



Allegato <sub n.1>

**Sistema TIMER**

**FESD #080-rev0**

**SPECIFICA TECNICA**

Author: F. Bencivenga

**21 Dicembre 2010**

<b>1</b>	<b>Oggetto della fornitura.....</b>	<b>3</b>
1.1	Obblighi dell'appaltatore.....	3
1.2	Disegni.....	4
<b>2</b>	<b>Specifiche tecniche.....</b>	<b>6</b>
2.1	Camera sperimentale e sistema di accoppiamento.....	7
2.2	Valori di vuoto.....	10
2.3	Motorizzazioni.....	11
2.4	Sistema di allineamento FEL.....	12
2.5	Sistema "FEL-FEL".....	14
2.6	Sistema "FEL-laser 1".....	15
2.7	Sistema "FEL-laser 2".....	16
<b>3</b>	<b>Collaudi e installazione.....</b>	<b>19</b>
1.1	Collaudo presso l'appaltatore.....	19
1.2	Installazione e collaudo presso ST.....	20
	<b>Tabelle riassuntive.....</b>	<b>21</b>
	Tabella 1.....	21
	Tabella 2.....	23

# 1 Oggetto della fornitura

Sincrotrone Trieste S.C.p.A. (si seguito indicata con la parola “ST”) è una società consortile per azioni di interesse nazionale che attualmente gestisce il laboratorio multidisciplinare Elettra, basato su una sorgente di luce di sincrotrone di terza generazione. Attualmente ST sta realizzando una nuova sorgente di quarta generazione, il laser ad elettroni liberi (FEL) FERMI@Elettra. Entrambe le sorgenti sono dotate di speciali linee di luce, utilizzabili da utenti nazionali ed internazionali, presso cui possono essere svolti diversi tipi di esperimenti di notevole complessità e pregio scientifico. L'elevata qualità delle sorgenti e delle linee di luce hanno prodotto importanti risultati sia scientifici che tecnologici.

Il presente documento definisce le specifiche tecniche per la progettazione, realizzazione, installazione e collaudo del sistema “TIMER”, che è parte integrante della linea di luce “EIS”. Tale linea di luce sarà installata presso FERMI@Elettra, attualmente in costruzione nel sito della ST.

Il sistema consiste in una camera sperimentale (CS) ultra alta vuoto compatibile (UHV), un sistema di accoppiamento tra la camera stessa e la linea di luce EIS e un sistema meccanizzato (comprensivo di motorizzazioni e, solo nel caso di motori piezoelettrici, anche dei relativi controlli) in grado di posizionare ed azionare gli elementi necessari al funzionamento del sistema di allineamento FEL e dell'apparato sperimentale in tre diverse configurazioni (“FEL-FEL”, “FEL-laser 1” e “FEL-laser 2”) senza modificare il livello di vuoto nella CS.

## 1.1 Obblighi dell'appaltatore

Nella prima fase l'appaltatore dovrà sviluppare i disegni costruttivi del sistema oggetto della presente specifica in modo da raggiungere i parametri elencati nelle Tabelle 1 e 2. L'appaltatore sarà responsabile per la produzione di tali disegni, che dovranno essere in accordo con quanto indicato nella presente specifica.

L'appaltatore non potrà procedere alla fase realizzativa prima di aver ricevuto approvazione scritta da parte di ST. L'appaltatore dovrà:

- progettare il sistema;
- realizzare i disegni costruttivi che diventeranno proprietà di ST;

- reperire i materiali necessari alla fabbricazione del sistema ad eccezione di quanto esplicitamente indicato nella presente specifica;
- realizzare i singoli componenti e procedere all'assemblaggio;
- eseguire le procedure di pulizia dei dispositivi che andranno in vuoto;
- misurare l'impedenza di vuoto associata al sistema di accoppiamento al fine di stimare il massimo gradiente di vuoto ottenibile tra la camera sperimentale e la linea di luce EIS;
- procedere alla calibrazione delle componenti motorizzate;
- verificare in corretto funzionamento delle movimentazioni e del sistema wired (hardware) per evitare collisioni tra le componenti mobili del sistema;
- collaudare la funzionalità dell'intero sistema nelle condizioni di vuoto richieste;
- fornire tutta la documentazione relativa ai collaudi, ai controlli dimensionali e di stabilità;
- chiudere tutte le connessioni con tappi gasket e bulloneria, imballare e spedire il sistema presso il sito di ST;
- provvedere all'installazione del sistema presso il sito di ST.

L'appaltatore sarà responsabile per la corretta realizzazione delle saldature secondo le indicazioni fornite da ST nell'allegato FESD060 e dovrà garantire la tenuta da vuoto dei dispositivi. L'appaltatore dovrà inoltre aver cura di rimuovere oli e grassi dalle componenti del sistema e di mantenere un alto grado di pulizia durante le fasi di lavorazione e collaudo, onde evitare un successivo degassaggio eccessivo, come specificato nell'allegato FESD060.

L'appaltatore dovrà infine rilasciare un fascicolo tecnico (in formato digitale e cartaceo) redatto in lingua italiana o inglese contenente tutte le informazioni necessarie per l'utilizzo del sistema.

## **1.2 Disegni**

Sarà cura dell'appaltatore produrre tutti i disegni necessari alla costruzione, assemblaggio e allineamento dell'intero sistema, che dovranno essere sempre in accordo con i metodi di fabbricazione indicati da ST nella presente specifica e nell'allegato FESD060; tali disegni dovranno essere forniti a ST entro e non oltre 8 (otto) settimane dalla data di stipula del contratto di fornitura. Dopo aver ricevuto i disegni ST si riserva il diritto di suggerire modifiche oppure di approvare il progetto entro 2 (due) settimane dalla data di ricezione degli stessi. L'appaltatore procederà alla

costruzione del sistema solo dopo aver ricevuto approvazione scritta da parte di ST. Tutti i disegni dovranno essere forniti su supporto cartaceo e magnetico (formato AUTOCAD in 3D). Nessuna modifica ai disegni approvati da ST sarà permessa senza richiesta scritta da parte dell'appaltatore ed approvazione scritta da parte di ST.

Qualsiasi approvazione da parte di ST non solleva l'appaltatore dal suo obbligo di accettare piena responsabilità per la fornitura del sistema, conformemente alle prescrizioni e alle richieste della presente specifica.

## 2 Specifiche tecniche

Tutte le dimensioni lineari e angolari riportate in seguito sono espresse in millimetri (mm) e gradi ( $^{\circ}$ ), se non espressamente indicato.

In pagina 1 dell'allegato <sub n.2> le linee continue rosse e verdi indicano le possibili direzioni dei fasci FEL di "pump" e di "probe", rispettivamente, mentre la linea orizzontale tratteggiata blu indica la bisettrice dei fasci di pump. Nel seguito si assume l'asse "x" coincidente con la bisettrice dei fasci di "pump", l'asse "z" perpendicolare al foglio e uscente da esso, mentre l'asse "y" è definito dalla regola della mano destra. L'asse "z" rappresenta la dimensione verticale con verso contrario alla gravità mentre il piano "xy" rappresenta il piano orizzontale parallelo al suolo. L'origine del sistema di riferimento coincide con la posizione del campione, definita dall'incrocio dei fasci di "pump" e di "probe" (vedi anche pagina 1 dell'allegato <sub n.2>).

Con " $\theta$ " si intende un generico angolo nel piano "xy", compreso tra  $0$  e  $180^{\circ}$ , misurato rispetto all'asse "x" e positivo per rotazioni verso "y" positivi (ovvero le direttrici degli assi "x", "y", "-x" e "-y" nel piano "xy" sono  $\theta=0^{\circ}$ ,  $\theta=+90^{\circ}$ ,  $\theta=+180^{\circ}=-180^{\circ}$  e  $\theta=-90^{\circ}$ , rispettivamente). Con " $\varphi$ " si indica l'angolo nel piano "xz" misurato rispetto all'asse "x", positivo per rotazioni verso "z" positivi (ovvero le direttrici degli assi "x", "z" e "-z" nel piano "xz" sono  $\varphi=0^{\circ}$ ,  $\varphi=+90^{\circ}$  e  $\varphi=-90^{\circ}$ , rispettivamente). I valori degli angoli dei vari fasci rispetto all'asse "x", indicati in figura come  $\pm\theta p1$ ,  $\pm\theta p2$ ,  $\pm\theta p3$ ,  $\pm\theta p4$ ,  $\theta B1$ ,  $\theta B2$ ,  $\theta B3$  e  $\theta B4$ , sono:  $\pm 9.2^{\circ}$ ,  $\pm 13.8^{\circ}$ ,  $\pm 39.5^{\circ}$ ,  $\pm 52.7^{\circ}$ ,  $3.05^{\circ}$ ,  $4.56^{\circ}$ ,  $12.24^{\circ}$  e  $15.4^{\circ}$ , rispettivamente; la tolleranza sugli angoli è di  $0.1^{\circ}$ .

Le linee verdi tratteggiate indicano le direzioni del fascio segnale, che emerge dal campione propagandosi specularmente al fascio di "probe" rispetto all'asse "x". Si assume che tutti i fasci hanno diametro di 4 mm e traiettorie complanari al piano "xy" per  $x < 0$ ; per  $x > 0$  tutti i fasci restano complanari ad un piano contenente l'asse "y" ed una seconda retta, compresa nel piano "xz" e caratterizzata da un angolo  $\varphi$  nel range che va da  $0^{\circ}$  a  $-20^{\circ}$ .

Gli specchi focalizzanti e i relativi montaggi con tilt motorizzati, che vengono menzionati nel seguito del documento, non sono oggetto di gara. Questi elementi verranno forniti da ST all'appaltatore sulla base del progetto definitivo. Ai fini della progettazione verrà indicato un range accettabile di lunghezze focali e un possibile tipo di montaggio.

I detector ("detector-1", "detector-2", "diodo-1", "diodo-2", "diodo-3" e "diodo-4") menzionati nel seguito del documento non sono oggetto di gara. Ai fini della progettazione questi elementi possono essere schematizzati da parallelepipedi di dimensioni  $50 \times 50 \times 75 \text{ mm}^3$  (elementi

“diodo-1” e “diodo-2”; 75 mm dimensione verticale) 50x50x50 mm<sup>3</sup> (elementi “diodo-3” e “diodo-4”) e 60x60x60 mm<sup>3</sup> (elementi “detector-1” e “detector-1”); la massa di questi elementi è inferiore a 500 grammi. Si deve inoltre tenere in considerazione la presenza di una placchetta di adattamento (di spessore 10 mm ed area uguale all’area della base dell’elemento) per accoppiare l’elemento in questione con il relativo sistema di movimentazione. Si deve inoltre assumere che la superficie attiva di questi elementi è di 1x1 mm<sup>2</sup> ed è posta al centro della faccia rivolta verso il fascio, fanno eccezione gli elementi “diodo-1” e “diodo-2” dove la superficie attiva si trova ad un'altezza di 10 mm dalla base inferiore dell'elemento (centrata nella dimensione orizzontale). La ST sta sviluppando dei detector per il progetto TIMER, le cui dimensioni potrebbero essere superiori a quelle sopramenzionate. Il concorrente deve quindi indicare le dimensioni massime per gli elementi “detector-1” e “detector-2” compatibilmente con il sistema proposto. La massimizzazione di queste dimensioni è un elemento di valutazione tecnica. Gli elementi classificati come “diodi” verranno forniti da ST all'appaltatore.

Il manipolatore del campione, le viewport, l’iniettore di particelle, i sistemi di pompaggio e di misurazione del vuoto menzionati nel seguito non sono oggetto della presente gara. La realizzazione del software di controllo delle motorizzazioni non è oggetto di gara. I controllori dei motori stepper non sono oggetto di gara; questi saranno forniti da ST, sulla base delle specifiche dei motori stessi, al momento del collaudo finale del sistema presso il sito di ST.

Di seguito vengono descritti i sottosistemi funzionali del sistema TIMER, con riferimento ai disegni riportati nell’allegato <sub n.2>. Se non espressamente indicato, il concorrente potrà definire le dimensioni, le tolleranze ed i materiali da utilizzare per la realizzazione delle singole componenti del sistema secondo i limiti tecnologici e produttivi dei processi di fabbricazione che prevederà, purché queste non siano in conflitto con i valori globali indicati dalla presente specifica. Il controllo metrologico delle singole componenti e della stabilità dei movimenti sarà a carico dell’appaltatore. I risultati di questi controlli saranno inclusi nel report tecnico (vedi sezione 3.1).

## **2.1 Camera sperimentale e sistema di accoppiamento**

La CS e il sistema di accoppiamento devono essere realizzati in AISI 316L. Si richiede che unitamente al report tecnico (vedi sezione 3.1) venga fornito il certificato del materiale utilizzato, in ottemperanza allo standard UNI EN ISO 10204 3.1b, che attesti la composizione chimica, le caratteristiche meccaniche e la durezza del materiale stesso. La CS e il sistema di accoppiamento

devono essere muniti di relativi supporti (di colore RAL3020) che devono consentire traslazioni di almeno  $\pm 20$  mm dell'intero sistema in "x", "y" e "z".

Nella pagina 2 dell'allegato <sub n.2> si riporta (vista dall'alto) lo schema della CS e del sistema di accoppiamento. La CS ha forma cilindrica con asse di simmetria parallelo all'asse "z", diametro interno  $\emptyset 0$  e altezza  $H0$ . Il valore di  $\emptyset 0$  deve essere compreso tra 500 e 750 mm, mentre il valore di  $H0$  deve essere minore di 1200 mm.

Il sistema di accoppiamento tra la CS e la linea di luce EIS deve essere munito di valvole pneumatiche o motorizzate, azionabili da remoto, per disconnettere la CS senza rompere il vuoto nella linea di luce. Le valvole sono quindi solidali alla linea di luce e non alla CS. L'accoppiamento tra le valvole e la CS deve essere dotato di flangia rotante. La distanza ( $X0$ ) lungo l'asse "x" tra la posizione del campione e la flangia terminale (flangia cieca DN 250 CF) della camera centrale della linea di luce EIS (di seguito indicata come "EIS-CC") è di 350 mm. Dalla EIS-CC emergono tutti i fasci ad eccezione delle due coppie di fasci di pump definiti dagli angoli  $\pm\theta p3$  e  $\pm\theta p4$ , che invece emergono dalle due camere laterali (non mostrate in figura). Devono quindi essere predisposte delle connessioni laterali, munite di adattatori flessibili, per permettere a questi fasci di raggiungere il campione. La distanza ( $D0$ ) tra il campione e le flange terminali delle connessioni laterali deve essere minore di 600 mm.

Inoltre la distanza minima ( $D1$ , non indicata in figura) tra le direttrici dei vari fasci e le pareti interne dei vari elementi della CS e del sistema di accoppiamento deve essere di almeno 10 mm, eccezion fatta per eventuali fessure e/o diaframmi da utilizzare per mantenere un differenziale del livello di vuoto tra la CS e la linea di luce EIS (vedi sezione 2.2). La distanza minima ( $D2$ , non indicata in figura) tra il campione e il perimetro interno della CS deve essere almeno 150 mm. La massimizzazione di  $D2$  è un elemento di valutazione tecnica.

La regione indicata in figura come "sample area" è un volume cilindrico di diametro  $\emptyset 1$  il cui asse coincide con l'asse "z". Nella dimensione verticale la "sample area" si estende dalla base superiore della CS fino ad un valore  $Z1$  al di sotto del piano "xy" (vedi anche pagina 3 dell'allegato <sub n.2>). All'interno della "sample area" non devono essere presenti ingombri derivanti dagli elementi presenti del sistema, ad eccezione dell'elemento "slits+filtri" e solo in fase di allineamento (vedi sezione 2.4). I minimi valori accettabili di  $\emptyset 1$  e  $|Z1|$  sono 150 mm e 50 mm, rispettivamente. La massimizzazione di  $\emptyset 1$  è un elemento di valutazione tecnica.

Nella pagina 3 dell'allegato <sub n.2> si riporta (vista di lato) lo schema della CS. La base della CS dovrà essere munita di un tavolo ottico o simile, orientato perpendicolarmente all'asse verticale della CS (tolleranza  $0.1^\circ$ ) e dotato di una griglia di fori filettati M6 non passanti e spaziati

di 25 mm dove installare le varie componenti e permettere possibili futuri upgrade dei sistemi. La planarità della superficie del tavolo ottico deve essere almeno 0.2 mm. Si deve avere la possibilità di poter rimuovere (in questo caso rompendo il vuoto nella CS) tutte le componenti del sistema che si trovano sul tavolo ottico. Il suolo è situato ad un'altezza (Z0) di -1200 mm rispetto al sistema di riferimento utilizzato (ovvero l'altezza dei fasci rispetto al suolo è di 1200 mm). La distanza (Z2) tra la superficie superiore del tavolo ottico e il piano "xy" definisce la "quota di lavoro".

Alla quota  $z=0$  (vedi pagina 4 dell'allegato <sub n.2>) dovranno essere posizionate: (i) le connessioni del sistema d'accoppiamento; (ii) una connessione DN100 CF con flangia rotante posta lungo l'asse "x" ed opposta alla connessione tra la EIS-CC e la CS; (iii) una connessione DN160 CF dotata di flangia rotante posta lungo l'asse "y" (direzione y positiva) per l'inserimento dell'iniettore di particelle (vedi sezione 2.6); (iv) una connessione flangiata DN250 CF con flangia ortogonale all'asse "y" (direzione y negativa) per l'accesso manuale alla "sample area" o per l'inserimento di un sistema di pompaggio veloce (vedi sezione 2.6); (v) una connessione flangiata DN100 CF posta ad un opportuno angolo ( $\theta_1$ ) per connettere la camera di preparazione campioni. Il concorrente dovrà indicare il valore previsto di  $\theta_1$ . Il volume massimo impegnato dal sistema di traslazione del campione è un cilindro di diametro 70 mm, coassiale alla relativa flangia, che si estende dalla flangia stessa fino alla posizione del campione. Nella fase di caricamento del campione tale volume deve poter essere liberato da qualsiasi ingombro.

Ad un'opportuna quota (Z3) al di sopra del piano "xy" e agli angoli riportati in pagina 5 dell'allegato <sub n.2> verranno posizionate 6 connessioni flangiate DN63 CF per il montaggio di viewport che puntano verso la posizione del campione. Il concorrente dovrà indicare il valore previsto di Z3.

La CS dovrà essere munita di opportune connessioni per il sistema di pompaggio, per gli attuatori di eventuali motorizzazioni aventi motori esterni e per i feedthroughs della strumentazione, inclusi i montaggi degli specchi focalizzanti non oggetto della presente gara. Il numero, le posizioni e le tipologie di queste connessioni saranno definite dal concorrente. Se necessario parte di queste connessioni possono essere poste sulla base inferiore della CS, mentre nessuna connessione deve essere posta sulla base superiore, che terminerà con una "flangia cieca" in modo da poter essere chiusa da una flangia piana e bulloneria.

La CS avrà ulteriori 10 connessioni flangiate DN40 CF, 6 connessioni flangiate DN63 CF e 2 connessioni flangiate DN100 CF per il montaggio della strumentazione da vuoto, per possibili futuri upgrade della strumentazione e per ulteriori sistemi di pompaggio se necessari. La posizione di queste connessioni sarà definita dal concorrente.

## 2.2 Valori di vuoto

Il livello di vuoto raggiungibile nella CS deve essere di  $10^{-8}$  mbar. Tuttavia la CS deve poter operare con continuità anche con livelli di vuoto maggiori di  $10^{-6}$  mbar mantenendo un livello di vuoto minore o uguale a  $10^{-8}$  mbar nella EIS-CC e nelle camere laterali della linea di luce EIS. Queste ultime sono poste a 800 mm rispetto alla posizione del campione lungo le direzioni definite dagli angoli  $\pm\theta p3$  e  $\pm\theta p4$ . La possibilità di raggiungere un alto valore di vuoto nella CS mantenendo  $10^{-8}$  mbar nelle camere della linea di luce EIS è un elemento di valutazione tecnica.

Vista la ridotta distanza tra la CS e la EIS-CC e la conseguente difficoltà nel predisporre un sistema di pompaggio differenziale, nel caso in cui si opti per la realizzazione di un sistema di fessure e/o dei diaframmi per aumentare il gradiente di vuoto ottenibile tra la CS e la EIS-CC si rammenta che, come stabilito nella sezione 2.1, la distanza minima tra le direttrici dei fasci e i vari elementi deve essere di almeno 10 mm. Tuttavia tale vincolo deve essere rispettato solo in fase di allineamento dei vari fasci, per cui è perfettamente accettabile la realizzazione di un sistema in grado di modificare (senza rompere il vuoto nella CS) le dimensioni delle fessure e/o dei diaframmi, in modo da aumentare il valore del gradiente di vuoto tra la CS e la linea di luce EIS solo in fase di misura. La minima apertura delle fessure/diaframmi deve essere tale da garantire il passaggio dei fasci, le cui dimensioni reali (orizzontale x verticale) in un piano parallelo al piano “yz” situato a  $x=-250$  mm (ovvero 250 mm prima del campione) sono di  $0.9 \times 0.8$  mm<sup>2</sup>,  $1 \times 0.9$  mm<sup>2</sup>,  $1.1 \times 0.6$  mm<sup>2</sup>,  $1.2 \times 0.7$  mm<sup>2</sup>,  $2.3 \times 1.3$  mm<sup>2</sup> e  $2.8 \times 1.6$  mm<sup>2</sup> per i fasci definiti dagli angoli  $\pm\theta p1$ ,  $\pm\theta p2$ ,  $\theta B1$ ,  $\theta B2$ ,  $\theta B3$  e  $\theta B4$ , rispettivamente. L'esigenza fondamentale è la necessità di garantire un livello di vuoto migliore di  $10^{-8}$  mbar nelle camere della linea di luce EIS in ogni circostanza (ovvero per ogni dimensione prevista delle fenditure e/o dei diaframmi). Se si sceglie di adottare questa soluzione il concorrente dovrà indicare il massimo livello di vuoto tollerabile nella CS al fine di mantenere un livello di vuoto pari a  $10^{-8}$  mbar nella linea di luce EIS in funzione delle dimensioni delle fenditure e/o dei diaframmi. In questo caso verrà giudicato da ST il massimo valore di vuoto ottenibile con le fenditure e/o diaframmi chiusi al valore minimo indicato dal concorrente, che dovrà tuttavia essere non inferiore alle dimensioni reali dei fasci riportate sopra.

Ulteriori sistemi finalizzati all'aumento del gradiente di vuoto tra la CS e la linea di luce EIS (come ad esempio superfici raffreddate per la condensazione del gas residuo) possono essere installati.

Il concorrente dovrà infine indicare la massima temperatura di bake-out compatibile con il sistema proposto e le specifiche del sistema di pompaggio da utilizzare nella CS al fine di ottenere il risultato desiderato.

## **2.3 Motorizzazioni**

Il concorrente ha la facoltà di decidere se utilizzare motori di tipo piezoelettrico o stepper per realizzare le componenti mobili del sistema. Altri tipi di motori non possono essere utilizzati. I motori di tipo stepper devono necessariamente essere motori a due fasi con corrente massima di 5 A per fase ed avere dei finecorsa con contatti normalmente chiusi. E' preferibile l'utilizzo di una riduzione 1:2 o 1:4. Se il concorrente opti per l'utilizzo di motori in vuoto, questi devono essere muniti di sensore di temperatura per monitorare eventuali surriscaldamenti. Si consiglia inoltre l'utilizzo di un freno motore al fine di evitare derive meccaniche nel caso in cui risulti necessario disconnettere l'alimentazione del motore stesso per evitare surriscaldamenti. Qualora venga indicato nella specifica l'uso di encoders, questi devono essere collocati alla fine della catena cinematica ed avere un'interfaccia digitale con livelli RS-422 e segnali incrementali sfasati di 90°. Nel caso in cui il concorrente decida di utilizzare motori piezoelettrici per realizzare alcune delle movimentazioni richieste, dovrà fornire anche i relativi controllori con interfaccia ethernet o seriale RS-232.

Se non espressamente indicato, la precisione e la riproducibilità dei singoli movimenti deve essere migliore (ovvero inferiore) di un micron. Se non espressamente indicato, tutti i movimenti e le procedure descritte in seguito devono poter essere eseguite senza rompere il vuoto nella CS. La corsa delle movimentazioni dovrà essere limitata da due limit-switch in serie in entrambe le direzioni, la sovracorsa rispetto al tratto utile potrà essere stabilita dall'appaltatore, ma non può essere inferiore a circa il 3% del tratto utile in entrambe le direzioni, fatto salvo il caso di corse molto lunghe o molto brevi. Ulteriori spostamenti dovranno essere preclusi da battute meccaniche.

Il concorrente dovrà indicare le caratteristiche e la tipologia dei motori, delle meccaniche e (nel caso di eventuali motori piezoelettrici) dei controlli che verranno utilizzati per realizzare le componenti mobili del sistema, compatibilmente con le specifiche richieste. Il concorrente dovrà inoltre descrivere il sistema hardware di tipo wired (verosimilmente basato sui limit-switch di fine corsa) che intende utilizzare al fine di evitare collisioni tra i diversi elementi mobili anche in caso di malfunzionamento del software di controllo.

I cablaggi dei motori stepper, dei limit-switch ad essi pertinenti e degli encoders dovranno essere raccolti in una o più scatole (chiamate “cassetta di derivazione di bordo macchina”), fornite dall'appaltatore ed opportunamente fissate sulla CS. Queste hanno lo scopo di raccogliere i vari segnali (e/o potenze) in connettori che, per tipo e piedinatura, siano compatibili con le descrizioni presenti nell'allegato FICD-12. Il collegamento tra la cassetta di derivazione di bordo macchina ed il sistema di controllo fornito da ST deve avvenire tramite cavi standard (Sub-D15 M/F pin-to-pin e Trident 12 M/F pin-to-pin). Ovvero, le connessioni della cassetta di derivazione di bordo macchina verso il sistema di controllo devono essere del tipo “Sub-D 15 poli da pannello maschio” per gli encoders e “Trident 12 poli da pannello maschio” per i motori e i limit-switch.

Contestualmente alla presentazione dei disegni necessari alla costruzione e assemblaggio del sistema, l'appaltatore dovrà anche comunicare le specifiche tecniche dei motori stepper che intende utilizzare. Sarà cura di ST fornire i relativi controlli entro la data presunta del collaudo del sistema presso il sito di ST (vedi sezione 3.2).

## **2.4 Sistema di allineamento FEL**

Questo sistema serve per allineare i fasci FEL di “pump” e di “probe” su delle slits (indicate in pagina 6 dell'allegato <sub n.2> come l'elemento “slits+filtri”) situate in corrispondenza della posizione del campione. Il centro delle aperture delle slits deve quindi essere situato nella posizione  $x=0$ ,  $y=0$  e  $z=0$ .

L'elemento “slits+filtri” deve poter essere rimosso dalla “sample area” in modo da poter essere rimpiazzato dal campione in fase di misura. Le slits devono avere aperture orizzontali (ovvero lungo l'asse “y”) e verticali (ovvero lungo l'asse “z”) variabili indipendentemente e con continuità da 0 a 1.5 mm, mentre le posizioni “y” e “z” del centro dell'apertura stessa devono poter variare indipendentemente e con continuità un range di  $\pm 5$  mm rispetto alla posizione  $y=0$  e  $z=0$ . Le movimentazioni responsabili per i movimenti in “y” e “z” del centro dell'apertura delle slits devono essere dotate di encoder in modo da poter avere un riferimento assoluto della posizione del fascio. Le movimentazioni che definiscono l'apertura verticale e orizzontale delle slits devono essere dotate di encoder o microswitch di precisione in grado di provvedere almeno un riferimento assoluto di una posizione nota. L'elemento “slits+filtri” deve poter muoversi lungo l'asse “x” fino a raggiungere la posizione  $x=+60$  mm (vedi sezione 2.6 e pagina 9 dell'allegato <sub n.2>). È inoltre necessario avere un riferimento assoluto (con precisione di almeno un micron) della posizione  $x=0$

per il centro delle aperture delle slits. L'elemento "slits+filtri" deve infine essere dotato di un sistema che permette il posizionamento di un filtro di dimensioni circolari ( $\varnothing=5$  mm) davanti o dietro l'apertura delle slits. Tale sistema deve consentire di cambiare il tipo di filtro e di utilizzare 10 diversi filtri intercambiabili.

Due detector (indicati in pagina 6 dell'allegato <sub n.2> come "diodo-1" e "diodo-2") devono poter essere posizionati dopo le slits lungo la direzione dei fasci di "pump" e di "probe" (in figura si riportano solo i fasci di "pump" e di "probe" aventi gli angoli massimi e minimi previsti, mentre gli elementi semitrasparenti schematizzano gli estremi del movimento richiesto). La superficie attiva dell'elemento "diodo-1" e "diodo-2" deve poter essere posizionata in un range angolare che va da  $\theta=-2^\circ$  a  $\theta=+55^\circ$  e da  $\theta=-7^\circ$  a  $\theta=-55^\circ$ , rispettivamente. Inoltre, le aree attive di entrambi gli elementi devono poter essere posizionate in un range angolare che va da  $\varphi=+2^\circ$  a  $\varphi=-22^\circ$  (vedi anche pagina 8 dell'allegato <sub n.2>). Non è necessario che la distanza tra il campione e la superficie attiva dei diodi rimanga costante in tutto il range angolare, né che la superficie attiva sia orientata perpendicolarmente al fascio. Il range angolare di interesse può quindi essere coperto utilizzando due movimenti traslatori mutuamente ortogonali (orizzontale e verticale) per ciascun elemento. Tali movimenti traslatori devono essere realizzati in modo tale da avere una flatness/straightness inferiore a 3 micron, un pitch/yaw inferiore a 0.05 mrad e una ripetibilità bidirezionale inferiore a 0.5 micron. Le normali alla superfici attive degli elementi "diodo-1" e "diodo-2" sono complanari al piano "xy" ed hanno rispetto all'asse "x" un angolo  $\theta=+25^\circ$  e  $\theta=-25^\circ$ , rispettivamente.

I movimenti dei due diodi devono essere indipendenti e le relative movimentazioni devono essere dotate di encoder. Non è necessario che entrambi i diodi coprano simultaneamente il range angolare desiderato. È invece necessario che gli elementi "diodo-1" e "diodo-2" possano essere posizionati in una posizione tale da non ostruire in alcun modo le traiettorie del fascio segnale e del fascio di "probe" trasmesso dal campione (vedi anche figura 1 dell'allegato <sub n.2>). Analogamente, deve essere possibile posizionare gli elementi "diodo-1" e "diodo-2" in modo da non ostruire in alcun modo le traiettorie del fascio laser previsto nelle configurazioni "FEL-laser 1" e "FEL-laser 2" (vedi sezioni 2.6 e 2.7).

## 2.5 Configurazione “FEL-FEL”

In questa configurazione l'elemento “slits+filtri” è rimosso dalla “sample area” e vengono inseriti il campione e l'elemento “detector-1” (vedi pagina 7 dell'allegato <sub n.2>).

La normale alla superficie attiva dell'elemento “detector-1” deve avere un angolo (proiettato nel piano “xy”)  $\theta=-7.5^\circ$  ed un angolo (proiettata nel piano “xz”)  $\varphi=-10^\circ$ . La superficie attiva deve inoltre poter essere posizionata nel range angolare che va da  $\theta=+2^\circ$  a  $\theta=-17.5^\circ$  e da  $\varphi=+2^\circ$  a  $\varphi=-22^\circ$ . Il range angolare richiesto può essere coperto utilizzando due movimenti traslatori mutuamente ortogonali (orizzontale e verticale). Tali movimenti devono essere realizzati in modo tale da avere una flatness/straightness inferiore a 3 micron, un pitch/yaw inferiore a 0.05 mrad e una ripetibilità bidirezionale inferiore a 0.5 micron. Le movimentazioni relative al posizionamento dell'elemento “detector-1” devono essere dotate di encoder. L'elemento “detector-1” deve poter essere posizionato in modo tale da non ostruire in alcun modo le traiettorie del fascio laser previste nelle configurazioni “FEL-laser 1” e “FEL-laser 2” (vedi sezioni 2.6 e 2.7).

L'elemento “detector-1” deve inoltre essere dotato di un sistema di slits e filtri situati di fronte alla superficie attiva del detector, tale sistema deve permettere di modificare il valore delle aperture delle slits e di cambiare il tipo di filtro. In questo caso il centro delle slits coincide con la superficie attiva del detector. Non è necessario che le dimensioni delle aperture verticali ed orizzontali delle slits varino con continuità, è sufficiente che assumano 5 valori discreti (20, 50, 100, 250 e 500  $\mu\text{m}$ ) sia in verticale che in orizzontale, settabili indipendentemente. Il sistema di filtri deve essere realizzato in modo da poter collocare un filtro di dimensioni circolari ( $\varnothing=4$  mm) di fronte alla superficie attiva del detector; il sistema deve prevedere l'utilizzo di 10 diversi filtri intercambiabili.

Gli elementi “beamstop(s) probe” devono essere posizionati in modo da intercettare il fascio di probe che attraversa il campione e l'eventuale fascio laser che si propaga lungo l'asse “x” nella direzione di “x” positiva (vedi anche sezione 2.6). Questi elementi devono essere realizzati in modo tale che l'angolo tra la normale alla superficie dell'elemento stesso e il fascio di probe sia compreso tra  $60^\circ$  e  $75^\circ$ . Non è invece necessario prevedere un sistema di raffreddamento dei beamstop. Gli elementi “beamstop(s) probe” (o parte di essi) devono poter essere rimossi o spostati in modo da lasciar libera da ingombri una regione cilindrica di diametro 20 mm il cui asse coincide l'asse “x” (in questo caso non è richiesta nessuna precisione/riproducibilità del movimento, per cui è

sufficiente un attuatore manuale). Tale area deve poter essere liberata da ingombri derivanti anche da altri elementi.

## 2.6 Configurazione “FEL-laser 1”

In questa configurazione verranno utilizzati le due coppie di fasci di “pump” caratterizzati dagli angoli  $\pm\theta_{p1}$  e  $\pm\theta_{p2}$ , mentre il fascio FEL di probe non viene utilizzato ed è rimpiazzato da un fascio laser (diametro 10 mm, riportato in viola nelle figure dell’allegato <sub n.2>) allineato lungo l’asse “x” e focalizzato sul campione tramite uno specchio focalizzante ad incidenza normale (elemento “specchio focalizzante 1”, vedi pagina 9 dell’allegato <sub n.2>) di diametro 12.7 mm. L’ingombro associato a questo elemento non deve in alcun modo ostruire le traiettorie dei fasci di “pump” incidenti sul campione (linee rosse in figura). Il concorrente ha facoltà di definire il valore della lunghezza focale (f1), ovvero la distanza tra il campione e la superficie dello specchio purché sia situata nel range che va da 100 a 150 mm.

In questa configurazione tutti i fasci sono complanari al piano “xy”, ad eccezione del fascio laser incidente sullo specchio focalizzante che può essere posizionato fuori dal piano “xy”. Inoltre, in questa configurazione il fascio laser incidente sullo specchio focalizzante può transitare attraverso la “sample area”.

Il montaggio dello specchio può essere del tipo AG-M050LV6 (Newport Inc.) e deve poter essere rimosso dal piano “xy”; il concorrente può suggerire l’utilizzo di un montaggio diverso da quello indicato. Con “rimosso dal piano xy” qui e nel seguito del documento si intende che: (i) nel caso di elementi collocati prima del campione o ad una distanza in “x” minore di 50 mm dallo stesso (ovvero per  $x < +50$  mm) l’elemento in questione deve lasciare libero da qualsiasi ingombro uno spazio di almeno 10 mm lungo la direzione “z” sia al di sotto che al di sopra del piano “xy”; (ii) nel caso di elementi posti ad almeno 50 mm dopo il campione (ovvero per valori di “x” maggiori di +50 mm) l’elemento in questione deve lasciar libero da qualsiasi ingombro uno spazio di almeno 30 mm lungo la direzione “z” al di sotto del piano “xy”, mentre al di sopra del piano “xy” (ovvero per  $z > 0$ ) non devono essere presenti ingombri.

Il fascio laser entra nella CS tramite una connessione flangiata DN40 CF con viewport posta in una posizione conveniente e opportunamente orientata in modo da mantenere l’angolo di incidenza sullo specchio focalizzante (indicato in figura come  $\psi_1$ ) al di sotto di  $20^\circ$ , con angolo di incidenza si intende l’angolo tra la normale alla superficie dello specchio e la direzione del fascio

incidente. Il concorrente dovrà definire ed indicare la posizione e orientazione della connessione di ingresso del laser (“ingresso laser 1”) in modo tale da che la traiettoria del fascio laser non sia ostruita dagli altri elementi del sistema. Non è necessario che il laser entri nella CS dal lato riportato in figura.

In questa configurazione (vedi pagina 9 dell'allegato <sub n.2>) l'elemento “slits+filtri” viene collocato nella posizione  $x=+60$  mm e viene inserito nella CS un iniettore di particelle per creare un gas o liquid jet in corrispondenza della posizione del campione. Il volume impegnato dall'iniettore di particelle è rappresentato da due cilindri coassiale all'asse “y”, il primo ha un diametro di 80 mm e si estende dalla relativa flangia fino alla posizione  $y=+30$  mm, il secondo (ugello) ha un diametro di 10 mm, altezza 25 mm e nella direzione “y” si colloca tra la posizione  $y=+30$  mm e  $y=+5$  mm. L'introduzione dell'iniettore di particelle non deve dar luogo a collisioni con gli altri elementi presenti nella CS.

Dalla direzione opposta, tramite la connessione flangiata DN250 CF viene introdotta nella CS una connessione retrattile per un sistema di pompaggio veloce (vedi pagina 9 dell'allegato <sub n.2>) in grado di rimuovere rapidamente il gas introdotto nella CS. L'introduzione di questa connessione non deve dar luogo a collisioni con gli altri elementi presenti nella CS e descritti in questa specifica.

Il concorrente dovrà provvedere alla realizzazione della flangia adattatrice e del sistema che permette di inserire (anche manualmente, nessuna precisione/riproducibilità è richiesta per questo movimento) nella CS la connessione retrattile per il sistema di pompaggio veloce in modo che il terminale di tale connessione possa raggiungere la posizione  $y=0$ . Il concorrente deve anche indicare la stima del flusso massimo di particelle che si possono introdurre nella CS e il tipo di pompaggio da utilizzare per il sistema di pompaggio veloce al fine di mantenere un livello di vuoto di  $10^{-8}$  mbar nella EIS-CC.

## **2.7 Configurazione “FEL-laser 2”**

In questa configurazione verranno utilizzati le due coppie di fasci FEL di pump caratterizzati dagli angoli  $\pm\theta p1$  e  $\pm\theta p2$ , mentre il fascio FEL di probe non viene utilizzato ed è rimpiazzato da un fascio laser (diametro 10 mm) che incide sul campione ad un angolo  $\theta L$  variabile tra  $145^\circ$  e  $110^\circ$  (vedi pagina 10 dell'allegato <sub n.2>). Il fascio laser è indirizzato sul campione da uno specchio focalizzante con angolo di incidenza a  $45^\circ$  (elemento “specchio focalizzante 2”). Le dimensioni

indicative di questo elemento sono riportate nel riquadro in alto a destra in pagina 10 dell'allegato <sub n.2>, la base dello specchio (di spessore circa 5 mm) viene inserita all'interno del montaggio. In questa configurazione tutti i fasci sono complanari al piano "xy", ad eccezione del fascio laser incidente sullo specchio focalizzante che può essere posizionato fuori dal piano "xy". In questa configurazione il fascio laser incidente sullo specchio focalizzante non può attraversare la "sample area". Il concorrente ha facoltà di definire il valore della lunghezza focale ( $f_2$ ), ovvero la distanza tra il campione e la superficie dello specchio purché sia situata nel range che va da 100 a 150 mm. È accettabile che la distanza tra la superficie dello specchio e il campione possa variare in funzione del valore di  $\theta_L$  fino ad un massimo del 5% rispetto al valore scelto di lunghezza focale.

Il montaggio dello specchio può essere del tipo AG-M050LV6 (Newport Inc.); il concorrente può suggerire l'utilizzo di un montaggio diverso da quello indicato. Il fascio laser entra nella CS tramite una connessione flangiata con viewport posta in una posizione conveniente e opportunamente orientata in modo da mantenere l'angolo di incidenza sullo specchio focalizzante (indicato in figura come  $\psi_2$ ) nel range che va da  $50^\circ$  a  $40^\circ$ ; con angolo di incidenza si intende l'angolo tra la normale alla superficie dello specchio e la direzione del fascio incidente.

Il concorrente dovrà definire ed indicare la posizione e orientazione della connessione di ingresso del laser (dimensione massima DN100) in questa configurazione ("ingresso laser 2") e la dimensione della viewport di ingresso in modo tale che la traiettoria del fascio laser non sia ostruita dagli altri elementi del sistema, considerando le dimensioni finite del fascio, la geometria del sistema proposto e tenendo presente che è possibile modificare (tramite un sistema non oggetto di gara) oltre alla posizione anche l'angolazione del fascio entrante nella CS.

L'allineamento del fascio laser viene fatto usando l'elemento "slits-filtri" e inserendo gli elementi "diodo-3" e "diodo-4". Posto che l'elemento "specchio focalizzante 1" sia collocato ad un angolo  $\theta_L$ , la superficie attiva degli elementi "diodo-3" e "diodo-4" deve poter essere posizionata ad un angolo  $\theta_L-180^\circ$  e  $-\theta_L$ , rispettivamente; ovvero, gli elementi "diodo-3" e "diodo-4" devono poter coprire lo stesso range angolare dell'elemento "specchio focalizzante 2" ma simmetrico rispetto all'origine del sistema di riferimento e rispetto all'asse x, rispettivamente.

La misura del segnale, che si origina dal campione e si propaga in direzione simmetrica (rispetto alla bisettrice dei fasci di pump) al fascio laser di probe trasmesso dal campione, viene effettuata dall'elemento "detector-2". Posto che l'elemento "specchio focalizzante 1" sia collocato ad un angolo  $\theta_L$ , la superficie attiva del "detector-2" deve poter essere posizionata ad un angolo  $90^\circ-\theta_L$ , ovvero coprire un range angolare simmetrico (rispetto all'asse y) a quello associato all'elemento "specchio focalizzante 2". L'elemento "detector-2" deve essere munito di un sistema

di slits e filtri collocati di fronte alla superficie attiva. Tale sistema deve permettere di modificare il valore delle aperture delle slits e di cambiare il tipo di filtro. In questo caso il centro delle slits coincide con la superficie attiva del detector. Non è necessario che le dimensioni delle aperture verticali ed orizzontali delle slits varino con continuità, è sufficiente che assumano 5 valori discreti (50, 100, 250, 500, 1000  $\mu\text{m}$ ) sia in verticale che in orizzontale, settabili indipendentemente. Le dimensioni delle aperture delle slits dipendono dalla distanza tra il campione e il detector, per cui è possibile che venga richiesto di modificare leggermente tali dimensioni una volta acquisto il progetto finale. Il sistema di filtri deve essere realizzato in modo da poter collocare un filtro di dimensioni circolari ( $\text{Ø}=4$  mm); il sistema deve prevedere l'utilizzo di 10 diversi filtri intercambiabili.

Non è necessario che la superficie attiva degli elementi “diodo-3”, “diodo-4” e “detector-2” sia perpendicolare alla direzione di propagazione del fascio incidente sull'elemento in questione né che la distanza tra il campione e la superficie attiva di tali elementi rimanga costante in tutto il range angolare richiesto. Non è necessario che la superficie attiva dei diodi e del “detector-2” sia ortogonale al fascio in tutto il range angolare richiesto, è sufficiente che lo sia in corrispondenza della metà del rispettivo range angolare. Gli elementi “specchio focalizzante 2”, “detector-2”, “diodo-3” e “diodo-4” non devono in alcun modo ostruire le traiettorie dei fasci di “pump” incidenti sul campione (linee rosse in figura). Infine, gli elementi “specchio focalizzante 2”, “detector-2”, “diodo-3” e “diodo-4” devono poter essere rimossi dal piano “xy” e collocati in una posizione tale da non ostruire in alcun modo le traiettorie dei fasci di “pump”, di “probe” e del fascio segnale (vedi pagina 1 dell'allegato <sub n.1>).

È possibile modificare la configurazione “FEL-laser 2” scambiando la posizione dei quattro elementi (“specchio focalizzante 2”, “diodo-3”, “diodo-4” e “detector-2”) simmetricamente rispetto all'asse “x”, ovvero portando l'elemento “specchio focalizzante 2” nel quarto di piano  $x < 0$  e  $y < 0$ , l'elemento “diodo-3” nel quarto di piano  $x > 0$  e  $y > 0$ , l'elemento “diodo-4” nel quarto di piano  $x < 0$  e  $y > 0$  e l'elemento “detector-2” nel quarto di piano  $x > 0$  e  $y < 0$ . Chiaramente tutti i valori degli angoli cambiano di segno.

### **3 Collaudi ed installazione**

Il collaudo del sistema per verificarne il perfetto funzionamento avverrà in due fasi. Un primo collaudo verrà effettuato presso la sede dall'appaltatore. Un secondo collaudo verrà invece effettuato a seguito dell'installazione del sistema presso ST. Sia l'installazione che il successivo collaudo presso ST verranno effettuati alla presenza dell'appaltatore o di un suo delegato.

#### **3.1 Collaudo presso l'appaltatore**

ST si riserva il diritto di assistere al collaudo presso la sede dell'appaltatore. Pertanto ST deve informata, con almeno 2 (due) settimane di preavviso, della data stabilita per il collaudo. Ai rappresentanti di ST dovrà essere inoltre garantito libero accesso ai siti di produzione e assemblaggio, compresi gli stabilimenti di eventuali subappaltatori, durante il normale orario lavorativo e per tutta la durata del contratto.

Il test di collaudo dovrà comprendere tutte le misure necessarie a garantire che le specifiche tecniche siano rispettate. In particolare dovranno essere verificate: (i) la tenuta da vuoto e tutte le saldature da vuoto, conformemente alla specifica tecnica FESD060; (ii) il corretto funzionamento delle valvole a vuoto; (iii) la capacità di ottenere il gradiente di vuoto richiesto; (iv) il corretto funzionamento delle parti meccaniche, ed in particolare le corse, la precisione e (ove espressamente richiesto dalla specifica) le tolleranze di tutte le movimentazioni; (v) il corretto funzionamento del sistema hard-wired per evitare collisioni e dei controlli degli eventuali motori piezoelettrici.

A seguito del collaudo l'appaltatore dovrà redigere un report tecnico dove si riassumono i principali risultati dei test. Il report tecnico deve inoltre riportare le specifiche tecniche delle valvole pneumatiche, del sistema hardware per evitare collisioni tra le componenti mobili in caso di malfunzionamento del software, dei motori presenti nel sistema, dei controlli degli eventuali motori piezoelettrici e un dettagliato schema delle connessioni elettriche. Questo documento dovrà essere inoltrato alla ST entro una settimana per approvazione scritta, e sarà considerato a tutti gli effetti un certificato di collaudo atto a garantire l'aderenza del sistema alle nostre specifiche.

Solo dopo aver ricevuto approvazione scritta da parte di ST, l'appaltatore dovrà provvedere all'imballaggio e alla spedizione del sistema presso la sede di ST.

### **3.2 Installazione e collaudo presso ST**

L'installazione e il successivo collaudo del sistema presso la sede di ST dovrà avvenire entro e non oltre 4 (quattro) settimane a decorrere dalla data di ricevimento dello stesso. La data esatta sarà concordata con l'appaltatore. ST si riserva comunque il diritto di posticipare tale data (per un massimo di 12 (dodici) settimane) nel caso in cui le esigenze relative allo sviluppo del progetto FERMI@Elettra lo richiedano.

L'appaltatore dovrà infine provvedere all'installazione e al successivo collaudo del sistema presso la sede di ST da parte di personale qualificato (almeno due persone). Il collaudo consisterà in un'ulteriore verifica del corretto funzionamento delle motorizzazioni e dei relativi controlli, delle valvole a vuoto e della capacità di ottenere il gradiente di vuoto richiesto. La durata massima prevista per la fase di installazione e collaudo presso ST è di 4 (quattro) settimane. Le relative spese di trasferta saranno a carico dell'appaltatore.

Entro 6 (sei) settimane dalla conclusione di questa seconda fase di collaudi, la ST avvallerà l'accettazione definitiva del sistema.

## Tablelle riassuntive

Nel seguito si riportano due tabelle che riassumono i parametri del sistema, nello specifico:

- 1) Tabella 1 riporta i parametri fissi del sistema. Il non rispetto di tali parametri fissi nei progetti di massima presentati dai concorrenti causa l'esclusione dalla gara d'appalto.
- 2) Tabella 2 riporta i parametri definibili dal concorrente oggetto di valutazione tecnica. In sede di gara il concorrente dovrà indicare il valore di tali parametri. Le offerte tecniche che prevedono valori al di sotto del minimo indicato saranno escluse dalla gara.

**Tabella 1: parametri fissi del sistema**

N.	Nome	Descrizione	Valore o range	Note
1.1	Z0	Altezza dei fasci dal suolo	1200 mm	
1.2	Ø0	Diametro camera sperimentale	500-750 mm	
1.3	H0	Altezza camera sperimentale	< 1200 mm	
1.4	X0	Distanza tra il campione e la flangia terminale della EIS-CC	350 mm	
1.5	D0	Distanza tra il campione e la flangia terminale delle connessioni laterali	< 600 mm	
1.6	Z1	Estensione della "sample area" al di sotto del piano "xy"	> 50 mm	
1.7	D1	Minima distanza tra la direttrice dei fasci e le pareti interne del sistema	10 mm	Senza il sistema (se previsto) di fessure/diaframmi
1.8	V1max	Miglior livello di vuoto raggiungibile nella camera sperimentale	10 <sup>-8</sup> mbar	Senza utilizzare l'iniettore di particelle
1.9	V0	Livello di vuoto nella camere della linea di luce EIS	10 <sup>-8</sup> mbar	

1.10	$ Z2 $	Altezza dei fasci rispetto alla superficie del tavolo ottico	< 400 mm	
1.11	Dd1-2	Dimensioni degli elementi "diodo-1" e "diodo-2"	50x50x75 mm <sup>3</sup>	75 mm nella dimensione verticale
1.12	Dd3-4	Dimensioni degli elementi "diodo-3" e "diodo-4"	50x50x50 mm <sup>3</sup>	
1.13	Mdet	Massa massima degli elementi "diodi" e "detector"	500 g	
1.14	$\psi1$	Angolo di incidenza su specchio focalizzante 1	< 20°	Preferiti valori vicino a 0°
1.15	$\psi2$	Angolo di incidenza su specchio focalizzante 2	40°-50°	Preferiti valori vicino a 45°
1.16	f1 ; f2	Distanza focale specchi focalizzanti 1 e 2	100-150 mm	Non è necessario che f1=f2
1.17	$\theta L$	Range angolare fascio laser di "probe" incidente sul campione nella configurazione "FEL-laser 2"	110°-145°	
1.18		Dimensione della connessione con viewport per "ingresso laser 2"	< DN100	

**Tabella 2: parametri oggetto di valutazione tecnica**

N.	Nome	Descrizione	Valore minimo	Note
2.1	Ddet1	Dimensione massima dell'elemento "detector-1"	60x60x60 mm <sup>3</sup>	Valore da massimizzare
2.2	Ddet2	Dimensione massima dell'elemento "detector-2"	60x60x60 mm <sup>3</sup>	Valore da massimizzare
2.3	D2	Minima distanza tra il campione e le pareti interne del sistema	150 mm	Valore da massimizzare
2.4	Ø1	Diametro della "sample area"	150 mm	Valore da massimizzare
2.5	V1min	Maggior livello di vuoto consentito nella camera sperimentale per avere 10 <sup>-8</sup> mbar nella linea di luce EIS	10 <sup>-6</sup> mbar	Valore da massimizzare