

DOCUMENTO	003-CP-TR
------------------	------------------

**RAZIONALIZZAZIONE E POTENZIAMENTO DELLA RETE N-RETI / SNIE
NEL TERRITORIO DELL'AREA NOLANA**

*Avviso pubblico per la presentazione di proposte progettuali finalizzate ad incrementare la
capacità di rete - Rafforzamento Smart Grid (M2C2.2.1)*

TITOLO
<p>CAPITOLATO DI GARA PER LA FORNITURA DI UN TRASFORMATORE DI DISTRIBUZIONE AT/MT DA 220/20kV – 40MVA ONAN – 50MVA ONAF</p> <p><u>CAPITOLATO TECNICO</u></p>

1

Sommario

1 PREMESSA	3
1.1 ELENCO ELABORATI.....	3
2 TRASFORMATORE DI DISTRIBUZIONE.....	3
2.1 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA.....	3
2.2 FUNZIONAMENTO DEL TRASFORMATORE	5
2.3 CAPACITÀ DI TENUTA AL CORTOCIRCUITO	6
2.4 GARANZIA SULLE PERFORMANCE DEL TR AT/MT.....	6
2.5 PROVE DI ACCETTAZIONE IN FABBRICA DA ESEGUIRSI SUL TRASFORMATORE (COLLAUDO IN FABBRICA)	6
2.6 PROVE DI ACCETTAZIONE IN SITO DA ESEGUIRSI SUL TRASFORMATORE (COLLAUDO FINALE IN SITO)	10

1 PREMESSA

Oggetto del presente appalto è la fornitura di un trasformatore di distribuzione AT/MT, le cui caratteristiche saranno di seguito meglio dettagliate, da installare nella nuova cabina primaria della N-reti, business unit di SNIE S.p.A., che svolge attualmente in concessione l'attività di distribuzione di energia elettrica nell'Area Nolana della città metropolitana di Napoli e precisamente nei comuni di Nola, Casamarciano, San Vitaliano e Scisciano.

Detta cabina primaria sarà realizzata nel Comune di Nola, in località Boscofangone, su di un terreno di forma quadrilatera adiacente alla cabina primaria di e-distribuzione denominata "Nola 220/20 kV", i cui vertici presentano le seguenti coordinate geografiche:

Nord-Ovest : lat.: 40°56'40"N – long.: 14°29'39"E

Nord-Est : lat.: 40°56'40"N – long.: 14°29'44"E

Sud-Est : lat : 40°56'37"N – long.: 14°29'44"E

Sud-Ovest : lat : 40°56'37"N – long.: 14°29'40"E

3

1.1 ELENCO ELABORATI

Costituiscono parte integrante del presente Capitolato Tecnico i seguenti elaborati:

- ❖ Elenco Elaborati - 001-CP-TR
- ❖ Elenco Prezzi - 002-CP-TR
- ❖ Capitolato Tecnico - 003-CP-TR

2 TRASFORMATORE DI DISTRIBUZIONE

2.1 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

Si richiede la fornitura di N. 1 trasformatore di distribuzione trifase AT/MT 220/20,8 kV, in olio minerale tipo Nynas Nytro Libra, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Potenza 40 / 50 MVA

Sistema di raffreddamento ONAN/ONAF

Distribuzione e Misura Energia Elettrica

Business unit di: **SNIE S.p.A. – Società Nolana per Imprese Elettriche**

Via Ottaviano Augusto, 10 – 80035 NOLA (NA) – Tel. 081.823.13.20 – 081.823.18.77 r.a. – FAX 081.823.99.04

Rag. Soc. Trib. NA N° 176/58 - C.C.I.A.A. di Napoli n° 198171 - C/C POSTALE N° 21665807 - Codice Fiscale 00277940631 - Partita IVA 01238661217

Tensione degli avvolgimenti	220 $\pm 12 \times 1.25\%$ / 20.8 kV
Gruppo vettoriale	YNyn0
Tipo di isolamento dell'avvolgimento AT e MT	Uniforme
Impedenza di cortocircuito	15 % (riferita a 40 MVA)

Inoltre, si richiedono i seguenti accessori:

- Ventilatori addossati ai radiatori;
- Isolatori passanti AT di tipo olio/aria, con tecnologia OIP o RIP ed involucro esterno polimerico;
- Isolatore passante AT di neutro tipo olio/aria, con tecnologia OIP o RIP ed involucro esterno polimerico;
- Isolatori passanti MT di tipo olio/aria, con tecnologia OIP o RIP ed involucro esterno polimerico;
- Commutatore sotto carico con tecnologia "vacuum" in grado di garantire variazioni a gradini della tensione sul lato AT pari a $\pm 12\%$ il valore della tensione nominale (ad esempio $\pm 10 \times 1.25\%$);
- Dispositivo per l'analisi dei gas disciolti del tipo 5 gas singoli e non cumulati;
- Termometro per la misura della temperatura dell'olio;
- Indicatore di livello dell'olio installato sullo scomparto del conservatore connesso alla cassa del trasformatore;
- Indicatore di livello dell'olio installato sullo scomparto del conservatore connesso al commutatore sotto carico;
- Valvola di scoppio (63T) connessa alla cassa del trasformatore;
- Valvola di scoppio (63C) connessa allo scomparto del commutatore sotto carico;
- N.3 termoresistenze di platino da 100 ohm per l'olio (PT100);
- Dispositivo anticondensa a sali igroscopici di tipo autorigenerante per il conservatore connesso alla cassa del trasformatore;
- Dispositivo anticondensa a sali igroscopici di tipo autorigenerante per il conservatore connesso al commutatore sotto carico.

Il trasformatore dovrà essere conforme al Regolamento 548/2014 della Commissione Europea per la progettazione ecocompatibile dei trasformatori, in particolare dovrà avere un indice PEI non inferiore a 99,734 % (50MVA).

L'Appaltatore dovrà, inoltre, dichiarare i seguenti dati caratteristici della macchina:

- Perdite a vuoto alla tensione nominale;
- Perdite a vuoto al 110% della tensione nominale;
- Perdite dovute al carico a 75°C e frequenza nominale con il commutatore sulla presa principale;
- Perdite totali a 75°C a carico nominale, a frequenza e tensione nominale, con il commutatore sulla presa principale.

I valori dichiarati dall'Appaltatore dovranno essere garantiti e su di essi si applicheranno penalità come previsto dal contratto.

Il rumore prodotto dal trasformatore (compresi i contributi sonori di tutte le sue parti, specie i ventilatori e gli ausiliari) dovrà essere conforme ai seguenti limiti:

- il livello di pressione sonora a 2 m non dovrà superare i 70 dB(A);
- il suono non dovrà contenere componenti tonali prominenti.

In particolare, il rumore prodotto dal trasformatore durante il funzionamento ONAN dovrà essere inferiore a 60 dB (A) a 2 m. Il rispetto di questi limiti è considerato coperto da garanzia, quindi, la riparazione sarà a totale carico del costruttore.

La fornitura dovrà essere sottoposta a collaudo in fabbrica e successivo collaudo finale in sito comprendente almeno le prove riportate all'interno della Specifica Tecnica e quelle previste dalla normativa.

2.2 FUNZIONAMENTO DEL TRASFORMATORE

Le prestazioni di carico richieste devono essere garantite nella gamma di variazione di tensione e frequenza della rete esterna come da requisiti richiesti nel Codice di Rete.

Il dimensionamento dei passanti, del commutatore sotto carico e di eventuali altre apparecchiature non dovrà limitare la capacità di carico del trasformatore.

I limiti di aumento della temperatura devono essere come da CEI EN 60076-2. Deve essere fornito un calcolo appropriato della temperatura dei punti caldi ("hot spots"), basato su prove di aumento della temperatura condotte su macchine simili.

2.3 CAPACITÀ DI TENUTA AL CORTOCIRCUITO

Gli avvolgimenti dei trasformatori e tutti gli accessori (isolatori passanti, commutatore sotto carico, eventuali trasformatori di corrente ecc.) dovranno essere in grado di sopportare per almeno 2 secondi le sollecitazioni termiche e dinamiche di un cortocircuito passante senza danni, come previsto dalla norma CEI EN 60076-5.

2.4 GARANZIA SULLE PERFORMANCE DEL TRASFORMATORE AT/MT

In merito al solo trasformatore 220/20.8 kV, dovranno essere garantiti i seguenti dati caratteristici indicati da fornitore:

- perdite a vuoto, riferite alla tensione nominale;
- perdite di carico riferite alla corrente nominale, presa principale;
- impedenza di corto circuito (valore relativo) riferita ai MVA nominali e alla derivazione principale;
- livello di rumore.

Nessuna tolleranza sul livello di rumore del trasformatore sarà accettata.

In merito ai valori di perdite a vuoto ed a carico, non saranno accettati valori di perdite che, misurati in fase di collaudo in fabbrica presso il fornitore del trasformatore, superano le tolleranze rispettivamente pari a:

- perdite a vuoto, alla tensione nominale + 2% del valore garantito;
- perdite dovute al carico, a corrente nominale + 3% del valore garantito.

2.5 PROVE DI ACCETTAZIONE IN FABBRICA DA ESEGUIRSI SUL TRASFORMATORE (COLLAUDO IN FABBRICA)

Le prove di accettazione in fabbrica dovranno essere eseguite in accordo con le Norme della serie CEI EN 60076, e con le prescrizioni contenute nel presente documento.

Di seguito si riassumono le prove di accettazione che l'Appaltatore dovrà prevedere:

1. Controllo visivo e dimensionale;
2. Ispezione delle parti attive prima del loro inserimento nella cassa;
3. Misura dei rapporti di trasformazione e verifica del gruppo vettoriale (CEI EN 60076-1, art. 10.3). I risultati delle misure non dovranno essere affetti da incertezza estesa superiore a + 0,2% (livello di confidenza 95 %);
4. Prova ad impulso atmosferico a onda tronca per i terminali di linea (CEI EN 60076-3, art. 14);
5. Prova ad impulso atmosferico a onda tronca per il terminale di neutro (CEI EN 60076-3, art. 14);
6. Prove di isolamento degli avvolgimenti di linea, con tensione ad impulso atmosferico (CEI EN 60076-3, art. 13). Gli impulsi di prova dovranno essere applicati tra ogni terminale di linea e gli altri due collegati alla cassa e a terra, con il neutro libero.
7. Prova d'isolamento dell'avvolgimento di alta tensione, con tensione ad impulso di manovra (CEI EN 60076-3, art. 15). Gli impulsi di prova dovranno essere applicati tra ogni terminale di linea e il neutro collegato alla cassa e a terra. Gli altri terminali dell'avvolgimento di AT potranno essere collegati a terra con resistori di opportuno valore (per aumentare la durata della coda dell'onda di tensione applicata). Il terminale di neutro di MT sarà collegato a terra mentre i terminali di linea dello stesso avvolgimento potranno essere chiusi su resistenze per aumentare la durata della coda dell'onda di tensione. La posizione del commutatore sotto carico sarà quella centrale. In alternativa, la prova dell'avvolgimento di AT potrà essere eseguita per via indotta iniettando energia nell'avvolgimento di MT;
8. Prova ad impulso atmosferico sul terminale di neutro (CEI EN 60076-3, art. 13.4). La prova dovrà essere effettuata applicando gli impulsi atmosferici a onda piena direttamente al neutro con tutti gli altri terminali messi a terra;
9. Prove d'isolamento dell'avvolgimento di AT, con tensione applicata (CEI EN 60076-3, artt. 7.4 e 11). La prova dell'avvolgimento di AT sarà eseguita applicando ai terminali di linea e a quello di neutro collegati tra loro, la tensione prescritta per il livello di isolamento del neutro;
10. Prove d'isolamento dell'avvolgimento di MT, con tensione applicata (CEI EN 60076-3, art. 11). La prova dell'avvolgimento di MT sarà eseguita applicando, tra i terminali di linea e a quello di neutro collegati tra loro e massa, la tensione prescritta per l'avvolgimento in oggetto;

11. Prove d'isolamento con tensione indotta di lunga durata con misura delle scariche parziali (CEI EN 60076-3, art. 12.4). La prova dovrà essere eseguita con le modalità prescritte dalla CEI EN 60076-3 ed. 2015. La tensione di misura delle scariche parziali in discesa dovrà essere effettuata a $1,58 U_r/\sqrt{3}$ per la durata di 1 ora. L'ampiezza delle scariche parziali non dovrà superare:

- 250 pC, alla tensione di $1,58 U_r/\sqrt{3}$;

- 100 pC, alla tensione di $1,2 U_r/\sqrt{3}$;

12. Misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti (CEI EN 60076-1, art. 11.2). La misura dovrà essere effettuata con un metodo di prova che garantisca la stima dei risultati, con incertezza estesa non superiore a + 0,5% (livello di confidenza 95 %), inclusa l'incertezza attribuibile alla misura della temperatura degli avvolgimenti;

13. Misure delle perdite e della corrente a vuoto (CEI EN 60076-1, art. 11.5). La misura delle perdite dovrà essere effettuata in funzione della tensione a frequenza nominale. La prova dovrà essere effettuata facendo riferimento alle indicazioni di voltmetri a valore medio ma con scala tarata in valore efficace di un'onda sinusoidale avente lo stesso valore medio (U_m). La tensione di riferimento sarà la media delle tensioni rilevate tra i terminali e il neutro dell'avvolgimento alimentato. Contemporaneamente si dovrà misurare anche il valore efficace della tensione (U).

14. La forma d'onda della tensione sarà considerata accettabile se:

- lo scarto tra U_m e U non risulterà superiore al 3%
- il fattore di distorsione armonica totale sarà minore o uguale al 5%
- Il valore misurato delle perdite dovrà essere corretto secondo la formula:

$$P_o = (1 + d) \cdot P_m$$

dove:

P_o = valore di perdite corretto

P_m = valore di perdite misurato

$$d = (U_m - U)/U_m$$

- Il valore delle perdite a vuoto alla tensione e alla frequenza nominali dovrà essere stimato con incertezza estesa non superiore al ± 1 % (livello di confidenza 95 %)

- Il valore efficace della corrente a vuoto sarà determinato effettuando la media aritmetica dei valori efficaci delle correnti sulle tre fasi. Dovrà essere effettuato il tracciamento delle curve $P_o = f(V_m)$ e $I_o = f(V_{eff})$ con almeno sei punti di misura;
15. Misura delle perdite dovute al carico, delle tensioni di cortocircuito e delle impedenze di cortocircuito (CEI EN 60076-1, art. 11.4). Dovranno essere eseguite 4 (quattro) prove, due con il commutatore sotto carico posizionato sulla presa principale e due con il commutatore posizionato sulle prese estreme. I valori delle perdite dovute al carico a 75 °C e a corrente nominale, forniti da ciascuna delle quattro prove, dovranno essere stimati con incertezza estesa non superiore al $\pm 2 \%$ (livello di confidenza 95 %). I valori delle tensioni e delle impedenze di cortocircuito dovranno essere stimati con incertezza estesa non superiore a $\pm 0,5 \%$ (livello di confidenza 95 %);
 16. Misura delle armoniche della corrente a vuoto (CEI EN 60076-1, art. 10.6). La misura delle armoniche della corrente a vuoto dovrà essere eseguita a tensione nominale V_n e a $1.1 V_n$, sulle tre fasi. L'ampiezza dovrà essere espressa in percentuale della componente fondamentale;
 17. Verifica del funzionamento del commutatore sotto carico (CEI EN 60076-1, art. 11.7);
 18. Verifica degli accessori e del loro funzionamento (CEI EN 60076-3, art.14). Si dovrà verificare che sul trasformatore vengano montati tutti gli accessori previsti nella presente specifica e che gli stessi siano efficienti. Su tutti i circuiti elettrici ausiliari dovrà essere inoltre eseguita una prova di tensione applicata verso massa a 2 kV, 50 Hz, per 60 s;
 19. Verifica del rivestimento protettivo esterno. Si dovrà eseguire la misura dello spessore dei singoli strati che compongono il rivestimento, in corrispondenza di n° 10 (dieci) punti scelti dall'ispettore incaricato dal Committente sull'intera superficie pitturata. La media delle misure non dovrà risultare inferiore al valore nominale del singolo strato e nessuna misura dovrà essere inferiore al valore minimo prescritto per il singolo strato;
 20. Prove sull'olio. Su campioni d'olio prelevati dalla macchina presentata al collaudo dovranno essere eseguite prove per controllare la rispondenza ai requisiti prescritti dalle Norme IEC 60296 per olio nuovo (inclusa la prova dello zolfo corrosivo). Dovrà essere verificata la rispondenza dell'olio con le caratteristiche indicate dal fornitore dell'olio isolante con particolare attenzione al contenuto di PCB (CEI EN 61619);
 21. Prove sugli armadi dei servizi ausiliari. Dovranno essere effettuate le prove previste dalle Norme CEI EN 62208 e CEI EN 61439-1;
 22. *Sweep frequency response analysis* (SFRA) (CEI EN 60076-18). Sull'avvolgimento di alta tensione devono essere effettuate due serie di rilievi, la prima con i terminali di media tensione di linea e di neutro aperti, la seconda con gli stessi terminali di linea e di neutro collegati tra di loro. La prova sull'avvolgimento di alta tensione dovrà essere effettuata con

il commutatore nelle posizioni centrale, minima e massima. Sull'avvolgimento di media tensione deve essere effettuata una sola serie di rilievi, con i terminali di linea e di neutro di alta tensione aperti. La prova sull'avvolgimento di media tensione dovrà essere eseguita con il commutatore in posizione centrale;

23. Prova di riscaldamento del ferro (CEI EN 60076-2);
24. Prova di riscaldamento di lunga durata con analisi gascromatografiche dell'olio isolante (CEI EN 60076-2, art. 7.8). Durante la prova di riscaldamento dovranno essere verificate le sovratemperature dei punti caldi, ottenuta mediante calcolo in conformità a quanto previsto nella norma CEI EN 60076-2 Allegato C. Immediatamente prima dell'inizio della prova, e successivamente ogni 12 ore dovranno essere prelevati dei campioni di olio per l'analisi dei gas disciolti (in totale 5 campioni);
25. Misura delle emissioni acustiche (IEC 60076-10);
26. Misura delle capacità tra gli avvolgimenti e fra questi e la massa (CEI EN 60076-1);
27. Misura della resistenza d'isolamento a terra degli avvolgimenti e del $\tan\delta$ (CEI EN 60076-1);
28. Misura della potenza assorbita dai ventilatori (CEI EN 60076-2);
29. Misura dell'impedenza omopolare (CEI EN 60076-1).

10

2.6 PROVE DI ACCETTAZIONE IN SITO DA ESEGUIRSI SUL TRASFORMATORE (COLLAUDO FINALE IN SITO)

Dopo il completamento dei montaggi in sito, l'Appaltatore dovrà eseguire almeno le prove sottoelencate e ogni altra prova che, in base alla sua esperienza, ritenga necessaria per verificare l'idoneità a mettere in servizio il trasformatore.

1. Prove su un campione di olio isolante estratto dalla macchina e dal commutatore sotto carico (in totale due campioni) prima della messa in tensione: su campioni d'olio prelevati dalla macchina presentata al collaudo dovranno essere eseguite prove per controllare la rispondenza ai requisiti prescritti dalle Norme IEC 60296 per olio nuovo (inclusa la prova dello zolfo corrosivo). Dovrà essere verificata la rispondenza dell'olio con le caratteristiche indicate dal fornitore dell'olio isolante con particolare attenzione al contenuto di PCB (CEI EN 61619);
2. Misura della resistenza d'isolamento tra il nucleo e le armature e tra questi e la massa;
3. Prova di tensione applicata a frequenza industriale tra nucleo e le armature e tra questi e la massa a 3 kV, per 60 s;

4. Verifica della corretta esecuzione dell'installazione;
5. Controllo del serraggio di tutte le connessioni di potenza e ausiliarie;
6. Verifica dielettrica dei circuiti ausiliari in corrente alternata (tensione applicata) e in corrente continua (resistenza di isolamento);
7. Controllo del corretto funzionamento di tutti gli accessori;
8. Controllo delle temperature indicate dalla strumentazione applicata al trasformatore, nelle varie condizioni di funzionamento;
9. Misura della resistenza di isolamento dei piedi di stazionamento;
10. Misura delle induttanze di cortocircuito;
11. Misura delle resistenze ohmiche degli avvolgimenti (da effettuarsi su tutte le prese del commutatore sotto carico) (CEI EN 60076-1, 11.2);
12. Misura dei rapporti di trasformazione e verifica del gruppo vettoriale (CEI EN 60076-1, 10.3);
13. Prova dello zolfo corrosivo su un campione di olio isolante (ASTM D1275 metodo B);
14. *Sweep frequency response analysis (SFRA)* (CEI EN 60076-18). L'analisi della risposta in frequenza di sweep è un metodo per valutare l'integrità meccanica del nucleo, degli avvolgimenti e delle strutture di bloccaggio all'interno del trasformatore, misurando le loro funzioni di trasferimento elettrico su un'ampia gamma di frequenze.