

*Ministero per i Beni e le Attività Culturali*  
 Soprintendenza Speciale per il Patrimonio Storico, Artistico ed  
 Etnoantropologico e per il Polo Museale della città di Napoli

Programma Operativo Interregionale  
 "Attrattori culturali, naturali e turismo"



**Complesso monumentale Museo e Certosa di S.Martino  
 Castel Sant'Elmo  
 Opere di riqualificazione e valorizzazione funzionale**

CUP F66D12000200000

perizia n°.....del.....

STRUTTURA TECNICA DI PROGETTAZIONE INTEGRATA

	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Soprintendente dott. Fabrizio Vona	
	COORDINAMENTO DIREZIONE MUSEO S. MARTINO Dott.ssa Rossana Muzii	COORDINAMENTO DIREZIONE CASTEL SANT'ELMO Dott.ssa Angela Tecce
	COORDINAMENTO TECNICO GENERALE: Arch. Liliana Marra	
	PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA Museo e Certosa S. Martino: Arch. Liliana Marra	COLLABORATORI: Arch. Rossella Pagano
	PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA Castel Sant'Elmo: Arch. Giosuè De Angelis	
	PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO Ing. Michele Candela	COLLABORATORI: Ing.A.Ricciardi - Arch.Conservatore R.Fonti - Geom.G. Antonello
	PROGETTAZIONE IMPIANTI Ing. Domenico Mascolo	COLLABORATORI: p.i. Antonio Salvatore - dott.ing. Marina Mascolo
	COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Arch. Giosuè De Angelis	

**PROGETTO DEFINITIVO : CASTEL SANT'ELMO**

IE.1-G.1	IMPIANTO ELETTRICO: ADEGUAMENTO CABINA DI TRASFORMAZIONE	
	RELAZIONE TECNICA	-

## RELAZIONE TECNICA

<b>1. – IMPIANTO ELETTRICO: RIFACIMENTO CABINA ELETTRICA, QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE E GRUPPO DIESELALTERNATORE PER ALIMENTAZIONE DI SICUREZZA .....</b>	<b>2</b>
1.1. - Premessa .....	2
1.2. Nuova cabina di trasformazione .....	8
1.2.1 – Prescrizioni previste dalla norma CEI 0-16 .....	8
1.2.2 – Nuova cabina di trasformazione .....	12
1.2.3 - Dispersore di terra.....	13
1.2.4 – Dimensionamento impianto di terra.....	14
1.3. Nuovo quadro generale di bassa tensione .....	15
1.4. Gruppo elettrogeno.....	16
1.5. Sistema di gestione della cabina elettrica e dei sottoquadri di alimentazione degli esterni (fossato e rampa di accesso al castello).....	20

# 1. – IMPIANTO ELETTRICO: RIFACIMENTO CABINA ELETTRICA, QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE E GRUPPO DIESELALTERNATORE PER ALIMENTAZIONE DI SICUREZZA

## 1.1. - Premessa

Il presente progetto definitivo è relativo ai seguenti lavori:

- rifacimento della cabina di trasformazione a servizio di Castel Sant'Elmo in Napoli, con relativo adeguamento alla norma CEI 0-16;
- rifacimento del quadro generale di bassa tensione;
- installazione di un nuovo gruppo elettrogeno a servizio delle utenze da alimentare in sicurezza con tempi di interruzione medi;
- installazione sistema di supervisione e gestione della cabina, del quadro generale e dei sottoquadri destinati all'illuminazione degli esterni (fossato e rampa di accesso).

Relativamente alla cabina di trasformazione, si ricorda che l'Autorità per l'energia elettrica e il gas ha di recente ulteriormente inasprito le penalità a carico degli utenti che non adeguano le proprie cabine agli standard tecnici previsti dal CEI per evitare di trasferire guasti sulla rete a media tensione della distribuzione che si traducono in danno per la generalità degli utenti allacciati.



Stante anche la vetustà delle apparecchiature esistenti, risalenti al 1989, nel presente progetto è quindi previsto il totale rifacimento del quadro generale di media tensione.

In progetto è inoltre prevista la sostituzione dei trasformatori esistenti, da 400 kVA caratterizzati da isolamento in olio, con macchine da 630 kVA isolate in resina; questo non solo per aumentare la potenza installata a fronte degli attuali fabbisogni ma, soprattutto, per risolvere il seguente problema:

- ✓ le macchine installate sono caratterizzate da una tensione primaria di 10 kV, a fronte di una tensione di alimentazione da parte dell'Enel di 9 kV; all'atto dell'installazione il regolatore di tensione è stato anche portato nella configurazione massima (+5%) per cercare di aumentare la tensione secondaria che, comunque, si mantiene su valori massimi di 380V e quindi con un valore di oltre il 5% rispetto al valore che dovrebbe presentare al secondario. Questo problema è acuito dal fatto che la quasi totalità dei carichi elettrici è ubicata nel castello, ad una distanza di circa 200 metri, per cui, in conseguenza di minimi abbassamenti di tensione da parte dell'Enel, causa le cadute di tensione, la tensione di alimentazione dei carichi scende sotto il limite dei valori ammissibili dalle apparecchiature (gruppi frigoriferi, UPS, ecc.).

Relativamente al quadro generale di bassa tensione la sostituzione si rende poi necessaria sia per la vetustà degli apparati (installati nel 1989), sia per i seguenti problemi di configurazione, non più in grado di far fronte agli attuali fabbisogni:



- ✓ il quadro generale di bassa tensione esistente prevede la sezione di arrivo trasformatori con un congiuntore di parallelo interbloccato, ovvero non è possibile collegare le due macchine in



parallelo; questo malgrado i poteri di interruzione degli interruttori esistenti comunque lo consentano. Il congiuntore consente infatti solo di alimentare tutto il carico elettrico con un solo trasformatore, cosa che oramai non è possibile in quanto l'aumento dei fabbisogni elettrici del castello ha superato la potenza erogabile da una sola macchina (infatti in progetto è prevista l'installazione di macchine aventi una potenza unitaria di 630 kVA). Inoltre, l'impossibilità di poter mettere in parallelo i trasformatori, non permette di limitare il summenzionato problema dell'eccessivo abbassamento di tensione sulla sezione più carica (sezione alimentata solo da enel); infatti la messa in parallelo delle macchine, dimezzando l'impedenza equivalente del lato trasformazione, consentirebbe un aumento della tensione sul lato bassa.

- ✓ Non potendo essere messi in parallelo, ogni trasformatore alimenta uno specifico settore del quadro generale di bassa tensione, ciascuno alimentato a valle del congiuntore:



- ✓ un settore, alimentato solo in normale dalla rete enel, che a sua volta alimenta le seguenti utenze:  
1 - quadro generale a servizio della caserma dei carabinieri (su piazza d'armi), 2 - gli impianti di condizionamento principali (ovvero una pompa di calore e la relativa sottocentrale principale ubicate sopra l'edificio ex marina, sempre su piazza d'armi (si precisa che attualmente l'impianto di condizionamento principale è stato derivato direttamente dalle sbarre sul quadro di arrivo del trasformatore, installando il relativo interruttore di protezione – da 630A – in una carpenteria esterna a suddetto settore); 3 - l'impianto di condizionamento del punto di ristoro (mai messo in esercizio).



- Un settore che alimenta due quadri di commutazione rete gruppo a servizio di due gruppi diesel alternatori da 250 kVA ciascuno.

I due quadri di commutazione alimentano, infine, in normale da rete ed in emergenza da gruppo elettrogeno, due settori indipendenti del quadro generale di bassa tensione.



### **LOCALE QUADRO GENERALE**

Una Tale configurazione non permette però di alimentare con un unico gruppo elettrogeno entrambi i settori del quadro generale che, inoltre, sono stati molto rimaneggiati e non garantiscono più la necessaria affidabilità.



Nel corso degli anni, infatti, sul quadro sono state effettuate molte manomissioni ed alcuni circuiti (tipo il quadro di scena dell'auditorium) sono stati collegati direttamente alle sbarre.

Inoltre i due gruppi elettrogeni installati nei pressi dell'accesso alla cabina, oltre ad essere in pessime condizioni, sono totalmente privi di certificazioni per cui non è possibile richiedere per essi il rilascio del certificato di prevenzione incendi.

Per tale motivo in progetto è prevista l'installazione di un unico gruppo elettrogeno, in grado di fornire una potenza di 550 kVA in servizio di emergenza, provvisto di cofanatura insonorizzata ed equipaggiato con un serbatoio di alimentazione interrato avente una capacità di 1000 litri.

Il nuovo gruppo sarà installato nello spazio attualmente occupato dai gruppi esistenti e su esso sarà realizzata una copertura in lamiera per proteggerlo dagli agenti atmosferici.



### **GRUPPI DIESELALTERNATORI ESISTENTI**

Infine, stante la posizione interrata e non facilmente raggiungibili della cabina, del quadro generale e dei sottoquadri di protezione e comando degli impianti di illuminazione del fossato e della rampa di accesso a piazza d'armi, nel presente progetto è prevista l'installazione di un sistema di supervisione e controllo del nuovo quadro QMT, del nuovo QGBT e dei due sottoquadri a servizio rispettivamente degli impianti di illuminazione della rampa e dell'impianto di illuminazione del fossato.

A tale sistema saranno inoltre connessi rivelatori di fumo installati nei locali cabina e quadro generale.

Il sistema sarà connesso in fibra ottica ad uno switch ubicato nel corpo di guardia su piazza d'armi al quale sarà collegato un pc corredato di software interattivo in grado di segnalare tutti gli allarmi tecnologici provenienti dalla cabina di trasformazione, dal quadro generale, dai sottoquadri dell'impianto di illuminazione, dal gruppo diesel alternatore e dai rivelatori di fumo installati nei locali. Mediante il pc sarà inoltre possibile comandare manualmente le accensioni dei diversi circuiti di illuminazione del fossato e della rampa di accesso o attivare un'accensione automatica in funzione di fasce orarie prestabilite.

La progettazione di tali interventi è stata effettuata in ottemperanza alle seguenti leggi e norme:

- D.L.gvo 81/2008;
- Norma CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008;
- Norme CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- Guida CEI 11-35 "Cabine elettriche media tensione/bassa tensione";
- Norme CEI 11-8 "Impianti di messa a terra";
- Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo" e relative varianti e/o supplementi;
- Norme CEI 17-5 "Interruttori automatici per corrente alternata a tensione nominale non superiore a 1000 V";
- Norme CEI 17-13 "Apparecchiature costruite in fabbrica - ACF (Quadri elettrici) per tensioni non superiori a 1000 V";
- Norme CEI 20-20 - "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V";
- Norme CEI 20-38 "Cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi con tensione nominale non superiore a 0.6/1KV"
- Norme CEI 20-21 "Calcolo delle portate dei cavi elettrici in regime permanente";
- Norme CEI 23-3 "Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari" e relative varianti e/o supplementi.
- Norme CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua" (ultima edizione).



## 1.2. Nuova cabina di trasformazione

### 1.2.1 – Prescrizioni previste dalla norma CEI 0-16

La nuova norma CEI 0-16 relativa alle cabine di trasformazione MT-BT, impone che il DG (dispositivo generale) e l'SPG (sistema di protezione generale) rispondano a determinati requisiti, pena il pagamento del CTS (corrispettivo tariffario specifico) che varia a seconda della potenza installata. Per evitare il pagamento dell'RTC ed avere diritto agli indennizzi automatici per interruzioni "lunghe", il cliente finale deve eseguire la verifica di adeguatezza del proprio impianto.

Con le nuove regole dell'Autorità (delibera ARG/elt 17/09), a partire dalla bolletta di giugno o luglio del 2009, un cliente non adeguato riceve con periodicità trimestrale nella bolletta di energia elettrica diverse informazioni relative al CTS, fra cui l'ammontare di CTS da versare nell'anno in corso e la quota già versata dall'inizio dell'anno.

Il CTS dipende dalla potenza disponibile del cliente e dall'energia elettrica prelevata, entrambe riferite all'anno precedente quello di versamento del CTS, e si calcola secondo la formula:

$$CTS = (K + H * E / P) * F$$

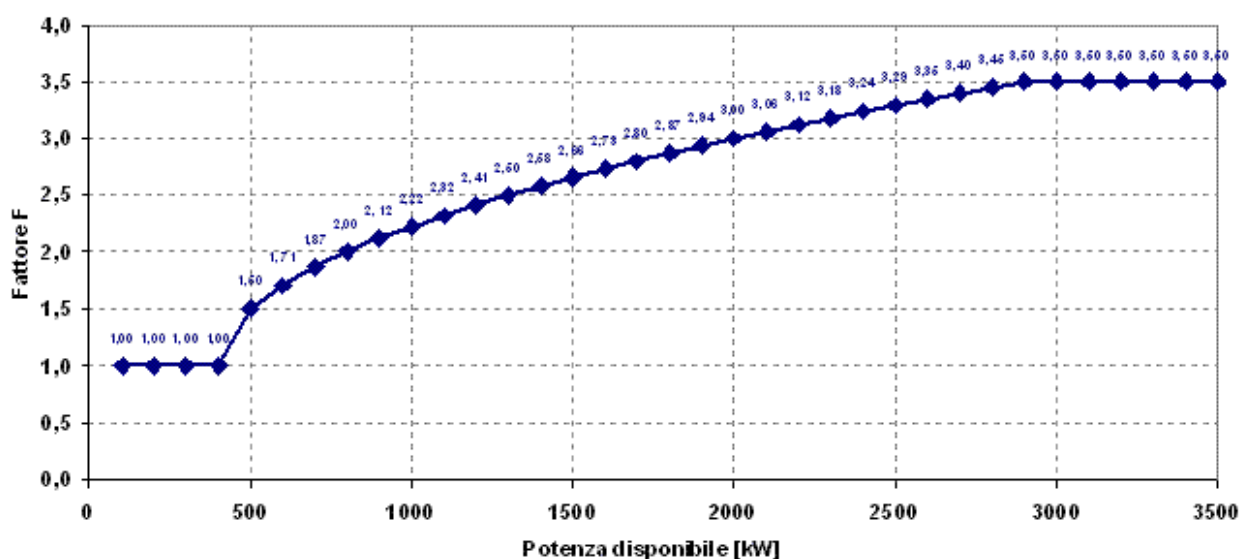
dove:

- ✓ K è pari ad 1 € per ogni giorno di connessione attiva alla rete di alimentazione;
- ✓ H vale 0,15 € per ogni ora di utilizzo;
- ✓ E è l'energia consumata nell'anno precedente quello di versamento del CTS;
- ✓ P la potenza disponibile nell'anno precedente quello di versamento del CTS;
- ✓ F è un parametro di modulazione del CTS che si applica ai soli clienti con potenza disponibile superiore a 400 kW (per i clienti con potenza disponibile inferiore a uguale a 400 kW il fattore F è sempre uguale a 1);

Per i clienti con potenza disponibile superiore a 400 kW il fattore F è uguale a  $1 + \sqrt{(P-400)/400}$  e non può superare il valore massimo  $F = 3,5$ . Possibili valori del fattore F in funzione della potenza disponibile P sono descritti nel grafico qui di seguito.

Il rapporto E/P corrisponde ad un numero equivalente di ore in un anno di utilizzo dell'intera potenza disponibile.

### Fattore F di modulazione del Corrispettivo Tariffario Specifico (CTS) per Clienti MT in vigore dal 1° gennaio 2009



Nota: i valori F sono presentati con due cifre decimali per leggibilità del grafico

Per esempio se un cliente è alimentato in media tensione con una potenza disponibile P di 1.000 kW, allacciato alla rete di distribuzione per 365 giorni all'anno, con un consumo annuo di energia elettrica E di 3.000.000 kWh non ha presentato la dichiarazione di adeguatezza il CTS sarà calcolato come segue:

il rapporto E/P vale  $3.000.000 / 1.000 = 3.000$  ore di utilizzo dell'intera potenza disponibile, mentre il fattore di modulazione F vale 2,2247.

Il CTS vale  $(1 \text{ [€/giorno]} * 365 \text{ [giorni]} + 0,15 \text{ [€/ora]} * 3.000 \text{ [ore]}) * F$  e quindi  $815 \text{ [€]} * 2,2247$ . Il CTS in questo esempio è quindi di 1.813,17 Euro ogni anno.

Nella tabella sottostante si riporta il calcolo della penale CTS annuale per diverse potenze disponibili P [kW] e diversi valori dell'energia consumata E [kWh], utile ad individuare in prima approssimazione l'ammontare della penale del proprio impianto.

Potenza disponibile [ kW ]	Energia consumata in un anno [ kWh ]						
	250.000	500.000	1.000.000	2.000.000	3.000.000	5.000.000	10.000.000
50	€ 1115,00	€ 1865,00					
100	€ 740,00	€ 1115,00	€ 1865,00				
200	€ 552,50	€ 740,00	€ 1115,00				
400	€ 458,75	€ 552,50	€ 740,00	€ 1115,00	€ 1490,00		
600	€ 729,79	€ 836,48	€ 1049,87	€ 1476,65	€ 1903,42	€ 2756,98	
800	€ 823,75	€ 917,50	€ 1105,00	€ 1480,00	€ 1855,00	€ 2605,00	
1000	€ 895,46	€ 978,89	€ 1145,74	€ 1479,46	€ 1813,17	€ 2480,59	
1500	€ 1036,74	€ 1103,20	€ 1236,12	€ 1501,95	€ 1767,78	€ 2299,44	€ 3628,60
2000	€ 1151,25	€ 1207,50	€ 1320,00	€ 1545,00	€ 1770,00	€ 2220,00	€ 3345,00

Occorre poi tener conto anche del CTSM (Corrispettivo Tariffario Specifico Maggiorato), secondo quanto previsto dalle disposizioni della delibera 33/08. Il CTSM si applica a partire dal 2009.

Infatti il cliente in media tensione che ha richiesto la connessione prima del 16 novembre 2006 e non ha inviato la dichiarazione di adeguatezza paga il CTSM in sostituzione del CTS nel caso in cui:

- ✓ con potenza disponibile inferiore o uguale a 400 kW, il cliente richieda a partire dal 1° settembre 2008 aumenti di potenza per almeno 50 kW complessivi oppure, senza averli richiesti, siano stati registrati dal suo contatore di energia elettrica come sistematici prelievi di potenza oltre la disponibile. Si considera sistematico il superamento effettuato in almeno due distinti mesi nell'anno solare;
- ✓ con potenza disponibile superiore a 400 kW, il cliente richieda a partire dal 1° settembre 2008 aumenti di potenza per almeno 100 kW complessivi oppure, senza averli richiesti, siano stati registrati dal suo contatore di energia elettrica come sistematici prelievi di potenza oltre la disponibile. Si considera sistematico il superamento effettuato in almeno due distinti mesi nell'anno solare;
- ✓ il cliente richieda, a partire dal 1° settembre 2008, un qualunque aumento di potenza disponibile che determini il superamento dei 400 kW;
- ✓ il cliente richieda il subentro rispetto a una preesistente utenza con durata inferiore ad un anno e, contemporaneamente, aumenti di potenza secondo le soglie suddette;
- ✓ si verifichi, a seguito dell'aggiunta di nuovi trasformatori in parallelo ad altri esistenti o di sostituzione dei trasformatori esistenti, il mancato rispetto della potenza massima dei trasformatori in parallelo o della potenza massima dei trasformatori contemporaneamente energizzabili di cui alla norma CEI 0-16, accertato a fronte di controlli effettuati dall'impresa distributrice, sia nel caso in cui la dichiarazione di adeguatezza sia già stata inviata (in tal caso viene revocata) sia nel caso in cui la dichiarazione non sia stata inviata perché la richiesta di connessione è stata effettuata dopo il 16 novembre 2006 (in questi casi ai fini dell'adeguamento non è necessario l'invio della dichiarazione di adeguatezza).

Il pagamento del CTSM avviene con le stesse modalità del CTS, cioè tramite la bolletta e rappresenta una maggiorazione della quota CTS, che dipende dagli anni di mancato adeguamento degli impianti secondo la formula:

$$\text{CTSM} = \text{CTS} * (1 + n)$$

dove  $n$  vale 1 per il primo anno successivo al raggiungimento delle condizioni di maggiorazione del CTS (ad esempio, nel caso di più aumenti di potenza disponibile, il momento dell'aumento che fa superare la soglia 50 kW o 100 kW),  $n$  vale 2 per il secondo anno successivo,  $n$  vale 3 per il terzo anno e per tutti gli anni successivi. La quota CTS dipende dalla potenza disponibile del cliente e dall'energia elettrica prelevata, entrambe riferite all'anno precedente quello di versamento del CTSM. Ad esempio se l'aumento di potenza avviene nel 2009, nel 2010 il CTSM vale  $2 \cdot \text{CTS}$  con CTS, in particolare E/P, riferito all'anno 2009; nel 2011 il CTSM vale  $3 \cdot \text{CTS}$  con CTS, in particolare E/P, riferito all'anno 2010 e così via.

Per evitare il CTS risulta quindi necessario adeguare il proprio impianto nel punto di ricevimento dell'energia, in particolare il dispositivo di interruzione generale e il sistema di protezione associato (trasformatori amperometrici e relè di protezione), ed inviare al Distributore il documento della "Dichiarazione di Adeguatezza".

A vantaggio di chi adegua il proprio impianto, sono previsti degli "indennizzi automatici" (riconoscimenti economici) a chi subisce un numero di interruzioni della fornitura di energia senza preavviso superiori agli standard di qualità fissati dall'AEEG.

Il numero e l'entità degli indennizzi dipendono dalla densità del comune di residenza e dalla potenza disponibile, e sono versati dal Distributore come riduzione della bolletta.

Perché un utente di media tensione (ovvero l'impianto esistente) possa essere considerato idoneo deve possedere due requisiti:

possedere un Dispositivo Generale (DG) ed un Sistema di Protezione Generale (SPG), entrambi conformi ai requisiti tecnici di seguito riassunti.

.1) Dispositivo Generale: l'arrivo linea dell'utente deve essere dotato di un interruttore con in serie un sezionatore, o di un interruttore estraibile, con potere di interruzione non inferiore a 12,5 kA, o superiore se richiesto dal distributore. Il tempo di apertura dell'interruttore, inteso come somma del tempo di intervento della protezione, egli eventuali ausiliari, e dell'interruttore stesso, non deve essere superiore a 200 ms;

2) Sistema di Protezione Generale: l'arrivo linea dell'utente deve essere dotato di protezioni sulle quali sia possibile implementare le funzioni 50, 51, 51N ed eventualmente 67N se l'estensione dell'impianto utente lo rende necessario.

- Deve essere previsto un circuito di sgancio a mancanza di tensione o in alternativa un dispositivo di monitoraggio del circuito di sgancio (il cosiddetto data-logger definito dalla CEI 0-16, par.D.4).

- Deve essere inoltre verificata l' idoneità dei TA di protezione, dei cavi di collegamento alla protezione, e la sovraccaricabilità degli ingressi amperometrici del relè di protezione. Se nelle reti a neutro isolato i TA toroidali per la rilevazione delle correnti di guasto a terra sono sostanzialmente idonei sempre, quando gli stessi sono impiegati in reti a neutro compensato (in un prossimo futuro tutte) è necessaria una specifica dichiarazione del costruttore o l' esecuzione di prove con iniezione di corrente primaria per attestarne il comportamento rispetto a correnti unidirezionali.
- Gli eventuali TV omopolari devono avere i requisiti indicati dalla CEI 0-16 qualunque sia gli stato del neutro.
- Le protezioni devono ovviamente essere tarate in accordo ai valori indicati dal distributore.
- E' inoltre necessario che vengano realizzate le prove specificate nell' allegato B della CEI 0-16 per misurare il tempo di apertura dell' insieme protezioni+interruttore. Si tratta di verificare il funzionamento della protezione iniettando corrente al secondario dei TA e del toroide e misurando il tempo di intervento.
- La prova è più complicata quando è prevista la protezione direzionale di terra (67N) che deve essere provata –sembra- con tensione secondaria e corrente primaria.
- La misura comporta la messa fuori servizio dell' impianto per almeno 2-4 ore, una dotazione di strumenti non esattamente comuni, la presenza di personale specializzato, un professionista che coordini e certifichi le prove.

*Per utenti con potenza disponibile fino a 400 kW, con un solo trasformatore MT/BT collegato al punto di consegna con un cavo di lunghezza inferiore a 20 m, sono previste condizioni semplificate. Di fatto è sufficiente che questi utenti siano equipaggiati almeno con un interruttore di manovra sezionatore (IMS) con una terna di fusibili di protezione o anche con un interruttore con protezioni di massima corrente integrate. Deve però obbligatoriamente essere stipulato un contratto di manutenzione con un' azienda abilitata ai sensi del DM 37/08 che preveda almeno un intervento di manutenzione ordinaria ogni sei mesi, la pulizia della cabina, ed un intervento straordinario almeno ogni tre anni. Deve inoltre essere conservato un registro delle manutenzioni ordinarie e straordinarie.*

### **1.2.2 – Nuova cabina di trasformazione**

Nel caso della cabina esistente a Castel Sant'Elmo, realizzata nel 1989, poiché è equipaggiata con due trasformatori da 400 kVA, non è possibile avvalersi delle condizioni semplificate e, inoltre l' interruttore generale (SPG), a volume d' olio ridotto, non è equipaggiato con protezioni 50, 51 e 51N ed i TA non sono idonei.

Inoltre gli interruttori di manovra-sezionatori con fusibili hanno più volte manifestato problemi di richiusura stante l' usura dei manovellismi.

Infine, per quanto riguarda i trasformatori esistenti, come detto in premessa, essi sono caratterizzati da una tensione primaria nominale di 10.000 V, a fronte dei 9.000 V che l'Enel fornisce in zona, con conseguenti grossi problemi di gestione delle tensioni in arrivo alle apparecchiature da alimentare.

Inoltre i trasformatori sono con isolamento in olio, cosa che dal punto di vista della sicurezza antincendio non è consigliabile, stanti anche le difficoltà di accesso alla cabina.

In progetto è quindi previsto il totale rifacimento della cabina di trasformazione, prevedendo l'installazione di un nuovo quadro generale di media tensione, costituito da un interruttore generale con interruttore in esafloruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa CEI EN 60694 allegato E con pressione relativa del SF<sub>6</sub> di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. L'interruttore sarà equipaggiato di tutti i dispositivi previsti dalla norma CEI 0-16 nonché di tutti gli accessori descritti nel disciplinare tecnico e nell'elenco prezzi unitari.

Il quadro sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI EN 62271-200, realizzato con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm. Tutta la struttura metallica delle unità salvo le parti in lamiera zincata a caldo sarà opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura.

I moduli di protezione dei due trasformatori saranno del tipo con interruttore di manovra-sezionatore con fusibili da 80A.

I due trasformatori MT/bt da 630 kVA, in resina con sistema d'inglobamento e d'impregnazione in classe F, con avvolgimenti di bassa tensione in lastra d'alluminio e avvolgimenti di media tensione in bandelle d'alluminio. Essi saranno caratterizzati da Doppia tensione primaria, 9-20 kV, e tensione secondaria tra le fasi 400 V (a vuoto).

Per i servizi ausiliari del quadro di media tensione (QMT) sarà installato, così come indicato negli elaborati grafici di progetto, un gruppo statico di continuità assoluta, 220 V/50 Hz monofase da 1,5 kVA, con scomparto batterie incorporato e batterie in dotazione

Le specifiche tecniche delle apparecchiature sono puntualmente descritte nel disciplinare tecnico.

### **1.2.3 - Dispersore di terra**

Tutti i locali tecnici sono dotati di collettori equipotenziali interconnessi tra loro e collegati al dispersore unico di terra esistente, che interessa sia il complesso di Castel Sant'Elmo che la Certosa di S.Martino, ed al quale sono collegati anche gli impianti di protezione contro i fulmini.

Ai collettori di terra esistenti dovranno quindi essere collegati i collettori di terra dei nuovi quadri di media e bassa tensione nonché i neutri dei trasformatori.

#### **1.2.4 – Dimensionamento impianto di terra**

Per quanto comunicato dall'Ente Distributore, lo stato del neutro è compensato con bobina di Petersen, la corrente di guasto monofase a terra risulta pari a 50 A ed il tempo di eliminazione del guasto monofase a terra è  $\gg 10$  s; ne consegue quindi, in base alla fig. 9-1 della norma CEI 11-1, che la tensione di contatto ammissibile  $U_{Tp}$  è pari a 75 V.

Di conseguenza l'impianto di terra risulta rispondente alla norma se la resistenza totale di terra risulta non superiore a  $75/50 = 1,5 \Omega$ .

In caso contrario occorrerà procedere alle verifiche delle tensioni di contatto e di passo nell'area di influenza dell'impianto.

Ovviamente, essendo il dispersore all'area oggetto di regolari verifiche periodiche (ai sensi del DPR n.462/01), non sussistono problemi di avere un valore di resistenza totale di terra adeguato.

### **1.3. Nuovo quadro generale di bassa tensione**

Relativamente al **quadro generale di bassa tensione**, come più volte segnalato anche dalla ditta manuttrice, esso risulta ormai totalmente inadeguato al fabbisogno attuale e sostanzialmente fuori norma a causa dei numerosi rimaneggiamenti su esso effettuati. Si ricorda inoltre il fatto che attualmente, ad eccezione dell'impianto di condizionamento del punto ristoro, dell'impianto di condizionamento dell'auditorium e carcere alto e della caserma dei carabinieri, tutto l'impianto è alimentato in emergenza mediante due gruppi elettrogeni da 255 kVA che alimentano separatamente due diverse sezioni del quadro generale di bassa tensione senza possibilità che queste ultime possano essere parallelate (facendo funzionare un solo gruppo).

Nel presente progetto si prevede quindi la sostituzione del quadro di bassa tensione suddividendolo su due sezioni: la prima alimentata solo un normale dalla rete enel e la seconda che potrà essere alimentata in sicurezza su un nuovo gruppo elettrogeno da 550 kVA.

Il nuovo quadro generale di bassa tensione (QGBT) sarà costituito da sei strutture modulari in lamiera con antine di chiusura in vetro con serratura, con kit di affiancamento e pannelli di chiusura laterali.

Il quadro, caratterizzato da forma di segregazione 4 e grado di protezione esterno IP 31, sarà fornito completo delle apparecchiature montate e cablate secondo lo schema di progetto.



#### 1.4. Gruppo elettrogeno

Il progetto, come detto, prevede l'installazione di un gruppo diesel alternatore da 550 kVA in sostituzione dei due gruppi esistenti.

L'installazione del gruppo elettrogeno è prevista sul basamento in calcestruzzo esistente delimitato da una rete in ferro. Superiormente è prevista la realizzazione di una copertura in lamiera onde proteggere il gruppo dagli agenti atmosferici.

Si premette che il gruppo elettrogeno di emergenza, avendo una potenza compresa tra i 350 ed i 700 kW, ai sensi del D.P.R. n.151 del 1 agosto 2011 – *Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122* – costituisce attività n.49 di categoria B e quindi è soggetto all'approvazione del progetto da parte del comando provinciale dei VVF di Napoli.

Tale gruppo dovrà essere quindi installato in conformità al DM 13 luglio 2011 - *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.*

Il gruppo sarà installato all'aperto, nelle adiacenze della cabina elettrica.

Il serbatoio incorporato (o di servizio) avrà una capacità non superiore a 120 l.

Intorno al gruppo sarà realizzata una sopraelevazione perimetrale di almeno cm 25 onde realizzare un bacino di contenimento con capacità di almeno 120 l o comunque decisamente superiore alla capacità del serbatoio incorporato.

Il gruppo sarà ubicato ad una distanza di almeno 3 m da depositi di sostanze combustibili. Esso sarà comunque contornato da un'area avente profondità non minore di 3 m priva di materiali o vegetazione che possono costruire pericolo di incendio.

Il gruppo sarà del tipo da esterno, dotato di marcatura CE e dichiarazione CE di conformità.

L'alimentazione del serbatoio incorporato avverrà solo per circolazione forzata.

Il motore non avrà più di un serbatoio incorporato, alimentato da un serbatoio di deposito, di capacità non superiore a lt 120, che sarà saldamente ancorato all'intelaiatura, protetto contro le vibrazioni, gli urti ed il calore del motore e del tubo di scappamento. I serbatoi saranno in acciaio con giunti saldati.

E' previsto un serbatoio di deposito in acciaio, avente una capacità di 1000 lt, ubicato in prossimità del gruppo; è previsto un gruppo di riempimento automatico del serbatoio di servizio con elettropompa autoadescante, pompa a mano di riserva, valvola di by pass e livelli montati su gruppo. Un quadro elettrico comanderà l'avviamento del gruppo con funzionamento automatico o manuale a secondo delle esigenze.

Quindi, poiché il serbatoio di deposito sarà installato a quota inferiore a quella del gruppo, il serbatoio incorporato sarà munito di una tubazione di scarico del troppo pieno nel serbatoio di deposito.

Tale condotta sarà priva di valvole o di saracinesche di qualsiasi genere e non presentare impedimenti al naturale deflusso verso il serbatoio di deposito.

Inoltre, il sistema di rabbocco del serbatoio incorporato sarà munito dei seguenti dispositivi di sicurezza che intervengono automaticamente quando il livello del carburante nel suddetto serbatoio supera quello massimo consentito:

- a) dispositivo di intercettazione del flusso;
- b) dispositivo di arresto delle pompe di alimentazione;
- c) dispositivo di allarme ottico e acustico.

Tali dispositivi devono intervenire anche in caso di versamento di liquidi nel sistema di contenimento; in alternativa tale sistema potrà prevedere una condotta di deflusso verso il serbatoio di deposito, o altro serbatoio di analoga capacità, priva di valvole o di saracinesche di qualsiasi genere e che non presenti impedimenti al naturale deflusso.

Le tubazioni esterne al locale saranno in metallo.

Il motore è previsto dotato dei seguenti dispositivi di sicurezza:

- dispositivo automatico di arresto del motore sia per eccesso di temperature dell'acqua di raffreddamento che per caduta di pressione e/o di livello dell'olio lubrificante
- dispositivo automatico d'intercettazione del flusso del combustibile per arresto del motore o per mancanza di corrente elettrica

L'intervento del dispositivo di arresto provocherà anche l'esclusione della corrente elettrica dei circuiti di alimentazione.

La tubazione dei gas combusti sarà sistemata in modo da scaricare superiormente al gruppo ad un'altezza da terra di circa 3 m.

Le tubazioni saranno protette con materiali coibenti per assicurare, sulla superficie esterna delle stesse, temperature inferiori di almeno 100 °C alle temperature di autoignizione dei carburanti impiegati.

I materiali per la coibentazione e la protezione saranno incombustibili o combustibili di classe 1 di reazione al fuoco.

I serbatoi dell'olio lubrificante saranno a tenuta; i vapori dell'olio saranno riciclati nel motore o condensati in apposito contenitore.

I comandi elettrici dei circuiti, esclusi quelli incorporati nell'impianto, saranno centralizzati su quadro da situare il più lontano possibile dai gruppi e in posizione facilmente accessibile.

Gli impianti e i dispositivi posti a servizio del gruppo devono essere eseguiti a regola d'arte in base alla normativa tecnica vigente.

Le batterie saranno del tipo al piombo ermetico ed avranno una capacità idonea a consentire tre avviamenti consecutivi senza ricariche intermedie. Nel quadro di comando sarà previsto un raddrizzatore per la carica automatica delle batterie di cui sopra fino ad un valore di tensione di 2.5 V per elemento in un tempo non superiore a 10 ore. Lo stesso raddrizzatore manterrà permanentemente le batterie ad un valore autoregolato di tensione pari a 2.2 V per elemento. Sarà prevista anche la possibilità di carica a fondo manuale fino a 2.7 V per elemento. Il raddrizzatore sarà costituito in modo da poter essere alimentato anche direttamente dalla rete e sarà del tipo statico.

Il quadro elettrico di macchina sarà costituito da pannelli affiancati aventi un grado di protezione IP 45. Il quadro sarà del tipo in lamiera d'acciaio pressopiegata, accuratamente lavorata, stuccata e verniciata. L'ispezione avverrà attraverso porte frontali, incernierate, con chiusura di sicurezza. Tutti i circuiti ausiliari del quadro saranno riportati da un'apposita morsettieria numerata alla quale faranno capo i conduttori provenienti dall'esterno (sia dalla morsetteria del gruppo elettrogeno, sia da altri circuiti elettrici). Il quadro conterrà i relè a tempo, i pulsanti, le lampade ed i dispositivi di segnalazione necessari per l'avviamento automatico, il controllo delle condizioni di funzionamento e l'arresto, pure automatico, al rientro della tensione di rete. Il quadro elettrico ospiterà anche tutte le apparecchiature di controllo e di potenza necessarie all'effettuazione della commutazione rete-gruppo e del relativo telecomando (contatti puliti) per il trascinarsi di interruttori posti sul quadro generale bt. Il quadro elettrico sarà ubicato nel locale quadro generale e conterrà tutte le apparecchiature per assolvere a quanto appresso indicato:

- ✓ avviamento elettrico manuale
- ✓ commutazione manuale/automatica
- ✓ avviamento automatico per mancanza rete corrente alternata o per mancata fase con ciclo di tre tentativi,
- ✓ arresto automatico, al ritorno delle condizioni precedenti l'avviamento, con un ciclo che realizza il funzionamento a vuoto del gruppo per il raffreddamento del diesel, comando di arresto continuato per 60 sec ed il ripristino.

Tutti i circuiti faranno capo ad un interruttore generale, installato in posizione sicuramente raggiungibile.

Tutti i dispositivi di cui ai precedenti punti ed i tubi flessibili saranno del tipo approvato dal Ministero dell'interno a seguito di prove eseguite presso il Centro Studi ed Esperienze Antincendi.

Per la protezione antincendi sarà prevista l'installazione di estintori portatili di tipo approvato per fuochi di classe 21-A , 113 B-C con contenuto di agente estinguente non inferiore a 6 kg.

## **1.5. Sistema di gestione della cabina elettrica e dei sottoquadri di alimentazione degli esterni (fossato e rampa di accesso al castello)**

Come detto in premessa, stante la posizione interrata e non facilmente raggiungibili della cabina, del quadro generale e dei sottoquadri di protezione e comando degli impianti di illuminazione del fossato e della rampa di accesso a piazza d'armi, nel presente progetto è prevista l'installazione di un sistema di supervisione e controllo.

Il sistema sarà connesso in fibra ottica ad uno switch ubicato nel corpo di guardia su piazza d'armi al quale sarà collegato un pc corredato di software interattivo in grado di segnalare tutti gli allarmi tecnologici provenienti dalla cabina di trasformazione, dal quadro generale, dai sottoquadri dell'impianto di illuminazione, dal gruppo diesel alternatore e dai rivelatori di fumo installati nei locali.

Mediante il pc sarà inoltre possibile comandare manualmente le accensioni dei diversi circuiti di illuminazione del fossato e della rampa di accesso o attivare un'accensione automatica in funzione di fasce orarie prestabilite.

Relativamente ai quadri di media e bassa tensione è previsto che siano segnalati gli stati di:

- aperto/chiuso del sezionatore M.T.;
- predisposto/inserito dell'interruttore generale e dei sezionatori dei trasformatori;
- esclusa/inserita della ventilazione dei trasformatori;
- aperto/chiuso/intervento sganciatori degli interruttori in arrivo dei trasformatori e degli interruttori in uscita dal quadro generale di bassa tensione;
- esclusa/inserita dell'alimentazione normale;
- aperto/chiuso/intervento sganciatori del gruppo elettrogeno;

I colori dei segnali ottici dovranno essere:

- luce gialla, per indicare la predisposizione al funzionamento o una situazione di funzionamento non normale (interruttore aperto, circuito escluso, funzionamento manuale, etc.);
- luce verde, per indicare la condizione di funzionamento normale (interruttore chiuso, funzionamento automatico, etc.);
- luce rossa, per indicare una situazione di disservizio che richiede l'intervento di operatori (intervento protezioni, sovratemperatura dei trasformatori e del gruppo elettrogeno; nel caso del gruppo anche per mancanza di acqua di raffreddamento e di olio).

Relativamente ai due sottoquadri esistenti, ubicati nel locale quadro generale e che alimentano gli impianti di illuminazione degli esterni, ciascuna linea uscente può essere esclusa o comandata

localmente o collegata con il comando centralizzato a cui dovranno essere collegati i comandi del nuovo sistema di gestione.

Inoltre, con logica cablata, è previsto che tutti i circuiti in sicurezza (illuminazione) a servizio di una zona (a prescindere dalla gestione remota) entrino automaticamente in funzione nel caso di mancanza di energia ENEL, così come è previsto, sempre con logica cablata, che un circuito in sicurezza entri automaticamente in funzione nel caso di fuori servizio per guasto del corrispondente circuito in normale.

Per quanto riguarda i circuiti di segnalazione nel sottoquadro sono previste localmente le segnalazioni di presenza tensione e di linea su comando locale o centralizzato;

Al centro operativo di controllo dovranno essere riportati i segnali di:

- mancanza rete settore in normale;
- mancanza rete settore in sicurezza;
- settore in normale: interruttore aperto per intervento sganciatori;
- settore in sicurezza: interruttore aperto per intervento sganciatori;
- almeno un selettore in manuale;
- almeno un selettore escluso.