

Numero	Data	Rev.	Pagina
SPE-MD-SB-MPS-00070	02/12/2020	0	1 di 9

Documento tipo / Document type

SPECIFICA TECNICA (SPE)

Titolo / Title

**Specifiche per la fornitura, comprensiva di garanzia 12 mesi, di n.17 alimentatori della linea
LEBT O3 del CNAO**

Autori (CNAO se non diversamente indicato) / Authors (CNAO if non differently indicated)

S.Alpegiani

Referente / Contact person

S.Alpegiani

Parole chiave / Keywords

Riassunto / Abstract

Emesso / Compiled

Alpegiani Stefano

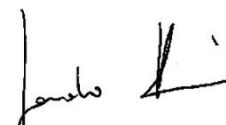


Verificato / Controlled

Verificato / Controlled

Approvato / Approved

Rossi Sandro



Informazioni strettamente riservate di proprietà della Fondazione CNAO – Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui sono state fornite – Tutti i diritti riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, immagazzinata o trasmessa in nessuna forma o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico, registrato, fotocopiato o in qualsiasi altro modo senza il permesso della Fondazione CNAO.

Confidential information property of CNAO Foundation – Not to be used for any purpose other than that for which is supplied – All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the CNAO Foundation.

LISTA DI DISTRIBUZIONE / DISTRIBUTION LIST

#	Data / Date	Nome / Name	Ditta / Society

ELENCO DELLE VARIAZIONI / HISTORY OF CHANGES

Ver.	Data / Date	Pag.	Descrizione / Description

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. OGGETTO DELLA COMMESSA	5
3. REQUISITI COMUNI A TUTTI GLI ALIMENTATORI	5
4. PRESTAZIONI RICHIESTE PER L'ALIMENTATORE DEL SOLENOIDE	7
5. PRESTAZIONI RICHIESTE PER GLI ALIMENTATORI DEI CORRETTORI	7
6. PRESTAZIONI RICHIESTE PER GLI ALIMENTATORI DEI MAGNETI QUADRUPOLI	8
7. PRESTAZIONI RICHIESTE PER L'ALIMENTATORE DEL DIPOLO A 90°	8
8. CARATTERISTICHE NON OBBLIGATORIE	9
9. TEMPI	9
10. CONSEGNE	9

1. INTRODUZIONE

Il CNAO (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica, www.fondazionecnao.it), con sede a Pavia, è una struttura innovativa e tecnologicamente avanzata, istituita dal Ministero della Salute con lo scopo di curare i pazienti affetti da tumori radioresistenti solidi mediante l'uso di protoni e ioni carbonio, particelle denominate adroni (da cui "adroterapia").

CNAO è uno dei 6 centri al mondo dove, con un'unica macchina denominata "sincrotrone" vengono accelerate sia le particelle di ioni carbonio che di protoni destinate ad uso terapeutico, ed è l'unico centro in Italia per la terapia con ioni carbonio.

Nella sala sperimentale, nelle aree dedicate e nei laboratori si effettuano attività di ricerca clinica, radiobiologica e traslazionale. Alla ricerca si affianca attività formativa rivolta a medici e studenti universitari.

Il know-how sviluppato dal CNAO lo rende centro di riferimento importante per il trasferimento tecnologico nello sviluppo di tecnologie simili all'estero.

CNAO è ente di ricerca capofila del progetto INSPIRIT, condotto in partenariato con l'INFN e la PMI Hifuture, (ID PROGETTO 1161908 CUP E18I19000180007) finanziato dalla Regione Lombardia nell'ambito del POR FESR 2014-2020 Call Hub Ricerca e Innovazione. Il progetto ha tra i suoi obiettivi la realizzazione di una terza sorgente innovativa in grado di produrre nuove specie ioniche sia a scopo clinico (Elio, Ossigeno) sia per scopi sperimentali (Ferro, Litio). I fasci generati dalla terza sorgente verranno indirizzati nella sala sperimentale per essere resi disponibili per attività di ricerca clinica e industriale.

Il sincrotrone dispone di un acceleratore lineare (LINAC) per protoni e ioni carbonio, che accelera le particelle fino all'energia di 7 MeV/u. Una linea di iniezione (LEBT e MEBT) le trasporta fino all'anello del sincrotrone dove vengono iniettate, accelerate ed estratte con un'energia compresa tra 60 e 250 MeV per protoni e 120 e 400 MeV/u per gli ioni carbonio. Una linea di estrazione (HEBT) guida il fascio fino alle sale di trattamento, dove sono collocati i pazienti.

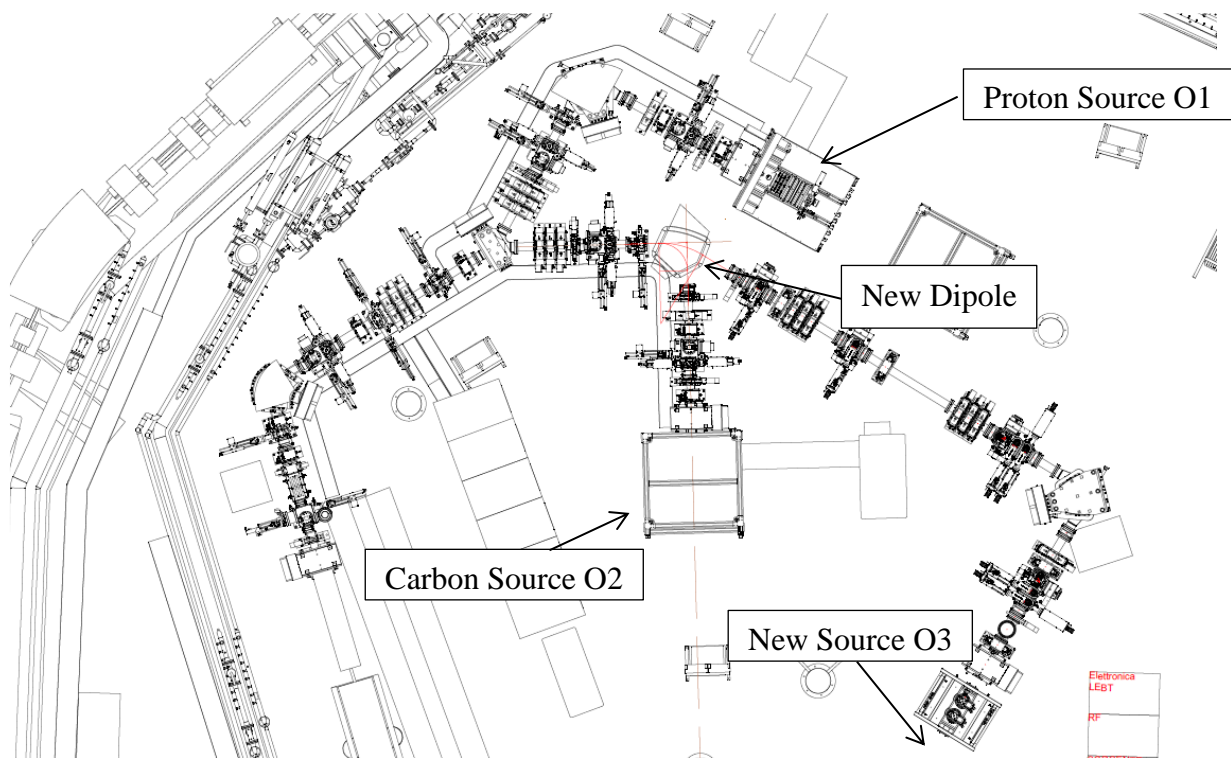


Figure 1 - Layout della LEBT CNAO con la nuova sorgente installata

2. OGGETTO DELLA COMMESSA

2.1. Questo documento descrive le specifiche per la fornitura di n.17 alimentatori, comprensiva di garanzia di n.12 mesi, necessari a pilotare i magneti della nuova linea di trasporto del fascio a bassa energia (Low Energy Beam Transfer Line – LEBT) che sarà utilizzata per connettere all'esistente acceleratore la terza sorgente del CNAO. La garanzia decorrerà al momento dell'accettazione, con esito positivo, degli oggetti presso il CNAO; l'accettazione avverrà entro 2 mesi dalla consegna.

I magneti da pilotare sono:

- Un solenoide
- Quattro correttori per entrambi i piani (orizzontale & verticale)
- Sette quadrupoli
- Un dipolo a 90°

2.2. Nei correttori, ogni avvolgimento sarà pilotato da un convertitore di potenza dedicato. Il numero totale degli alimentatori necessari è quindi 17. Gli alimentatori lavoreranno in DC: riceveranno un valore di riferimento e dovranno mantenere il livello di corrente corrispondente per un tempo arbitrariamente lungo. Periodicamente sarà richiesto che il valore cambi o che siano raggiunte le correnti massima e minima per resettare il ciclo d'isteresi del magnete.

2.3. Deve intendersi escluso dall'oggetto del contratto l'attività di installazione degli alimentatori forniti. Tale attività sarà eseguita da Personale CNAO.

2.4. La Tabella 1 riassume le caratteristiche elettriche dei magneti. La resistenza indicata è quella del solo magnete, esclusi i cavi.

Tabella 1 – Caratteristiche elettriche dei magneti

Tipo Magnete	Resistenza [mOhm]	Induttanza [mH]
Correttore (oriz. = vert.)	70	4
Quadrupoli	25	1
Dipolo a 90°	150	107
Solenoide	252	108

3. REQUISITI COMUNI A TUTTI GLI ALIMENTATORI

Questa sezione elenca le caratteristiche comuni a tutti gli alimentatori.

3.1. Gli alimentatori saranno unità standard, disponibili a catalogo. Un numero limitato di personalizzazioni sono permesse; esse devono essere discusse con CNAO e approvate da CNAO. Unità completamente costruite ad hoc non sono ammesse.

3.2. Gli alimentatori saranno forniti in un involucro compatibile con l'installazione in un armadio rack da 19". Non sono permesse griglie di areazione sui lati o sui pannelli superiore e inferiore.

3.3. La tensione di alimentazione può essere monofase, 230 V ($\pm 10\%$) solo per unità con potenza nominale fino a 1 kW; per potenze superiori la tensione di alimentazione sarà trifase, 400 V ($\pm 10\%$). Tutte le tensioni di alimentazione sono a 50 Hz.

3.4. Ogni alimentatore deve essere equipaggiato con un interruttore generale che interrompe la linea di alimentazione, togliendo completamente tensione all'unità.

3.5. Deve essere previsto uno stato di STANDBY in cui l'elettronica di controllo è alimentata, mentre lo stadio di potenza non lo è.

- 3.6. Deve essere previsto uno stato di POWER ON in cui anche lo stadio di potenza è alimentato.
- 3.7. Deve essere previsto uno stato di FAULT che viene attivato quando si attiva un allarme. Nello stato di FAULT l'elettronica di controllo è attiva, mentre lo stadio d'uscita non lo è. Quando l'allarme o gli allarmi vengono resettati dall'utente o dal sistema di controllo, l'unità passa nello stato di STANDBY.
- 3.8. Il raffreddamento aria può essere accettato solo per unità con potenza nominale fino a 1 kW.
- 3.9. Il raffreddamento ad acqua deve essere compatibile acqua demineralizzata.
- 3.10. Devono essere disponibili almeno due ingressi per interlock esterni, compatibili con un contatto pulito, capaci di interrompere il funzionamento dell'alimentatore entro 100 ms. Gli ingressi devono reagire ad un cambio di stato del contatto da chiuso ad aperto.
- 3.11. Gli alimentatori devono avere una modalità di funzionamento chiamata LOCALE ed una chiamata REMOTO: La prima permette di comandare l'unità per mezzo di un pannello locale e un display con tasti o un touch panel; la seconda richiede che l'unità sia in grado di ricevere comandi / valori del riferimento e inviare riletture / informazioni di stato per mezzo di una connessione Ethernet. Sia i comandi che i dati scambiati con gli alimentatori devono essere in formato ASCII. La selezione della modalità di funzionamento deve essere possibile solo dal pannello locale.
- 3.12. La pendenza della rampa usata per raggiungere il valore del riferimento deve essere selezionabile dall'utente, sia in modalità LOCALE che REMOTO. L'intervallo delle pendenze di rampa permesse deve essere tale da permettere di compiere un'escursione completa della corrente d'uscita in un tempo compreso tra 4 e 60 secondi.
- 3.13. Sono richieste due modalità di attuazione di un nuovo riferimento di corrente, che devono essere selezionabili in modalità REMOTO:
- 3.13.1. Immediata: la rampa verso il nuovo valore del riferimento (con la pendenza di rampa selezionata) inizia ad essere attuata non appena il valore del nuovo riferimento viene ricevuto.
 - 3.13.2. Triggerata: la rampa verso il nuovo valore del riferimento (con la pendenza di rampa selezionata) deve iniziare non appena un segnale fisico viene applicato ad un connettore dedicato, compatibile sia con segnali TTL che LVTTTL. Il massimo ritardo tra il segnale di trigger e l'inizio della rampa deve essere inferiore a 500 microsecondi.
- 3.14. L'alimentatore funzionerà prevalentemente in modalità regolazione di corrente. La possibilità di lavorare in modalità regolazione di tensione deve essere prevista a scopo di test.
- 3.15. Parametri dell'anello di regolazione.
- 3.15.1. I parametri per calibrare l'anello di regolazione (sia quello di tensione che quello di corrente) devono essere accessibili per l'utente che li ottimizzerà sul campo quando l'installazione del magnete e dei relativi cablaggi sarà completata.
 - 3.15.2. In alternativa, l'anello di regolazione può essere calibrato in fabbrica per lo specifico carico e potrebbe richiedere qualche aggiustamento fine, per esempio per tenere conto della reale lunghezza dei cavi, dopo che l'installazione definitiva sarà completata.
 - 3.15.3. In entrambi i casi deve esistere un insieme di parametri che garantisca l'assenza di sovra-elongazioni al termine della rampa più veloce tra quelle ammesse.
 - 3.15.4. In caso di sostituzione di un alimentatore con uno di scorta, le impostazioni degli anelli di regolazione devono poter essere effettuate da CNAO, a mano o tramite un file, senza alcun intervento del Fornitore.
- 3.16. Gli alimentatori devono essere autoprotetti contro i sovraccarichi e i corto circuiti.
- 3.17. Gli alimentatori devono poter operare con una temperatura ambiente compresa tra 0°C e 40°C

e con un'umidità relativa compresa tra il 30% e l'80%.

3.18. Long Term Support (LTS – supporto a lungo termine): Il Fornitore si impegna a riparare gli alimentatori e rendere disponibili le parti di ricambio per almeno 10 anni dalla data di consegna. Nel caso in cui dei componenti non siano più disponibili, il Fornitore si impegna a reperire componenti sostitutivi compatibili o a modificare le unità per renderle compatibili con i nuovi componenti.

3.19. Dopo l'installazione effettuata da personale di CNAO, e la calibrazione finale, eseguita secondo i termini indicati al precedente punto 3.15, le prestazioni di ogni tipo di alimentatore saranno verificate secondo una procedura e con la strumentazione che sarà concordata tra il Fornitore e CNAO. Nel caso in cui le prestazioni attese non siano raggiunte, il Fornitore farà tutte le necessarie modifiche per raggiungere le prestazioni indicate in questa Specifica.

3.20. La fornitura comprenderà:

- 3.20.1. Il manuale utente (in lingua inglese, incluse le istruzioni per la manutenzione);
- 3.20.2. Gli schematici completi (anche per le schede interne);
- 3.20.3. Tutto il software necessario per impostare le unità e configurarle.

3.21. Le prestazioni richieste per ogni tipo di alimentatore sono indicate nelle sezioni seguenti. Nel caso una singola unità non sia in grado di erogare la corrente o la tensione richiesta, più unità possono essere combinate in serie/parallelo. In questo caso una si comporterà DA Master e sarà responsabile di gestire l'interfacciamento con il Sistema di controllo CNAO.

4. PRESTAZIONI RICHIESTE PER L'ALIMENTATORE DEL SOLENOIDE

La Tabella 2 elenca le prestazioni richieste per l'alimentatore del solenoide.

Tabella 2

Tipo della corrente d'uscita	Unipolare
Massima tensione d'uscita	60 V
Massima corrente d'uscita	200 A
Intervallo di controllo e di impostazione del valore di corrente	0.5% ÷ 100% f.s.
Intervallo operativo normale (Normal Operating Range - NOR)	0.5% ÷ 100% f.s.
Risoluzione del riferimento di corrente e delle riletture	< ±8.0E-5 f.s.
Riproducibilità	< ±4.0E-5 f.s.
Ondulazione in corrente residua ripple (picco-picco) all'interno del NOR	< ±8.0E-5 f.s.
Errore di linearità	< ±4.0E-5 f.s.
Stabilità (8 ore)	< ±8.0E-5 f.s.

5. PRESTAZIONI RICHIESTE PER GLI ALIMENTATORI DEI CORRETTORI

La Tabella 3 elenca le prestazioni richieste per gli alimentatori dei magneti correttori. Ogni alimentatore pilota la bobina di un solo piano (orizzontale o verticale).

Tabella 3

Tipo della corrente d'uscita	Bipolar
Massima tensione d'uscita	± 10 V
Massima corrente d'uscita	± 10 A
Intervallo di controllo e di impostazione del valore di corrente	-100% ÷ +100% f.s.
Intervallo operativo normale (Normal Operating Range - NOR)	-100% ÷ +100% f.s.
Risoluzione del riferimento di corrente e delle riletture	$< \pm 2.0E-4$ f.s.
Riproducibilità	$< \pm 1.0E-4$ f.s.
Ondulazione in corrente residua ripple (picco-picco) all'interno del NOR	$< \pm 5.0E-5$ f.s.
Errore di linearità	$< \pm 1.0E-4$ f.s.
Stabilità (8 ore)	$< \pm 1.0E-4$ f.s.

6. PRESTAZIONI RICHIESTE PER GLI ALIMENTATORI DEI MAGNETI QUADRUPOLI

La Tabella 4 elenca le prestazioni richieste per gli alimentatori dei magneti quadrupoli.

Tabella 4

Tipo della corrente d'uscita	Unipolar
Massima tensione d'uscita	20 V
Massima corrente d'uscita	300 A
Intervallo di controllo e di impostazione del valore di corrente	0.5% ÷ 100% f.s.
Intervallo operativo normale (Normal Operating Range - NOR)	0.5% ÷ 100% f.s.
Risoluzione del riferimento di corrente e delle riletture	$< \pm 5.0E-5$ f.s.
Riproducibilità	$< \pm 2.5E-5$ f.s.
Ondulazione in corrente residua ripple (picco-picco) all'interno del NOR	$< \pm 5.0E-5$ f.s.
Errore di linearità	$< \pm 2.5E-5$ f.s.
Stabilità (8 ore)	$< \pm 5.0E-5$ f.s.

7. PRESTAZIONI RICHIESTE PER L'ALIMENTATORE DEL DIPOLO A 90°

La Tabella 5 elenca le prestazioni richieste per l'alimentatore del dipolo a 90°.

Tabella 5

Tipo della corrente d'uscita	Unipolar
Massima tensione d'uscita	35 V
Massima corrente d'uscita	100 A
Intervallo di controllo e di impostazione del valore di corrente	1% ÷ 100% f.s.
Intervallo operativo normale (Normal Operating Range - NOR)	1% ÷ 100% f.s.
Risoluzione del riferimento di corrente e delle riletture	$< \pm 5.0E-5$ f.s.
Riproducibilità	$< \pm 2.5E-5$ f.s.
Ondulazione in corrente residua ripple (picco-picco) all'interno del NOR	$< \pm 5.0E-5$ f.s.
Errore di linearità	$< \pm 2.5E-5$ f.s.
Stabilità (8 ore)	$< \pm 5.0E-5$ f.s.

8. CARATTERISTICHE NON OBBLIGATORIE

Questa sezione descrive alcuni requisiti che sono preferenziali ma non obbligatori.

8.1. Oscilloscopio virtuale (punto valutato nel suo complesso, non singolarmente):

8.1.1. Gli alimentatori dovrebbero essere equipaggiati con un sistema che permetta di acquisire le forme d'onda di tensione e corrente all'uscita e di mostrarle su un oscilloscopio virtuale, accessibile via Ethernet, in modo da permettere di calibrare i parametri degli anelli di regolazione senza bisogno di utilizzare strumentazione esterna.

8.1.2. È richiesta una frequenza di campionamento minima di 20 kHz.

8.1.3. Il numero di punti per acquisizione dovrà essere tale per cui possa essere acquisito un transitorio della durata di almeno 5 secondi.

8.1.4. Deve essere previsto un meccanismo di trigger che faccia partire l'acquisizione al raggiungimento, da parte della grandezza osservata, di un valore di soglia, come in un oscilloscopio tradizionale.

8.2. Generazione di forme d'onda arbitrarie (punto valutato nel suo complesso, non singolarmente):

8.2.1. Gli alimentatori dovrebbero essere equipaggiati di una funzione di generazione di forme d'onda arbitrarie.

8.2.2. La frequenza di campionamento delle forme d'onda deve essere almeno di 20 kHz.

8.2.3. Il numero di punti che descrive la forma d'onda deve essere tale per cui possa durare almeno 10 secondi.

8.2.4. Dovrà essere possibile caricare negli alimentatori i punti che descrivono la forma d'onda attraverso la connessione Ethernet.

8.3. Programmabilità degli ingressi per interlock esterni (punto valutato nel suo complesso, non singolarmente):

8.3.1. Come specificato al punto 3.10 devono essere presenti due ingressi per interlock esterno, che devono reagire all'apertura di un contatto pulito; sarebbe utile che questi ingressi fossero programmabili in modo che possano reagire sia all'apertura che alla chiusura di un contatto pulito.

9. TEMPI

La fornitura dovrà essere effettuata entro 5 mesi dalla firma del contratto di fornitura ovvero dall'invio dell'ordinativo di acquisto.

10. CONSEGNE

La consegna degli alimentatori deve essere effettuata, franco destino, presso Fondazione CNAO situata in Strada Campeggi n.53 – 27100 Pavia.