



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



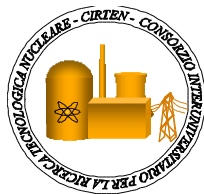
*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

*Documento SIET 016 61 RT10*

# Attività di manutenzione straordinaria in gruppi di potenza da 8 MW e 4 MW

*S. Gandolfi, M. Rigamonti, G. Tortora*



ATTIVITA' DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA SU GRUPPI DI POTENZA DA 8 MW E 4 MW

S. Gandolfi SIET, M. Rigamonti SIET, G. Tortora SIET

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Produzione e fonti energetiche

Tema: Nuovo Nucleare da Fissione

Responsabile Tema: Stefano Monti, ENEA



**Titolo**

**Attività di manutenzione straordinaria su gruppi di  
potenza da 8 MW e 4 MW**

Ente emittente SIET

**PAGINA DI GUARDIA**

**Descrittori**

- Tipologia del documento:** Rapporto Tecnico
- Collocazione contrattuale:** Accordo di programma ENEA-MSE: tema di ricerca "Nuovo nucleare da fissione"
- Argomenti trattati:** Reattori nucleari ad acqua  
Reattori nucleari evolutivi

**Sommario**

Questo rapporto è stato emesso nell'ambito del secondo PAR dell'accordo di programma ENEAMSE e costituisce uno dei deliverable dell'obiettivo C "Preparazione del programma di qualifica sperimentale" della linea progettuale LP5 "Supporto all' Autorità istituzionale di sicurezza per gli iter autorizzativi, anche al fine di elevare il grado di accettazione dei reattori di III generazione. Comparazione delle attuali opzioni scientifiche e tecnologiche" del tema di ricerca "Nuovo Nucleare da Fissione".

SIET ha effettuato un' intervento straordinario di ripristino sui due gruppi di potenza denominati: "Gruppo 8 MW", e "Gruppo 4 MW" attraverso cui avviene l'erogazione di corrente continua per il riscaldamento dei canali di potenza dei suoi Grandi Impianti Sperimentali. Entrambi i gruppi di potenza risalgono agli anni '70 ed hanno avuto un impiego saltuario limitato a brevi periodi. Il gruppo 8 MW è fermo dal 1999 (data corrispondente all'ultima prova SPES), mentre il gruppo 4 MW è stato utilizzato anche negli ultimi anni per le prove di scambio termico sui tubi del generatore di vapore IRIS. Gli interventi di manutenzione realizzati su tali sistemi in vista di un futuro utilizzo dei Grandi Impianti Sperimentali sono descritti nel presente rapporto.

**Note**

Copia n.

In carico a:

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE	23.9.2010	NOME	R. Tinti		S. Monti
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		CONVALIDA	VISTO	APPROVAZIONE

**EMITTENTE***issued by**Production Unit***CLIENTE: ENEA**  
*client***COMMESSA: 1PN000FB90245**  
*job***DISCO:**  
*disk***PAGINA: 1 DI: 20**  
*page of***IDENTIFICATIVO: 01661RT10**  
*document***Classe Ris.:**  
*confidentiality***Allegati: 3**  
*enclosures***TITOLO: ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA SU GRUPPI DI POTENZA DA 8 MW E 4 MW**  
*title***REDATTORI: S. Gandolfi, M. Rigamonti, G. Tortora**  
*prepared by***LISTA DI DISTRIBUZIONE**  
*distribution list*

ENEA	Nadia	Voukelatou
ENEA	Giuseppe	Gherardi
ENEA	Paride	Meloni
ENEA	Fosco	Bianchi
SIET SpA	Stefano	Monti
SIET SpA	Gustavo	Cattadori
SIET SpA	Andrea	Achilli
SIET SpA	Stefano	Gandolfi
SIET SpA	Marco	Rigamonti
SIET SpA	Gaetano	Tortora

0	23/09/2010	PRIMA EMISSIONE <i>issue</i>	S.Gandolfi <i>S. Gandolfi</i> G.Tortora <i>Giuseppe Tortora</i> M.Rigamonti <i>M. Rigamonti</i>	A.Achilli <i>Achilli</i>
REV <i>rev</i>	DATA <i>date</i>	DESCRIZIONE <i>description</i>	REDAZIONE <i>prepared by</i>	APPROVAZIONE <i>approved by</i>

Informazioni strettamente riservate di proprietà SIET SpA - Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui sono state fornite.  
*Confidential information property of SIET SpA - Not to be used for any purpose other than those for which it is supplied.*

Mod.

00002QQ/a/2

## **INDICE**

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	3
<b>2.</b>	<b>GRUPPO 8MW</b> .....	3
	2.1 Manutenzione gruppo 8 MW, Interventi sul trasformatore .....	3
	2.2 Manutenzione gruppo 8 MW, Interventi al gruppo raddrizzatori.....	4
<b>3.</b>	<b>GRUPPO 4MW</b> .....	4
	3.1 Manutenzione gruppo 4 MW, Interventi sul trasformatore .....	4
	3.2 Manutenzione GRUPPO 4 MW, INTERVENTI AL GRUPPO RADDRIZZATORI .....	5
<b>4.</b>	<b>DITTE CONTATTATE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI</b> .....	6
<b>5.</b>	<b>AGGIUDICAZIONE DEI LAVORI</b> .....	6
<b>6.</b>	<b>REALIZZAZIONE DEI LAVORI</b> .....	6
	6.1 Interventi strutturali .....	6
	6.2 Interventi ai gruppi raddrizzatori .....	7

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1 - Gruppo 8 MW C.G.E. ....	9
Figura 2 - Gruppo 4 MW TAMINI.....	10
Figura 3 - Schema elettrico C.G.E. e TAMINI .....	11
Figura 4 a,b,c - trafiletti di olio da C.G.E. (particolari valvole e bacino raccolta olio) .....	12
Figura 5 - Gruppo 8 MW C.G.E. zona raddrizzatori .....	13
Figura 6 a,b - Lavori di manutenzione sul gruppo 8MW.....	14
Figura 7 a,b - Verniciatura del gruppo 4 MW .....	15
Figura 8 -Trattamento olio .....	16
Figura 9 - Gruppo 8 MW dopo la manutenzione .....	17
Figura 10 - Gruppo 4 MW dopo la manutenzione .....	18
Figura 11 - Lavori di manutenzione al gruppo di raddrizzamento 8MW.....	19
Figura 12 - Lavori di manutenzione al gruppo di raddrizzamento 4 MW.....	20

## **ALLEGATI**

ALLEGATO 1 –Relazione tecnica della ditta Start Power S.r.l. in merito agli interventi sul gruppo TAMINI

ALLEGATO 2 –Relazione tecnica della ditta Start Power S.r.l. in merito agli interventi sul gruppo CGE

ALLEGATO 3 –Certificati analisi dell'olio dopo i trattamenti

## 1. INTRODUZIONE

L'erogazione di corrente continua per il riscaldamento dei canali di potenza dei Grandi Impianti SIET avviene attraverso l'utilizzo di due gruppi di potenza denominati: "Gruppo 8 MW" (detto anche CGE), "Gruppo 4 MW" (detto anche TAMINI).

Entrambi i gruppi di potenza risalgono agli anni '70 ed hanno avuto un impiego saltuario limitato a brevi periodi. Il gruppo 8 MW è fermo dal 1999 (data corrispondente all'ultima prova SPES), mentre il gruppo 4 MW è stato utilizzato anche negli ultimi anni per le prove di scambio termico sui tubi del generatore di vapore IRIS.

La seguente relazione tecnica descrive la realizzazione degli interventi di manutenzione sui tali sistemi realizzate in vista di un futuro utilizzo delle macchine.

## 2. GRUPPO 8MW

La sezione di trasformazione è costituita da un trasformatore a variazione di rapporto sotto carico e da due trasformatori in serie ad esso a rapporto di trasformazione costante. Questi trasformatori sono costituiti da un avvolgimento primario trifase (uno collegato a stella, l'altro a triangolo) e da un avvolgimento secondario esafase a doppia stella.

Ciascun secondario è collegato in modo tale che le sei linee monofase uscenti da esse sono sfasate tra loro di 60° con collegamento a stella.

In serie a questi trasformatori sono inseriti due trasformatori booster che consentono di aumentare la tensione da 120 V a 170 V (picco). La corrente di ciascuna fase viene raddrizzata attraverso una batteria di diodi al silicio. Le due unità convertitrici possono essere collegate in serie o in parallelo in dipendenza della resistenza elettrica della sezione riscaldata.

Il variatore sottocarico del trasformatore principale consente di regolare con risoluzione di 2 Vvc la tensione in uscita. Per la regolazione "fine" della tensione in uscita sono presenti delle reattanze saturabili che consentono minime variazioni del punto di lavoro.

Il gruppo 8MW è mostrato in Figura 1, il relativo schema elettrico in Figura 3.

### 2.1 Manutenzione gruppo 8 MW, Interventi sul trasformatore

I PCB sono sostanze organiche inquinanti e come tali sono regolamentate da limiti di legge: secondo l'articolo 3 del Dlgs 209/99, una quantità di PCB nei trasformatori compresa tra i 50 e i 500 mg/kg comporta la comunicazione alle sezioni del catasto dei rifiuti di denominazione, indirizzo, collocazione e descrizione degli apparecchi; concentrazioni di PCB superiori ai 500 mg/kg determinano l'obbligo della bonifica.

Il trasformatore del corpo principale del gruppo da 8 MW contiene olio contaminato da policlorobifenili (PCB) la concentrazione determinata con i metodi di analisi secondo standard diversi da IEC ma ancora in uso risultava uguale a 324 mg/kg (analisi eseguite fino all'anno 2005). Verifiche della concentrazione eseguite nell'anno 2010 con le più moderne metodologie di analisi hanno invece evidenziato un contenuto di PCB superiore a 1000 mg/kg. Questo diverso valore ha costretto a rivedere gli obiettivi, infatti, la possibilità di ottenere valori finali inferiori a 40 mg/kg non appare immediatamente perseguibile.

L'obiettivo che può essere raggiunto con un singolo intervento è su valori finali, dopo 120 gg, decisamente inferiori ai limiti di 500 mg/kg (probabilmente 100-200 mg/kg).

Per ridurre la presenza di sostanze inquinanti nell'olio del trasformatore prima della rimessa in funzione dello stesso. Le metodologie utilizzabili per l'effettuazione dell'intervento sono due:

1. Sostituzione integrale dell'olio attraverso le seguenti fasi: svuotamento dell'olio presente nel trasformatore, flussaggio interno con olio esente da PCB, riempimento con olio esente da PCB, smaltimento dell'olio contaminato a termini di legge;
2. Dealogenazione chimica dell'olio, tramite circolazione in circuito chiuso con l'iniezione di reagenti in grado di fissare le molecole policicliche e la successiva rimozione di reagente e molecole di PCB, l'operazione non richiede lo svuotamento neanche parziale del trasformatore ed è seguita da decontaminazione fisica (degasaggio e disidratazione sotto vuoto).

Si è deciso di operare con il secondo metodo in quanto la sostituzione diretta dell'olio non garantirebbe comunque risultati a medio termine sotto i 50 ppm a causa della ri-diffusione, nell'olio nuovo, del PCB accumulato negli avvolgimenti interni, l'unico risultato sarebbe quello di ri-contaminare tutto l'olio nuovo.

Oltre al trattamento dell'olio sopra descritto è stato necessario effettuare:

- eliminazione delle perdite/trasudamenti tramite serraggio dei bulloni o eventuale sostituzione delle guarnizioni di tenuta idraulica, vedi Figura 4;
- revisione del relè bucholz e controllo dei contatti degli interruttori;
- pulizia delle parti esterne del trasformatore nelle zone contaminate da trasudamenti di olio;
- pulizia e impermeabilizzazione del pavimento del bacino di raccolta olio;
- modifica dei grigliati di protezione aerotermini secondo le attuali norme di sicurezza;
- verniciatura del trasformatore, dei grigliati di recinzione e del sistema antincendio.

## 2.2 Manutenzione gruppo 8 MW, Interventi al gruppo raddrizzatori

La manutenzione al gruppo di raddrizzatori statici, come, consiste in:

- pulizia dell'area esterna in prossimità degli armadi diodi e pulizia interna degli armadi per la rimozione di polvere, grasso e materiale estraneo (attività a cura di personale interno SIET).
- manutenzione elettromeccanica dei banchi di diodi, dei fusibili e delle sedi di contatto delle linee elettriche.
- individuazione di eventuali perdite di isolamento elettrico e sostituzione degli elementi isolanti danneggiati.
- mappatura univoca dei banchi di diodi e dei singoli diodi con preparazione dello schema topografico;
- individuazione dei fusibili di linea e di segnalazione guasti, sostituzione dei fusibili danneggiati;
- verifica delle condizioni di ogni diodo e individuazione degli elementi da sostituire;
- raggruppamento dei diodi nei banchi per gruppi omogenei comprendente la sostituzione degli elementi danneggiati;
- pulizia delle sedi di contatto, ripristino finale del serraggio dei morsetti ed ingrassatura.

## 3. GRUPPO 4MW

Il gruppo è costituito da due trasformatori (3000 V/136V) di potenza opportuna, che alimentano tre sezioni di controllo e raddrizzamento a diodi controllati, due sezioni sono alimentate dal primo trasformatore e due dal secondo; i trasformatori sono collegati a triangolo semplice sul primario e a doppio triangolo sul secondario, quest'ultimo alimenta il ponte a tiristori che costituisce il sistema di raddrizzamento di ciascuna unità. La potenza è pilotabile in modo continuo su tutto il carico mediante un circuito di controllo del tempo di accensione dei diodi. Le tre unità possono essere collegate in serie o in parallelo secondo le esigenze del carico.

Il gruppo 4MW è mostrato in Figura 2, mentre il relativo schema elettrico è presente in Figura 3.

### 3.1 Manutenzione gruppo 4 MW, Interventi sul trasformatore

Dai valori rilevati nelle ultime analisi (2010) Il gruppo TAMINI presenta uno dei due trasformatori con una contaminazione da PCB pari a 70 mg/kg, leggermente superiore al valore di soglia di 50 mg/kg, pertanto è necessario la dealogenazione per ridurre la quantità di materiale inquinante. E' necessario anche effettuare il trattamento dell'olio al fine di garantire le capacità dielettriche della macchina prima di rimetterla in funzione.

Sul trasformatore non contaminato è sufficiente l'esecuzione del trattamento fisico per il ripristino delle proprietà dielettriche.

La manutenzione del gruppo da 4 MW prevede:

- trattamento di dealogenazione del trasformatore contaminato
- trattamento di deumidificazione dell'olio di entrambi i trasformatori;
- rilevazione e riparazioni di eventuali perdite;
- pulizia e verniciatura del trasformatore (comprese grigliati di recinzione e tubazioni antincendio).

### **3.2 Manutenzione GRUPPO 4 MW, INTERVENTI AL GRUPPO RADDRIZZATORI**

Gli interventi al gruppo di raddrizzamento del TAMINI sono analoghi a quelli elencati per il C.G.E. nel paragrafo 2.2 con l'unica differenza che, data l'elettronica più recente, sono presenti degli SCR, o tiristori, anziché dei diodi.

## 4. DITTE CONTATTATE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Sono state inoltrate richieste di preventivo tecnico/economico ad alcune aziende specializzate.

Le ditte contattate sono le seguenti:

1. MF Trasformatori S.r.l. – Calcinato (BS);
2. SeaMarconi –Collegno (TO);
3. ElmaTrasfo – Moncalieri (TO);
4. Decoman S.r.l. - Novara (NO).
5. Start Power S.r.l. – Biella.

## 5. AGGIUDICAZIONE DEI LAVORI

Dopo un attento esame delle offerte tecnico-economiche presentate, le ditte designate alla realizzazione dei lavori sono:

- Decoman per gli interventi strutturali su entrambi i gruppi di potenza;
- Start Power per gli interventi al gruppo raddrizzatori di entrambi i gruppi di potenza.

## 6. REALIZZAZIONE DEI LAVORI

### 6.1 Interventi sui trasformatori

Le seguenti operazioni sono state effettuate da Decoman s.r.l. in diverse sessioni di lavoro nei mesi di luglio, agosto e settembre:

- **gruppo di potenza 8 MW:**
  - Prelievo olio ed analisi per determinazione PCB;
  - Dealogenazione, filtrazione, deumidificazione e degasazione dell'olio inquinato con torre di degasaggio sotto vuoto spinto;
  - Smontaggio reti di protezione;
  - Eliminazione perdite e/o trasudamenti;
  - Pulizia esterna trasformatore ed aerotermi;
  - Modifica griglia di protezione ventole aerotermi;
  - Predisposizione alla verniciatura esterna con asportazione macchie oleose ed eventuale vernice sfogliata;
  - Applicazione vernice RAL 7031;
  - Verniciatura tubi antincendio (rosso);
  - Pulizia pavimento cella;
  - Trasporto a impianto di stoccaggio di tutto il materiale inquinato.
  - Revisione bucholz
  - Svuotamento interruttori
  - Lavaggio camera interruttori
  - Apertura testa interruttori e controllo contatti
  - Chiusura interruttori e riempimento con olio esente PCB
  - Applicazione di vernice antiolio sul pavimento cella,
  - Rilascio documentazione di avvenuto smaltimento
  - Prelievo campione ed analisi olio a norme IEC/CEI comprendenti (Allegato 2):

- rigidità dielettrica
  - umidità
  - acidità
  - gas disciolti
  - PCB
- Analisi PCB dopo 90/120 giorni:
- **booster:**
    - Pulizia esterna;
    - Eliminazione perdite;
    - Trattamento olio ed esecuzione analisi a norme IEC/CEI;
    - Predisposizione alla verniciatura esterna con asportazione macchie oleose ed eventuale vernice sfogliata;
    - Applicazione vernice RAL 7031;
    - Verniciatura tubi antincendio (rosso);
    - Prelievo campione ed analisi olio a norme IEC/CEI comprendenti (Allegato 2):
      - rigidità dielettrica
      - umidità
      - acidità
      - gas disciolti
      - PCB
- 
- **gruppo di potenza 4MW:**
    - Pulizia esterna;
    - Eliminazione perdite;
    - Modifica griglia di protezione ventole aerotermini;
    - Predisposizione alla verniciatura esterna con asportazione macchie oleose ed eventuale vernice sfogliata;
    - Verniciatura esterna;
    - Smontaggio, verniciatura e rimontaggio reti di protezione.
    - Dealogenazione, filtrazione, deumidificazione e degasazione dell'olio inquinato con torre di degasaggio sotto vuoto spinto;
    - Prelievo campione ed analisi olio a norme IEC/CEI comprendenti (Allegato 2):
      - rigidità dielettrica
      - umidità
      - acidità
      - gas disciolti
      - PCB

Le foto relative ai lavori di manutenzione riguardanti il gruppo TAMINI sono presenti in Figura 7 e Figura 10, mentre per il gruppo C.G.E. sono presenti in Figura 6, Figura 8 e Figura 9.

## 6.2 Interventi ai gruppi raddrizzatori

La ditta incaricata Start Power ha eseguito le verifiche di tipo meccanico ed elettrico descritte nel paragrafo 2.2 e 2.3 sui gruppi di raddrizzamento del TAMINI e CGE.

Al termine delle verifiche si è proceduto alle seguenti azioni:

▪ **GRUPPO TAMINI 4 MW:**

- sostituzione di un connettore (tipo J9) sul primo quadro di regolazione con un connettore a 24 vie tipo militare;
- sostituzione di due trasformatori a impulso;
- sostituzione i tre selettori che consentono il passaggio da manuale ad automatico con altri tre con stessa funzione ma con comando tramite chiave;
- acquisto materiale scorta magazzino.
- Verifica delle correnti sui gruppi di diodi misurate in condizioni di carico significativo, corrente > del 10% della corrente nominale. (allegato 1)

▪ **GRUPPO C.G.E. 8 MW:**

- sostituzione dei fusibili danneggiati (33 pezzi);
- sostituzione dei micro di segnalazione danneggiati (32 pezzi);
- verifica elettrica delle correnti circolanti su ogni diodo con applicazione tensione tramite alimentatore variabile;
- sostituzione di due diodi interrotti;
- rilevamento con stesura tabella delle correnti circolanti su ogni singolo diodo. (allegato 2)

Nelle prove e verifiche effettuate si è riscontrato un problema a carico della meccanica di fissaggio delle bandelle del positivo della continua (bandelle raccogliatrici che da alimentatore vanno in campo). Questo lavoro è stato eseguito da SIET.

Sul CGE restano da effettuare le misure di ripartizione e di carico non appena il carico stesso (non meno di 5.000A) sarà disponibile.

In Figura 11 e Figura 12 sono presenti alcune foto riguardanti l'esecuzione lavori.



**Figura 1 - Gruppo 8 MW C.G.E.**



**Figura 2 -Gruppo 4 MW TAMINI**

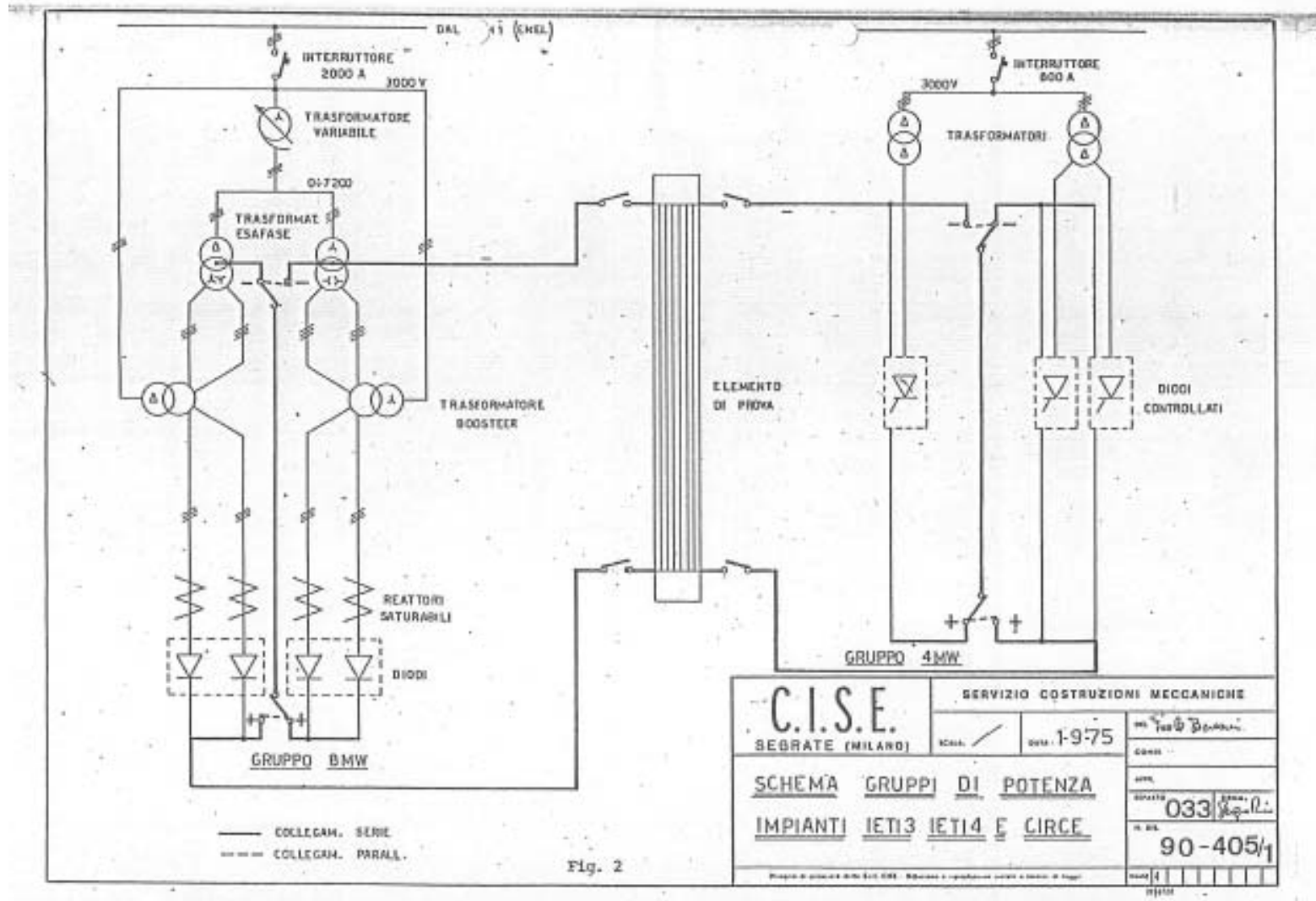


Figura 3 - Schema elettrico C.G.E. e TAMINI



a)



b)



c)

**Figura 4 a,b,c - trafileamenti di olio da C.G.E. (particolari valvole e bacino raccolta olio)**



**Figura 5 - Gruppo 8 MW C.G.E. zona raddrizzatori**



**Figura 6 a,b - Lavori di manutenzione sul gruppo 8MW**



**Figura 7 a,b - Verniciatura del gruppo 4 MW**



**Figura 8 -Trattamento olio**



**Figura 9 - Gruppo 8 MW dopo la manutenzione**



**Figura 10 - Gruppo 4 MW dopo la manutenzione**



**Figura 11 - Lavori di manutenzione al gruppo di raddrizzamento 8MW**



**Figura 12 - Lavori di manutenzione al gruppo di raddrizzamento 4 MW**

## ALLEGATO 1

### **Relazione tecnica della ditta Start Power S.r.l. in merito agli interventi sul gruppo TAMINI**



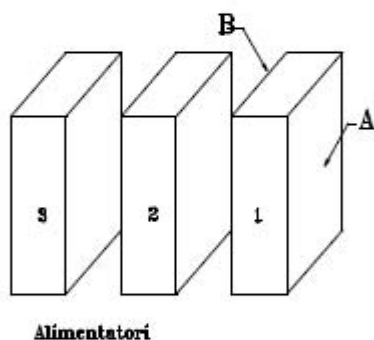
13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605  
REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026  
Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 - 10148 Torino - 0112295445

## RELAZIONE INTERVENTI SU ALIMENTATORE TAMINI 4MW

L'intervento in oggetto ha come scopo verifiche generali per il riavviamento degli alimentatori.  
Si eseguono quindi verifiche sia di tipo meccanico (chiusure varie) sia di tipo elettrico in due condizioni:

- in bianco per verifiche sui collegamenti e l'efficienza degli SCR (misure di gate)
- con corrente erogata per verifiche di buon funzionamento con rilievi delle correnti di ripartizione

Di seguito si riporta la disposizione degli SCR e la relativa tabella delle misure effettuate.



<b>Sezione Elettronica</b>	1	2	3	13	14	15	25	26	27	<b>Lato Muro</b>
	4	5	6	16	17	18	28	29	30	
	7	8	9	19	20	21	31	32	33	
	10	11	12	22	23	24	34	35	36	
<b>A</b>										
<b>Lato Muro</b>	37	38	39	49	50	51	61	62	63	<b>Sezione Elettronica</b>
	40	41	42	52	53	54	64	65	66	
	43	44	45	55	56	57	67	68	69	
	46	47	48	58	59	60	70	71	72	
<b>B</b>										

Rilevamenti resistenze di gate effettuati in data 20 maggio 2010 con armadi in assenza di alimentazione.  
Rilevamenti delle correnti effettuati in data 2 giugno 2010 alle seguenti condizioni:

- armadio 1 = corrente erogata 1400A con tensione a 90Vdc
- armadio 2 = corrente erogata 1800A con tensione a 40Vdc
- armadio 3 = corrente erogata 900A con tensione a 120Vdc

***Power Electronics Technologies Division***



13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605  
REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026  
Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 - 10148 Torino - 0112295445

**Armadio 1**

**Armadio 2**

**Armadio 3**

SCR	Res. Gate (ohm)	Corrente (A)	Res. Gate (ohm)	Corrente (A)	Res. Gate (ohm)	Corrente (A)
1	107	58	48	60	82	28
2	40	46	13	68	14	36
3	87	51	36	64	58	33
4	24	43	56	71	84	37
5	73	46	86	64	106	29
6	15	56	10	62	31	24
7	44	0 <sup>(1)</sup>	42	64	47	39
8	39	47	13	65	60	25
9	32	43	82	73	13	30
10	12	42	71	65	63	31
11	41	42	17	72	74	35
12	44	51	29	58	85	32
13	42	62	78	74	43	28
14	35	53	43	65	109	30
15	16	59	82	67	37	29
16	41	53	62	75	53	27
17	68	55	12	74	110	29
18	96	63	62	73	57	32
19	86	57	35	64	70	28
20	60	53	10	69	66	31
21	11	58	75	65	13	29
22	47	60	89	68	74	36
23	130	55	28	61	51	38
24	51	57	13	72	10	35
25	46	59	20	70	15	31
26	69	57	76	70	50	27
27	11	40	100	73	87	25
28	41	53	62	69	57	25

**Power Electronics Technologies Division**



13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605

REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026

Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 - 10148 Torino - 0112295445

29	63	56	58	75	10	27
30	81	63	83	74	66	22
31	122	62	81	73	105	26
32	140	51	10	72	71	29
33	11	56	40	76	52	29
34	59	49	66	65	46	26
35	63	52	32	67	52	20
36	23	0 <sup>(2)</sup>	111	72	51	33
37	71	52	68	66	9	35
38	17	49	11	66	173	30
39	9	50	37	58	76	36
40	103	51	106	67	74	43
41	44	42	84	81	75	36
42	52	57	59	66	85	37
43	48	61	80	74	80	38
44	80	57	16	84	10	40
45	10	53	74	69	77	46
46	50	60	42	66	43	23
47	72	53	12	78	37	35
48	71	49	52	75	32	44
49	56	55	44	60	78	32
50	90	50	19	86	111	40
51	12	52	84	62	52	30
52	141	50	48	68	13	32
53	51	57	43	0 <sup>(2)</sup>	102	36
54	49	58	46	57	34	35
55	56	53	120	61	78	29
56	40	59	15	71	58	35
57	10	54	49	66	25	27
58	78	47	62	63	75	40
59	36	58	45	86	50	32
60	67	51	143	68	36	30

**Power Electronics Technologies Division**



13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605  
REA BI-186686 - Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026  
Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 - 10148 Torino - 0112295445

61	16	45	56	69	75	37
62	29	36	18	0 <sup>(4)</sup>	75	37
63	13	52	48	59	115	35
64	36	46	48	61	42	33
65	64	54	12	57	22	35
66	32	47	75	65	11	32
67	91	56	67	65	60	35
68	13	51	15	78	87	33
69	13	45	75	69	48	35
70	58	46	108	57	67	31
71	69	50	66	80	23	36
72	28	44	62	66	68	33

- (1) Manca trasformatore di impulso
- (2) Manca impulso di accensione (smontato trasfo impulsi per eventuale sostituzione)
- (3) Fusibile MMT 500 partito (da sostituire)
- (4) Collegamento catodo-gate contrario. Ripristinato e corrente OK

Anomalie riscontrate e da sistemare:

- bisogna sostituire il connettore J9 sul primo quadretto di regolazione in quanto i pins di connessione risultano ballerini ed ogni tanto mancano i segnali. Si inserirà un connettore a 24 vie tipo militare
- problemi sui trasformatori impulsi. Sono prodotti custom ma si procederà a farne costruire almeno cinque pezzi in quanto due sono già da sostituire e tre verranno tenuti come scorta
- si decide inoltre di sostituire i tre selettori che consentono il passaggio da manuale ad automatico con altri tre con stessa funzione ma con comando tramite chiave

Sandigliano 3 giugno 2010

Perin Doriano

***Power Electronics Technologies Division***

## ALLEGATO 2

**Relazione tecnica della ditta Start Power S.r.l. in merito  
agli interventi sul gruppo C.G.E.**



13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605  
REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026  
Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 - 10148 Torino - 0112295445

## RELAZIONE INTERVENTI SU ALIMENTATORE CGE 8MW

L'intervento in oggetto ha come scopo verifiche generali per il riavviamento del raddrizzatore CGE da 8MW.

Si eseguono quindi verifiche sia di tipo meccanico (chiusure varie) sia di tipo elettrico.

Di seguito si riporta la disposizione degli armadi con posizionamento dei diodi in funzione delle misurazioni effettuate

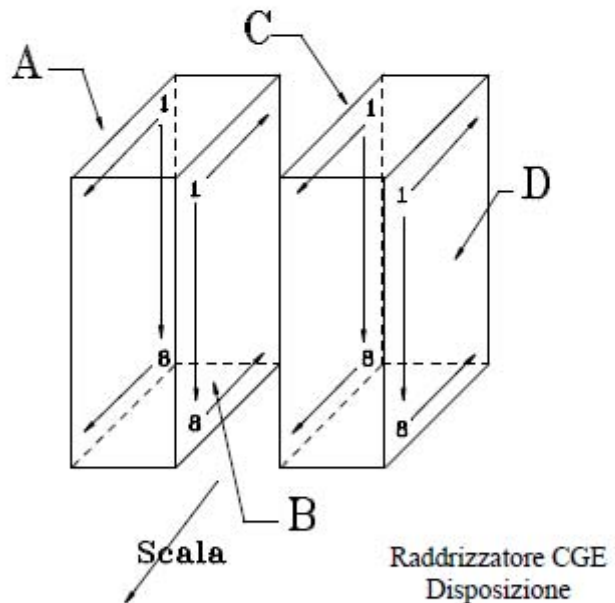


Foto in alto: generale raddrizzatore

Foto in basso: lato C del raddrizzatore con in alto (rosse) bandelle che hanno ceduto

Le misure sono state eseguite applicando su ogni diodo una tensione diretta di 3,5Vdc ed è stata misurata la corrente circolante riportata nelle successive tabelle

***Power Electronics Technologies Division***



13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605

REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026

Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 -10148 Torino - 0112295445

Le correnti sono misurate in Adc con lettura diretta

### Zona A

Diodo	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	Fila 7	Fila 8	Fila 9	Fila 10	Fila 11	Fila 12
<b>1</b>	8,00	8,13	8,27	8,30	8,25	8,00	7,90	8,10	8,30	7,94	8,10	8,10
<b>2</b>	8,08	8,17	8,21	8,27	8,18	8,18	8,17	8,20	8,15	8,18	8,20	8,20
<b>3</b>	7,75	7,60	8,20	8,30	7,98	8,26	8,23	8,20	8,10	8,05	8,30	8,30
<b>4</b>	7,83	8,09	8,26	8,22	8,26	8,13	8,15	8,25	8,17	8,12	8,16	8,30
<b>5</b>	7,86	8,11	7,99	8,21	8,10	8,28	8,26	8,30	8,22	8,17	8,26	8,00
<b>6</b>	7,94	8,19	7,88	8,28	7,96	8,10	8,22	8,10	8,30	8,08	8,21	8,20
<b>7</b>	8,04	8,20	8,30	8,23	8,20	8,20	8,00	8,25	7,90	7,80	8,29	8,12
<b>8</b>	8,16	8,28	7,88	7,92	8,25	7,40	8,20	8,15	8,00	8,14	8,18	8,17

### Zona B

Diodo	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	Fila 7	Fila 8	Fila 9	Fila 10	Fila 11	Fila 12
<b>1</b>	8,38	8,46	8,40	8,43	8,41	8,43	8,32	8,44	8,33	8,36	8,32	8,29
<b>2</b>	8,48	8,41	8,38	8,42	8,48	8,30	8,31	8,50	8,34	7,98	8,40	8,31
<b>3</b>	8,42	8,40	8,36	8,46	8,36	8,40	8,46	8,39	8,16	8,36	8,42	8,45
<b>4</b>	8,38	8,38	8,26	8,31	8,44	8,47	8,22	8,35	8,19	8,43	8,30	8,39
<b>5</b>	8,37	8,39	8,33	8,40	8,40	8,43	8,33	8,46	8,28	8,40	8,26	8,44
<b>6</b>	7,88	8,36	8,34	8,47	8,30	8,45	8,12	8,37	7,59	8,38	8,38	8,38
<b>7</b>	8,33	8,31	8,00	8,42	8,38	8,23	8,45	8,35	8,10	8,39	8,29	8,25
<b>8</b>	8,30	8,34	8,36	8,39	8,16	8,50	8,42	8,33	7,86	8,20	7,90	8,08

**Power Electronics Technologies Division**



13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605  
REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026  
Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 - 10148 Torino - 0112295445

### Zona C

Diodo	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	Fila 7	Fila 8	Fila 9	Fila 10	Fila 11	Fila 12
1	8,06	8,18	8,23	8,26	8,08	8,27	8,22	8,52	8,23	8,36	8,38	8,37
2	8,18	8,18	8,24	8,30	8,30	8,29	8,30	8,36	8,36	8,37	8,37	8,29
3	8,23	8,27	8,24	8,15	8,28	8,36	8,27	8,31	8,33	8,26	8,36	8,33
4	6,94	8,11	7,84	8,02	8,25	8,12	8,28	8,34	8,30	8,12	8,40	8,40
5	8,12	8,24	8,21	8,17	8,12	8,27	8,26	8,30	8,20	8,27	8,41	8,33
6	8,10	8,28	8,25	8,30	8,22	7,99	8,32	8,33	7,76	8,33	8,38	8,32
7	8,18	8,28	8,27	8,16	8,28	8,26	8,30	8,30	8,35	8,16	8,41	8,36
8	7,95	8,20	8,25	8,24	8,35	8,23	8,15	8,34	8,20	8,28	8,29	8,28

### Zona D

Diodo	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	Fila 7	Fila 8	Fila 9	Fila 10	Fila 11	Fila 12
1	8,28*	8,09	8,14	8,33*	8,17	8,10	7,60	8,10	8,14	7,96	8,22	7,96
2	7,70	7,59	8,14	7,40	7,93	8,08	7,30	8,16	8,17	8,00	8,23	8,19
3	8,30	8,10	7,97	8,14	8,10	8,22	8,10	8,19	8,14	8,21	8,17	8,18
4	8,35	8,09	8,15	7,97	8,20	7,96	8,13	7,99	8,20	8,16	8,23	8,09
5	8,02	8,29	8,26	7,98	8,20	7,88	8,05	8,20	8,23	8,04	8,26	8,32
6	8,29	8,22	8,01	8,12	8,23	8,14	8,04	8,24	8,17	8,00	7,65	8,18
7	8,27	8,26	8,05	8,19	7,80	7,86	8,00	8,04	8,12	8,19	8,18	7,96
8	8,06	8,16	8,20	8,02	8,18	8,14	8,01	7,97	7,93	7,80	8,15	8,05

\* diodi sostituiti in fase di prova in quanto interrotti

**Power Electronics Technologies Division**

**START POWER** s.r.l.

13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605  
REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026  
Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 -10148 Torino - 0112295445

Durante le verifiche meccaniche e di pulizia si è riscontrato un cedimento delle bandelle raccogliatrici lato C del raddrizzatore. Il cedimento è di alcuni centimetri per cui è necessario provvedere a rinforzare la struttura di tenuta delle bandelle raccogliatrici tirandole verso il soffitto. Il lavoro è indispensabile anche in funzione del ricollegamento delle bandelle uscenti dal raddrizzatore stesso.

Sono stati sostituiti due diodi interrotti con diodi di nostra fornitura

Sono stati tolti 34 fusibili di cui alcuni interrotti ma molti con l'indicatore staccato anche se il fusibile in apparenza sembrava buono. 26 fusibili sono stati sostituiti con quelli esistenti in Siet mentre i 7 mancanti verranno reintegrati durante l'intervento di ripartenza.

Sono stati tolti 32 microinterruttori che sono ancora da installare in quanto mancanti. Anche in questo caso si provvederà durante l'intervento di ripartenza.

Nei lati A e C del raddrizzatore sono stati scollegati due cavi (+ e -) che portavano tensione all'interno del raddrizzatore anche con interruttore generale aperto. Questi due cavi portavano tensione sui microinterruttori dei fusibili

Doriano Perin

***Power Electronics Technologies Division***

**START POWER** s.r.l.

13876 Sandigliano (BI) - Via A. Gramsci 23 - Tel. 015 691188 Fax 015 691605  
REA BI-186686 Codice Fiscale e Partita IVA 02333870026  
Ufficio Regionale Piemonte: Via Fea 19 -10148 Torino - 0112295445

16 settembre 2010

In data odierna sono stati ripristinati i collegamenti in bandella del lato C del raddrizzatore. Tale operazione è stata possibile in quanto in Siet si è provveduto al rinforzo della struttura dei sostegni delle bandelle raccogliatrici.

Sono stati montati i fusibili mancanti e ripristinato i vari microinterruttori.

Sono stati ricollegati i cavi + e – degli ausiliari.

Al raddrizzatore non è stato possibile dare l'alimentazione in quanto ancora presenti alcuni problemi esterni al raddrizzatore stesso.

Doriano Perin

***Power Electronics Technologies Division***

Pagina intenzionalmente bianca

## ALLEGATO 3

### **Certificati analisi olio dopo i trattamenti**



SEDE AMMINISTRATIVA E DIREZIONALE:  
28080 S. PIETRO MOSEZZO (NO) - I.C.  
Via Biancamano, 39 - Tel. 0321 485411 - Telefax 0321 485410  
E-mail decoman@tin.it - www.decoman.it  
R.E.A. Milano n. 1/19448 - Iscr. Reg. Imp. Milano 05071700156  
C.F./P. IVA 05071700156  
Sede Legale: Via Settembrini, 1 - Milano

S.R.L.  
DISINQUINAMENTO DA PCB  
DI QUALSIASI APPARECCHIATURA ELETTRICA O MECCANICA  
MANUTENZIONE DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE IN GENERE  
LABORATORIO DI ANALISI



## CERTIFICATO DI ANALISI

<b>CLIENTE</b>	SIET SPA	
<b>Località</b>	VIA NINO BIXIO, 27/C - PIACENZA	
<b>Trasformatore TAMINI 53177 - 4000 KVA</b>		
<b>Data ANALISI</b>	11/08/10	<b>N. ANALISI INTERNA</b> 4576

### PARAMETRI ANALITICI

Parametro controllato	Norme	Unità di Misura	Valore trovato	Limite
PCB (policlorobifenile)	IEC 61619	ppm	24	
Tensione di scarica	IEC 60156	kv	72	
Contenuto di Acqua	IEC 60814	mg/kg	9	
Numero di Neutralizzazione	IEC 62021-1	mgKOH/gr	0,083	
Gas combustibili	IEC60567	µl/l	28	



**decoman** S.R.L.  
DISINQUINAMENTO DA PCB  
DI QUALSIASI APPARECCHIATURA ELETTRICA O MECCANICA  
MANUTENZIONE DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE IN GENERE  
LABORATORIO DI ANALISI

SEDE AMMINISTRATIVA E DIREZIONALE:  
28060 S. PIETRO MOSEZZO (NO) (LO)  
Via Blandrate, 39 - Tel. 0321 485411 - Telefax 0321 485410  
E-mail decoman@tin.it - www.decoman.it  
R.E.A. Milano n. 1119448 - Iscr. Reg. Imp. Milano 05071700156  
C.F./P. IVA 05071700156  
Sede Legale: Via Settembrini, 1 - Milano



## CERTIFICATO DI ANALISI

<b>CLIENTE</b>	SIET SPA		
<b>Località</b>	VIA NINO BIXIO, 27/C - PIACENZA		
<b>Trasformatore BOOSTER 2 CGE – 8000 KVA</b>			
<b>Data ANALISI</b>	11/08/10	<b>N. ANALISI INTERNA</b>	4575

### PARAMETRI ANALITICI

Parametro controllato	Norme	Unità di Misura	Valore trovato	Limite
PCB (policlorobifenile)	IEC 61619	ppm	6	
Tensione di scarica	IEC 60156	kv	70	
Contenuto di Acqua	IEC 60814	mg/kg	11	
Numero di Neutralizzazione	IEC 62021-1	mgKOH/gr	0,097	
Gas combustibili	IEC60567	µl/l	23	





SEDE AMMINISTRATIVA E DIREZIONALE:  
28060 S.PIETRO MOSEZZO (NO) (COC)  
Via Blandrate, 39 - Tel. 0321 485411 - Telefax 0321 485410  
E-mail [decoman@tin.it](mailto:decoman@tin.it) - [www.decoman.it](http://www.decoman.it)  
R.E.A. Milano n. 1119448 - Iscr. Reg. Imp. Milano 05071700156  
C.F./P. IVA 05071700156  
Sede Legale: Via Settembrini, 1 - Milano

S.R.L.  
DISINQUINAMENTO DA PCB  
DI QUALSIASI APPARECCHIATURA ELETTRICA O MECCANICA  
MANUTENZIONE DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE IN GENERE  
LABORATORIO DI ANALISI



## CERTIFICATO DI ANALISI

<b>CLIENTE</b>	SIET SPA
<b>Località</b>	VIA NINO BIXIO, 27/C - PIACENZA

**Trasformatore BOOSTER 1 CGE – 8000 KVA**

<b>Data ANALISI</b>	11/08/10	<b>N. ANALISI INTERNA</b>	4574
---------------------	----------	---------------------------	------

### PARAMETRI ANALITICI

Parametro controllato	Norme	Unità di Misura	Valore trovato	Limite
PCB (policlorobifenile)	IEC 61619	ppm	7,9	
Tensione di scarica	IEC 60156	kv	63	
Contenuto di Acqua	IEC 60814	mg/kg	12	
Numero di Neutralizzazione	IEC 62021-1	mgKOH/gr	0,094	
Gas combustibili	IEC60567	µl/l	32	

