:

Tabella 5: Correnti termiche nominali sistemi AT

Stallo o Montante	Tensione nominale 220 kV	Tensione nominale 380 kV
Montante Linea	2000 A	2000 A
Sbarre	3150 A	2000 A
Congiuntore o Parallelo Sbarre	3150 A	NA
Montante Trasformatore/ATR	1500 A	2000 A

5. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

La nuova Stazione Elettrica di Trasformazione denominata "Agnes Ravenna Porto" sorgerà in area Cassa di Colmata "A", in prossimità della SS n. 67 Via Trieste, come indicato nel progetto sul doc. AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-CATASTO "SSE 220/380kV - Rappresentazione dell'area impegnata dall'opera con individuazione delle particelle catastali interessate".

La Planimetria Elettromeccanica è invece disponibile nell'elaborato "AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-ELEMEC".

5.1 Disposizione elettromeccanica

La nuova Stazione Elettrica di Trasformazione è composta da:

- una sezione GIS isolata in gas SF_6 a 220 kV con relativi Servizi di Controllo e Protezione, posta in edificio;
- una sezione di trasformazione 220/30 kV;
- una sezione di trasformazione 220/380 kV;
- una sezione reattori 220 kV;
- una sezione GIS isolata in gas SF_6 a 380 kV con relativi Servizi di Controllo e Protezione, posta in edificio;
- una sezione reattori 380 kV;
- un edificio per i servizi generali ed ausiliari;
- un'area disponibile per un impianto di accumulo di energia BESS ed un impianto di produzione/compressione/stoccaggio di idrogeno per mezzo di elettrolizzatori.

Gli Impianti blindati GIS e le singole apparecchiature costituenti gli stessi soddisferanno i requisiti previsti per la condizione di servizio normale, con classe di temperatura -25 interno.

Le parti poste all'esterno degli edifici e le apparecchiature poste all'esterno soddisferanno i requisiti previsti per la condizione di servizio normale, con classe di temperatura -25 esterno e classe 10 per lo spessore del ghiaccio.

Gli Impianti blindati GIS e le singole apparecchiature costituenti gli stessi soddisferanno il livello di qualificazione sismica moderato (accelerazione a periodo nullo ZPA pari a 2,5 m/s^2) secondo la Norma CEI EN 62271-207 per prova sismica con oscillogramma *(time history)*.

I montanti "linea in cavo" a 220 kV e 380 kV in uscita dai blindati GIS saranno equipaggiati all'esterno con terminali cavi AT del tipo per ingresso blindato SF_6.

Le sezioni trasformatori 220 kV e 380 kV saranno equipaggiate con condotti sbarre isolati in SF_6 (IPB) per la connessione tra il relativo stallo in blindato ed il trasformatore. La connessione con il trasformatore sarà eseguita mediante terminali in ingresso blindato SF_6.

Gli stalli blindati "linea in cavo" si collegheranno mediante il passante SF_6/aria, posto nella parte terminale del condotto sbarre isolato in SF_6 (IPB), ai reattori 220 kV e 380 kV I cui stalli saranno equipaggiati con apparecchiature e componenti AIS quali, scaricatori di sovratensione ed isolatori portanti connessi tra loro mediante conduttore in corda nuda.

5.2 Servizi ausiliari

I Servizi Ausiliari della nuova Stazione Elettrica di Trasformazione sono illustrati al documento AGNROM_EP-D_UNIF-OPERE-TERRA "Schema elettrico unifilare della SSE 220/380 kV e degli impianti BESS e di idrogeno" e saranno progettati e realizzati con riferimento agli standard per stazioni elettriche AT ed in accordo alle normative di riferimento applicabile. Saranno alimentati dai trasformatori ausiliari MT/bt derivati dal quadro principale di distribuzione in Media Tensione della Stazione Elettrica ed integrati con un gruppo Elettrogeno di emergenza dimensionato in modo tale da assicurare l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza di tensione sul quadro principale MT o in caso di fuori servizio dei trasformatori ausiliari.

Le utenze fondamentali per il funzionamento, il controllo e la gestione dell'impianto quali protezioni elettriche, comandi interruttori e sezionatori, circuiti di commando trasformatori e reattori, segnalazioni, allarmi, blocchi, ecc. saranno alimentate in corrente continua a 110 V da quadri ausiliari dedicati a loro volta alimentati tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

Il sistema UPS sarà dedicato alle alimentazioni di soccorso dei sistemi di controllo delle apparecchiature a 220 kV e 380 kV e per gli Impianti di illuminazione di sicurezza sia interni che esterni.

5.3 Impianto di terra

L'impianto di terra della nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV "Agnes Ravenna Porto" dovrà essere rispondente alle prescrizioni di cui al Capitolo 10 della norma CEI EN 61936-1, alla norma CEI EN 50522 e alle prescrizioni della Guida CEI 11-37. Dovrà altresì soddisfare i seguenti requisiti:

- avere adeguata resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, dal punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- essere in grado di evitare danni a componenti elettrici e beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto.

L'impianto di messa a terra sarà destinato a realizzare il sistema di protezione dai contatti indiretti denominato" Protezione *mediante interruzione automatica dell'alimentazione"*, che è l'unico metodo ammesso per gli impianti elettrici alimentati da sistemi di categoria superiore alla I.

Le tensioni pericolose che si stabiliranno sulle masse in caso di guasto dipenderanno, oltre che dal valore teorico della corrente di guasto e dal tempo di permanenza del guasto stesso, anche dalla resistenza di terra del dispersore attraverso il quale fluisce la corrente che attraversa il terreno.

Pertanto, i parametri presi in considerazione nel dimensionamento dell'impianto di terra dovranno essere:

- valore della corrente di guasto a terra;
- tempo di eliminazione del guasto a terra;
- resistività del terreno.

Inoltre, poiché all'interno dei fabbricati di contenimento e controllo delle apparecchiature esistono altri impianti elettrici utilizzatori, sia MT che BT, anche per essi occorrerà prevedere la messa a terra di sicurezza.

Tutti gli impianti risiederanno in tre fabbricati che costituiscono la Stazione Elettrica di Trasformazione (si l'elaborato della Planimetria Elettromeccanica), pertanto, non è possibile realizzare per essi impianti di terra indipendenti. Si ricorrerà quindi ad un impianto di messa a terra unico cui saranno collegate tutte le carpenterie metalliche, cassoni, tubazioni ed altri elementi metallici presenti nella SSE, fabbricati compresi, che potranno essere oggetto di potenziale pericoloso in caso di guasto.

Tutte le eventuali masse metalliche che fuoriusciranno dall'area della Stazione Elettrica di Trasformazione quali tubazioni per l'allacciamento a servizi vari, potenzialmente pericolose perché potrebbero trasmettere– in caso di guasto - tensioni pericolose al di fuori dell'area di stazione, andranno isolate per mezzo di opportuni giunti isolanti.

5.3.1 Dimensionamento dell'impianto di terra

L'impianto di terra dovrà soddisfare le prescrizioni contenute nella norma CEI EN 50522. I parametri da prendere in considerazione al fine del dimensionamento dell'impianto di terra sono:

- valore della corrente di guasto a terra: I_G= 50 kA (valore cautelativo)
- durata del guasto a terra, ≤ 0.5 s
- fattore di riduzione "r": assunto prudenzialmente unitario = 1
- valore della corrente nella resistenza del dispersore: I_{RS}= r *I_G = 50 kA
- resistività del terreno, valore del sito da rilevare durante le fasi di progetto esecutivo mediante indagine geomorfologica.

5.3.2 Dimensionamento rispetto alla corrosione ed alle sollecitazioni meccaniche

Il dimensionamento sarà realizzato in modo tale da ottemperare alle prescrizioni della norma CEI EN 50522, par. 5.2, relativamente alla resistenza meccanica ed alla corrosione del dispersore: pertanto il dispersore orizzontale dovrà essere costituito da corda di rame di sezione non inferiore a 25 mm^2, mentre i dispersori verticali dovranno essere costituiti da picchetti di acciaio ramato di diametro non inferiore a 14,2 mm (CEI EN50552, All. C).

Si applicheranno altresì le seguenti precisazioni:

- le giunzioni tra conduttori saranno effettuate esclusivamente con giunti a pressione;
- le terminazioni dei conduttori saranno effettuate esclusivamente con capocorda per media tensione a doppia pressata;
- la giunzione tra conduttori e picchetti sarà realizzata esclusivamente con bulloneria in acciaio inox;
- quando si dovranno collegare metalli diversi che potrebbero formare accoppiamenti galvanici tali da causare corrosioni, si utilizzeranno idonei morsetti bimetallici.

5.3.3 Dimensionamento con riferimento al comportamento termico

Il dimensionamento termico sarà realizzato secondo le prescrizioni della norma CEI EN 50522, par. 5.3. Per il dimensionamento del dispersore, si utilizzerà il valore pieno della corrente di guasto a terra -in accordo a quanto riportato nella Tab. 1 della suddetta norma–ipotizzato cautelativamente pari a 50 kA.

Il guasto considerato agli effetti del calcolo meccanico è di durata non superiore ai 5 s; in questi casi non si considera la dispersione termica offerta dal terreno circostante la corda in rame; pertanto, si terrà conto di un aumento adiabatico della temperatura del conduttore.

La temperatura finale del conduttore sarà scelta pari a 300°C, mentre quella iniziale è quella prescritta dalle norme per conduttore immerso nel terreno a profondità di 1 m e pari a 20°C.

Ciascuna struttura metallica sarà collegata alla maglia di terra con almeno due conduttori; pertanto, si può ragionevolmente stimare che la corrente che interessa il singolo conduttore sia in realtà la metà della corrente di guasto. A sua volta, la corrente che interessa il conduttore della maglia sarà interessata da analoga ripartizione della corrente.

Per ragioni prudenziali, si assumerà tale corrente pari al 60% della corrente di guasto a terra.

5.3.4 Dimensionamento con riferimento alle tensioni di contatto e di passo

In riferimento alle tensioni di contatto e di passo si adotteranno diversi procedimenti congiunti, atti a garantire la migliore equipotenzialità e la minore resistenza totale di terra possibili:

- realizzando il dispersore secondo una geometria a rete magliata, con magliatura di circa 6 metri di lato
- collegando alla maglia di terra gli schermi dei cavi di media ed alta tensione afferenti alla Stazione Elettrica di Trasformazione.

L'efficienza del dispersore realizzato, comunque, dovrà essere misurata prima dei getti di fondazione, ad opere ultimate e prima della messa in servizio dell'impianto di trasformazione, mediante verifiche delle tensioni di passo e contatto, con il metodo ad *"iniezione di corrente di valore elevato"*, effettuata secondo i disposti dell'allegato L della norma CEI EN 50522, L.2.2.c.

5.3.5 Costruzione dell'impianto di terra

La maglia di terra disperdente sarà realizzata con conduttori di rame nudi di adeguata sezione, interrati ad una profondità di almeno 0,70 m.

La maglia sarà realizzata con conduttori di rame nudo di sezione pari a ≥63 mm^2 e si collegherà alle apparecchiature mediante almeno due conduttori di sezione pari a 125 mm^2. Intorno agli edifici di Stazione sarà prevista la posa di un anello perimetrale costituito da conduttore da 125 mm^2 al quale si collegheranno gli anelli equipotenziali disposti all'interno degli stessi.

I rami della maglia disperdente, saranno giuntati con morsetti a pressione in ogni punto di incrocio. Tale maglia sarà completata con dispersori intenzionali costituiti da tondini in rame aventi dimensioni non inferiori a quanto precisato nel paragrafo 4.3 della presente relazione. Potranno essere eventualmente introdotti, in casi specifici, dei dispersori "operativi" o "super dispersori" costituiti da tubi in acciaio zincato a caldo del diametro di almeno 1"½ , profondi 6 m, che serviranno ad avere una maggiore superficie disperdente, da collocare nei punti dove si rileverà una peggiore qualità del terreno. In corrispondenza dei dispersori saranno utilizzati prodotti a base salina per migliorare la resistività del terreno.

Per quanto riguarda la disposizione dei dispersori orizzontali, nel rispetto della norma CEI EN 50522, si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- saranno inglobati in terriccio di riporto a bassa resistività (non oltre i 100 Ωm), leggermente costipata; il riporto di terra dovrà creare, intorno al conduttore, un ambiente a bassa resistività;
- pietre o ghiaietto non saranno in contatto diretto con i dispersori interrati;
- il terreno locale, se dannoso per il metallo costituente il dispersore, sarà sostituito da un adatto materiale di riempimento.

Le armature del calcestruzzo saranno considerate dispersori di fatto, e saranno collegate, in tutti i punti previsti durante la fase di progetto esecutivo, alla rete disperdente per evitare tensioni di contatto pericolose. Eventuali reti elettrosaldate a pavimento annegate nel calcestruzzo, saranno collegate alle armature del calcestruzzo per gli stessi motivi. I collegamenti alle armature ed alle reti elettrosaldate saranno effettuati con doppio conduttore in rame, isolato, da 95 mm^2, protetto in tubazione flessibile con superficie interna liscia, in pvc, adatta all'interramento. Identica protezione sarà adottata per i conduttori di risalita verso i collettori di terra posti all'interno dei locali.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale (TA, TV, scaricatori) le dimensioni della maglia di terra devono essere opportunamente diminuite.

Precauzioni particolari dovranno essere prese in presenza di tubazioni metalliche, cavi MT o AT schermati ed ogni altra struttura metallica interrata in vicinanza o interferente con l'area di stazione. Inoltre, si dovrà ricomprendere nella maglia di terra il cancello di ingresso e si dovrà fare in modo che le tensioni di passo e contatto siano al di sotto di quanto prescritto dalle norme sia all'interno che all'esterno della recinzione di stazione.

Qualora, per la realizzazione della Stazione Elettrica di Trasformazione siano previste opere di riempimento per il raggiungimento della quota di imposta, la maglia di terra dovrà essere comunque posata su un letto di terreno vegetale.

Nel caso in cui la Stazione Elettrica di Trasformazione risulti essere realizzata nelle immediate vicinanze di altri impianti ad essa collegato (nel caso che ci occupa gli impianti confinanti sono quelli relativi al sistema di accumulo BESS di Agnes e l'impianto di generazione idrogeno P2Hy, eventualmente separati da opportune delimitazioni), i rispettivi impianti di terra dovranno essere tra loro collegati galvanicamente mediante collegamenti ispezionabili e sezionabili (in pozzetti).

Se dovessero presentarsi aree con tensione di passo e contatto superiori a quanto previsto dalla norma, si potranno effettuare modifiche al progetto, quali:

- infittimento locale della maglia di terra;
- utilizzo di dispersori orizzontali e/o verticali per il controllo del potenziale;
- realizzazione di superfici ad elevata resistenza (stesura di ghiaia o asfalto);
- segregazione delle aree critiche.

Infine, nel progetto dell'impianto di terra si dovrà considerare l'estensione della maglia di terra anche nelle aree destinate alle eventuali future espansioni d'impianto, qualora previste.

5.3.6 Collegamenti equipotenziali

Poiché nella Stazione Elettrica di Trasformazione le installazioni in alta, media e bassa tensione coesistono entro l'area o stesso impianto terra, tutte le masse e le masse estranee saranno collegate ad uno stesso sistema equipotenziale. Il sistema equipotenziale sarà costituito da *bandelle in rame* o *piastre collettrici* di dimensione 50x5 mm posate sulle pareti perimetrali di ciascun locale.

Il fissaggio sarà effettuato attraverso supporti isolanti di distanziamento, tali da avere, tra parete e bandella, almeno 30 mm di spazio. La giunzione tra le bandelle in rame sarà effettuata tramite bulloni in acciaio inox, con interposizione di grasso ramato. Le bandelle saranno collegate al dispersore di terra mediante risalite formate da due cavi isolati da 125 mm^2 in rame, tipo FG16(O)R, inseriti per tutta la lunghezza in tubazioni tipo cavoflex (una per ogni cavo) con estremità protetta da guaina termorestringente. Alla bandella si attesteranno tutti i collegamenti equipotenziali, costituiti da conduttore isolato tipo H07Z1-K Type 2 (Cca) 450/750 V, sezione minima di 16 mm^2, anche esse protette da tubazione, per mettere a terra tutte le strutture metalliche che potrebbero accidentalmente provocare tensioni di contatto pericolose. I collegamenti tra conduttore e bandella saranno eseguiti mediante accessori specifici:

- capicorda a compressione con trattamento anticorrosione;
- bulloneria in acciaio inox;
- guaina termo restringente.

5.3.7 Protezione dai fenomeni corrosivi

Al fine di contenere i fenomeni corrosivi dovuti al contatto tra materiali metallici con diverso potenziale elettrochimico, saranno adottati i provvedimenti suggeriti dalla guida CEI 11-37:

- utilizzo di morse bimetalliche;
- utilizzo di saldatura alluminotermica;
- interposizione di lamine in materiale anticorrosivo.

5.4 Principali opere strutturali

Nella nuova Stazione Elettrica di Trasmissione sarà prevista la realizzazione dei seguenti fabbricati.

5.4.1 Edificio Elettrico MT/bt e Servizi Ausiliari

L'Edificio Elettrico MT/bt e Servizi Ausiliari è un edificio a pianta pressoché rettangolare e di altezza complessiva di circa 4.00 m costituito da pilastri in c.a. e pannelli prefabbricati di spessore circa 200 mm, caratterizzati dalla presenza di bucature di diverse dimensioni, che saranno meglio precisate nella successiva fase della progettazione. La fondazione, al momento ipotizzata a platea su pali, verrà meglio definita a valle della campagna geognostica, successivamente alla quale saranno stabiliti la tipologia, il diametro e la lunghezza dei pali di fondazione.

La sua disposizione e suddivisione sono indicate al documento AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-ELEMEC "SSE 220/380kV - Planimetria elettromeccanica", ed illustrate nella Figura 5.1 seguente:

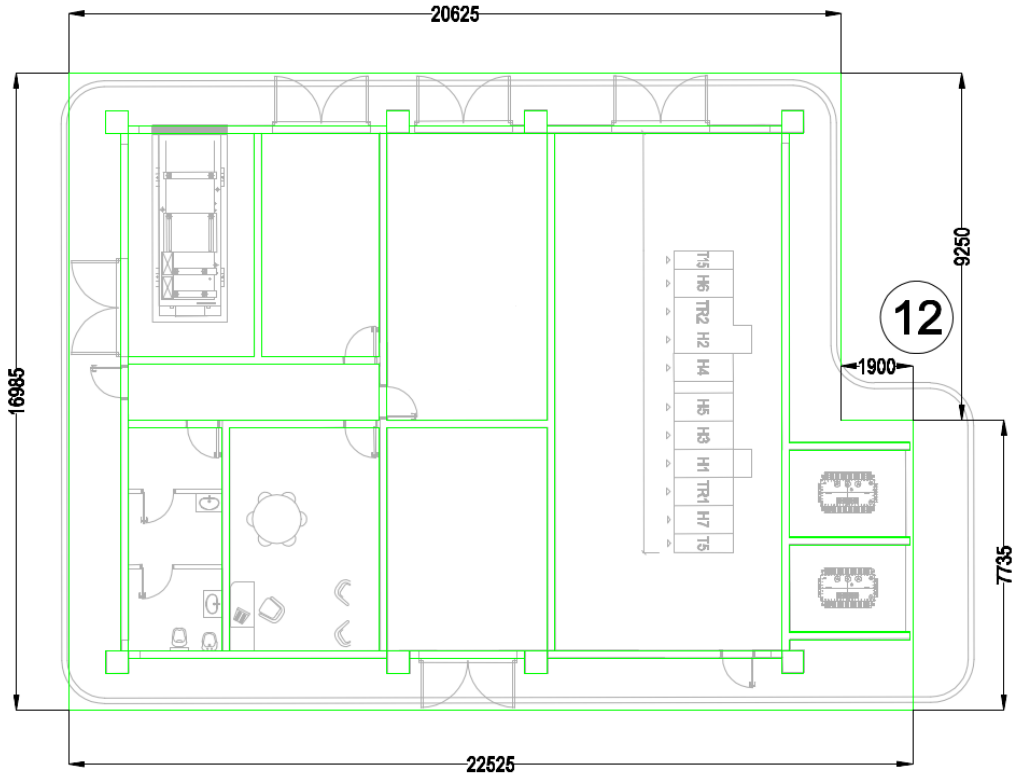


Figura 10: Planimetria Edificio Elettrico MT/bt e Servizi Ausiliari

È destinato ad accogliere in appositi locali il sistema di protezione, comando, controllo ed automazione della stazione, gli apparati ed i vettori di telecomunicazione per tele protezione, tele conduzione, telecontrollo e monitoraggio da remoto, scada, i quadri BT e comuni, i quadri BT del sistema HVAC, distribuzione luce e FM, il quadro BT del generatore di emergenza, il quadro MT di distribuzione principale, i trasformatori SA MT/bt, il generatore diesel di emergenza, il magazzino ed i servizi per il personale di manutenzione che non presidierà continuativamente l'impianto.

La costruzione sarà di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile o di tipo prefabbricato. La quota di calpestio dei locali sarà posta a +0,30 m rispetto al piazzale, definita convenzionalmente a quota 0,00 m. In alcuni locali sarà previsto il pavimento flottante sopraelevato. Per l'ingresso dei cavi provenienti dai cunicoli o banchi tubi esterni al fabbricato e per i collegamenti tra i diversi locali, saranno previste apposite forature e percorrenze. I percorsi dei cavi MT e bt saranno tra loro separate.

La copertura è piana, e sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale. Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla

Legge n. 373 del 1976 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 1991 e successivi regolamenti di attuazione.

La presenza del gruppo elettrogeno richiederà che il locale dove è installato sia munito di aperture con griglia per la necessaria ventilazione e raffreddamento dell'apparecchiatura. Particolare attenzione sarà altresì riposta nella segregazione in apposito cunicolo delle tubazioni di adduzione del gasolio connesse al serbatoio ausiliario interrato in area sterna, della capacità di 3.000 litri. Il gruppo elettrogeno sarà introdotto all'interno di opportuno cabinato, posizionato su apposito basamento all'interno del locale, e completo di tutti gli apprestamenti necessari al corretto funzionamento ed alla sicurezza. Il gruppo sarà altresì complete di serbatoio integrato della capacità di circa 120 litri. Il serbatoio ausiliario, necessario per garantire la necessaria autonomia al gruppo elettrogeno, sarà interrato ad una distanza non inferiore ai 3 m dalla parete esterna del locale contenente il gruppo, facente parte dell'Edificio Elettrico.

L'Edificio Elettrico presenta addossati ad una parete perimetrale esterna, i trasformatori ausiliari MT/bt a loro volta contenuti in box prefabbricati con copertura spiovente. I box saranno separati tra loro mediante pareti in muratura, muniti ognuno di cancello metallico di accesso e segregazione di sicurezza e realizzati in modo tale da garantire una adeguata e sufficiente ventilazione naturale per il raffreddamento dei trasformatori.

5.4.2 Edificio SF6 220kV

L'edificio GIS 220 kV è un edificio a pianta pressoché rettangolare e di altezza complessiva di circa 10.15 m costituito da pilastri in c.a. e pannelli prefabbricati di spessore circa 200 mm caratterizzati dalla presenza di bucature di diverse dimensioni, che saranno meglio precisate nella successiva fase della progettazione. La fondazione, al momento ipotizzata a platea su pali, verrà meglio definita a valle della campagna geognostica, successivamente alla quale saranno stabiliti la tipologia, il diametro e la lunghezza dei pali di fondazione.

La sua disposizione e suddivisione sono indicate al documento n° AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-ELEMEC "SSE 220/380kV - Planimetria elettromeccanica", ed illustrate nella Figura 5.2 seguente:

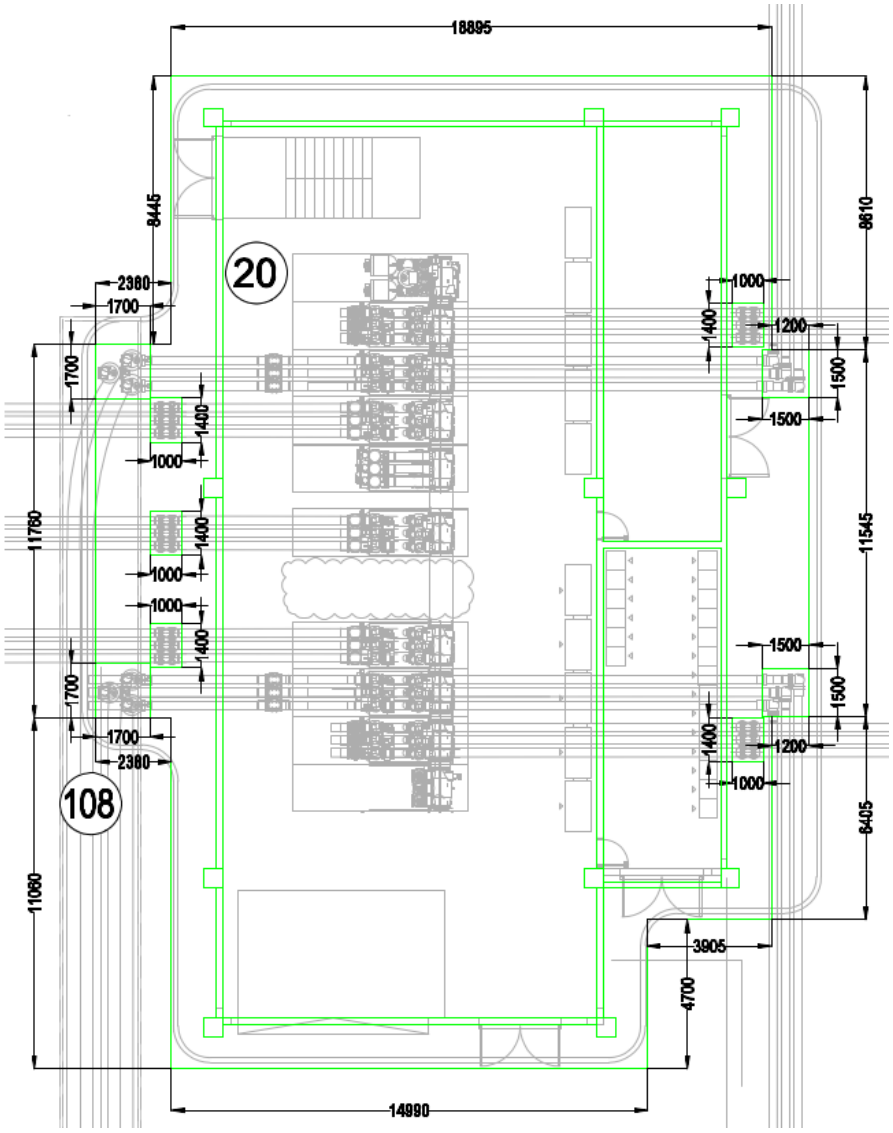


Figura 11: Planimetria Edificio SF6 220 kV

È destinato ad accogliere in apposito locale l'apparecchiatura blindata GIS isolata in gas SF6 220 kV, il sistema di commando e controllo locale, i relativi condotti sbarre isolati in gas SF6, il carroponte e la gru per il sollevamento e lo spostamento dell'apparecchiatura blindata. In un secondo locale separato sarà installato il sistema di protezione, comando, controllo dell'apparecchiatura blindata a 220 kV, e in un terzo locale i sistemi ausiliari costituiti dal quadro BT di distribuzione servizi, il quadro UPS di sezione, il quadro di distribuzione luce e prese, batterie e raddrizzatore, il quadro di distribuzione in CC.

La costruzione sarà di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile o di tipo prefabbricato. La quota di calpestio dei locali sarà posta a +0,30 m rispetto al piazzale, definita convenzionalmente a quota 0,00 m. Nei locali contenenti i sistemi di protezione e controllo ed I servizi ausiliari bt sarà previsto il pavimento flottante sopraelevato. Per l'ingresso dei cavi

provenienti dai cunicoli o banchi tubi esterni al fabbricato e per i collegamenti tra i diversi locali, saranno previste apposite forature e percorrenze.

La copertura è piana, e sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale. Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 1976 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 1991 e successivi regolamenti di attuazione.

L'accesso da esterno al locale GIS avviene attraverso portoni e porte a doppie ante. L'accesso da esterno ai locali contenenti I sistemi di protezione e controllo ed I sistemi ausiliari avviene da esterno a mezzo porte a doppie ante e da interno, dal locale GIS, attraverso porte a singola anta.

La presenza di batterie ermetiche richiederà che il locale dove sono installate abbiano un ricambio di aria adeguato, qualora non sia sufficiente la ventilazione naturale ottenibile tramite aperture sugli infissi sarà necessario prevedere la ventilazione forzata.

Un ricambio di aria adeguato, qualora non sia sufficiente la ventilazione naturale ottenibile tramite aperture sugli infissi, sarà necessario prevedere la ventilazione forzata.

5.4.3 Edificio SF6 380kV

L'edificio GIS 380 kV è un edificio a pianta pressoché rettangolare e di altezza complessiva di circa 10.15 m costituito da pilastri in c.a. e pannelli prefabbricati di spessore circa 200 mm caratterizzati dalla presenza di bucature di diverse dimensioni, che saranno meglio precisate nella successiva fase della progettazione. La fondazione, al momento ipotizzata a platea su pali, verrà meglio definita a valle della campagna geognostica, successivamente alla quale saranno stabiliti la tipologia, il diametro e la lunghezza dei pali di fondazione.

La sua disposizione e suddivisione sono indicate al documento AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-ELEMEC "SSE 220/380kV - Planimetria elettromeccanica", ed illustrate nella Figura 5.3 seguente:

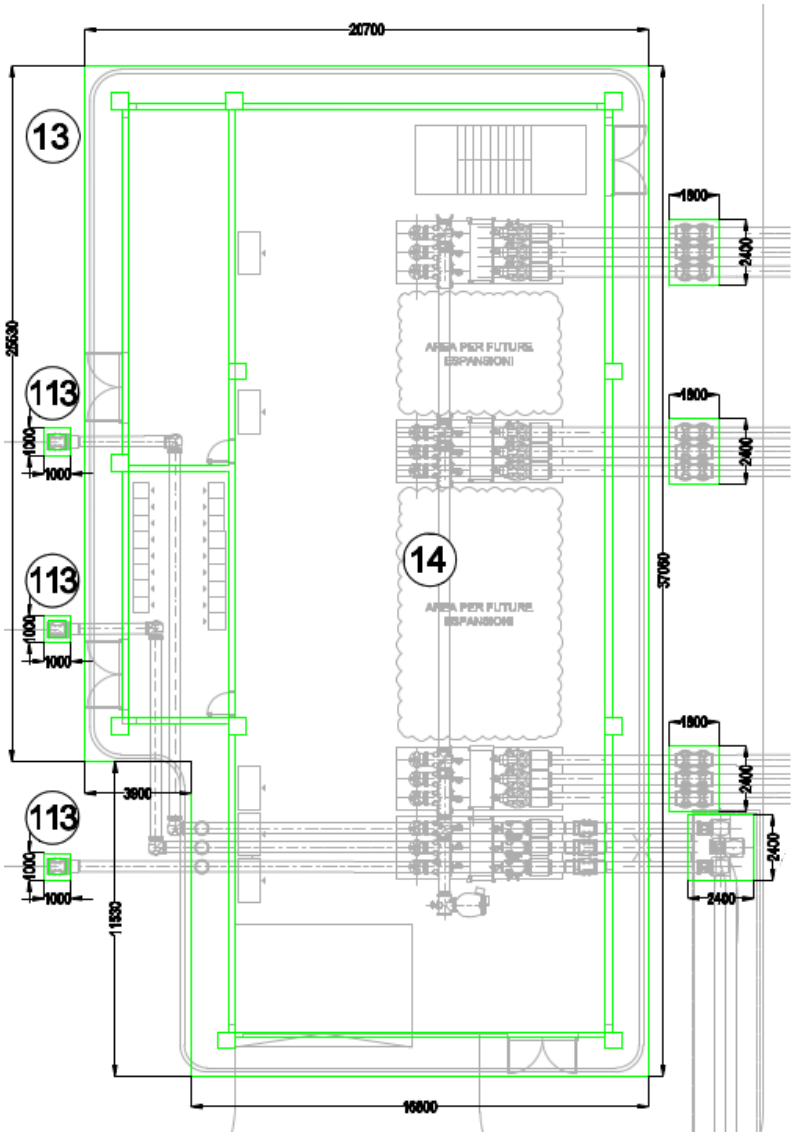


Figura 12: Planimetria Edificio SF6 380 kV

È destinato ad accogliere in apposito locale l'apparecchiatura blindata GIS isolata in gas SF6 380 kV, il sistema di commando e controllo locale, i relativi condotti sbarre isolati in gas SF6, il carroponte e la gru per il sollevamento e lo spostamento dell'apparecchiatura blindata. In un secondo locale separato sarà installato il sistema di protezione, comando, controllo dell'apparecchiatura blindata a 380 kV, e in un terzo locale i sistemi ausiliari costituiti dal quadro BT di distribuzione servizi, il quadro UPS di sezione, il quadro di distribuzione luce e prese, batterie e raddrizzatore, il quadro di distribuzione in CC.

La costruzione sarà di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile o di tipo prefabbricato. La quota di calpestio dei locali sarà posta a +0,30 m rispetto al piazzale, definita convenzionalmente a quota 0,00 m. Nei locali contenenti i sistemi di protezione e controllo ed i servizi ausiliari bt sarà previsto il pavimento flottante sopraelevato. Per l'ingresso dei cavi

provenienti dai cunicoli o banchi tubi esterni al fabbricato e per i collegamenti tra i diversi locali, saranno previste apposite forature e percorrenze. La copertura è piana, e sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale. Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 1976 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 1991 e successivi regolamenti di attuazione.

L'accesso da esterno al locale GIS avviene attraverso portoni e porte a doppie ante. L'accesso da esterno ai locali contenenti I sistemi di protezione e controllo ed I sistemi ausiliari avviene da esterno a mezzo porte a doppie ante e da interno, dal locale GIS, attraverso porte a singola anta.

La presenza di batterie ermetiche richiederà che il locale dove sono installate abbiano un ricambio di aria adeguato, qualora non sia sufficiente la ventilazione naturale ottenibile tramite aperture sugli infissi sarà necessario prevedere la ventilazione forzata.

5.4.4 Muri parafiamma

All'interno della sottostazione elettrica di conversione si distinguono due tipologie di muri di sostegno in c.a.. La prima tipologia funge da muro parafiamma per i reattori 380 kV, per i reattori 220 kV, e per i trasformatori 220/20kV 50MVA TR1-TR2. La lunghezza dei muri dei reattori è pari a circa 27.50 m, mentre quella dei 4 setti trasversali è all'incirca 6.60 m.

La lunghezza dei muri dei trasformatori è pari a circa 26.50 m, mentre quella dei 3 setti trasversali è 6.60 m.

L'altezza fuori terra del muro di sostegno di tipo 1 sarà di circa 6.15 m.

Di seguito la figura esplicativa di quanto descritto in precedenza.

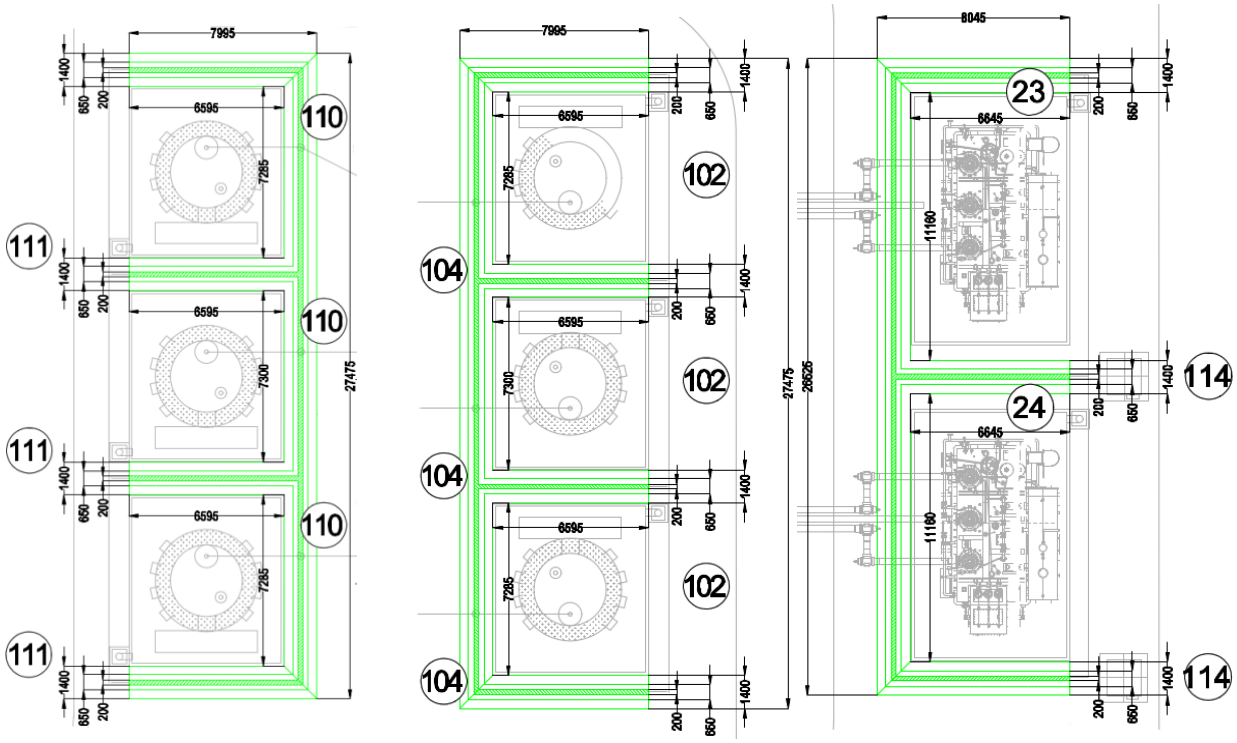


Figura 13: Geometria generale: dx-Muri parafiamma reattori 380 kV; centro-Muri parafiamma reattori 220 kV;

La seconda tipologia funge da muro parafiamma per Autotrafo 220/380 kV 400MVA ATR1-ATR2-ATR3.

La lunghezza del muro è pari a circa 61.30 m, mentre quella dei 4 setti trasversali è all'incirca 8.60 m. L'altezza fuori terra del muro di sostegno di tipo 2 sarà di circa 9.30 m. Di seguito la figura esplicativa di quanto descritto sopra. Entrambe le tipologie di muri di sostegno si ipotizzano fondate su pali, dei quali saranno precisate le caratteristiche dimensionali nella successiva fase della progettazione.

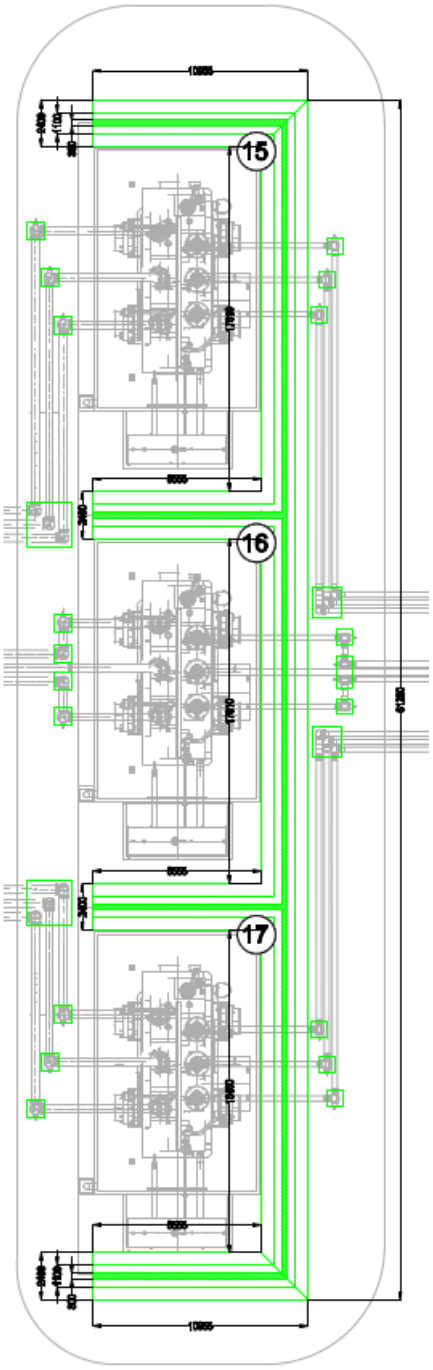


Figura 14: Geometria generale: Muri parafiamma Autotrafo 220/380 kV 400MVA ATR1-ATR2-ATR3

5.4.5 Vasche di contenimento acqua/olio

Le vasche di contenimento Acqua/Olio sono strutture di tipo prefabbricato costituite da monoblocchi in c.a. comprese le coperture. La fondazione sarà di tipo a platea su pali con dimensioni in pianta all'incirca di 12.9m x 8.60m, riportata nella figura in basso. A valle della campagna geognostica sarà meglio definita la tipologia di fondazione, il diametro e la lunghezza dei pali.

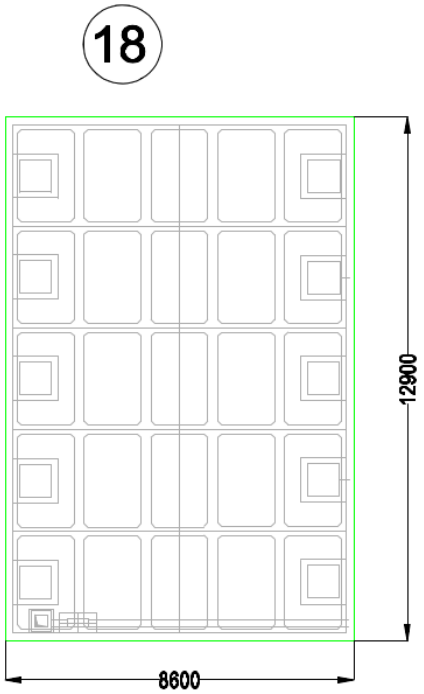


Figura 15: Geometria generale: vasche di contenimento acqua/olio

5.4.6 Serbatoio riserva idrica e shelter pompe antincendio

All'interno dell'area della sottostazione elettrica sarà prevista la messa in opera di un serbatoio adibito alla riserva idrica antincendio e di uno shelter a protezione delle pompe del sistema antincendio. Tale serbatoio si ipotizza appoggiato su una fondazione a platea su pali. A valle della campagna geognostica sarà meglio definita la tipologia di fondazione, il diametro e la lunghezza dei pali. Le dimensioni in pianta della platea di base sono pari a 14m x 3.40m.
Lo shelter per le pompe si ipotizza appoggiato su una platea di dimensioni all'incirca pari a 2.4m x 3.9m. Nella fase di dettaglio sarà valutato, se necessario, l'eventuale utilizzo di pali.
In figura sono visibili gli elementi descritti.

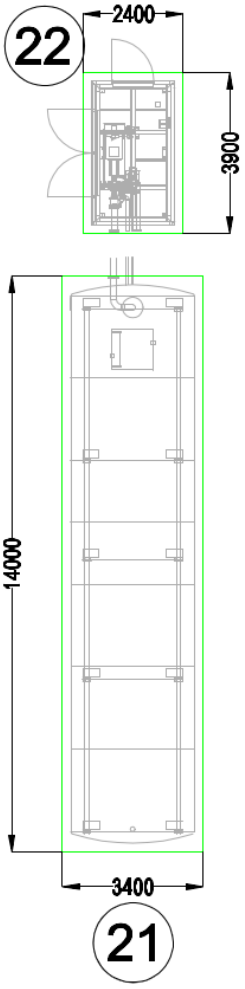


Figura 16: Geometria generale: Serbatoio riserva idrica e Shelter pompe

1.4 Apprestamenti vari

5.4.7 Illuminazione e prese

Saranno previsti impianti di illuminazione degli edifici e dell'area esterna. Per gli edifici, al fine di consentire una agevole e sicura alimentazione di apparecchi elettrici mobili, saranno previsti punti presa monofase e trifase con interruttore di blocco, fusibili e interruttore differenziale.

Al fine di garantire la manutenzione e la sorveglianza delle apparecchiature anche nelle ore notturne, è indispensabile l'installazione di un sistema di illuminazione dell'area di stazione ove sono presenti le apparecchiature ed i macchinari. A tale scopo saranno installate una torre faro e paline di illuminazione stradale in numero adeguato a garantire il livello di illuminamento previsto dalle normative di riferimento.

5.4.8 Viabilità interna e finiture

Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con pavimentazione in calcestruzzo o finitura in ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso. Le stesse saranno delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.

5.4.9 Recinzione e ingressi

La recinzione perimetrale sarà di tipo cieco, interamente in conglomerato cementizio armato di tipo prefabbricato o gettato in opera ed altezza non inferiore a 2,5 m fuori terra.

Gli ingressi alla stazione saranno previsti mediante cancello carrabile di tipo scorrevole e cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

5.4.10 Vie cavo

I cunicoli per cavetteria bt e cavi MT saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati, con coperture asportabili carrabili e provvisti di adeguati drenaggi per lo smaltimento delle acque.

Le tubazioni per cavi MT o BT saranno in PVC, serie pesante.

Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni.

6. APPARECCHIATURE AT, MACCHINARI E COMPONENTI PRINCIPALI DI STAZIONE. PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

Di seguito le caratteristiche tecniche in dettaglio delle apparecchiature AT, del macchinario e dei componenti principali della Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV, denominata “Agnes Ravenna Porto”.

6.1 Apparecchiatura blindata GIS prescrizioni costruttive

Le prescrizioni costruttive di seguito descritte si applicano alle apparecchiature con involucro blindato GIS isolate in gas SF_6 con tensione nominale 220 kV e 380 kV. I GIS soddisferanno le disposizioni di legge dettate dalla normativa vigente, in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro.

6.1.1 Caratteristiche generali e nominali

Le apparecchiature al presente capitolo sono destinate all’installazione all’interno di fabbricati dotati di appositi carro-ponte. Le caratteristiche nominali sono precisate nelle tabelle riportate di seguito:

Tabella 6: Caratteristiche nominali GIS 220 kV

Tensione nominale del sistema	220 kV
Tensione massima del sistema	245 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale sbarre	3150 A
Corrente nominale montanti linea in cavo	2000 A
Corrente nominale montanti trasformatore/autotrasformatore	1500 A
Corrente nominale congiuntore	3150 A
Tensione di tenuta di breve durata a f.i. 1 min fase-terra, tra i terminali dell’apparecchio di manovra aperto e fase-fase	460 kV
Tensione di tenuta di breve durata a f.i. sulla distanza di sezionamento	530 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50µs fase-terra, tra i terminali dell’apparecchio di manovra aperto e fase-fase	1050 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50µs sulla distanza di sezionamento	1200 kV
Tensione di alimentazione dei circuiti ausiliari	110 V_{cc} (+10% -20%)
Tensioni nominali di alimentazione circuiti anticondensa e riscaldamento	230/400 V_{ca} (+10% -15%)
Livello di qualificazione sismica	≥ AF2

Tabella 7: Caratteristiche nominali GIS 380 kV

Tensione nominale del sistema	380 kV
Tensione massima del sistema	420 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale sbarre	2000 A
Corrente nominale montanti linea in cavo	2000 A
Corrente nominale montanti autotrasformatore	2000 A
Tensione di tenuta di breve durata a f.i. 1 min fase-terra e fase-fase	650 kV
Tensione di tenuta di breve durata a f.i. tra i terminali dell'apparecchio di manovra aperto e/o la distanza di sezionamento	815 kV
Tensione di tenuta ad impulso di manovra fase-terra e tra i terminali dell'apparecchio di manovra aperto	1050 kV
Tensione di tenuta ad impulso di manovra fase-fase	1575 kV
Tensione di tenuta ad impulso di manovra sulla distanza di sezionamento	900 (+345) kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50µs fase-terra e fase-fase	1425 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50µs tra i terminali dell'apparecchio di manovra e/o la distanza di sezionamento	1425(+240) kV
Tensione di alimentazione dei circuiti ausiliari	110 V_{cc} (+10% -20%)
Tensioni nominali di alimentazione circuiti anticondensa e riscaldamento	230/400 V_{ca} (+10% -15%)
Livello di qualificazione sismica	≥ AF2

Per le caratteristiche generali si applica la norma CEI EN 62271-203, con le precisazioni riportate di seguito.

Le varie tipologie di montanti presenteranno le uscite per collegamenti in aria (isolatori passanti SF_6 / aria), ai cavi AT (terminali SF_6 / cavo) e ai Trasformatori AT/MT e Autotrasformatori (isolatori passanti SF_6 / TR).

I componenti saranno il più possibile di costruzione standard, per garantire facilità di approvvigionamento ed intercambiabilità degli stessi.

Gli impianti blindati GIS verranno realizzati mediante elementi modulari, costituiti da blocchi indipendenti. Il sistema di fissaggio tra i vari componenti sarà realizzato in modo che, oltre ad assicurare la continuità elettrica tra gli elementi, faciliti il montaggio e lo smontaggio dei singoli componenti. Sarà prevista la possibilità di sostituire rapidamente, senza interessare qualsiasi altra parte del GIS, i poli degli interruttori o le parti attive degli stessi con altre già trattate e provate. Negli impianti con doppia sbarra la rimozione di un sezionatore di sbarra dovrà essere possibile con l'altra sbarra in servizio.

La rimozione, per guasto o revisione, di apparecchiature di montante, interruttore e/o sezionatori di sbarra, dovrà permettere la successiva ripresa del servizio con il sistema di sbarre ed i montanti adiacenti.

Lo scollegamento di uno o più montanti dalle sbarre sarà attuabile in modo da consentire il ripristino del servizio dell'intero sistema di sbarre.

La disposizione dei componenti e delle relative strutture di supporto sarà realizzata in modo da assicurare:

- Possibilità di ampliamento con eventuali montanti aggiuntivi;
- Possibilità di effettuare manutenzioni e smontaggi, eventualmente anche con l'ausilio di appositi mezzi di movimentazione, su ogni singolo montante, senza interessare quelli adiacenti;
- Possibilità di installare isolatori passanti SF_6 / aria in corrispondenza dei terminali di cavo per effettuare le prove di tensione con corrente continua sui cavi unipolari;
- Possibilità di installare isolatori passanti SF_6 / aria per le prove di tensione in sito;
- Possibilità di separare galvanicamente e con adeguato livello di isolamento del GIS dai terminali del cavo e/o dei trasformatori AT/MT e autotrasformatori AAT per effettuare le prove di tensione dell'impianto in sito o la sostituzione dei trasformatori o autotrasformatori stessi.

Il GIS, inoltre, sarà essere realizzato in modo da evitare:

- Perdite di gas dovute a degrado delle guarnizioni di tenuta, prestando particolare cura ai materiali impiegati ed alla qualità ed accuratezza degli accoppiamenti;
- Eventuali ristagni d'acqua per le parti poste all'esterno dei fabbricati;
- Infiltrazioni d'acqua attraverso i punti di ingresso dei cavi. Allo scopo, l'ingresso dei cavi di comando, controllo e segnalazione nelle cassette di smistamento e nei connettori delle varie apparecchiature e componenti posti all'esterno dei fabbricati avverrà dal basso;
- Presenza di spigoli vivi o ostacoli tali da risultare pericolosi per gli operatori. le strutture metalliche poste ad altezza d'uomo saranno adeguatamente protette o segnalate;
- Oscillazioni o vibrazioni, a seguito di manovre, che possano comportare anomalie di funzionamento;
- Segnalazioni intempestive o il danneggiamento delle apparecchiature e dei componenti, a seguito di manovre;
- La circolazione di correnti nelle strutture di supporto, a causa di eventuali flussi dispersi.

6.1.2 Accessibilità

Tutte le parti del GIS dovranno essere facilmente accessibili per le normali operazioni di controllo e manutenzione ordinaria (quali per es.: intervento sui comandi degli apparecchi di manovra, sui dispositivi per il controllo della densità del SF_6, sui sensori per il rilievo d'archi interni, sui morsetti degli avvolgimenti secondari dei trasformatori di misura, etc.), con l'eventuale utilizzo di idonee scale fisse e relativi piani di lavoro e/o passerelle fisse, realizzate in grigliato metallico di tipo pedonabile leggero (portata 250 daN/m2), dotati di appositi corrimano e battipiedi.

Ciascun montante dovrà essere accessibile, senza interessare quelli adiacenti, per i controlli e le normali operazioni di manutenzione, quali ad esempio:

- Intervento sui comandi degli apparecchi di manovra;
- Intervento sui dispositivi di controllo della densità del gas SF_6 nei diversi compartimenti;
- Intervento sui sensori di rilevamento di archi interni di potenza;
- Intervento sui morsetti degli avvolgimenti secondari dei trasformatori di misura;

Dovranno inoltre poter essere agevolmente effettuate, dal più vicino piano di calpestio, senza utilizzo di mezzi mobili:

- Le manovre manuali dei sezionatori;
- Le operazioni di bloccaggio meccanico dei sezionatori;
- Il reintegro del gas SF_6 nei diversi compartimenti;
- L'individuazione, da terra, delle posizioni di APERTO/CHIUSO (AP/CH) delle apparecchiature, nonché delle pressioni del gas SF_6 negli scomparti.

L'eventuale utilizzo di mezzi mobili sarà consentito solo in caso di particolari situazioni impiantistiche con limitate disponibilità di spazi.

6.1.3 Schema di impianto

Gli impianti blindati saranno suddivisi in più sezioni costituite ciascuna dal proprio sistema di sbarre e dai relative montanti. Si vedano i documenti in riferimento [1].

6.1.4 Sistema sbarre

Il GIS con livello di tensione 220 kV è a *doppia sbarra*, mentre il GIS con livello di tensione 380 kV è a *singola sbarra.*

Il sistema di sbarre dovrà essere realizzato in modo tale da collegare, fra loro, i vari montanti, utilizzando, esclusivamente, involucri metallici isolati in SF_6 rispondenti alla Norma CEI EN 62271-203. Allo scopo lo stesso sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- Condotti unipolari/tripolari rettilinei di giunzione;
- Giunti di dilatazione;
- Giunti di regolazione assiale;
- Elementi di raccordo ai montanti;
- Elementi di predisposizione per l'inserimento di eventuali montanti futuri, sia posti in posizione intermedia che all'estremità delle sbarre.

6.1.5 Configurazione dei GIS

La composizione elettromeccanica delle apparecchiature blindate GIS a 220 kV e 380 kV è illustrata nella planimetria elettromeccanica di Progetto.

Per ognuno dei due GIS, nelle tabelle di seguito le relative configurazioni:

Tabella 8: Configurazione GIS 220 kV doppia sbarra

Montanti	**Posizione**	**Interfaccia AT**
Montante Terra Sbarre con TV, doppia sbarra	**1**	NA
Montante Trasformatore AT/MT TR1, doppia sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**2**	SF_6 – olio
Montante Linea L1, doppia sbarra con uscita in cavo, singola terna da un lato e dal lato opposto con uscita in condotto isolato in SF_6 verso i reattori R1	**3** **3**	SF_6 – cavo SF_6 – aria
Montante Autotrasformatore AAT ATR1, doppia sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**4**	SF_6 – olio
Montante Congiuntore, doppia sbarra con interruttore e sezionatori	**5**	NA
Montante Autotrasformatore AAT ATR2, doppia sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**6**	SF_6 – olio
Montante Autotrasformatore AAT ATR3, doppia sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**7**	SF_6 – olio
Montante Linea L2, doppia sbarra con uscita in cavo, singola terna da un lato e dal lato opposto con uscita in condotto isolato in SF_6 verso i reattori R2	**8** **8**	SF_6 – cavo SF_6 – aria
Montante Trasformatore AT/MT TR2, doppia sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**9**	SF_6 – olio
Montante Terra Sbarre, doppia sbarra	**10**	NA

Tabella 9: Configurazione GIS 380 kV singola sbarra

Montanti	**Posizione**	**Interfaccia AT**
Montante Terra Sbarre con TV, singola sbarra	**1**	NA
Montante Linea L1, singola sbarra con uscita in cavo, singola terna da un lato e dal lato opposto con uscita in condotto isolato in SF_6 verso i reattori R1	**2** **2**	SF_6 – cavo SF_6 – aria
Montante Autotrasformatore AAT ATR1, singola sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**3**	SF_6 – olio
Montante Autotrasformatore AAT ATR2, singola sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**4**	SF_6 – olio
Montante Autotrasformatore AAT ATR3, singola sbarra con uscita in condotto isolato in SF_6	**5**	SF_6 – olio

6.1.6 Montanti

Con riferimento alla Tabella 8: Configurazione GIS 220 kV doppia sbarra e Tabella 9: Configurazione GIS 380 kV singola sbarra sono previste le seguenti tipologie di montante:

per il GIS 220 kV:

- Montante Terra Sbarre con TV, doppia sbarra;
- Montante Trasformatore AT/MT, doppia sbarra, con uscita condotto isolato SF_6 - olio;
- Montante Arrivo Linea AT, doppia sbarra, con uscita SF_6 – cavo da un lato, e lato opposto condotto isolato SF_6 – aria per connessione a reattori;
- Montante Autotrasformatore AT/AT, doppia sbarra, con uscita condotto isolato SF_6 - olio;
- Montante Terra Sbarre, doppia sbarra;
- Montante Congiuntore, doppia sbarra, con interruttore e sezionatori.

per il GIS 380 kV:

- Montante Terra Sbarre con TV, singola sbarra;
- Montante Arrivo Linea AT, singola sbarra, con uscita SF_6 – cavo da un lato, e lato opposto condotto isolato SF_6 – aria per connessione a reattori;
- Montante Autotrasformatore AT/AT, singola sbarra, con uscita condotto isolato SF_6 – olio.

La composizione e gli schemi unifilari tipici delle varie tipologie di montanti, con evidenziate le apparecchiature e le relative compartimentazioni SF_6, sono riportate negli schemi unifilari di progetto e nella planimetria elettromeccanica.

Relativamente al sistema sbarre e montanti, durante le fasi di progetto esecutivo, saranno accettabili criteri di compartimentazione diversi da quelli indicati nel presente paragrafo, almeno a condizione che la

manutenzione conseguente ad un guasto localizzato in uno dei compartimenti dei sezionatori di sbarra e di montante, comporti esclusivamente il fuori servizio del montante interessato dal guasto e della relativa sbarra, senza interessare i montanti adiacenti che dovranno rimanere in regolare servizio, ovvero in tutte le possibili situazioni di guasto del GIS.

I sezionatori di terra rapidi, con poteri di stabilimento di correnti di cto. - cto. e di stabilimento/interruzione di correnti induttive per accoppiamento elettrostatico ed elettromagnetico, dovranno essere utilizzati sugli Arrivi Linea AT.

I sezionatori di terra lenti senza alcun potere di stabilimento o interruzione saranno impiegati sulle uscite dei montanti trasformatori e autotrasformatori, a monte e a valle degli interruttori e sul sistema sbarre.

I sezionatori di sbarra adiacenti ad un sezionatore di terra, ove possibile, saranno combinati tra loro, tramite l'utilizzo di unico dispositivo di manovra; le relative interfacce al SPCC saranno mantenute tra loro separate.

Considerato il numero elevato di sezionatori di terra, tra sbarra e i vari montanti, sarà necessario prevedere un sistema di interblocchi a chiave di sicurezza.

A titolo indicativo e non esaustivo, il GIS dovrà essere costituito dai seguenti componenti principali:

- Tratti di sbarre unipolari/tripolari;
- Interruttori;
- Sezionatori di sbarra e di linea;
- Sezionatori di terra;
- Sezionatori di terra rapidi con potere di stabilimento di correnti di corto circuito e interruzione correnti indotte;
- TA a 1 nucleo, 2 nuclei, 3 nuclei;
- TV unipolari;
- Involucri metallici di raccordo ai terminali di cavo;
- Involucri metallici unipolari di raccordo ai terminali di trasformatore, autotrasformatore, reattori;
- Condotti rettilinei;
- Elementi di raccordo (90°C, T, etc.);
- Elementi di raccordo per il collegamento dei montanti;
- Giunti di dilatazione;
- Densimetri/denso stati/trasduttori;
- Dispositivi rilevatori d'arco e relativi sensori;
- Sistema di rilevamento scariche parziali;
- Sistema di sorveglianza della pressione del gas SF_6;
- Cassette raccolta cavi TA e TV;
- Dispositivi di sincronizzazione degli interruttori;
- Armadi di montante e relativi circuiti di comando e controllo.

6.1.7 Interruttore

Gli interruttori saranno equipaggiati con comandi di tipo *unipolare* (un comando per ciascun polo) e dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 62271-1 e CEI EN 62271-100.

Dovranno essere progettati e costruiti per interrompere correnti derivanti da guasti per i sistemi a tensione di esercizio come definiti nella presente relazione ed avere i requisiti previsti per le seguenti classi:

- *C2* (probabilità di riadescamento molto bassa);
- *M2* (durata meccanica estesa a 10.000 cicli di manovra).

Ciascun polo dell'interruttore dovrà essere dotato di:

- n. 1 circuito di chiusura;
- n. 2 circuiti di apertura a lancio di tensione unipolari, tra loro meccanicamente ed elettricamente indipendenti;
- n. 1 circuito di apertura a mancanza di tensione, meccanicamente ed elettricamente indipendente dagli altri due.

Il circuito di apertura a mancanza sarà escludibile dall'esterno del comando, senza necessità di intervento del Costruttore.

L'interruttore dovrà operare correttamente con segnali di apertura inviati, sia separatamente che contemporaneamente, ad entrambi i circuiti di apertura, a lancio.

Tutti gli sganciatori, sia di chiusura che di apertura a lancio, dovranno operare con comandi impulsivi di durata non inferiore a 3 ms.

Tutte le manovre elettriche, sia in locale che in distante, dovranno essere subordinate agli interblocchi elettrici e meccanici.

In determinate condizioni l'interruttore dovrà risultare parzialmente o totalmente non manovrabile. In funzione dei livelli delle grandezze controllate (energia di manovra e densità del gas), che dovranno essere monitorate, dovranno essere previsti i seguenti circuiti di segnalazione/blocco:

- Segnalazione/blocco richiusura;
- Segnalazione/blocco chiusura;
- Segnalazione/blocco apertura o, in alternativa, apertura automatica con blocco in aperto;
- Segnalazione di interruttore non manovrabile.

La predisposizione fra blocco apertura ed apertura automatica dovrà poter essere effettuata facilmente agendo su una apposita *morsettiera sezionabile* all'interno dell'armadio di modulo.

Ogni polo dell'interruttore, dovrà essere munito di dispositivo per il controllo della densità del gas SF_6 (63SG), direttamente collegato al polo stesso, di tipo elettromeccanico o di tipo elettronico. Tale dispositivo, dedicato esclusivamente alle segnalazioni ed ai blocchi/scatti propri dell'interruttore, dovrà prevedere due livelli di intervento che saranno utilizzati per le seguenti funzioni:

- 1° livello gas: allarme minima pressione SF_6 1° livello;
- 2° livello gas – primo contatto: blocco e/o scatto dell'interruttore;
- 2° livello gas – secondo contatto: allarme minima pressione SF_6 - 2° livello.

Il manodensostato 63SG è dedicato, in maniera specifica, all'interruttore ed è distinto dai manodensostati relativi ai comparti (P1-P2-P3).

Dovrà essere possibile verificare la funzionalità di ciascun dispositivo o effettuarne la sostituzione, mantenendo in pressione i poli.

Gli interruttori saranno dotati di opportuni circuiti di antipompaggio, atti ad evitare l'invio alle bobine di comandi concordi rispetto alla posizione attuale oppure comandi simultanei di AP/CH. Questi circuiti dovranno essere singoli per ciascun polo.

Sarà previsto un circuito di discordanza poli temporizzato, di tipo elettrico.

Sarà previsto un *commutatore di scelta servizio* a chiave a due posizioni (43SP, con chiave asportabile in entrambe le posizioni) ubicato nell'armadio di montante che dovrà assumere le seguenti posizioni univoche:

- *Servizio (S)*: in questa posizione dovranno essere abilitati i comandi di apertura e chiusura provenienti dal SPCC; i comandi locali, originati dai pulsanti posti nell'armadio di montante, dovranno essere disabilitati;
- *Prova (P)*: in questa posizione dovranno essere abilitati i comandi di apertura e chiusura locali tripolari, originati dai pulsanti posti nell'armadio di montante; i comandi provenienti dal SPCC dovranno essere disabilitati.

L'azionamento del commutatore 43SP non dovrà provocare manovre intempestive dell'interruttore.

I pulsanti di comando elettrico per il circuito di *chiusura* (**verde**) e per i circuiti di *apertura* (**rossi**), dovranno essere ubicati nell'armadio di montante.

I motori dei comandi a molla dovranno essere in corrente continua a 110 Vcc.

A bordo del comando dell'interruttore, dovrà essere previsto un pulsante di sgancio meccanico tripolare.

I comandi dell'interruttore dovranno essere di tipo meccanico (a molla), in grado di far eseguire allo stesso i seguenti cicli di manovra con l'alimentazione sempre presente:

- O - 0,3 s – CO - 1 min – CO, con interruttore chiuso e molle di apertura e chiusura cariche;
- O - 0,3 s – CO, con interruttore chiuso e molle di apertura e chiusura cariche;
- CO, con interruttore aperto e molle di apertura e chiusura cariche.

Sia durante il normale funzionamento dell'interruttore che durante le manovre, non dovranno generarsi segnalazioni intempestive di allarme e/o blocco-scatto.

Le posizioni di AP/CH dei contatti principali dovranno essere assicurate in modo stabile e sicuro, indipendentemente dalla presenza o meno di energia nei circuiti di comando.

L'interruttore non dovrà manovrare in caso di accidentali interruzioni e/o successivi ripristini delle tensioni di alimentazione dei circuiti ausiliari (fanno eccezione gli interruttori dotati di *bobina a mancanza di tensione*, opzionale, per la sola manovra di apertura).

Le logiche di comando, blocco ed interblocco degli interruttori, dovranno risiedere negli armadi di modulo, dove saranno altresì previste le segnalazioni relative allo stato di *aperto e chiuso dei contatti principali dell'interruttore*, le segnalazioni degli stati di *molle cariche/scariche*. Le segnalazioni dovranno essere chiaramente visibili dall'esterno dell'armadio, da un operatore a terra posto nelle vicinanze degli stessi.

Sul meccanismo di manovra di ciascun polo dovrà essere prevista, in posizione ben visibile da un operatore a terra posto nelle vicinanze dello stesso, l'indicazione della posizione dei contatti principali, rigidamente collegata alla catena cinematica di comando.

I contatti ausiliari di segnalazione della posizione dei contatti principali dell'interruttore dovranno essere collegati meccanicamente agli elementi di interruzione e conformi alla norma CEI EN 60947-5-1.

La discordanza massima tra i contatti ausiliari che si chiudono (concordi in chiusura e discordi in apertura), non dovrà essere superiore a 20 ms. La discordanza massima tra i contatti ausiliari che si aprono (concordi in apertura e discordi in chiusura) non dovrà essere superiore a 60 ms.

La rilevazione dello stato discorde dei poli per comandi unipolari dovrà essere realizzata mediante contatti ausiliari espressamente previsti.

Durante le manovre non devono verificarsi sovrapposizioni transitorie fra i contatti di segnalazione delle posizioni discordi

Gli interruttori installati su montanti che alimentano carichi induttivi (trasformatori e reattori), dovranno essere corredati di apposito *dispositivo di sincronizzazione dei poli*, per le manovre di apertura e chiusura. Gli interruttori dotati di tali dispositivi dovranno essere in grado di effettuare manovre intenzionalmente non simultanee.

6.1.8 Sezionatori e sezionatori di terra

I *sezionatori*, i *sezionatori di terra* ed i *sezionatori di terra rapidi* dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 62271-1 e CEI EN 62271-02. I sezionatori dovranno rispondere, inoltre, alle prescrizioni particolari riportate nell'Allegato "E" alla norma CEI EN 62271-102, relative ai *Sezionatori e Sezionatori di Terra utilizzati in apparecchiature di manovra con isolamento in gas e/o con involucro metallico.*

Sono previste sei tipologie di sezionatori:

- Sezionatori di sbarra, con potere di stabilimento e di interruzione di correnti di commutazione di sbarra (89A, 89B, 89A1, 89B1, 89A2, 89B2);
- Sezionatore longitudinale di sbarra, singola sbarra (89S);
- Sezionatori di linea (89L);
- Sezionatori di terra 'lenti' (89T1 e 89T2);
- Sezionatori di terra rapidi con potere di stabilimento di correnti di cto-cto (89T, 89TC1, 89TC2);
- Sezionatori di terra rapidi con potere di stabilimento di correnti di cto-cto e di stabilimento ed interruzione di correnti indotte per accoppiamento elettrostatico ed elettromagnetico (89T).

Gli stessi dovranno rispettare, inoltre, i requisiti previsti per le seguenti classi:

- *M2* (durata meccanica estesa a 10.000 cicli di manovra), per tutti i sezionatori 89A, 89B, 89A1, 89B1, 89A2, 89B2, 89L, 89S;
- *M1* (durata meccanica estesa a 2.000 cicli di manovra), per i sezionatori di terra 89T1 e 89T2 e per i sezionatori di terra rapidi 89T, 89TC1, 89TC2;
- *E0* (senza potere di stabilimento di cto-cto), per i sezionatori di terra lenti 89T1 e 89T2;
- *E1* (con potere di stabilimento di cto-cto), per i sezionatori di terra rapidi 89T.

I sezionatori saranno provvisti sia di meccanismi di manovra a motore che manuali. I motori dovranno essere in corrente continua 110 Vcc.

I comandi elettrici di AP/CH sono tripolari e saranno possibili solo con SSE in *comando locale*.

I comandi elettrici dovranno essere soggetti ad interblocchi di manovra, le cui sequenze dovranno essere definite nelle fasi di progetto esecutivo.

La manovra a motore e quella manuale, per ciascun sezionatore, dovranno essere abilitate tramite un commutatore di scelta servizio 43SPM (o altro sistema equivalente) ed essere condizionabili da un consenso elettrico esterno. La presenza di tale consenso dovrà rendere possibile l'inizio delle manovre; l'assenza del consenso dovrà impedire l'inizio delle manovre ma consentire il completamento delle manovre già iniziate.

Il commutatore 43SPM (o il sistema equivalente) dovrà determinare le seguenti condizioni univoche:

- *Servizio (S)*: in questa posizione dovranno essere abilitati i comandi di apertura e chiusura a motore provenienti dal SPCC; i comandi locali, originati dai pulsanti posti nell'armadio di montante, dovranno essere disabilitati;
- *Prova (P)*: in questa posizione dovranno essere abilitati i comandi di apertura e chiusura locali tripolari, originati dai pulsanti posti nell'armadio di montante; i comandi provenienti dal SPCC dovranno essere disabilitati;
- *Manuale (M)*: in questa posizione dovranno essere abilitate solo le operazioni manuali eseguibili tramite apposito mezzo di azionamento; i comandi di apertura e chiusura a motore dovranno essere disabilitati.

I comandi locali e quelli remoti dovranno essere elettricamente incompatibili tra loro mediante il commutatore 43SPM.

La manovra a motore dovrà essere attivabile con comandi di tipo impulsivo, di durata ≥ 0,5 s, in presenza delle condizioni di *consenso manovra* previste dal costruttore.

L'eventuale persistenza del comando, oltre il completamento della manovra, non dovrà produrre effetti.

L'eventuale comando simultaneo di apertura e di chiusura o la presenza di comandi a motore opposti alla manovra in corso di effettuazione, non dovrà produrre effetti.

La mancanza della tensione di alimentazione ausiliaria, per tempi ≤ 1 s, non dovrà provocare l'arresto della manovra in corso.

Non dovranno rimanere memorizzati comandi precedentemente impartiti a seguito della mancanza della tensione di alimentazione ai motori per tempi > 1 s e a seguito del mancato completamento della manovra in corso, entro i tempi previsti (prolungato funzionamento motore).

L'apertura di eventuali pannelli di accesso a parti in tensione o in movimento, posti all'interno degli armadi di comando, dovrà interrompere le manovre.

In ciascun armadio di comando sezionatore, sarà previsto uno sblocco di tipo elettromeccanico o elettromagnetico che, nello *stato attivo*, abiliterà meccanicamente la manovra manuale ed escluderà quella a motore e, nello *stato di riposo*, impedirà meccanicamente l'inizio delle manovre manuali ma consentirà il completamento di quelle in corso. La manovra manuale dovrà essere eseguibile mediante l'inserimento di un mezzo di azionamento (manovella o equivalente) a corredo della fornitura e dovrà essere subordinato alla predisposizione del servizio in *manuale* e allo *stato attivo* dello sblocco.

La sede di inserimento della leva dovrà essere facilmente raggiungibile dal più vicino piano di calpestio con l'apparecchiatura in servizio.

Il mezzo di azionamento, svincolato da eventuali organi in movimento, dovrà poter rimanere inserito anche quando non viene azionato. L'inserimento del mezzo di azionamento nella sua sede di manovra o la sua attivazione tramite dispositivi meccanici ausiliari, dovrà inibire la manovra a motore.

La manovra manuale dovrà essere correttamente eseguita in tutte le condizioni di funzionamento previste con l'apparecchiatura in esercizio.

Al fine di evitare danni durante l'esecuzione di manovre manuali, potrà essere previsto un apposito organo di limitazione degli sforzi, di tipo auto-ripristinante o dispositivi analoghi che impediscano la trasmissione di sforzi superiori a quelli massimi ammessi.

I meccanismi di manovra dovranno essere dotati di opportuni dispositivi atti ad impedire il danneggiamento degli organi meccanici in caso di accidentale persistenza dei comandi di apertura e chiusura, sia elettici che meccanici, oltre i limiti previsti.

Dovranno essere previsti adeguati attacchi di bloccaggio meccanico, accessibili dal piano di calpestio, senza l'ausilio di attrezzature, anche con apparecchiatura in servizio, per bloccare i sezionatori nelle posizioni di AP/CH mediante l'inserimento di un lucchetto con perno (si precisa che, il lucchetto non dovrà essere sottoposto a sforzi meccanici diretti durante il funzionamento degli attacchi di bloccaggio).

I contatti mobili di tutti i sezionatori di terra, sia lenti che rapidi, dovranno essere facilmente isolabili fra loro e verso l'involucro metallico, collegato a terra.

L'isolabilità dovrà poter essere effettuata agevolmente, senza che vi sia la possibilità di compromettere in alcun modo la funzionalità dei sezionatori al ripristino della condizione normale di funzionamento degli stessi. L'isolamento dei singoli poli, fra loro e verso massa, dovrà essere garantito per una tensione di 5 kV a 50 Hz.

La rilevazione remota della posizione dei contatti principali dei sezionatori dovrà essere fatta tramite un adeguato numero di contatti ausiliari di apertura e chiusura, dei quali due anticipati al 30% della corsa dei contatti principali durante la manovra di chiusura. Fanno eccezione i contatti ausiliari relativi ai sezionatori di terra rapida, per i quali non è richiesto l'anticipo della segnalazione dei due contatti.

Tali contatti potranno essere ubicati all'interno degli armadi di comando o in cassette esterne.

I contatti ausiliari di segnalazione della posizione dei contatti principali dei sezionatori dovranno essere conformi alla norma CEI EN 60947-5-1.

6.1.9 Trasformatori di corrente

I TA saranno essere conformi alle norme CEI EN 61869-1 e CEI EN 61869-2.

I TA dovranno avere il primario a barra passante ed il secondario a nucleo toroidale. Nel caso vengano utilizzati TA montati all'esterno degli involucri metallici, dovranno essere presi opportuni accorgimenti atti a garantire la continuità elettrica degli elementi posti a monte ed a valle dei TA stessi.

Il posizionamento dei TA nel GIS ed il relativo verso di inserimento, sono specificati nell'elaborato progettuale di Planimetrie elettromeccanica.

La cassetta morsetti secondari dei TA dovrà essere posta in posizione facilmente accessibile.

All'interno della cassetta dovrà essere previsto un bullone di messa a terra, francamente collegato all'involucro metallico del GIS, per il collegamento degli schermi dei cavi e di uno dei terminali di ciascun avvolgimento secondario dei TA. La cassetta morsetti secondari dovrà avere la possibilità di essere sigillabile per l'eventuale utilizzo di nuclei per misure fiscali.

I secondari dei TA dovranno essere attestati in apposite cassette, poste in prossimità del relativo montante, comprese nella fornitura, dotate di morsetti cortocircuitabili e sezionabili. Tali cassette potranno eventualmente svolgere anche la funzione di cassette morsetti secondari dei TA, se queste ultime sono disgiunte dagli stessi.

Anche tali cassette devono essere sigillabili per l'eventuale utilizzo dei TA per misure fiscali. Nel caso di utilizzo delle correnti secondarie dei TA da parte del sistema di monitoraggio (SM), nelle cassette dovranno essere alloggiati anche i relativi trasduttori amperometrici. Tali trasduttori dovranno essere installati senza interrompere la continuità dei cavi provenienti dai circuiti secondari dei TA principali.

6.1.10 Trasformatori di tensione induttivi

I trasformatori di tensione induttivi, di seguito TV, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61869-1 e CEI EN 61869-3.

I TV di tipo induttivo dovranno essere con nucleo avvolto e polo a terra, isolati in SF_6 e avere caratteristiche elettriche tali da non provocare fenomeni di ferro-risonanza, con le capacità equivalenti delle altre apparecchiature, in tutte le configurazioni del GIS. Dovrà essere altresì possibile il montaggio sia orizzontale che verticale.

La cassetta morsetti secondari dei TV dovrà poter essere sigillabile, per l'eventuale utilizzo dei TV per misure fiscali.

All'interno della cassetta dovrà essere previsto un bullone di messa a terra, francamente collegato all'involucro metallico del GIS, per il collegamento degli schermi dei cavi e di uno dei terminali dell'avvolgimento secondario dei TV.

I cavi provenienti dai secondari dei TV dovranno essere attestati in apposite cassette, comprese nella fornitura, all'interno delle quali dovranno essere alloggiati gli interruttori di protezione dei circuiti voltmetrici secondari. Anche tali cassette, dovranno essere sigillabili per l'eventuale utilizzo dei TV per misure fiscali. Lo spazio interno alle cassette dovrà essere tale da consentire l'installazione di ulteriori componenti oltre a quelli previsti (interruttori automatici, morsetti e relativi cablaggi).

Nel caso di utilizzo delle tensioni secondarie dei TV da parte del SM, nelle cassette dovranno essere alloggiati anche i relativi trasduttori voltmetrici, posti a valle degli interruttori di protezione dei circuiti secondari. Tali trasduttori dovranno essere a loro volta protetti da fusibili ultrarapidi.

6.1.11 Strutture metalliche

Il GIS sarà completo delle relative strutture di sostegno in *acciaio zincato a caldo*. Tali strutture dovranno essere idonee a sopportate le sollecitazioni previste per il livello di qualificazione sismica del luogo di installazione.

6.1.12 Sorveglianza della pressione del SF_6

Si applica la norma CEI EN 62271-203, con la precisazione che per ogni singola compartimentazione dovranno essere previsti dispositivi per il controllo della densità del SF_6, esclusivamente per bassa pressione.

Il controllo potrà essere effettuato per ogni terna trifase di compartimenti. I dispositivi di controllo della densità del SF_6:

- potranno essere di tipo elettromeccanico e/o di tipo elettronico, questi ultimi dotati di apposito dispositivo di autodiagnosi, con relativa segnalazione di anomalia;
- dovranno essere facilmente smontabili per prove senza svuotare il relativo comparto, tramite l'interposizione di apposite valvole di non ritorno, ed accessibili dal più vicino piano di calpestio.

Le valvole di non ritorno dovranno essere previste anche per i collegamenti di comunizzazione fra le fasi.

I dispositivi di controllo della densità del SF_6 dovranno essere facilmente identificabili, ad es. tramite raggruppamento degli stessi in base ai seguenti sistemi funzionali:

- Sbarre;
- Montante;
- Interruttore.

Tali dispositivi, ad integrazione di quanto previsto per l'interruttore, dovranno prevedere almeno due livelli indipendenti di intervento che attueranno le seguenti funzioni:

- 1° livello gas:
  - Allarme discriminato su armadio di modulo;
  - Allarme discriminato verso SPCC tramite relè ripetitore;
  - Attivazione sirena.
- 2° livello gas - primo contatto: aperture automatiche:
  - Allarme discriminato su armadio di modulo;
  - Allarme discriminato verso SPCC tramite relè ripetitore;
  - Attivazione sirena;
  - Aperture automatiche degli interruttori;
  - Apertura dei sezionatori, su consenso dei blocchi manovra.
- 2° livello gas – secondo contatto: blocchi manovra:
  - Allarme discriminato su armadio di modulo;
  - Allarme discriminato verso SPCC tramite relè ripetitore;
  - Attivazione sirena;
  - Blocco degli interruttori e dei sezionatori.

La differenza fra la pressione nominale del comparto e quella della relativa soglia di allarme per 1° livello gas sarà pari ad almeno 0,05 MPa.

L'appostamento degli altri livelli di allarme/scatto dovrà essere tale da evitare sovrapposizioni di intervento dovute ad eventuali errori degli strumenti.

La classe di precisione del dispositivo dovrà essere garantita, entro il campo di normale funzionamento, per la classe di temperatura prevista per l'apparecchiatura.

I contatti relativi alle funzioni proprie dell'interruttore (allarmi/blocchi interni) dovranno, comunque, rimanere separati rispetto a quelli relativi alle funzioni precedentemente indicate.

Per ogni terna di compartimenti dovrà essere disponibile, inoltre, un'indicazione visiva della densità del SF_6 tramite strumento a settori colorati o altro analogo strumento indicatore, visibile dal più vicino piano di calpestio.

6.1.13 Armadi di montante

Il comando, controllo, monitoraggio il locale dell'apparecchiatura blindata GIS e le relative alimentazioni fanno capo agli armadi di montante ubicati frontalmente ai rispettivi montanti di ognuno dei due GIS. Gli armadi di montante sono in quantità e disposizione come indicato nelle seguenti tabelle:

Tabella 10: Armadi di montante GIS 220 kV

Armadi di Montante	Q. tà
Armadio Generali di Sezione	**1**
Armadio Montante Trasformatore AT/MT TR1	**1**
Armadio Montante Linea L1	**1**
Armadio Montante Autotrasformatore AAT ATR1	**1**
Armadio Montante Congiuntore	**1**
Armadio Montante Autotrasformatore AAT ATR2	**1**
Armadio Montante Autotrasformatore AAT ATR3	**1**
Armadio Montante Linea L2	**1**
Armadio Montante Trasformatore AT/MT TR2	**1**
Armadio Generale di Sezione Lame di Terra	**1**

Tabella 11: Armadi di montante GIS 380 kV

Armadi di Montante	Q. tà
Armadio Generali di Sezione	**1**
Armadio Montante Linea L1	**1**
Armadio Montante Autotrasformatore AAT ATR1	**1**
Armadio Montante Autotrasformatore AAT ATR2	**1**
Armadio Montante Autotrasformatore AAT ATR3	**1**

I dispositivi di segnalazione dovranno essere affidabili nel tempo e di inequivocabile interpretazione, in qualsiasi condizione ambientale (ad es. insolazione diretta).

Dovranno essere progettati per funzionare continuamente nell'intero range di tolleranza della tensione di alimentazione a 110 Vcc.

All'interno di ciascuna tipologia di armadio, suddivisi in appositi pannelli apribili singolarmente, dovranno trovare alloggiamento tutte le apparecchiature necessarie all'automazione del GIS, ad eccezione delle

protezioni elettriche di linea e di macchina, del telecontrollo e degli apparati di teleprotezione/telescatto, integrati nel SPCC.

Quindi, a titolo indicativo e non esaustivo, saranno previsti i seguenti apparati:

- Sinottico locale di montante;
- Pannello visualizzazione allarmi per archi interni e < SF_6 (AI);
- Pannello RR per allarmi bassa pressione SF_6 ed arco interno;
- SM;
- Pannello distribuzione corrente continua di montante (CC);
- Pannello distribuzione corrente alternata di montante (CA);
- Morsettiere di collegamento tra armadi di montante ed apparecchiature del GIS;
- Morsettiere di Interfaccia tra SPCC e GIS;
- Morsettiere di interfaccia tra armadi di montante (scambio di informazioni con il Generale di sezione, Logiche MAI, Logiche di apertura automatica e blocco per < SF_6, etc.);
- Pannello comando interruttore (52);
- Pannelli comandi sezionatori (89S);
- Logiche di segnalazione, scatto e blocco per bassa pressione SF6;
- Logiche di interblocco tra le apparecchiature di manovra.

6.1.14 Compatibilità elettromagnetica (EMC)

Si applica la norma CEI EN 62271-203 relativamente ad eventuali componenti elettronici presenti, con la precisazione che i sistemi secondari dovranno essere in grado di resistere ai disturbi elettromagnetici con classe di severità *EMC normale* come definita dalla IEC TR 61000-4-1. Per migliorare l'immunità ai disturbi elettromagnetici dovranno essere adottate, inoltre, le linee guida e le raccomandazioni contenute nelle IEC TR 61000-5-1 e 61000-5-2.

6.1.15 Rischio incendio (infiammabilità)

Si applica la norma CEI EN 62271-203.

6.2 Trasformatori, Autotrasformatori e Reattori

6.2.1 Caratteristiche generali e nominali

I macchinari al presente capitolo sono destinati all'installazione in area esterna, come illustrato al documento rif. [1] del paragrafo 2.1 della presente relazione. Per trasformatori, autotrasformatori e reattori si applicano le prescrizioni delle norme della serie CEI EN 60076. Le caratteristiche nominali sono precisate nelle tabelle riportate di seguito:

Tabella 12: Caratteristiche nominali trasformatore 220/30 kV

Numero delle fasi	3
Potenza nominale	125 MVA
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale lato AT	220 kV
Classe nominale di isolamento primario:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	245 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	395 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico ad onda piena (LI)**	950 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico ad onda tronca (LIC)**	1045 kV
▪ **Tensione di tenuta impulso di manovra (SI)**	750 kV
Tensione nominale lato MT	30 kV
Classe nominale di isolamento secondario:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	36 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	70 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (LI)**	170 kV
Classe nominale di isolamento neutro:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	36 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	70 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (LI)**	170 kV
Tensione di cto-cto U_{cc}	13%
Collegamenti:	
▪ **Avvolgimento AT**	a triangolo
▪ **Avvolgimento MT**	a stella con neutro
▪ **Gruppo vettoriale di appartenenza**	Dyn11
Raffreddamento	ONAF
Livello di pressione sonora L_p	≤ 63 dB(A)[1]
Isolamento	olio
Esecuzione	per esterno

[1]A vuoto, con tensione e frequenza nominali e con tutti i ventilatori in funzione.

Tabella 13: Caratteristiche nominali autotrasformatore 220/380 kV

Numero delle fasi	3
Potenza nominale	400 MVA
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale lato AT1	220 ±12x1% kV
Classe nominale di isolamento primario:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	245 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	395 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (LI)**	950 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico ad onda tronca (LIC)**	1045 kV
▪ **Tensione di tenuta impulso di manovra (SI)**	750 kV
Tensione nominale lato AT2	380 kV
Classe nominale di isolamento secondario:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	420 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	570 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (LI)**	1300 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico ad onda tronca (LIC)**	1430 kV
▪ **Tensione di tenuta impulso di manovra (SI)**	1050 kV
Classe nominale di isolamento neutro:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	72,5 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	140 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (LI)**	325 kV
Tensione di cto-cto U_{cc}	11,5%
Collegamenti:	
▪ **Avvolgimento AT1**	a stella con neutro
▪ **Avvolgimento AT2**	a stella senza neutro
▪ **Gruppo vettoriale di appartenenza**	YNa0
Raffreddamento	OFAF
Livello di potenza sonora L_W	≤ 90 dB(A)[1]
Isolamento	olio
Esecuzione	per esterno

[1]A vuoto, con tensione e frequenza nominali e con tutti i ventilatori in funzione.

Tabella 14: Caratteristiche nominali reattore 220 kV

Numero delle fasi	1
Potenza nominale	54 MVAR
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale lato AT	220 kV
Variatore sotto carico dal 70% al 100% della potenza nominale	13 gradini
Classe nominale di isolamento primario:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	245 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	395 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico ad onda piena (LI)**	950 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico ad onda tronca (LIC)**	1045 kV
Connessione	a stella, con neutro francamente a terra
Raffreddamento	ONAF
Livello di pressione sonora L_p	≤ 55 dB(A)[1]
Isolamento	olio
Esecuzione	per esterno

[1]A vuoto, con tensione e frequenza nominali e con tutti i ventilatori in funzione.

Tabella 15: Caratteristiche nominali reattore 380 kV

Numero delle fasi	1
Potenza nominale	60 MVAR
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale lato AT	380 kV
Variatore sotto carico dal 70% al 100% della potenza nominale	17 gradini
Classe nominale di isolamento primario:	
▪ **Tensione di riferimento U_m**	420 kV
▪ **Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)**	570 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (LI)**	1300 kV
▪ **Tensione di tenuta ad impulso atmosferico ad onda tronca (LIC)**	1430 kV
Connessione	a stella, con neutro francamente a terra
Raffreddamento	ONAF
Livello di pressione sonora L_p	≤ 55 dB(A)[1]
Isolamento	olio
Esecuzione	per esterno

[1]A vuoto, con tensione e frequenza nominali e con tutti i ventilatori in funzione.

Le perdite massime in corto circuito saranno riferite a 75°C ed i valori delle impedenze di corto circuito dovranno essere riferiti sulla presa centrale.

Le perdite massime a vuoto saranno riferite al nucleo energizzato a tensione e frequenza nominale. In tale condizione la corrente assorbita dal lato alimentato non dovrà essere superiore allo 0,1%.

Al 110% della tensione di alimentazione (U_m in accordo alle su esposte Tabelle 7.7, 7.8, 7.9, 7.10) la corrente a vuoto non dovrà essere superiore allo 0,3% della corrente nominale dell'avvolgimento.

Si evidenzia che ai fini dell'accettazione delle machine elettriche farà fede il valore del P.E.I (Peak Efficiency Index) calcolato come riportato nella Direttiva 548/2014, che andrà opportunamente riportato nella targa dati di trasformatori, autotrasformatori, reattori.

In esercizio le macchine elettriche dovranno poter funzionare saltuariamente in condizioni di sovraeccitazione con tensione aumentata del 10% rispetto al valore nominale, e ove presente, con il commutatore sotto carico in qualsiasi posizione.

Nel caso specifico si intende per "saltuario" il funzionamento nelle condizioni prescritte avente durata non superiore alle 48 ore continuative. L'assenza di anomalie in tali condizioni verrà verificata con la prova di lunga durata a vuoto.

Le macchine elettriche, quali trasformatori ed autotrasformatori, dovranno essere dimensionate per sopportare, sia termicamente che dinamicamente, qualsiasi tipo di corto circuito sui terminali di linea AT e MT. Dovranno altresì rispondere ai requisiti della norma CEI EN 60076-5, considerando un valore di $P_{cc} = \infty$ (della rete a monte).

6.2.2 Caratteristiche costruttive

Di seguito le caratteristiche costruttive da considerarsi comuni alle macchine elettriche oggetto della presente relazione tecnica, fatte salve alcune specificità eventualmente precisate.

6.2.2.1 Nucleo magnetico

Dovrà essere del tipo a tre colonne, o ad una colonna per i soli reattori, a giunti intercalati con gioghi superiori e inferiori realizzati secondo la tecnica *step - lap*.

I lamierini al silicio a cristalli orientati saranno isolati in Carlite (o altro isolante equivalente) su ambo i lati ed accuratamente sbavati, a bassa cifra di perdita, assemblati in modo da escludere anomali riscaldamenti localizzati e tali da garantire una distribuzione di flusso il più uniforme possibile.

Il nucleo dovrà presentare, se necessario, canali di raffreddamento tali da garantire una efficace circolazione dell'olio isolante all'interno del pacco.

I pacchetti elementari costituenti il nucleo dovranno essere preferibilmente ponticellati in modo da garantire l'equipotenzialità (EQP.) degli stessi.

Il nucleo magnetico, l'armatura e gli schermi magnetici od elettrici, se presenti, saranno isolati fra di loro; il collegamento galvanico tra ciascuno di essi e la cassa dovrà essere effettuato in un solo punto, da sistemare nella parte superiore del nucleo, per mezzo di corde di Cu isolate di sezione adeguata, comunque non inferiore a 90 mm^2.

Le connessioni suddette dovranno essere riportate su coperchio a mezzo di idonei passanti facilmente identificabili e collegati al coperchio della cassa a mezzo di opportuni collegamenti sconnettibili.

Eventuali convogliatori di flusso magnetico disperso montati sulla cassa, dovranno essere messi a terra, ciascuno in un sol punto, mediante connessione sezionabile realizzata come poco sopra descritto.

Le armature pressa pacco dovranno essere dimensionate in modo tale da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del nucleo che si creano sia durante il normale funzionamento che durante eventi transitori anomali.

La struttura dovrà inoltre essere adeguatamente dimensionata per non subire deformazioni meccaniche nel corso del trasporto e in caso di sollevamento del nucleo avvolto.

6.2.2.2 Avvolgimenti

I singoli avvolgimenti e le colonne dovranno essere realizzati con geometria, vincoli, tecniche e procedimenti di assemblaggio ed isolamento tali da assicurare nel tempo la stabilità della forma e la tenuta dielettrica.

Il sistema di pressatura dovrà essere realizzato in modo tale da garantire la costanza della compressione assiale nel tempo.

I materiali isolati utilizzati dovranno avere elevate caratteristiche meccaniche quali:

- Cartogeno precompresso ad alta resistenza per spaziatori, stecche, cilindri, etc.;
- Stratificati di legno, incollato con resine termoindurenti, per gli anelli di estremità, anelli di ammarraggio, piastre e blocchi di pressione, etc.

Avvolgimenti AT

Dovranno essere realizzati con conduttori di rame elettrolitico, in piattina singola o multipla in accordo alla UNI EN 13605 ad incrudimento controllato ed isolati con carta di pura cellulosa, o in cavo trasposto cementato, UNI EN 1977.

La cementazione del cavo trasposto sarà ottenuta tramite resine epossidiche autocementanti resistenti fino ad una temperatura di 120 °C.

Le piattine di rame smaltate dovranno essere conformi alle norme IEC 60317-0-2 e 60317- 18 (classe di temperatura 120); le piattine rivestite con nastro di carta dovranno essere conformi alla norma IEC 60317-27. La carta dovrà essere conforme alla norma IEC 60554- 2.

Dovranno essere previsti opportuni testimoni di cavo trasporto per la verifica del grado di cementazione raggiunto durante il trattamento degli avvolgimenti.

I singoli avvolgimenti saranno progettati, costruiti ed assiemati in modo tale da assicurare nel tempo la tenuta alle sollecitazioni dielettriche ed elettrodinamiche e che tutte le sovratensioni si ripartiscano lungo di essi in modo lineare (tipo disco interavvolto parziale o totale).

L'isolamento dovrà essere uniforme.

La regolazione della tensione dovrà avvenire nel centro stella e la costruzione dell'avvolgimento relativo dovrà essere particolarmente curato soprattutto dal punto di vista delle sollecitazioni elettrodinamiche.

Avvolgimenti MT

Saranno del tipo ad elica e dovranno essere realizzati preferibilmente con cavo trasposto isolato con carta di pura cellulosa, con le piattine elementari isolate in smalto eventualmente cementate con resina epossidica.

Non si escludono avvolgimenti ad elica realizzati in *"cordex".*

Nel caso di impiego di cavo trasposto cementato, dovrà essere previsto un testimone per il controllo del grado di polimerizzazione raggiunto durante il trattamento.

L'isolamento dovrà essere uniforme.

6.2.2.3 Cassa

La cassa dovrà essere idonea a sostenere, senza perdite d'olio o deformazioni permanenti, una sovrappressione statica sul fondo cassa a 200 kPa.

Lo spessore della piastra inferiore del cassone dovrà essere ≥ 25 mm.

La cassa dovrà essere sagomata in modo da non dare luogo a ristagni d'acqua o di olio all'esterno ed a tasche di gas all'interno e dimensionata per consentire il trasporto della macchina elettrica piena d'olio.

La tenuta fra le giunzioni dovrà essere realizzata mediante guarnizione alloggiata in apposita sede ed atta a resistere all'olio caldo.

La cassa dovrà essere munita di piastre adatte per il montaggio di ruote di scorrimento a profilo ferroviario con scartamento di 2230 mm, o altro definito in fase di progetto esecutivo, e deve consentire l'appoggio dei martinetti di sollevamento: l'appoggio dei martinetti di sollevamento dovrà essere tale da consentire di sollevare la macchina elettrica completa in assetto di servizio e piena d'olio; ciò al fine di poter effettuare il montaggio e la rotazione delle ruote nella movimentazione della medesima in impianto.

La cassa, completa di conservatore e connessa al sistema di raffreddamento, dovrà essere in grado di funzionare come autoclave sottovuoto, alla pressione assoluta di 133 Pa, anche in assenza di liquido isolante.

Dovrà essere previsto un boccaporto di ispezione in prossimità del selettore del CSC con larghezza di almeno 600 mm ed altezza tale da consentire l'ispezione completa del selettore.

Dovranno essere previsti un boccaporto di ispezione in prossimità ad ogni passante AT e un boccaporto di ispezione in prossimità dei passanti MT tale da consentirne l'ispezione completa.

La cassa non dovrà subire deformazioni permanenti superiori a 4 mm dopo la prova di tenuta sottovuoto, né dopo la prova di sovrappressione.

La cassa dovrà presentare idonee nervature (verticali e orizzontali) affinché le pressioni dinamiche e statiche che si potranno creare durante un eventuale arco interno non generino una rottura della medesima. Analogamente, i duomi dei passanti dovranno presentare idonei rinforzi.

Sono ammesse deformazioni plastiche della cassa alla pressione sviluppata in condizione di cto. -cto. interno.

In sede di progettazione, dovrà essere fornita una relazione integrata fra struttura della cassa, intervento dei relè rapidi di sovrappressione e delle valvole di "scoppio" che dimostri la rispondenza a quanto richiesto.

La bulloneria dovrà essere in acciaio inossidabile o zincato a caldo; la scelta dei materiali costituenti la cassa dovrà essere fatta in modo da evitare fenomeni di corrosione.

Tra le parti costituenti la cassa e le varie tubazioni deve essere assicurata la continuità metallica al fine di garantire la loro EQP.

Le frequenze di risonanza della cassa dovranno essere sufficientemente lontane da 50 e 100 Hz.

La cassa dovrà essere corredata, al minimo, di quanto segue:

- Attacchi idonei al sollevamento completo della macchina elettrica colorati di rosso per renderli facilmente individuabili;
- Valvole addossate alla cassa per l'intercettazione degli organi di raffreddamento;
- Valvola di fondo per lo scarico rapido dell'olio;
- N. 1 valvola a sfera con attacco femmina da ½", munito di tappo maschio di sicurezza per l'esecuzione di prelievi di campioni d'olio. La posizione dell'attacco sul cassone deve essere a circa 150 mm dal fondo cassa;
- N. 1 attacco flangiato con valvola a sfera DN50 e tappo cieco di sicurezza filettato femmina, per il collegamento del gruppo del vuoto;
- N. 1 pozzetto posto su coperchio, nel punto con olio più caldo, per l'alloggiamento del bulbo della termoresistenza con funzioni di misura e protezione;
- N. 3 pozzetti per la misura della temperatura dell'olio negli strati superiori. Dovranno essere disposti sul coperchio in prossimità del centro di ogni colonna ed essere immersi nell'olio per la lunghezza di almeno 150 mm. Serviranno come alloggiamento per i bulbi di termoresistenze;
- N. 2 attacchi per la messa a terra del cassone disposti in verticale sulla parete della cassa, alla base di questo, in corrispondenza dei lati corti opposti della macchina elettrica;
- N. 2 attacchi flangiati con valvole a sfera DN50 e tappo cieco di sicurezza filettato femmina, per il collegamento del degassatore. Gli attacchi al cassone dovranno essere disposti uno nella parte superiore e l'altro nella parte inferiore del cassone stesso in punti diametralmente opposti e la valvola relativa all'attacco alto dovrà essere posizionata in basso a lato di quella relativa all'attacco basso. Le valvole dovranno recare targhettatura per essere facilmente identificabili;

- Predisposizione di attacchi, protetti ove necessario da valvola a sfera, finalizzati all'installazione della strumentazione descritta nei paragrafi successivi;
- Un cable-box imbullonato al cassone posto a copertura dei passanti MT, ove presenti, completo di barratura in rame di adeguata sezione e di supporti isolanti; dovrà essere idoneo all'arrivo di cavi dal basso in formazione unipolare;
- Conduttori in rame di opportuna sezione da posizionare in corrispondenza dei quattro angoli del coperchio stesso, per garantire la continuità elettrica con la cassa.

Un sistema di sicurezza anticaduta ed accesso in sicurezza al coperchio, conformi alla norma UNI EN ISO 14122-3 e UNI EN ISO 14122-4, costituito come segue:

- Una scala alla marinara per la salita sul coperchio con pedana di sbarco e di guida con slitta scorrevole verticale anticaduta certificata per aggancio cintura di sicurezza. Detta scala dovrà presentare impedimento all'utilizzo, mediante blocco con lucchetto, onde evitare la possibilità di salita sulla macchina elettrica quando la stessa sarà in servizio. La scala sarà altresì munita di gabbia metallica avente maglie o aperture di ampiezza tale da impedire la caduta accidentale della persona verso l'esterno;
- Un camminamento con mancorrenti e fermapiedi di sicurezza che percorreranno il perimetro del coperchio. Il parapetto dovrà avere altezza di 1 m oltre il piano di calpestio e non dovrà compromettere la tenuta dielettrica della macchina elettrica. La profondità del camminamento sarà subordinata alla conformazione della macchina elettrica ma dovrà essere tale da permettere di raggiungere in sicurezza tutti gli accessori e componenti della stessa. Le superfici calpestabili dovranno essere realizzate in piastre forate di vetroresina mentre le strutture metalliche di contegno e di sostegno dovranno essere in acciaio inox.

In subordine, qualora il predetto sistema fosse tecnicamente irrealizzabile, per la conformazione/vicinanza con i componenti delle macchine elettriche, il sistema potrà essere realizzato come segue:

- Una scala per la salita sul coperchio completa di mancorrente e di guida con slitta scorrevole verticale anticaduta certificata per aggancio cintura di sicurezza. Detta scala dovrà presentare impedimento all'utilizzo onde evitare la possibilità di salita sulla macchina elettrica quando la stessa è in servizio;
- Linea di vita posta sul coperchio della macchina elettrica, preferibilmente inamovibile, costituita da due o più montanti fissati alla cassa uniti da fune metallica o barre in acciaio. Detto sistema dovrà essere idoneo per l'aggancio di cinture di sicurezza utilizzate durante le operazioni di montaggio e manutenzione eseguite su coperchio da parte di tre operatori contemporaneamente.

In sede di collaudo delle macchine elettriche, dovrà essere fornita la certificazione del sistema prevista dalla vigente normativa in materia di sicurezza.

6.2.2.4 Conservatore

Dovrà essere diviso in due parti separate, una per la dilatazione dell'olio della cassa delle macchine elettriche ed una per la dilatazione dell'olio e lo sfogo dei gas del vano interruttore del CSC, laddove presente.

La parte di conservatore destinata all'espansione dell'olio, dovrà essere dotata di una sacca in tessuto gommato che garantisca la separazione fisica fra aria e olio.

La capacità dovrà essere in grado di contenere la variazione di volume dell'olio tra le temperature di – 20°C e 85°C.

Il conservatore sarà corredato, al minimo, di:

- Ganci di sollevamento colorati di rosso per renderli facilmente individuabili;
- N. 2 indicatori di livello dotati di contatti normalmente aperti (NA) per la segnalazione di minimo e massimo livello;
- N. 2 essiccatori d'aria a gel di silice (e relative tubazioni), posizionati a circa 1.000 mm dal filo fondo cassa, per la rapida sostituzione della carica;
- N. 2 valvole a sfera da 2", posizionate a circa 1.000 mm dal filo fondo cassa, connesse alle tubazioni atte allo scarico di fondo delle due parti;
- Tubazione di collegamento al relè Buchholz;
- Attacco per vacuometro;
- Valvola di sovrapressione;
- Tubo di sfiato;
- N. 1 boccaporto posto sulla sommità (dim.: 250 x 250 mm circa) in verticale sulla posizione del galleggiante di indicazione livello olio;
- N. 2 boccaporti per le ispezioni delle due parti.

Il conservatore dovrà essere sostenuto da idonee mensole di supporto.

6.2.2.5 Sistema refrigerante

Caratteristiche dei radiatori

Il sistema refrigerante sarà costituito da radiatori a circolazione naturale o forzata di olio, rispondenti alle prescrizioni riportate nella norma CEI EN 50216-6. In particolare, il tipo di radiatore dovrà essere scelto tra quelli previsti nella norma citata, e rispettare le dimensioni ivi previste.

I radiatori saranno disposti addossati alla cassa da entrambi i lati lunghi.

Tra le parti costituenti i radiatori e la cassa dovrà essere assicurata la continuità metallica al fine di garantire la loro equipotenzialità.

Il collegamento dei radiatori alla cassa o al collettore principale sarà effettuato tramite flange con l'interposizione di valvole di intercettazione a tenuta di goccia che ne consentano la rimozione senza dover ricorrere allo svuotamento della cassa.

Sulle tubazioni di ingresso e di uscita alla batteria di radiatori saranno predisposti appositi pozzetti, con le stesse caratteristiche di quelli presenti sul coperchio della cassa, per la misura della temperatura dell'olio tramite termosonde.

Sulle stesse tubazioni dovranno essere predisposti gli attacchi per il sensore del dispositivo per il monitoraggio dei gas disciolti dell'olio con l'interposizione di apposita valvola.

I rivestimenti protettivi dei vari componenti del radiatore dovranno garantire gradi di protezione dalla corrosione e dall'azione dell'olio caldo pari a quelli previsti per la macchina.

Nel caso di circolazione forzata dell'olio, le elettropompe dovranno essere del tipo monoblocco, con motore asincrono trifase immerso nello stesso olio della macchina elettrica, tensione di alimentazione 400 V_{CA}, IP55, dotate di termistori per l'indicazione di massima temperatura. La rotazione inversa dei motori dovrà essere impedita mediante apposito relè a controllo di sequenza fasi (funzioni del relè: sequenza fasi, mancanza fase, minima e massima tensione). Saranno equipaggiate con un sistema statico di avviamento/arresto a velocità graduale, con variazione lineare della velocità.

Caratteristiche dei ventilatori

Gli elettroventilatori:

- saranno conformi alla norma CEI EN 50216-12. L'efficienza degli elettroventilatori sarà conforme a quanto riportato dal regolamento (UE) n. 327/2011 della commissione;
- saranno costituiti da un motore asincrono trifase accoppiato direttamente con un ventilatore elicoidale dotato di convogliatore d'aria e protetto da rete metallica con grado di protezione IP 2x, rispondente altresì alle prescrizioni sulla sicurezza meccanica di cui alla norma UNI 10615;
- dovranno essere facilmente smontabili senza dover rimuovere i radiatori e dovranno essere opportunamente fissati in modo da non trasmettere vibrazioni allo scambiatore ed assicurare comunque l'equipotenzialità tra le parti.

Le parti metalliche soggette a corrosione dovranno essere trattate con materiali antiossidanti o ricoperte con idoneo rivestimento protettivo, come previsto per la macchina.

I motori saranno conformi alla norma CEI EN 60034-1 e dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

- di tipo chiuso ventilati esternamente con rotore a gabbia per avviamento diretto a piena tensione;
- avere grado di protezione non inferiore a IP55;
- avere avvolgimenti statorici con classe di isolamento F;
- non richiedere manutenzione dei cuscinetti prima di 200.000 ore di funzionamento;
- avere il livello di vibrazione non superiore a 2,5 mm/s, inteso come valore di cresta della velocità sinusoidale equivalente (verificato dalla relativa prova).

6.2.2.6 Rivestimenti protettivi

Per quanto non diversamente specificato si rimanda alla norma UNI EN ISO 12944-5.

Le superfici metalliche soggette a corrosione dovranno essere opportunamente verniciate in modo da garantire un'adeguata protezione dagli agenti esterni, nelle condizioni ambientali e di esercizio previste.

Il colore della mano a finire dovrà essere grigio n. 7031 della scala RAL-F2 con una brillantezza pari a 70 unità. Lo spessore minimo del film secco dovrà essere pari a 240 µm. Si rimanda in ogni caso ad altre eventuali specificazioni durante la fase di progetto esecutivo.

Le superfici interne a contatto con l'olio della macchina dovranno essere protette con vernice resistente all'olio caldo (temperatura massima 120 °C).

Le superfici da proteggere dovranno essere preventivamente sottoposte a adeguato processo di sabbiatura; l'applicazione della vernice dovrà essere fatta non oltre quattro ore dopo la sabbiatura e, in ogni caso, prima che si formi la ruggine sulle superfici sabbiate.

Le superfici zincate, ove previsto e/o oggetto di specifica richiesta, dovranno essere zincate a caldo secondo la Norma UNI EN ISO 1461 e quindi protette con lo stesso tipo di rivestimento protettivo esterno utilizzato per la cassa, previo opportuno trattamento (aggrappante).

Le prescrizioni suddette si applicano alla macchina nel suo complesso: strutture di carpenteria (cassa, conservatore, tubazioni, ecc.), radiatori, armadi e tutti gli accessori aventi parti costruite in materiale metallico soggetto a corrosione.

Sarà tuttavia consentito l'uso di tipologie diverse di rivestimento protettivo tra cassa e componenti a condizione che il colore finale sia il medesimo.

Si precisa, se non diversamente indicato durante le fasi di progetto esecutivo, che il rivestimento dovrà essere idoneo ad ambiente C5 (altamente corrosivo, marino) di cui alla norma UNI ISO 12944-1 e 2, con durabilità molto elevata (VH> 25 anni) e testato in accordo alla norma UNI ISO 12944-6.

6.2.2.7 Isolatori passanti

Gli isolatori passanti saranno conformi ai livelli di isolamento e linea di fuga, per quelli posti all'esterno, in accordo alla normativa vigente, come indicato nella seguente tabella. Le tensioni di tenuta a frequenza industriale e ad impulso atmosferico sono quelle prescritte nella norma CEI EN 60137.

Tabella 16: Livelli di isolamento e linee di fuga isolatori passanti

	Tensione massima di riferimento per l'isolamento		
	72,5 kV	**245 kV**	**420 kV**
Tensione di tenuta f.i. 50 Hz (AV) (LTAC)	140 kV	460 kV	630 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (LI)	325 kV	1050 kV	1425 kV
Tensione di tenuta impulso di manovra (SI)	-		1050 kV
Salinità	56 kg/dm^3		
Linea di fuga (USCD)	31 mm/kV		

Laddove non precisato in seguito, si terranno in considerazione le caratteristiche costruttive come esposte di seguito.

Gli involucri isolanti esterni dovranno essere realizzati senza flangiature metalliche intermedie.

Tutte le parti metalliche saranno realizzate in un materiale inossidabile, quale lega di alluminio, acciaio inossidabile od acciaio zincato a caldo.

I passanti dovranno essere idonei a sopportare le sollecitazioni meccaniche derivanti dall'esercizio della macchina ed in particolari quelle conseguenti a corto circuiti di rete ed eventi sismici; sarà ammesso l'impiego di dispositivi antivibranti posti sulla flangia di attacco.

Eventuali passanti disposti sulle pareti della cassa dovranno essere dotati di appositi accorgimenti (es. diaframmi tipo Weidmann) per consentire lo smontaggio del collegamento con la cassa piena d'olio.

La capacità verso massa e la tangente dell'angolo di perdita a frequenza nominale, misurate dall'apposta presa di misura, non dovranno essere superiori rispettivamente a 5000 pF e a 0,05 (tanδ in accordo a CEI EN 60137).

Si precisa che gli isolatori tipo RIP dovranno avere valori di tan δ, misurato nelle prove di accettazione previste, non superiore a 0,004. Il valore di scariche parziali non dovrà essere superiore, in tutto il range di misura, rispetto al valore di fondo della sala prove. Il massimo valore di fondo accettabile durante la misura delle scariche parziali deve essere minore di 5 pC (in accordo alla norma CEI EN 60137).

Isolatori passanti AT e AAT per trasformatori ed autotrasformatori

Dovranno essere dotati di presa per la misura di capacità e tgδ.

Dovranno essere completamente pieni d'olio non comunicante con quello dei trasformatori o autotrasformatori, dotati di sistema di compensazione della pressione olio e di pressostato con contatti NA di allarme e scatto minima/massima pressione. Saranno del tipo per condotto blindato in SF_6 e dovranno essere comprese le flange di accoppiamento. Dovrà essere previsto un tappo cieco per lo sfiato dell'olio.

Dovranno altresì sopportare le sollecitazioni meccaniche derivanti dal normale funzionamento e da cto. -cto. di rete.

Gli isolatori dovranno fare riferimento, sia dal punto di vista elettrico che meccanico, alla Norme CEI EN 60137 e Norma IEC 61639.

Sulle terminazioni delle connessioni, dovranno essere installati idonei trasformatori amperometrici di misura (TA) per la lettura della corrente di fase. I TA dovranno avere classe di precisione ≤ 0,5 e prestazione adeguata ad alimentare il PLC di elaborazione dati.

Isolatori passanti AT per reattori e passanti per neutro autotrasformatori

Gli isolatori passanti saranno conformi alla norma CEI EN 60137 ed avranno le seguenti caratteristiche principali:

- per esterno (IEV 471-02-07) per connessione olio/aria.
- condizioni ambientali corrispondenti alla classe 1 (rif. tab. 3 CEI EN 60137);
- tenuta meccanica corrispondente al livello 2 (rif. tab. 1 CEI EN 60137);
- isolamento interno del tipo a condensatore (IEV 471-02-03) realizzato con carta impregnata di resina (RIP);
- I passanti dovranno essere realizzati in materiale composito e conformi alle Norme CEI EN 62217 e CEI EN 61462. Per tutti i passanti, il rivestimento esterno deve essere realizzato mediante l'utilizzo di gomma siliconica del tipo:

    - HTV (High Temperature Vulcanized) con un contenuto di ATH (allumina tri-idrata) non inferiore al 45% in peso;
    - LSR (Liquid Silicon Rubber) per il quale si dovranno specificare, dandone evidenza in fase di certificazione, le precauzioni prese al fine di garantire una adeguata protezione contro il tracking e l'erosione.

- Il campo elettrico massimo sulla superficie dell'isolatore, con l'apparecchiatura completa sottoposta alla tensione massima fase-terra, non deve superare i 0,42 kV_{eff}/mm su una superficie superiore a 10 mm (analisi da inviare a Terna per approvazione);

Le caratteristiche nominali dei passanti non dovranno costituire limitazione all'esercizio della macchina neanche in sovraccarico ed il loro isolamento dovrà essere coordinato con quello della macchina.

Si applicano i documenti IEC 60815 (recepiti CEI 36-41 e 43), fermo restando il livello di USCD minimo come specificato nella Tabella 16 al presente paragrafo.

Le dimensioni dei passanti olio/aria AT e AAT saranno scelte in accordo alla specifica tecnica CEI CLC/TS 50458. Le dimensioni dei passanti dovranno comunque essere conformi alle prescrizioni di ingombro previste nel presente documento.

Il codolo dei passanti dell'avvolgimento AT sarà cilindrico di diametro 40 mm ed avente una lunghezza di 80 mm realizzato in rame, ricoperto di uno strato preferibilmente di Nichel o, in alternativa, di Argento oppure di Stagno e sarà privo delle aste spinterometriche.

Le distanze delle parti in tensione dei passanti tra loro e verso terra non dovranno essere inferiori ai limiti prescritti dalla norma CEI EN 60076-3.

Isolatori passanti MT.

Gli isolatori MT dovranno essere del tipo olio – aria, a condensatore, in porcellana smaltata marrone e tali da non permettere la fuoriuscita di olio in caso di rottura della porcellana stessa.

Dovranno essere in grado di sopportare, senza danno, una tensione verso terra pari a quella concatenata, corrispondente al minimo numero spire primarie inserite.

I passanti MT dovranno essere posizionati a mezzo di una piastra in materiale amagnetico saldata alla cassa; inoltre, per consentire la rimozione degli stessi, dovranno essere previsti idonei boccaporti imbullonati per consentite l'accesso alle connessioni interne.

Sulle terminazioni delle connessioni, dovranno essere installati idonei TA per la lettura della corrente di fase. I TA dovranno avere classe di precisione ≤ 0,5 e prestazione adeguata ad alimentare il PLC di elaborazione dati.

I secondari del TA dovranno essere attestati a idonea morsettiera contenuta nel cofano comando servizi ausiliari.

I passanti MT dovranno rispondere a quanto previsto dalle norme CEI EN 50180- 1/2/3/3-A1, in particolare le loro dimensioni, i componenti ed il fissaggio dovranno essere conformi a quanto indicato nelle citate norme e garantire la sostituzione con passante di altro costruttore senza modifiche.

1.4.1.1 Commutatore Sotto Carico (CSC)

Il CSC, di costruzione MR (Maschinenfabrik Reinhausen) o di altra primaria casa costruttrice, preferibilmente con tecnologia di interruzione sottovuoto, sarà incorporato nel cassone delle macchine elettriche e comandato a motore (alimentazione U_r = 380 V trifase) previo consenso derivante da selettore locale remoto allocato nel cofano comando.

Il complesso CSC sarà munito di comando manuale ed elettrico in locale e predisposto per essere manovrato da remoto tramite pulsanti o regolatore automatico di tensione.

Le modalità di manovra saranno interbloccate.

Il dispositivo di comando sarà montato entro cofano e dovrà essere completo di:

- Resistenza di riscaldamento termostatata;
- Indicatori visibili da esterno delle manovre effettuate e della posizione del CSC;
- Doppio dispositivo elettronico di decodifica per l'indicazione a distanza della posizione del variatore (segnale in codice BCD);
- Interblocchi elettrici e meccanici di fine corsa.

Il cofano comando dovrà avere un grado di protezione IP55.

Dovranno essere garantite 300.000 manovre senza necessità di revisione o sostituzione di contatti.

Il vano di contenimento degli interruttori del CSC, dovrà prevedere due attacchi per il trattamento/sostituzione dell'olio, riportati ad altezza d'uomo (a circa 1000 mm dal fondo cassa) tramite tubazioni munite, all'estremità, di saracinesca e di tappo cieco di sicurezza.

L'alimentazione delle utenze relative al complesso CSC dovrà essere derivata da un'idonea apparecchiatura di comando e protezione posta nel quadro SA a bordo della macchina elettrica.

6.2.2.8 Impianto rilevazione incendi

Dovrà essere realizzato a bordo delle macchine elettriche, un sistema di rilevazione incendi ad alta affidabilità intrinseca.

Il sistema dovrà essere idoneo all'installazione in ambienti inquinati, e prevedere una adeguata ridondanza di componenti in modo da garantire il funzionamento anche in caso di rottura di uno o più rilevatori danneggiati.

Tutti i componenti e l'impianto completo dovranno rispondere alle norme ambientali di riferimento secondo CEI EN 60721-3-4, operando una scelta adeguata dei gruppi di parametri ambientali, tenendo presente che il parametro delle condizioni ambientali dovrà essere 4K4h (condizioni speciali 4Z8) con la precisazione che la "bassa temperatura dell'aria" deve essere pari a -25 °C.

I sensori dovranno essere installati su idonei supporti da fissare su coperchio della cassa delle macchine elettriche ad una distanza dal bordo tale da rendere l'intervento dei sensori il più efficace possibile.

I sensori dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- soglia di temperatura di intervento pari a 135 ± 10 °C;
- avere un contatto NA libero da tensione;
- avere un involucro in acciaio inox con grado di protezione IP65;
- essere insensibili alle vibrazioni (sismiche e di normale esercizio);
- essere protetti contro gli urti accidentali.

Ogni sensore dovrà essere cablato singolarmente in una morsettiera dedicata posta all'interno del quadro SA della macchina elettrica.

I collegamenti elettrici fra morsettiera e sensori non dovranno presentare giunzioni lungo il percorso (se non quella al sensore che deve essere isolata, stagna e non deve essere realizzata con morsetti a vite), essere dotati di protezione contro gli urti ed essere posti in una tubazione separata con grado IP65.

6.2.2.9 Relè Buchholz

La cassa sarà equipaggiata con un relè Buchholz conforme alla norma CEI EN 50216-2.

Il relè dovrà essere a due galleggianti, con dispositivo sensibile alla corrente d'olio e con contatti doppi di allarme e di scatto. Il grado di sensibilità dovrà essere tale da non consentire interventi intempestivi in occasione delle normali sollecitazioni meccaniche che la macchina dovesse subire durante l'esercizio (inserzioni, guasti di rete, sismi); in particolare la taratura del dispositivo sensibile alla corrente d'olio dovrà essere almeno di 2 m/s.

Il relè sarà corredato da valvole di intercettazione di tipo lenticolare, da disporre a monte e a valle dello stesso, e da un dispositivo di raccolta dei gas riportato ad altezza d'uomo.

Il collegamento del relè avverrà tramite tubazione almeno DN 100 con tre punti di prelievo dal coperchio della cassa in corrispondenza della mezzeria di ciascuna fase con tubazioni non inferiori a DN 100. I collegamenti coi duomi dei passanti saranno in tubazione almeno DN 25.

Il relè Buchholz dovrà essere idoneo a monitorare in maniera continuativa l'accumulo dei gas presenti al suo interno e riportare il valore in morsettiera in formato 4-20 mA.

6.2.2.10 Termometri e sonde di temperatura in Fibra Ottica (FO)

Sulle macchine elettriche dovrà essere installata la seguente strumentazione.

Termometro a quattro equipaggi

Il termometro sarà a 4 equipaggi indipendenti, a 4 contatti indipendenti o equivalente, con funzioni di avviamento ventilatori (primo e secondo gruppo), allarme per alta temperatura olio, scatto per alta temperatura olio.

Sonde di temperatura in Fibra Ottica (FO)

Per la misura diretta della temperatura degli avvolgimenti nel punto ritenuto più caldo, dovranno essere installate delle sonde in FO, il cui numero sarà comunque ≥ 8.

Il sistema di rilevazione temperatura hot-spot, dovrà essere in funzione durante le prove di accettazione delle macchine elettriche e rilevare correttamente non meno di un valore per ciascuno degli avvolgimenti delle fasi laterali e due per ciascuno degli avvolgimenti centrali.

Le sonde andranno montate direttamente sugli avvolgimenti AT e MT di ciascuna fase; con posizione corrispondente alla zona di massima temperatura.

Le sonde dovranno essere idonee per l'immersione in oli minerali in un campo di temperatura da -30 °C a +200°C (senza necessità di ricalibrazione) e resistenti all'esposizione di vapori caldi di Kerosene che si potranno formare durante il processo di essiccamento/trattamento degli avvolgimenti prima e delle macchine elettriche poi.

I sensori di temperatura in FO dovranno:

- essere basati sulla tecnologia costruttiva all'Arseniuro di Gallio, a deriva zero;
- avere un diametro minimo di 200 µm (diametri inferiori saranno accettati solo se la terminazione sensibile sarà protetta meccanicamente in modo stabile ed adeguato);
- essere incamiciate in PTFE Teflon con un taglio tale da consentire il riempimento completo di olio;
- avere il rivestimento di cui sopra ad alta visibilità (non di colore bianco).

Le FO dovranno essere portate all'esterno, sul coperchio delle machine elettriche attraverso un "passa parete", costituito da una piastra in acciaio inox saldata alla cassa completa di passanti di tipo ottico. Le

tenute sui passanti ottici dovranno essere progettate e realizzate in modo da evitare nel tempo trafelamenti di olio caldo (non sono ammesse guarnizioni in gomma sintetica antiolio).

Una cassetta JB in acciaio inox con grado di protezione IP65 dovrà essere disposta per accoppiarsi con la flangia passa parete quale protezione dei passanti ottici.

Dovranno essere fornite le estensioni ottiche dalla passa parete delle macchine elettriche verso l'unità di misura. Tali estensioni, dovranno essere robuste ed adeguatamente protette mediante tubazioni anti-schiacciamento.

Dovrà essere altresì fornita ed installata nel quadro SA delle macchiane elettriche una unità di elaborazione dei segnali che permetta:

- la trasmissione al PLC di supervisione ed in remoto dei dati e degli stati di allarme;
- l'interrogazione da locale e da remoto dei dati e degli stati di allarme;
- la comunicazione attraverso porte USB (per interrogazione da locale) ed Ethernet (ETH) (per interrogazione da remoto) mediante Std. di comunicazione IEC 61850;
- permettere l'analisi dei dati elaborati mediante applicazioni basate su Microsoft Office e Microsoft Edge (da fornire con il componente);
- avere funzioni autodiagnostiche;
- permettere la memorizzazione in locale di almeno 5x106 misurazioni (criterio FIFO);
- disporre di una funzione di reset manuale da parte utente.

6.2.2.11 Dispositivo di Monitoraggio

Il dispositivo richiesto dovrà avere le caratteristiche principali descritte nel seguito e monitorare le seguenti grandezze:

- concentrazione dei gas disciolti in olio (DGA);
- scariche Parziali originate nella cassa;
- scariche Parziali originate nei passanti;
- Tgδ e capacità relativi dei passanti;
- transitori di corrente dovuti a guasti passanti;
- Hot-spot.

Dovrà essere contenuto in involucri di acciaio inox, con grado di protezione ≥ IP55, idoneo per installazione all'aperto, fissato a parete o su apposito piedistallo in prossimità delle macchine elettriche da monitorare. Nella parte inferiore dell'involucro troveranno posto tutti gli accessori necessari, quali, ad esempio:

- i connettori per l'allacciamento alla alimentazione ausiliaria;
- i connettori per la connessione con i sensori per la misura della corrente;
- la connessione dei segnali analogici e digitali;
- il connettore per l'antenna, se presente;

- le eventuali porte di comunicazione dati;
- le connessioni con i sensori per la misura delle scariche parziali, capacità e tgδ relativi. Tali connessioni, se realizzate mediante le prese capacitive dei passanti, dovranno avvenire per mezzo di adattatori appositamente progettati per ciascun tipo di passante. Tali adattatori dovranno essere dotati al loro interno di protezioni che impediscano che la presa capacitiva rimanga a potenziale flottante in qualsiasi circostanza, anche nel caso in cui cavo di segnale venga scollegato dagli adattatori o anche tranciato. Nel caso si voglia accedere alle prese capacitive per effettuare altre misure fuori linea, non dovrà essere necessario svitare il corpo principale dall'adattatore dalla presa capacitiva al fine di preservarne l'integrità dei filetti. L'adattatore per le prove fuori linea e gli utensili per la corretta coppia di serraggio dovranno essere forniti a corredo del sistema;
- la connessione ad eventuali ulteriori sensori di Scariche Parziali di tipo toroidale da inserire nei collegamenti a terra delle macchine elettriche;
- le connessioni del/dei circuito/i olio;
- le connessioni ai sensori di temperatura e del carico.

Il sistema di monitoraggio dovrà inoltre:

- avere la possibilità di immagazzinare dati per più di un anno;
- essere dotato di un web-server ed essere interrogabile da remoto mediante il modem integrato e accessibile mediante pc, tablet o smartphone, senza la necessità di installare alcun software (SW);
- essere privo di antenne ed altri dispositivi elettronici attivi posizionati sulla parte superiore della macchina elettrica, in modo che l'eventuale manutenzione del sistema non richieda il fuori servizio della stessa;
- essere collegabile a sistemi SCADA, DCS mediante il Prot. Modus;
- supportare la comunicazione mediante GSM/3G ed ETH;
- essere provvisto di scheda SIM per il controllo, da parte del Fornitore, dei parametri di funzionamento delle macchine elettriche per i 24 mesi a successivi alla data di messa in esercizio;
- includere indicatori di funzionamento a LED (almeno di Power, Service ed Alarm) sul pannello frontale e contatti ausiliari di allarme;
- fornire un riassunto orario, con le seguenti indicazioni minime:
    - stato delle macchine elettriche (ON/OFF);
    - ampiezza (in V e nC) e Tasso di Ripetizione delle Scariche Parziali in ciascuna fase;
    - Pattern (PRPD) (in V e nC) per ciascuna fase;
    - diagramma vettoriale delle correnti;
    - capacità relativa (%) e riferita (pF), tgδ relativo (%) e riferito (%);
    - fornire il valore della temperatura ambiente, il valore delle temperature della parte superiore delle machine elettriche, il valore del carico.

In particolare, per quanto riguarda la misura delle scariche parziali, il sistema dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- fare una misura simultanea (non multiplexata) e acquisita continuativamente per 24 h (non programmata) su tutti i canali;

- avere un sistema di reiezione del rumore, in modo simultaneo ed in tempo reale (senza clusterizzazione manuale);
- avere un tasso di campionamento superiore a 50 MS/s, un intervallo di ingresso superiore a 20 V picco-picco, una sensitività inferiore a 1 mV alla scala massima e una risoluzione pari a 12 bit o superiore;
- fornire inoltre un'indicazione del livello di pericolosità del fenomeno di scariche parziali ed un'interpretazione immediatamente comprensibile all'utente, che non necessiti l'intervento di personale esperto;
- essere in grado di discriminare se eventuali fenomeni di Scariche Parziali siano originati dal passante o dalla cassa principale e dovrà inoltre essere in grado di individuare la fase/le fasi affetta/e dal fenomeno.

Il sistema dovrà essere commissionabile, configurabile e interrogabile senza necessità di installare SW, ma semplicemente mediante l'utilizzo di un normale browser web. Tale interfaccia dovrà mostrare tutti i parametri diagnostici nel seguito elencati.

- Monitoraggio dei gas disciolti:
  - tecnologia: Infrarossa non dispersiva (NDIR), senza la necessità di parti di consumo e/o bombole di gas di trasporto;
  - gas rilevati: Idrogeno (H2), metano (CH4), etilene (C2H4), acetilene (C2H2), monossido di carbonio (CO), umidità;
  - intervalli di misura e accuratezza secondo la seguente tabella:

Tabella 17: Intervalli di misura e accuratezza gas disciolti

Gas	Limiti [ppm]	Accuratezza
H_2	5 ÷ 5.000 ppm	± 10% o ± Limite inferiore
CH_4	20 ÷ 60.000 ppm	± 10% o ± Limite inferiore
C_2H_4	5 ÷ 90.000 ppm	± 5% o ± Limite inferiore
C_2H_2	3 ÷ 5.000 ppm	± 5% o ± Limite inferiore
CO	10 ÷ 20.000 ppm	± 10% o ± Limite inferiore
H2O (relative)	0 ÷ 100%	

- Monitoraggio delle scariche parziali:
  - tecnologia/metodo: elettrico;
  - sensori: adattatori per prese capacitive ed un sensore tipo HFCT su una delle corde di terra;
  - numero di canali simultanei: da 3 a 9;
  - intervallo di misura: -10 Vpk to +10 Vpk;
  - accuratezza: < 5%;
  - risoluzione temporale: 10 ns;
  - risoluzione: 12 bit;
  - intervallo di campionamento: 100 MS/s;
  - larghezza di Banda: ultra-ampia (< 50 MHz) e ampia (Norma IEC 60270).

- Monitoraggio della capacità e del tgδ relativi dei passanti:
  - sensori: adattatori per prese capacitive;
  - numero canali simultanei: fino a 9;
  - intervallo di misura: 0 ÷ 200 mA;
  - accuratezza: 0,1%;
  - accuratezza angolo di fase: 0,05°;
  - risoluzione: 14 bit;
  - intervallo di campionamento: 18 KS/s.

- Monitoraggio dei transitori di corrente passanti:
  - tipo sensore: effetto Hall, idoneo per correnti alternate e componenti unidirezionali continue;
  - numero canali: 3;
  - intervallo di misura: -14 Vpk to +14 Vpk;
  - risoluzione: 14 bit;
  - frequenza di campionamento: 18 kS/s;
  - modalità di acquisizione: trigger configurabile;
  - capacità immagazzinamento dati: > 2.000 eventi, con data/ora superamento trigger, fase coinvolta nel guasto, valore di picco massimo, valore efficace e durata corrente di guasto.

- Monitoraggio hot-spot, temperature, carico:
  - sensore temperatura olio superiore;
  - sensore temperatura ambiente;
  - sensore di corrente per la misura del carico.

- Monitoraggio online a cura del fornitore del sistema: monitoraggio online, per un periodo da definirsi nel corso delle fasi di progetto esecutivo, finalizzato alla verifica periodica degli eventi ed alla produzione di reportistica, comprendente, almeno:
  - analisi delle scariche parziali, dei gas disciolti e del tgδ con cadenza da definire nel corso delle fasi di progetto esecutivo;
  - analisi su condizione, ogniqualvolta il sistema di monitoraggio rilevi anomalie all'interno delle macchine elettriche;

- report ad ogni evento;
- report annuale sullo stato delle macchine elettriche, indipendentemente dalla registrazione degli eventi;
- aggiornamenti SW.

6.2.2.12 PLC di supervisione

All'interno dell'Armadio SA delle macchine elettriche, dovrà essere installato un controllore a logica programmabile (PLC) di supervisione dotato di:

- CPU per l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione dei dati;
- schede di input;
- schede di output;
- scheda di trasmissione (protocolli TCP/IP e Std. IEC 61850).

Il PLC avrà il compito di supervisionare e gestire tutti i segnali provenienti dai sistemi installati a bordo delle macchine elettriche, la cui definizione sarà eseguita nelle fasi di progetto esecutivo.

In ogni caso, al minimo detto componente dovrà, in via indicativa e non esaustiva, assolvere alle seguenti funzioni:

- Ricevere ed elaborare i parametri di funzionamento provenienti da:
  - TA montati sui passanti AT e MT;
  - segnali provenienti dalla PT100 montate a bordo delle macchine elettriche;
  - segnali digitali provenienti dalle valvole di sovrappressione, dai relè Buchholz, dai livelli olio, dai pressostati sui passanti AT, dal sistema di raffreddamento;
  - segnali voltmetrici provenienti da impianto;
  - segnali digitali relativi alle posizioni di aperto/chiuso degli interruttori posti a monte e valle delle macchine elettriche;
  - segnali analogici e digitali provenienti dai sistemi di misura scariche parziali, di analisi olio e di monitoraggio "hot spot".

- Sulla base di tali parametri, il PLC dovrà:
  - emettere i segnali digitali per:

    ✓ alta e altissima temperatura olio;
    ✓ alta e altissima temperatura di "hot spot";
    ✓ alta e altissima temperatura media avvolgimenti;
    ✓ alto e basso livelli olio;
    ✓ alta concentrazione/formazione di gas in olio;
    ✓ alto livello di scariche parziali;
    ✓ anomalie sistemi di monitoraggio posti a bordo delle macchine elettriche;
    ✓ mancanza alimentazione ausiliaria;

- ✓ anomalie circolazione olio (alta temperatura motore, scatto protezione motore, assenza flusso e perdita olio). L'assenza di flusso non dovrà restituire allarme se le macchine elettriche sono fuori tensione.

- Visualizzare sul pannello operatore:

  - ✓ le temperature del nucleo;
  - ✓ le temperature dell'olio;
  - ✓ le temperature degli "hot spot";
  - ✓ le temperature medie degli avvolgimenti, ottenuta mediante calcolo;
  - ✓ le concentrazioni dei gas in olio e gli incrementi (orari e giornalieri);
  - ✓ i livelli di scariche parziali segnati dai sensori;
  - ✓ le indicazioni di tutti gli eventi (allarmi e scatti) delle protezioni a bordo delle macchine elettriche;
  - ✓ le indicazioni dello stato degli interruttori (aperto, chiuso, scattato);
  - ✓ lo stato di funzionamento del sistema di raffreddamento;
  - ✓ le correnti degli avvolgimenti;
  - ✓ la potenza entrante e quella uscente;
  - ✓ gestire il pannello operatore tramite pagine video.

- Dette pagine, richiamate da apposito menù dovranno essere almeno cinque (eventuale differente definizione dovrà essere scelta durante la fase di progetto esecutivo):

  - ✓ la prima contenente immagini schematizzate delle macchine elettriche riportanti la posizione ed i valori delle temperature acquisite e/o elaborate, lo stato delle pompe (verde in funzione, rossa ferma) ed i pulsanti "touch" per l'avvio e l'arresto delle pompe in manuale;
  - ✓ la seconda contenente le indicazioni delle correnti negli avvolgimenti e delle potenze in ingresso e uscita dalle machine elettriche;
  - ✓ la terza contenente l'elenco degli allarmi e degli scatti con i relativi stati (ON e OFF);
  - ✓ la quarta contenente la rappresentazione delle machine elettriche con la disposizione dei sensori di scariche parziali con indicazione del valore da essi rilevato in tempo reale;
  - ✓ la quinta, contenente i valori dei livelli di allarme delle temperature configurabili previo inserimento di password.

Tutti i segnali I/O analogici e digitali dovranno essere attestati su apposite morsettiere.

Il PLC dovrà essere insensibile a interferenze elettromagnetiche, a vibrazioni ed essere idoneo per funzionare con temperature all'interno dell'Armadio SA comprese fra 0 °C e 50 °C.

6.2.2.13 Armadio SA di centralizzazione delle alimentazioni e impianto elettrico

Tutti i circuiti ausiliari faranno capo ad un Armadio di centralizzazione SA (Servizi Ausiliari) che costituisce l'interfaccia verso il sistema di controllo della Stazione Elettrica di Trasformazione.

L'armadio sarà collocato su uno dei lati corti della macchina elettrica.

L'armadio dovrà avere un grado di protezione IP55 con porte chiuse e IP2x con porte aperte ed essere munito di apposita portella incernierata lateralmente e apribile con chiave speciale; dovrà essere realizzato in materiale metallico non soggetto a corrosione.

L'armadio dovrà essere protetto dall'irraggiamento solare diretto, tramite apposite tettoie o cappottature; non dovrà essere dotato di oblò in vetro per evitare l'ingresso di radiazione solare.

Nell'armadio dovrà essere alloggiata una resistenza anticondensa sempre inserita ed eventualmente una di riscaldamento comandata da un termostato, entrambe protette da interruttore automatico.

Tra l'armadio di centralizzazione e la cassa dovrà essere assicurata l'equipotenzialità con connessione metallica.

All'interno dell'armadio dovrà essere predisposto un collettore per la messa a terra degli schermi dei cavi. Il collettore di terra sarà realizzato con piatto di rame stagnato di sezione non inferiore a 100 mm^2 e corredato di fori di diametro 5,5 mm e relativi bulloni in acciaio inox.

Ogni motore dovrà essere protetto da un relè magnetotermico. L'intervento di detto relè dovrà interrompere anche l'alimentazione delle bobine dei teleruttori di comando del corrispondente motore.

I valori nominali previsti delle tensioni di alimentazione sono indicati nella seguente tabella:

Tabella 18: Tensioni di alimentazione circuiti SA macchine elettriche

Alimentazioni	Tensioni
Motori	trifase 400 V ±10% a 50 Hz
Circuiti di riscaldamento	monofase 230 V ±10% a 50 Hz
Circuiti di comando	monofase 230 V ±10% a 50 Hz
Circuiti di segnalazione	110 V +10/–15% in c.c.

Quanto riportato nella presente sezione si applica, se non diversamente specificato, anche ad eventuali armadi e cassette aggiuntive installate sulla macchina elettrica.

In tutte le scatole di derivazione e/o controllo, sia per i circuiti di potenza che di segnale (e.g. alimentazione pompe, circuiteria valvole di scoppio, ecc.) dovrà essere adottato, a protezione di tutti i contatti, un gel riempitivo che impedisca l'intervento intempestivo delle protezioni per trafilamenti di acqua all'interno.

Il gel utilizzato dovrà rispondere a opportune caratteristiche tecniche e norme di legge definite nella fase di progetto esecutivo.

Il Gel dovrà garantire riaccessibilità, senza arrecare danno alcuno ai collegamenti od alla cavetteria durante la rimozione, senza l'utilizzo di strumenti o solventi, e riutilizzabile.

Cablaggi, cavi e collegamenti

I conduttori per i collegamenti elettrici interni Armadio di centralizzazione SA dovranno essere del tipo non propagante l'incendio, conformi alla norma 20-14, tipo FS17; alle estremità dei conduttori flessibili dovranno essere applicati terminali pre-isolati a compressione e le estremità stesse dovranno essere identificabili mediante opportune marcature e/o segna fili.

Per tutti i collegamenti tra i quadri elettrici è richiesto l'uso di cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici, con schermatura sotto guaina, rispondenti alla normativa CPR (UNI EN 13501-6:2019):

- Classe di prestazione di reazione al fuoco: *Cca-s1b, d1, a1.*

L'impianto elettrico a bordo delle macchine elettriche dovrà essere realizzato utilizzando cavi CPR armati e schermati tipo FG16OH2R16 0,6/1 kV.

Dovranno essere dotati, agli estremi, di segnafili plastici trasparenti aventi indicazione dell'apparecchio e del morsetto di connessione dei medesimi. Inoltre, dovranno essere completi di puntalini preisolati a compressione.

Le siglature dovranno corrispondere agli schemi elettrici e dovranno essere realizzate mediante sistemi di stampa e non scritte a mano.

Anche i ponticelli realizzati mediante filo di cablaggio dovranno essere siglati.

I cablaggi all'esterno delle casette stagne dovranno essere contenuti in tubi di acciaio eccezione fatta per le parti terminali di raccordo con le cassette stesse e con le apparecchiature che saranno di tipo flessibile. Sia le tubazioni rigide che flessibili dovranno essere in materiale inossidabile.

Internamente ai quadri stagni, i cablaggi dovranno essere alloggiati entro canaline in materiale plastico autoestinguente in modo da poter essere agevolmente rimossi, sostituiti e da poter assicurare modifiche e/o aggiunte di ulteriori cablaggi; non saranno ammessi cablaggi retrostanti a piastre forate per il montaggio dei componenti. I conduttori destinati al collegamento degli apparecchi posti sulle ante delle celle, dovranno essere inseriti in calze flessibili anch'esse di materiale autoestinguente.

In ogni caso, l'impianto elettrico a bordo delle macchine elettriche nel suo complesso dovrà avere grado di protezione IP55.

Relè ausiliari

Dovranno essere di tipo elettromeccanico e conformi alla Norma CEI 94-4 e di tipo estraibile, dotati di custodia trasparente, led di segnalazione dello stato, con inserzione su zoccolo avente grado di protezione

IP40. Dovranno essere dotati di idoneo sistema di fissaggio allo zoccolo e di sistema anti sbaglio. La loro posizione entro i quadri dovrà essere tale da assicurare la loro facile ispezione e manutenzione.

È richiesta In ≥10 A dei contatti, con capacità di rottura 0,5 A su circuito induttivo L/R = 20 ms.

Morsettiere

I morsetti dovranno essere di tipo antivibrante e anti-allentante, a serraggio indiretto e adatti per conduttori rigidi e flessibili di sezione fino a 4 mm^2; il corpo metallico dei morsetti dovrà essere di materiale non ossidabile; la protezione del corpo metallico dovrà essere di materiale non igroscopico ad elevata resistenza superficiale, indeformabile e resistente alle sollecitazioni termiche.

Le morsettiere dovranno essere disposte in modo da essere facilmente accessibili e permettere l'ispezione con le apparecchiature in servizio.

I comuni dovranno essere realizzati mediante ponticelli di morsettiera (appositi accessori a barretta) evitando quelli di cablaggio e quindi l'utilizzo di puntalini doppi.

Inoltre, sarà vietata l'inserzione di due fili di cablaggio all'interno del medesimo morsetto.

Interruttori automatici

I circuiti di comando e segnalazione, di riscaldamento, illuminazione e FM dovranno essere protetti mediante l'impiego di interruttori automatici modulari conformi alla Norma CEI 17-5. Non sarà ammesso l'impiego di fusibili.

Ogni interruttore dovrà essere dotato di contatti ausiliari liberi da tensione per la segnalazione del proprio stato (chiuso-aperto-scattato).

Il potere di interruzione degli interruttori dovrà essere almeno pari a Icu = 15 kA.

1.4.1.2 Olio isolante

L'olio isolante minerale di riempimento dovrà essere del tipo naftenico non inibito (tipo U), senza additivo (in particolare il DBDS) e non passivato, LCSET pari a -30 °C, conforme alla norma CEI EN 60296.

Dovrà essere certificato che, l'olio di riempimento risulti essere esente da prodotti clorurati e che il trasformatore durante la fase di costruzione non sia venuto a contatto con prodotti clorurati.

In relazione allo zolfo corrosivo l'olio isolante fornito oltre alla rispondenza al requisito conformemente alla norma IEC 60296 e CEI EN 62535 dovrà superare anche la prova aggiuntiva ASTM D1275-15 (Standard Test Method for Corrosive Sulfur in Electrical Insulating Liquids). Detta rispondenza dovrà essere garantita e certificata per l'olio di impregnazione, per l'olio utilizzato durante il collaudo e per l'olio di riempimento finale.

L'olio nelle normali condizioni di funzionamento non dovrà dar luogo a sviluppo anomalo di gas, noto come stray gassing misurato a 120°C nelle condizioni di prova definite nella Brochure CIGRE 296. A tale scopo non dovranno essere superati i valori di 70, 200 e 35 ppm di H2 rispettivamente a 16, 164 e 164+16 ore.

Sarà vietato l'utilizzo di oli minerali che presentino caratteristiche tali da farli classificare come sostanze pericolose (ai sensi del D.L. 03/02/1997, n. 52, e successive modifiche) relativamente alla natura dei rischi specifici contraddistinti con le frasi di rischio R45, R46 e R49, come elencate nel D.M. 28/04/1997, e successive modifiche.

7. AREA ESTERNA ALL'APERTO - APPARECCHIATURE ALTA TENSIONE E RELATIVE STRUTTURE

Nell'area esterna all'aperto della Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV "Agnes Ravenna Porto", saranno previste apparecchiature AT del tipo in aria (AIS) destinate alla realizzazione dei collegamenti elettromeccanici tra i condotti blindati in isolamento in gas SF_6, in uscita dagli impianti con involucro blindato GIS isolati in gas SF_6 con tensione nominale 220 kV e 380 kV ed i reattori a 220 kV e 380 kV.

La disposizione elettromeccanica e le sezioni si possono osservare nella documentazione ai rif. [1] della presente relazione.

Le condizioni ambientali da applicarsi per le apparecchiature all'aperto sono esposte alla *Tabella delle Condizioni ambientali di funzionamento*.

Le apparecchiature AT che verranno installate all'aperto sono descritte nei seguenti paragrafi.

7.1 Scaricatori di sovratensione

Gli scaricatori di sovratensione saranno del tipo a ossido metallico (ZnO), riferiti ai sistemi di tensione 220 kV e 380 kV e destinati alla protezione dei reattori a 220 kV e 380 kV contro le sovratensioni di origine atmosferica e di manovra.

Gli scaricatori saranno conformi alle norme CEI EN 60099-4 e CEI EN 60099-5 ed alle caratteristiche esposte nella seguente tabella.

Tabella 19: Caratteristiche tecniche scaricatori di sovratensione AT. Valori nominali

Grandezze Nominali	220 kV	380 kV
Tensione nominale del sistema	220 kV	380 kV
Tensione massima del sistema	245 kV	420 kV
Frequenza	50 Hz	50 Hz
Tensione servizio continuo U_c	156 kV	265 kV
Massima tensione temporanea 1 s	219 kV	366 kV
Massima tensione residua con impulsi atmosferici (20 kA – 8/20 µs)	520 kV	830 kV
Massima tensione residua con impulsi fronte rapido (20 kA – 1 µs)	600 kV	955 kV
Massima tensione residua con impulsi di manovra (30/60 µs)	2000 A: 440 kV	2000 A: 720 kV
Massima energia specifica	≥10 kJ/kV	≥10 kJ/kV
Classe di scarica della linea (IEC)	4	4
Corrente nominale di scarica	20 kA	20 kA
Valore di cresta impulsi fronte corrente	100 kA	100 kA
Corrente nominale di corto circuito	50 kA	63 kA
Contascariche	si	si

7.2 Isolatori portanti a colonnino

Gli isolatori portanti saranno riferiti ai sistemi di tensione 220 kV e 380 kV e destinati al sostegno dei conduttori di collegamento in aria ai reattori a 220 kV e 380 kV.

Gli isolatori portanti saranno conformi alle norme CEI EN 60168, CEI EN 60507 e saranno del tipo a nucleo pieno in porcellana in modo conforme alle norme CEI 36-12 e IEC TS 60815-2. Le parti metalliche, quali cappe e flange, saranno in ghisa zincata a caldo eccetto i fori filettati.

Le caratteristiche dielettriche, dimensionali e meccaniche degli isolatori portanti sono esposte nella seguente tabella.

Tabella 20: Caratteristiche tecniche isolatori portanti AT. Valori nominali

Grandezze Nominali	220 kV	380 kV
Tensione nominale del sistema	220 kV	380 kV
Tensione massima del sistema	245 kV	420 kV
Tensione di tenuta f.i. 50 Hz, sotto pioggia	460 kV	-
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico, a secco (LI)	1050 kV	1550 kV
Tensione di tenuta impulso di manovra, sotto pioggia (SI)	750 kV	1050 kV
Tensione di prova	245√3 kV	420√3 kV
Linea di fuga minima	5650 mm	8500 mm
Salinità di tenuta	40 kg/m^3	40 kg/m^3
Codifica CEI 36-12	C6-1050	C8-1550
Altezza	2300 mm	3350 mm
Ø$_{max}$ parte isolante	450 mm	450 mm
Ø foratura in testa	127 mm	127 mm
Ø$_{max}$ flangia in testa	165 mm	165 mm
Tipo di foratura flangia in testa	4 x M16	4 x M16
Ø foratura base	225 mm	275 mm
Ø$_{max}$ flangia base	270 mm	320 mm
Tipo di foratura flangia base	4 x ø18	8 x ø18
Carico di rottura a flessione P$_o$	600 daN	800 daN
Carico di rottura a torsione	300 daN m	400 daN m
Momento flettente	276 daN m	536 daN m
Freccia al 20% P$_o$	14 mm	27 mm
Freccia al 50% P$_o$	24 mm	52 mm
Freccia al 70% P$_o$	35 mm	67 mm
Massa limite	210 kg	380 kg

7.3 Sostegni per apparecchiature di stazione

I sostegni saranno del tipo tubolare per le apparecchiature e tubolare o tralicciato per i condotti blindati in isolamento in gas SF_6.

I sostegni saranno verificati al corto circuito in accordo alle norme CEI EN 60865-1, CEI EN 61936-1 ed al carico sismico e vento in base alle NTC 2018. Si terranno altresì in considerazione le prescrizioni all'Eurocodice 3 per le formulazioni di dettaglio riguardanti le strutture in acciaio.

I sostegni saranno zincati a caldo per immersione dopo le lavorazioni.

L'altezza dei sostegni verrà determinata in base a quanto indicato nei documenti ai rif. [1] della presente relazione, in aggiunta a quanto previsto dalla norma CEI EN 61936-1, in particolare agli effetti del rispetto delle distanze che limitano la zona pericolosa (D_L), la zona prossima (D_V), l'altezza minima dalle parti attive sopra le aree accessibili (H) e la distanza minima di protezione per I veicolo (T).

8. QUADRO DISTRIBUZIONE PRINCIPALE DI MEDIA TENSIONE

Nella Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV, denominata "Agnes Ravenna Porto" è presente un Quadro Generale Distribuzione di Media Tensione destinato all'alimentazione dei due trasformatori servizi ausiliari (sotto ai quali si svilupperà l'intera distribuzione in bassa tensione dell'impianto), all'alimentazione di un impianto di accumulo di energia (BESS) di capacità fino a 50 MWe e di un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori (P2H2) di capacità fino a 60 MWe.

Il Quadro Generale Distribuzione di Media Tensione è a sua volta alimentato da due fonti di energia separate corrispondenti ai due trasformatori trifasi 220/30 kV da 125 MVA cadauno, come indicato nel documento rif. [1]

Il quadro è installato all'interno di una sala dedicata contenuta nell'Edificio Elettrico MT/bt come determinato nei documenti ai rif. [1].

8.1 Caratteristiche generali e di progetto

La normativa di riferimento per la realizzazione del Quadro Generale Distribuzione di Media Tensione è la CEI EN 62271-200, le altre norme ad essa richiamate sono contenute nella Relazione elettrica generale con codice AGNROM_EP-R_REL-ELETTRICA.

Le caratteristiche tecniche principali del quadro MT sono esposte nella seguente tabella:

Tabella 21: Caratteristiche tecniche principali Quadro MT 30 kV

Tensione nominale di esercizio	30 kV
Tensione massima del sistema MT, U_m	36 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione di tenuta f.i. 50 Hz 1 min (AV) (LTAC)	70 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50µs (LI)	170 kV
Corrente nominale di arrivo e del congiuntore	2500 A
Corrente nominale di sbarra	2500 A
Corrente nominale delle unità partenze	1500 A
Corrente nominale delle unità trasformatore SA MT/bt	630 A
Corrente di breve durata e tempo	31,5 kA x 1 s
Tensione di alimentazione dei circuiti ausiliari	110 V_{cc} (+10% -20%)
Tensione di alimentazione automatismi e motori carica molle	110 V_{cc} (+10% -20%)
Tensioni nominali di alimentazione circuiti anticondensa e riscaldamento	230 V_{ca} (+10% -15%)

Le caratteristiche costruttive principali del quadro MT sono esposte nella seguente tabella:

Tabella 22: Caratteristiche costruttive principali Quadro MT 30 kV

Tipo costruttivo	Apparecchiatura con involucro metallico
Categoria di continuità di servizio	LSC2B
Classe dei diaframmi	PM
Classificazione dell'arco interno	IAC-FLR (4 lati a 31,5 kA x 1 s)
Classe di accessibilità	A
Accesso alle compartimentazioni	Mediante attrezzo
Grado di protezione	IP4X
Ingresso / uscita cavi MT	Dal basso
Ingresso / uscita cavi BT	Dal basso

Il Quadro MT sarà completo di:

- circuito di terra costituito da collettore in rame, dimensionato per consentire il drenaggio della corrente di breve durata;
- collegamenti di messa a terra di tutte le apparecchiature in fornitura, fino alla maglia di terra di CP;
- sistema di canalizzazione e raffreddamento dei gas sviluppati dall'arco interno, in conformità alle caratteristiche dimensionali dell'ambiente di installazione;
- divisori capacitivi sulle tre fasi di ogni scomparto e prese a spina frontali con segnalatori di presenza tensione;
- dispositivo di prova parallelo tra scomparti adiacenti, tramite le prese capacitive;
- canalizzazione per il passaggio dei cavi ausiliari;
- accessori per le manovre e per l'estrazione degli interruttori;
- targhe di "sequenza manovre" sul frontale di ciascuno scomparto;
- profili metallici di ancoraggio al pavimento e/o telai di adattamento;
- targhe esplicitate come di seguito:
    - targa nominativa sul fronte e sul retro, in materiale plastico, con serigrafatura di colore *bianco segnale* (RAL 9003) su sfondo di colore *nero segnale* (RAL 9004);
    - cartellonistica conforme alle prescrizioni del D. Lgs. 81/2008 (allegati XXXII, XXIV, XXV);
    - su fronte e retro di ogni scomparto, il cartello di avvertimento "TENSIONE ELETTRICA PERICOLOSA" conforme alle prescrizioni del D. Lgs. 81/2008 (Allegato XXV);
    - Nel caso di apparecchiature isolate in SF_6, su ciascun comparto SF_6 dovrà essere affissa una targhetta adesiva con l'indicazione di: tipo di SF_6, peso del SF_6, CO_2 equivalente e del tipo di tenuta (sigillato od ermetico).

L'involucro esterno sarà, quindi, in metallo e messo a terra.

Gli scomparti dovranno avere dimensioni compatibili con gli spazi indicati nelle planimetrie.

In ciascuno scomparto, si individueranno i seguenti compartimenti tipici:

- cella terminali;
- cella interruttore/apparecchiature di manovra;
- cella sbarre;
- cella ausiliari BT e strumenti.

Nella parte frontale di ciascuno scomparto, dovranno essere previste:

- le celle BT e ausiliari: dovranno essere accessibili mediante apertura della relativa portella incernierata. Dovranno essere altresì predisposti opportuni passacavi per l'inserimento dei cavi di interconnessione con la Stazione;
- le celle protezioni e morsettiere;
- la cella per il comando dell'interruttore.

Ogni scomparto dovrà essere provvisto di dispositivi di evacuazione della sovrappressione, al fine di limitare la pressione interna delle celle ad un livello di sicurezza in caso si verifichino guasti interni. Tali dispositivi saranno disposti in modo che l'evacuazione della sovrappressione confluisca in ambienti lontani dal personale in corso di ordinaria attività, anche mediante canalizzazioni supplementari, carter, marmitte, etc.

La configurazione del Quadro Generale Distribuzione di Media Tensione è indicata nella tabella di seguito:

Tabella 23: Configurazione Quadro Generale Distribuzione MT

Scomparto	Posizione
Unità misura di sbarra con TV	**1**
Unità Linea Futura 1	**2**
Unità alimentazione Trasformatore SA TR1	**3**
Unità Arrivo Trasformatore AT/MT 1	**4**
Unità alimentazione sistema di accumulo BESS	**5**
Unità Congiuntore	**6**
Unità risalita sbarre	**7**
Unità alimentazione impianto generazione idrogeno P2H2	**8**
Unità Arrivo Trasformatore AT/MT 2	**9**
Unità alimentazione Trasformatore SA TR2	**10**
Unità Linea Futura 2	**11**
Unità misura di sbarra con TV	**12**

8.2 Verniciatura

Il normale ciclo di trattamento prevederà le seguenti fasi:

- sgrassatura;
- decapaggio;
- bonderizzazione;
- passivazione;
- essiccazione;
- verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.

Le caratteristiche finali saranno:

- aspetto delle superfici semilucido, satinato;
- involucri verniciati con colore *grigio* RAL7030.

8.3 Dispositivi di sicurezza

La segregazione dei compartimenti dovrà essere garantita anche con interruttore rimosso dalla propria cella.

Le unità funzionali dovranno possedere una serie di sicurezze elettro-meccaniche intrinseche, tali da garantire la sicurezza totale nell'impiego dell'apparecchio.

Dette sicurezze, dovranno essere conformi a quanto riportato dalla norma CEI EN 62271-1 e norma CEI EN 62271-200.

A titolo indicativo e non esaustivo, di seguito la dotazione minima con scomparti equipaggiati con interruttore più sezionatore di sbarra e/o di linea:

- impossibilità di manovrare i sezionatori di sbarra/linea con l'interruttore nella posizione CHIUSO (CH);
- impossibilità di manovrare l'interruttore con i sezionatori in una posizione intermedia;
- impossibilità di manovrare il sezionatore di terra se i sezionatori di sbarra/linea non sono in posizione APERTO (AP);
- impossibilità di manovrare i sezionatori di sbarra/linea quando il sezionatore di terra non è in posizione AP.

Per quanto riguarda il montante di arrivo trasformatore AT/MT, oltre alle sicurezze previste dal costruttore, occorrerà realizzare sui circuiti di AP/CH almeno un innesto per consenso esterno.

Soluzioni con messa a terra del cavo MT attraverso chiusura interruttore: la manovra dell'interruttore finalizzata alla messa a terra e successiva rimozione, deve avvenire esclusivamente dal comando a bordo

pannello. In questo caso si dovrà prevedere un idoneo sistema per inibire qualunque comando da telecontrollo, in modo che la messa a terra risulti stabilmente fissa.

Ai sensi della Norma CEI EN 50110, si dovranno prendere precauzioni per assicurare che le messe a terra restino sicure durante il corso dei lavori.

L'impiego di serrature a chiave o lucchetti per realizzare una qualsiasi delle sicurezze meccaniche sopra riportate, sarà consentito esclusivamente come rincalzo agli interblocchi già presenti all'interno degli scomparti. Eventuali interblocchi tra scomparti dovranno essere realizzati con sistema a chiavi tipo *Arel* (o equivalente).

8.4 Apparecchiature MT

8.4.1 Sezionatore di sbarra/linea

Idonee misure saranno adottate affinché non si verifichi la manovra accidentale a causa di forze esterne che possano esercitarsi durante il servizio, incluso quelle dovute ad un corto circuito (cto. -cto.).

La posizione dei sezionatori sarà indicata sul fronte del pannello attraverso dispositivi ad esso meccanicamente collegati e attraverso oblò di ispezione, posti sul fronte dello scomparto.

Dovranno essere dimensionati per la corrente nominale della relativa unità di appartenenza.

Saranno dotati di contatti ausiliari di segnalazione disponibili in morsettiera (cella BT), con numero minimo di riserve: 2 normalmente aperto (NA) e 2 normalmente chiuso (NC).

Questi sezionatori dovranno avere le seguenti caratteristiche elettriche essenziali:

- Tensione massima del sistema MT: 36 kV;
- Tensione di esercizio: 30 kV;
- Tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min. tra terra e poli: 70 kV;
- Tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min. sulla distanza di sezionamento: 80 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso tra terra e poli: 170 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso sulla distanza di sezionamento: 195 kV;
- Corrente di breve durata ammissibile: 31,5 kA per 1 s;
- Valore di picco della corrente di breve durata ammissibile: 80 kA;
- Corrente nominale uguale alla portata dello scomparto.

8.4.2 Interruttore

Dovrà essere possibile accedere agli interruttori (una volta sezionati e segregati dalle restanti parte attive con la chiusura dei relativi otturatori) sia per manutenzione che per riparazione con sostituzione, anche con sbarre o linea in tensione.

Per *configurazione sezionabile degli interruttori* si intende che, gli stessi, siano connessi al quadro tramite innesti striscianti; in seguito, all'apertura degli interruttori, dovrà essere possibile procedere al loro sezionamento ed alla loro eventuale estrazione dalla cella. Sia il sezionamento che l'estrazione degli interruttori dovranno poter avvenire in modo sicuro e tale per cui non sia possibile accedere all'interno del vano interruttore sino a che gli stessi non siano completamente sezionati e, tramite cinematismi meccanici, non siano già state segregate le parti in tensione verso sbarra e verso linea, tramite l'interposizione di opportuno otturatore metallico.

Dovrà essere possibile misurare la resistenza del contatto principale di ciascuna fase dell'interruttore.

L'interruttore sarà progettato in conformità alla Norma CEI EN 62271-100 e adeguato a sopportare i cicli standard di richiusura automatica.

L'interruttore dovrà essere dotato di un comando elettrico di apertura e chiusura ad accumulo di energia.

Il comando sarà provvisto, nella sua configurazione minima, di:

- Pulsante di sgancio meccanico;
- Indicatore meccanico di posizione AP/CH;
- Dispositivo di armamento manuale della molla di accumulo energia;
- Indicatore di molle CARICHE/SCARICHE;
- Dispositivi di blocco manovra con lucchetto.

Nel caso di isolamento in SF_6, la camera di interruzione potrà essere del tipo *sistema a pressione sigillato* (camera sigillata ermeticamente a vita) oppure *a pressione chiuso* (camera non sigillata, possibilità di rabbocco del SF_6). In quest'ultimo caso, dovrà essere dotato di un dispositivo di controllo della pressione a due soglie di intervento, che segnalerà un'eventuale perdita tramite contatti elettrici in uscita.

L'apparecchio, se isolato in SF_6, dovrà essere anche testato con pressione atmosferica ed in queste condizioni dovrà garantire:

- La tenuta alla tensione di esercizio;
- Potere di interruzione alla tensione nominale.

Gli interruttori saranno dotati di contatti ausiliari di segnalazione disponibili in morsettiera (cella BT), con numero minimo di riserve: 4 NA e 4 NC.

Gli interruttori dovranno avere le seguenti caratteristiche elettriche essenziali:

- Tensione massima del sistema MT: 36 kV;
- Tensione di esercizio: 30 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Livello di isolamento nominale U_m: 36 kV;
- Tensione di tenuta f.i.50 Hz 1 min: 70 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs: 170 kV;
- Corrente di breve durata: 31,5 kA per 1 s;
- Tensione nominale ausiliaria: 110 Vcc (per i comandi), 230 Vca (per la climatizzazione);
- Sequenza nominale di operazione: 0 – 0,3 s – CO – 15 s – CO;
- Durata elettrica scomparti fino a 1250 A: E2;
- Durata elettrica scomparti oltre 1250 A: E1;
- Corrente termica uguale alla portata dello scomparto.

Gli interruttori MT degli arrivi dai trasformatori AT/MT dovranno essere equipaggiati con lo sganciatore di apertura a mancanza di tensione (terzo circuito di apertura).

8.4.3 Sezionatore di terra

Il sezionatore di terra dovrà disporre di pieno potere di chiusura (2,5 volte la corrente termica di cto. -cto. per il quale è calibrata l'unità), conformemente alla norma CEI EN 62271-102.

Un dispositivo di interblocco meccanico consentirà la manovra del sezionatore di terra solo nella condizione di montante sezionato.

Il comando del sezionatore di terra dovrà essere manuale, a chiusura rapida.

Un sistema meccanico consentirà di bloccare il sezionatore di terra in posizione AP o CH.

I sezionatori di terra saranno dotati di contatti ausiliari di segnalazione disponibili in morsettiera (cella BT), con numero minimo riserve: 2 NA e 2 NC.

Tali sezionatori dovranno avere le seguenti caratteristiche elettriche essenziali:

- Tensione massima del sistema MT: 36 kV;
- Tensione di esercizio: 30 kV;
- Tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min. tra terra e poli: 70 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs: 170 kV;
- Corrente di breve durata ammissibile: 31,5 kA per 1 s.

8.4.4 Trasformatori amperometrici (TA)

I Trasformatori Amperometrici (TA) dovranno essere conformi alle Norme CEI EN 60044-1. Avranno la stessa tenuta alla corrente di breve durata e classe nominale di isolamento del quadro MT. Saranno realizzati in resina ed identificati singolarmente mediante etichetta. Rapporti di trasformazione, caratteristiche dei nuclei di misure, protezioni, sovraccaricabilità permanente, classe di isolamento, limiti di errore, verranno stabiliti durante le fasi di progetto esecutivo. I toroidi omopolari dovranno riprodurre la componente alternata a secondario, senza ritardare eccessivamente l'intervento delle protezioni; ritardo definito in < 100 ms.

Prove individuali previste dalla norma CEI EN 60044-1.

Per l'attestazione dei circuiti secondari, è richiesto l'uso di morsetti di tipo amperometrico, predisposti per cortocircuitare e sezionare i circuiti stessi e rendere possibile l'iniezione di corrente da apparecchiature di prova verso le protezioni e gli strumenti di misura.

8.4.5 Trasformatori di tensione (TV)

I Trasformatori di Tensione (TV) saranno conformi alle Norme CEI EN 60044-2 e dovranno avere lo stesso livello d'isolamento del quadro MT.

Saranno realizzati in resina, con schermo metallico ed identificati singolarmente mediante targa.

Dovranno essere previsti i seguenti trasformatori di tensione.

Scomparto Arrivo trasformatore AT/MT:

- Nr. 3 TV unipolari, in configurazione fase verso terra, a doppio secondario, aventi le seguenti caratteristiche:
  - Rapporto di trasformazione: 30.000: √3 / 100: √3 / 100:3;
  - Prestazione: 50 VA;
  - Classe circuiti misure: 0,5;
  - Classe circuiti protezioni: 3P;
  - Fattore di tensione nominale: 1,2 (continuo), 1,9 (per 8 h);
  - Tensione di esercizio: 30 kV;
  - Frequenza: 50 Hz;
  - Livello di isolamento nominale U_m: 36 kV;
  - Tensione di tenuta f.i.50 Hz 1 min: 70 kV;
  - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs: 170 kV;
  - Classe di temperatura: A
  - Prove individuali previste dalla norma CEI EN 60044-2.

Scomparto Misure e Protezione di sbarra:

- Nr. 3 TV unipolari, in configurazione fase verso terra, a doppio secondario, per misure e protezioni, aventi le seguenti caratteristiche:
  - Rapporto di trasformazione: 30.000: √3 / 100: √3 / 100:3;
  - Prestazione: 50 VA;
  - Classe circuiti misure: 0,5;
  - Classe circuiti protezioni: 3P;
  - Fattore di tensione nominale: 1,2 (continuo), 1,9 (per 8 h);
  - Tensione di esercizio: 30 kV;
  - Frequenza: 50 Hz;
  - Livello di isolamento nominale U_m: 36 kV;
  - Tensione di tenuta f.i.50 Hz 1 min: 70 kV;
  - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 1,2/50 µs: 170 kV;
  - Classe di temperatura: A
  - Prove individuali previste dalla norma CEI EN 60044-2.

Dovrà essere installata, sul triangolo aperto di ogni terna di TV, una resistenza anti-ferro risonanza di valore adeguato.

Per l'attestazione dei circuiti secondari è richiesto l'uso di morsetti di tipo voltmetrico, predisposti per sezionare i circuiti stessi e rendere possibile l'applicazione di tensione da apparecchiature di prova verso le protezioni e gli strumenti di misura.

8.5 Impianto di terra

Il circuito di terra di ciascuna unità funzionale include i seguenti componenti:

- Il collettore principale di messa a terra;
- I collettori secondari;
- Il sezionatore di terra.

8.5.1 Collettore primario di messa a terra

Il collettore primario di messa a terra del quadro MT sarà realizzato in rame e dovrà garantire la tenuta alla corrente di cto. -cto. conformemente alla norma CEI EN 62271-200.

I collettori di tutte le unità funzionali saranno collegati tra loro e quindi al collettore generale di messa a terra della Stazione Elettrica di Trasformazione.

8.5.2 Collettori secondari

Tutte le parti metalliche di ogni unità funzionale saranno collegate al collettore di terra principale sia mediante continuità delle masse metalliche, sia con collettori secondari in rame.

Non saranno ammesse parti metalliche a potenziale indefinito.

8.6 Relè di protezione

I relè di protezione dovranno essere in versione compatta e progettati per macchine elettriche di media e grande potenza.

Il numero ed il tipo di funzione dovranno essere tali da permettere un largo range di applicazioni.

I relè di protezione dovranno essere basati su concetti tecnologici collaudati, devono consentire all'utente di definire soluzioni di protezioni convenzionali e di mitigazione dell'arco elettrico interno.

Il relè dovrà offrire oltre alla funzione di protezione altre funzioni aggiuntive come monitoraggio diagnosi, analisi del guasto e supporto alla manutenzione.

Il relè sarà di tipo estraibile al fine di assicurare una manutenzione rapida, semplice e meno rischiosa.

I relè dovranno essere compatibili con TA e TV tradizionali (correnti secondarie 1A/5A - tensione 100V).

Gli ingressi dei TA e TV dovranno restare isolati quando il dispositivo verrà estratto.

Dovrà essere presente una memoria di back-up così che il setting del relè, gli eventi, le oscilloperturbografie ed i dati più importanti vengano ricaricati automaticamente così da evitare la riprogrammazione del nuovo relè una volta sostituito. Questa caratteristica tecnica migliorativa dovrà essere valutata, in relazione alla tipologia ed omologazione che si vorrà utilizzare, dorante la fase di progetto esecutivo.

I relè di protezione dovranno:

- consentire il comando ed il monitoraggio agli utenti tramite la comunicazione wireless;
- disporre di una sicurezza informatica avanzata conforme allo standard IEC 62443;
- disporre di un monitoraggio ambientale per la verifica delle condizioni che possono essere dannose al quadro ed un monitoraggio termico dei collegamenti critici.
- disporre come minimo di protocolli di comunicazione IEC 61850-1, IEC 61850-2, IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, Mod Bus TCP e poter sopportare contemporaneamente due protocolli.

9. RUMORE

Per quanto riguarda la fase di esercizio, nella Stazione Elettrica di Trasformazione sarà presente esclusivamente il macchinario statico che costituisce una modesta sorgente di rumore ed apparecchiature elettriche che costituiscono fonte di rumore esclusivamente in fase di manovra.

Il macchinario che sarà installato nella stazione è a bassa emissione acustica.

Il livello di emissione di rumore è in ogni caso in accordo ai limiti fissati dal D.P.C.M. 1 marzo 1991, dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 477 del 26/10/1995), in corrispondenza dei recettori sensibili.

9.1 Quadro di riferimento normativo

Il quadro di riferimento normativo per la regolamentazione dell'inquinamento acustico è basato sulla Legge Quadro 447/95 e sui decreti attuativi da questa previsti, la cui emissione è quasi totalmente completata. I limiti per l'inquinamento acustico delle sorgenti sonore fisse sono riportati dal DPCM 14/11/1997; essi trovano applicazione mediante lo strumento della classificazione acustica comunale. La SSE "Ravenna Porto", come sorgente sonora fissa, è soggetta ai limiti assoluti di immissione, di emissione ed al criterio differenziale, come stabilito da tale decreto.

La legislazione si è arricchita negli scorsi anni di un nuovo testo, il D.lgs. 17/02/2017 n.42 *"Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico"*. Questo testo, al Capo III art.9, riporta alcune modifiche alla Legge 447/95. Tra queste si segnala l'introduzione del parametro *"sorgente sonora specifica"*[1] e del *"valore limite di immissione specifico"*. L'introduzione di tali parametri, la cui piena operatività richiede l'aggiornamento dei decreti esistenti, ad oggi non realizzato, sembra volto a dirimere l'ambiguità terminologica relativa al livello di emissione, definendo il valore limite di immissione specifico come il *"valore massimo del contributo della sorgente sonora specifica misurato in ambiente esterno ovvero in facciata al ricettore"*. Benché non siano noti i criteri di applicazione di tali limiti, è ragionevole ritenere che i limiti di immissione specifica (probabilmente coincidenti con gli attuali limiti di emissione) siano da valutare anche presso le abitazioni, confrontando il livello dovuto alla sorgente sonora specifica con i limiti di emissione della relativa classe d'appartenenza. Questo approccio, peraltro, è già in uso presso alcune ARPA.

[1] "Sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale".

In accordo con la Legge Quadro, sono demandati a legislazione regionale tematiche quali la redazione dei criteri di realizzazione del piano di classificazione acustica e di regolamentazione delle attività rumorose a carattere temporaneo.

I cantieri relativi alla posa degli elettrodotti e alla realizzazione della SSE "Ravenna Porto" si configurano come attività rumorose a carattere temporaneo e possono beneficiare del regime di deroga, la cui richiesta deve essere presentata all'Amministrazione Comunale secondo i criteri stabili a livello locale, in applicazione delle direttive regionali.

I criteri per la realizzazione delle indagini sperimentali, le caratteristiche della strumentazione di misura, le modalità di elaborazione dei dati e di calcolo dei parametri di riferimento per la valutazione dell'inquinamento acustico sono trattati dal DMA 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Le attività sperimentali e le elaborazioni devono essere svolte da personale in possesso del riconoscimento di Tecnico Competente in Acustica, ai sensi dell'art. 2 comma 7 della Legge 447/95, come modificato dal D.lgs. 42/2017.

9.2 Piano di classificazione acustica

Il progetto ricade nel territorio del comune di Ravenna. In data 28/05/2015 è stata contro dedotta ed approvata con deliberazione del Consiglio Comunale n.54 – P.G. 78142/15 la "Classificazione Acustica" del Comune di Ravenna, esecutiva a termini di legge dal 20/06/2015. Successivamente, in conseguenza a varianti agli strumenti urbanistici, sono state approvate n°6 varianti alla zonizzazione acustica. Si rimanda al sito istituzionale del comune di Ravenna[2], che rende disponibili gli elaborati grafici e le relazioni descrittive, per il reperimento della classificazione acustica delle aree interessate dal progetto.

9.3 Attività rumorose a carattere temporaneo

Il Comune di Ravenna dispone di specifiche norme per la gestione del rumore da attività temporanee[3]. Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano Comunale di Classificazione Acustica approvato con Delibera di C.C. n. 54 del 28/05/2015 comprendono alcuni articoli (29-32) che riguardano esplicitamente le attività di cantiere, riprendendo la normativa regionale. In particolare, vengono stabiliti:

[2] https://www.comune.ra.it/aree-tematiche/ambiente-e-animali/ambiente-e-territorio/rumore/zonizzazione-acustica/

[3] https://www.comune.ra.it/aree-tematiche/ambiente-e-animali/ambiente-e-territorio/rumore/informativa-per-attivita-temporanea-di-cantiere-edile-stradale-ed-assimilabile-in-materia-di-inquinamento-acustico/

- gli orari in cui possono svolgersi le attività di cantiere e gli orari in cui possono essere svolte le attività disturbanti e utilizzati i macchinari rumorosi;
- i valori limite di inquinamento acustico ammessi e gli accorgimenti che i cantieri devono adottare ai fini del contenimento delle emissioni sonore ed assumere nei confronti delle persone potenzialmente disturbate;
- l'obbligo di autorizzazione ai fini dell'inquinamento acustico, sia per il cantiere dove si è in grado di rispettare i limiti definiti (Autorizzazione Ordinaria), sia per il cantiere dove, per motivi eccezionali, contingenti e documentabili, non si è in grado di rispettare limiti e/o orari fissati in Delibera (Autorizzazione in deroga).

In considerazione della temporaneità dell'attività, i livelli di immissione sonora ammessi già in sede di Autorizzazione Ordinaria consentono livelli sonori superiori ai normali limiti di zona. Inoltre, per tali attività temporanee, non si applica il limite di immissione differenziale, né si applicano le penalizzazioni previste dalla normativa tecnica per le componenti impulsive, tonali e/o a bassa frequenza.

9.4 Norme tecniche

La modellazione matematica previsionale, realizzata mediante programmi di tipo commerciale, può essere condotta secondo diversi standard di calcolo; l'ente italiano di unificazione (UNI) ha recepito due standard internazionali ISO che riguardano specificamente gli algoritmi di propagazione sonora. Le corrispondenti norme UNI sono:

- UNI ISO 9613-1:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico"
- UNI ISO 9613-2:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo".

Tali algoritmi di calcolo sono resi disponibili all'interno dei principali programmi di simulazione per le sorgenti industriali. Le simulazioni previsionali per la fase di cantiere e di esercizio del progetto AGNES potranno essere prodotte con l'applicazione di tali standard.

9.5 Dati progettuali funzionali all'elaborazione dell'input di sorgente

Il presente paragrafo è dedicato alla presentazione dei dati progettuali che sono stati utilizzati per la redazione della VIA e per la predisposizione del modello previsionale e per la formulazione delle valutazioni. I cantieri di posa dell'elettrodotto a 220 kV e dell'elettrodotto a 380 kV hanno caratteristiche similari e saranno trattati insieme. La fase di cantiere e la fase di esercizio per la SSE "Ravenna Porto" sono invece trattati singolarmente.

Nel caso dei cantieri, vengono riportate le informazioni relative alla consistenza del parco mezzi di cui si prevede l'impiego nelle varie fasi lavorative, oltre ad alcune ipotesi generali e ad alcune considerazioni sul traffico indotto. Per i macchinari fissi che saranno installati presso la SSE, si riportano invece i dati emissivi.

Gli input che seguono sono frutto delle migliori ipotesi che possono essere formulate sulla base delle informazioni progettuali disponibili in questa fase del progetto.

Gli input andranno pertanto riverificati e confermati in fase di progettazione esecutiva, o comunque allorquando saranno sviluppati dei piani di costruzione dettagliati, mentre in fase di realizzazione e in fase operativa potranno essere richieste campagne sperimentali specifiche.

9.5.1 Realizzazione della stazione elettrica

Le ipotesi generali applicabili per la realizzazione dei cavidotti sono riassunte nei seguenti punti:

- n°2 squadre di lavoro operanti contemporaneamente;
- lavorazioni su un solo turno, in periodo diurno;

Nota: allo stadio attuale di progettazione non si dispone di informazioni dettagliate circa i tempi di operatività dei macchinari nell'ambito dell'orario di lavoro, ossia la percentuale di tempo in cui si verificherà l'emissione sonora. È comunque opportuno adottare un approccio cautelativo; qualora, sulla base dell'esperienza degli estensori della VIAc, si ritenesse di adottare eventuali ipotesi ed assunzioni, esse andranno chiaramente esplicitate.

9.5.1.1 Fasi realizzative e macchinari coinvolti

***Fase 1**: Scavi e Movimenti terra*

- n°2 Pale meccaniche/Terne;
- n°2 Escavatori;
- n°2 Dumpers/Autocarri per spostamenti ed accumulo materiale di scavo in area cantiere;

***Fase 2**: Lavori in presenza acqua*

- n°2 Vibroinfissori per inserimento palancole;
- n°4 Motopompe per sistema di drenaggio "wellpoint";
- n°2 Gruppi elettrogeni per attrezzature elettriche ed illuminazione;
- n°2 Macchine per trivellazioni (se necessarie fondazioni su pali);

***Fase 3**: Lavori di costruzione*

- n°4 Motopompe per sistema di drenaggio "wellpoint".
- n°2 Gruppi elettrogeni per attrezzature elettriche ed illuminazione;

- n°2 Gru a torre;
- n°2 Vibrocostipatori/Compattatori terreno di posa fondazioni;
- n°2 Mezzi per movimentazione casserature, armature, ponteggi ecc.;
- n°2 Betoniere e n°2 Pompe Autocarrate o n°2 betopompe;
- n°2 Vibratori per calcestruzzo ad immersione (o aghi vibranti per calcestruzzo);

***Fase 4**: Sistemazioni aree*

- n°1 Vibrocompattatore per costipare aree da pavimentare/asfaltare;
- n°1 Gruppo elettrogeno per illuminazione;
- n°1 Camion per movimentazione massicciata o stabilizzato;
- n°1 Escavatore per spandimento massicciata o stabilizzato;
- n°1 Asfaltatrice;
- n°1 Rullo compattatore;

***Fase 5**: Montaggi elettromeccanici e messa in servizio*

- n°1 Autogru;
- n°1 Cestello elevatore;
- n°1 Sollevatore tipo “Merlo”;
- n°1 Gruppo elettrogeno di piccola taglia;
- n°1 Gruppo elettrogeno di grossa taglia con utilizzo solo nella parte finale della fase;
- n°1 Autocarro;
- n°1 Motocompressore;
- Utensili manuali vari elettrici e pneumatici.

Traffico indotto

Il flusso di mezzi giornaliero non sarà costante per tutta la durata dei lavori, ma sarà fortemente differenziato anche in relazione all'esecuzione delle varie fasi di progetto. In ogni caso, per fornire un dato su cui basare lo studio, si può stimare in circa n°12 arrivi/partenza (quindi in un totale di n°24 passaggi di betoniere e/o trasporto di materiale) nei soli giorni dedicati a queste attività, con un impatto derivante dalla fase di costruzione della sola sottostazione elettrica di n°6 arrivi/partenze.

9.5.2 Fase di esercizio della SSE 220/380 kV

Presso la SSE saranno in servizio macchinari elettrici di tipo statico (trasformatori, autotrasformatori e reattori), caratterizzati da un funzionamento continuo; hanno invece funzionamento sporadico dispositivi quali interruttori e sezionatori, la cui emissione sonora, di brevissima durata ma di elevata intensità, avviene solo in fase di manovra. Nel caso specifico della SSE, essi sono posizionati all'interno degli edifici preposti. Vi è poi una componente legata all'effetto corona su componenti in tensione a contatto con l'aria. L'effetto corona ha come manifestazione una particolare emissione sonora, una sorta di sfrigolio/crepitio, che è funzione della tensione applicata (si evidenzia particolarmente per il 380 kV) e delle condizioni meteo. La presenza di elevata umidità e/o nebbia o pioggia leggera esalta il fenomeno, che si manifesta sia da punti particolari (isolatori), che lungo lo svolgersi delle sbarre e degli elettrodotti aerei. Nel caso specifico, esso è comunque limitato, data l'esecuzione in tecnologia GIS (blindato) dei quadri di alta tensione.

Trasformatori, autotrasformatori e reattori sono le sorgenti sonore di maggiore rilievo ai fini dell'impatto acustico della stazione elettrica.

Presso la SSE saranno installati:

- n°2 Trasformatori 220/30 kV;
- n°3 Autotrasformatori 220/380 kV;
- n°6 Reattori 220 kV;
- n°3 Reattori 380 kV.

Tutti questi macchinari sono dislocati all'aperto, secondo la disposizione di cui al documento AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-ELEMEC [1]. Altri macchinari, quali i trasformatori MT/BT, di piccola taglia, sono collocati in zone dedicate e caratterizzati da livelli di potenza sonora non particolarmente elevata. Il gruppo elettrogeno, anch'esso all'interno di un fabbricato apposito, sarà invece attivo solo in condizioni di emergenza e per brevissime prove periodiche, effettuate dal personale addetto all'esercizio.

Gli autotrasformatori sono la fonte sonora di maggiore rilievo per le stazioni elettriche, la loro rumorosità è determinata da una componente legata al fenomeno della magnetostrizione, che si manifesta al doppio della frequenza di rete, ossia 100 Hz, e multipli. Questa rumorosità è emessa dalla cassa del macchinario, in cui è contenuto il nucleo ferromagnetico. Vi è poi una componente dovuta alle batterie di aerotermi di raffreddamento montati sulla cassa; con una attenta progettazione delle ventole, questa rumorosità può essere ridotta.

L'emissione sonora dei trasformatori avviene in gran parte su ben precise bande spettrali ed ha carattere stazionario; di conseguenza, in particolari condizioni, essa potrebbe dare luogo, presso i ricettori circostanti la SSE, a componenti tonali passibili di penalizzazione ai sensi del DMA 16/03/1998.

La rumorosità dei trasformatori viene determinata in sala prove secondo le indicazioni contenute nella IEC 60076-10:2016 "Power transformers - Part 10: Determination of sound levels".

La rumorosità dei macchinari è espressa, per gli autotrasformatori, attraverso il livello di potenza sonora L_w in dB(A), mentre per i trasformatori AT/MT e per i reattori attraverso il livello di pressione sonora L_p (a 1 m), a vuoto, con tensione e frequenza nominali e con tutti i ventilatori in funzione. In particolare:

- trasformatore 220/30 kV: **$L_p \leq 63$ dB(A)**;
- autotrasformatore 220/380 kV: **$L_w \leq 90$ dB(A)**;
- reattore 220 kV: **$L_p \leq 55$ dB(A)**;
- reattore 380 kV: **$L_p \leq 55$ dB(A)**.

In Tabella 24 si riportano due forme spettrali tipiche relative a rilievi sperimentali su un autotrasformatore e su un reattore, che potranno essere utilizzate, in mancanza di informazioni più specifiche, dal redattore della VIAc per lo sviluppo della modellazione. Vengono indicati i termini da aggiungere al valore globale in dB(A) ad ogni banda dello spettro in 1/3 d'ottava per ottenere lo spettro lineare in dB(L).

Tabella 24: Forme spettrali tipiche per ATR e reattore

Forma spettrale acquisita sperimentalmente su alcuni punti in prossimità di un ATR															
SPETTRO IN BANDE DI 1/3 D'OTTAVA - FREQUENZA (HZ)															
16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
2.9	**-1.4**	**-4.6**	**-8.4**	**-11.1**	**-10.3**	**-7.1**	**1.8**	**4.4**	**-9.7**	**-1**	**-4.7**	**-7**	**-0.3**	**-5.1**	**-2.5**
630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
-10	**-10.6**	**-13.1**	**-13.9**	**-15.3**	**-16.4**	**-19**	**-21.4**	**-23.5**	**-25.7**	**-27.7**	**-30.3**	**-32.4**	**-34.4**	**-37.2**	**-41.3**
Forma spettrale acquisita sperimentalmente su alcuni punti in prossimità di un Reattore															
SPETTRO IN BANDE DI 1/3 D'OTTAVA - FREQUENZA (HZ)															
16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
-12.1	**-14.7**	**-17**	**-19.1**	**-15.8**	**-5.3**	**-16**	**-6.3**	**13.8**	**-4.7**	**-10.6**	**2.3**	**-11.9**	**-0.7**	**-12.9**	**-6.4**
630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
-10.7	**-15.4**	**-17.5**	**-21.5**	**-23**	**-23.3**	**-13.1**	**-14**	**-23.7**	**-29.4**	**-29.5**	**-33.5**	**-35.9**	**-37**	**-38.1**	**-44.1**

L'ubicazione delle sorgenti sull'area di impianto è riportata nella planimetria elettromeccanica (elaborato n° AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-ELEMEC); per il dimensionamento degli edifici e delle barriere schermanti all'interno del modello, nonché per la collocazione altimetrica delle sorgenti sonore, si fa riferimento all'elaborato con codice AGNROM_EP-D_SEZ-SSRP-CIVILE, contenente le sezioni longitudinali delle varie parti di impianto.

Gli impatti sono stati nel documento AGNROM_SIA-R_SIA-VOLUME1.

Infine, allo scopo di ridurre le radio interferenze dovute a campi elettromagnetici, l'impianto è progettato e verrà costruito in accordo alle raccomandazioni riportate nei paragrafi 4.2.6 e 9.6 della Norma CEI EN 61936-1.

10. CAMPI ELETTROMAGNETICI

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa vigente e precisamente la Legge 36/2001, il D.P.C.M. 08/07/2003, il D.lgs. 81/08 Titolo VII, Capo IV e s.mm.ii, con valori limite di esposizione e valori di azione definite dall'art. 207, le CEI EN 62110.

Si precisa che nella stazione, che normalmente esercita in tele-conduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Le aree con sistemi in isolamento in aria (AIS) si riconducono a configurazioni adottate negli impianti unificati di Terna per i quali sono stati eseguiti rilievi sperimentali per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni d'esercizio con particolare riguardo ai punti dove è possibile il transito del personale (viabilità interna). Detti rilievi, data l'unificazione dei componenti e della disposizione geometrica, possono essere estendibili a tutte le Stazioni Elettriche.

In sintesi, i campi elettrici e magnetici esternamente all'area di stazione sono riconducibili ai valori generati dalle linee in cavo interrato entranti e quindi l'impatto determinato dalla stazione stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa.

Ulteriori osservazioni saranno condotte anche per i sistemi blindati con isolamento in gas SF_6, le aree ove installati i macchinari (autotrasformatori, trasformatori, reattori), le sale controllo e protezione, le aree perimetrali esterne.

Si rimanda in ogni caso alla consultazione del documento "Relazione tecnica su campi elettrici e magnetici delle opere terrestri" doc. AGNROM_EP-R_REL-EMF.

11. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDRAULICO

L'indicazione degli assetti geologico, idrogeologico ed idraulico relativi all'area interessata dalla a Stazione Elettrica di Trasformazione sono riportati nelle relazioni specifiche "Relazione geologica e sismica delle opere terrestri" doc. AGNROM_EP-R_REL-GEOSISM-TERRA e "Relazione di compatibilità idrologica e idraulica delle opere terrestri" doc. AGNROM_EP-R_REL-IDRO sull'argomento.

12. TERRE E ROCCE DI SCAVO

Si rimanda alla consultazione del documento sull'argomento "Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo" n° AGNROM_PU-R_PIANO-TRS.

13. AREE IMPEGNATE

L'elaborato "SSE 220/380kV - Rappresentazione dell'area impegnata dall'opera con individuazione delle particelle catastali interessate" AGNROM_EP-D_PLA-SSRP-CATASTO riporta l'estensione dell'area impegnata dalla Stazione Elettrica di Trasformazione, della quale fanno parte l'area di stazione e l'area esterna di rispetto dalla recinzione, e dei raccordi linee in cavo.

I terreni ricadenti all'interno dell'area della Stazione Elettrica, risulteranno soggetti al vincolo preordinato all'esproprio, mentre quelli interessati dai raccordi linee in cavo saranno soggetti al vincolo preordinato all'imposizione (previste dalla L.239/04) in via coattiva della servitù di elettrodotto, salvo diverso accordo con il proprietario del terreno, che è la società Sapir Spa.

Si evidenzia l'ottimo rapporto che intercorre tra la società proponente e il Gruppo Sapir, anche per ragione del quale sarà avviata una trattativa per il diritto di superficie dell'area interessata dall'area "Agnes Ravenna Porto".

I proprietari dei terreni interessati dalle **aree potenzialmente impegnate** (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nel documento "Piano particellare di esproprio" AGNROM_EP-R_PIA-ESPROPRIO come desunti dal catasto.

In fase di progettazione esecutiva si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a servitù.

Il piano particellare esecutivo sarà quindi elaborato a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione.

14. FASCE DI RISPETTO

Per **"fasce di rispetto"** si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Considerata l'urgenza di applicazione del suddetto articolo del DPCM è stata pubblicata la norma CEI 106-11 pubblicazione 2006-02, classificazione 106-11 prima edizione "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003, art.6, Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", al fine di fornire una metodologia generale per il calcolo dell'ampiezza delle fasce di rispetto, con riferimento a valori prefissati di induzione magnetica e di portata in corrente della linea.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti. Tale metodologia prevede che il gestore dell'elettrodotto debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come la *"distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".* Laddove comunque ricadano recettori all'interno della DPA si può procedere al calcolo puntuale della fascia di rispetto, ed eventualmente ove necessario, all'utilizzo di sistemi di ottimizzazione od alla tecnica di posa con schermatura.

La tecnica di posa con schermatura viene realizzata inserendo i cavi in apposite canalette di materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata. L'efficacia della canaletta consente un'attenuazione dell'induzione magnetica pari almeno ad un ordine di grandezza, garantendo così il rispetto del limite imposto.

Per l'approfondimento del tema del campo elettromagnetico si rimanda al documento AGNROM_EP-R_REL-EMF "Relazione tecnica su campi elettrici e magnetici delle opere terrestri" del progetto.

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della distanza di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità con il paragrafo 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008.

15. SICUREZZA CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia ovvero secondo il "Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro" approvato con Decreto legislativo n. 9 aprile 2008, n.81 e dalle relative disposizioni correttive, ovvero dal Decreto legislativo 3 agosto 2009 n.106 e da successivi ulteriori decreti.

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione si provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo dell'opera. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel PSC.

Per maggiori informazioni circa le misure di prevenzione in tema di sicurezza negli ambienti di lavoro si rimanda alla relazione specifica di Progetto con codice AGNROM_EP-R_REL-SICUREZZA.

16. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per questo capitolo si rimanda al documento AGNROM_EP-R_REL-ELETTRICA ove si riportano anche i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.