

**PROCEDURA APERTA TELEMATICA PER L’AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA DI UN  
SISTEMA DI DEPOSIZIONE DI FILM SOTTILI PER STRATI ATOMICI ASSISTITO DA  
PLASMA (PLASMA ENHANCED ATOMIC LAYER DEPOSITION – PEALD), FINANZIATA  
NELL’AMBITO DEL PIANO NAZIONALE RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)  
MISSIONE 4, COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 3.1  
PROGETTO iENTRANCE@ENL**

**CUP B33C22000710006  
CIG 9919415037  
CUI F80054330586202300345**

**CAPITOLATO TECNICO**

Pag. 1 di 7		
	<p><u>Sede Parma:</u> Parco Area delle Scienze 37/A - 43124 Parma Tel: +39 0521 269100 <u>Sede Genova:</u> c/o Dipartimento di Fisica, Università; Via Dodecaneso 33 - 16146 Genova Tel: +39 010 3536246 <u>Sede Trento:</u> c/o Fondazione Bruno Kessler; Via alla Cascata 56/C, Povo - 38123 Trento Tel: +39 0461 314878 <u>C.F.:</u> 80054330586 <u>P.IVA:</u> IT02118311006 <u>PEC:</u> <a href="mailto:protocollo.imem@pec.cnr.it">protocollo.imem@pec.cnr.it</a> <a href="http://www.imem.cnr.it">www.imem.cnr.it</a></p>	

<b>1.</b>	<b>PREMESSE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE MIGLIORATIVE .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>SERVIZI CONNESSI ALLA FORNITURA .....</b>	<b>5</b>
4.1.1.	CONSEGNA, INSTALLAZIONE E AVVIO OPERATIVO .....	6
4.1.2.	FORMAZIONE .....	6
4.1.3.	GARANZIA .....	6
4.1.4.	DOCUMENTI E CERTIFICAZIONI RICHIESTI .....	7
4.1.5.	ASSISTENZA TECNICA E SUPPORTO .....	7

## 1. Premesse

La Stazione appaltante Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo del Consiglio Nazionale delle Ricerche (di seguito "IMEM") intende acquisire la fornitura di un sistema di deposizione di film sottili per strati atomici assistito da plasma (Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition – PEALD).

La fornitura deve comprendere anche quanto segue:

- L'installazione della strumentazione e degli eventuali accessori, nonché la sua messa in funzione, secondo quanto previsto dal successivo art. 4.1.1;
- La formazione professionale al personale, come previsto dal successivo art. 4.1.2;
- Garanzia full risk, secondo quanto previsto dal successivo art. 4.1.3;
- La consegna di documenti e certificazioni relative alla strumentazione fornita, secondo quanto previsto dal successivo art. 4.1.4;
- L'assistenza tecnica e il supporto, come previsto dal successivo art. 4.1.5.

Le caratteristiche tecniche della fornitura si classificano in:

- minime, specificate al successivo art. 2;
- migliorative, specificate al successivo art. 3.

## 2. Caratteristiche tecniche minime

La strumentazione offerta dal concorrente deve rispettare tutte le caratteristiche tecniche, funzionalità e dotazioni minime della fornitura stabilite nel presente articolo, pena l'esclusione dalla procedura di gara, nel rispetto del principio di equivalenza di cui alla Parte II, Sez. A, punto 8, dell'Allegato II.5 al D.Lgs. 36/2023 (di seguito "Codice"). Ai sensi di quanto previsto nell'allegato II.5 del Codice, l'offerente dimostra, nella propria offerta, con qualsiasi mezzo appropriato, compresi i mezzi di prova di cui all'articolo 105 del Codice, che le soluzioni proposte ottemperano in maniera equivalente alle prestazioni, ai requisiti funzionali e alle specifiche tecniche prescritti nel presente documento.

### Caratteristiche generali minime dello strumento

1. Lo strumento deve essere nuovo, composto da materiali e componenti nuovi. Le apparecchiature che compongono la fornitura non devono essere derivanti da utilizzi a scopi dimostrativi.
2. Il sistema deve essere dotato dei seguenti componenti minimi:
  - 2.1. camera di deposizione con sorgente di plasma
  - 2.2. sistema di controllo
  - 2.3. sistema di alimentazione (power supply)
  - 2.4. sistemi di pompaggio del vuoto
  - 2.5. cabinet dei precursori liquidi e gassosi
  - 2.6. sistemi ancillari necessari all'esecuzione dei processi richiesti (chiller, etc...)
3. Lo strumento deve poter alloggiare ed essere installato in uno spazio con altezza massima utile di 3 metri.
4. Deve poter alloggiare wafer in silicio e altri materiali fino a 200mm di diametro, nonché substrati di varia natura e dimensione, anche 3D.
5. Il sistema deve essere di semplice manutenzione e di pulizia realizzata in situ da operatore precedentemente formato.
6. Garanzia di minimo 12 mesi

7. Il manuale tecnico e l'interfaccia software devono essere in italiano e/o in inglese.
8. La strumentazione richiesta deve possedere le certificazioni comprovanti la conformità alla vigente normativa in materia di sicurezza (marcatura CE).
9. La fornitura deve comprendere un kit completo di accessori e materiale occorrenti per l'immediata funzionalità dell'apparecchiatura ed il suo collaudo post-installazione tra cui:
  - a) Attrezzatura per la manutenzione ordinaria dell'apparecchiatura;
  - b) Eventuali campioni di riferimento necessari per il collaudo dello strumento e verifica dei requisiti

#### **Caratteristiche tecniche e funzionali minime dello strumento**

1. La camera di deposizione deve essere in acciaio o alluminio con pareti riscaldabili.
2. Deve essere adatta per processare wafers fino a 200 mm, substrati 3D e parti di wafers di Si o di altro materiale.
3. Il sistema deve poter eseguire processi in modalità "Thermal ALD" e "plasma-enhanced ALD"
4. Il sistema deve permettere la deposizione di almeno 3 categorie di materiali tra ossidi, carburi, nitruri e metalli, su tutti i substrati di cui ai punti precedenti. La selezione del materiale da depositare deve avvenire via software senza alcun intervento di sostituzione bombola/bubbler. Deve essere possibile depositare multistrati senza alcun intervento hardware.
5. Deve disporre di un gas cabinet con almeno 2 linee di gas (inclusi MFC) e un chemical cabinet con almeno 3 linee per precursori liquidi (con alta tensione di vapore e acqua) e almeno 1 linea per precursori con bassa tensione di vapore (hot source). In ogni caso il sistema deve essere equipaggiato con il numero di linee sufficiente alla deposizione dei materiali richiesti al punto 4.
6. Il sistema deve disporre di un generatore di ozono e relativa linea di gas dedicata, con sistema di allarme integrato
7. Il sistema deve essere upgradabile, anche con l'aggiunta di eventuali linee aggiuntive di precursori necessari alla deposizione di eventuali nuovi materiali
8. Il sistema deve disporre di un generatore di plasma RF per PE-ALD di almeno 300 W e relativo sistema di matching-unit.
9. La temperatura di deposizione deve essere controllabile via software
10. Lo strumento deve essere dotato di un sistema di riduzione del flusso dei precursori in camera di reazione, che garantisca la deposizione conformale di film nanometrici e sub-nanometrici su strutture ad elevato aspect ratio ( $AR \geq 1:500$ )
11. Il sistema deve garantire la possibilità di depositare film di spessore nanometrico all'interno dei pori di substrati con porosità micrometrica (ex. membrane organiche e inorganiche, aerogel, canali micro/nanometrici)
12. Il sistema deve essere in grado di ricoprire substrati complessi a temperature compatibili con le proprietà termiche di polimeri organici e inorganici ( $<100^\circ\text{C}$ )
13. Il sistema deve essere compatibile con gli eventuali gas tossici e/o corrosivi necessari per le deposizioni dei materiali di cui al punto 4
14. lo strumento deve essere dotato di un sistema di pompaggio della camera di processo a secco.

#### **Caratteristiche minime del software di controllo dello strumento ALD**

1. Il sistema deve fornire un controllo computerizzato con un'interfaccia user-friendly e il software deve essere predisposto per futuri upgrade.
2. Il software deve salvare i più importanti parametri di processo e di macchina in un file di log, come ad esempio flusso dei gas, pressioni, temperature. Il file di log deve essere esportabile in formato aperto.

Pag. 4 di 7		
	<p>Sede Parma: Parco Area delle Scienze 37/A - 43124 Parma Tel: +39 0521 269100</p> <p>Sede Genova: c/o Dipartimento di Fisica, Università; Via Dodecaneso 33 - 16146 Genova Tel: +39 010 3536246</p> <p>Sede Trento: c/o Fondazione Bruno Kessler; Via alla Cascata 56/C, Povo - 38123 Trento Tel: +39 0461 314878</p> <p>C.F.: 80054330586 P.IVA: IT02118311006 PEC: <a href="mailto:protocollo.imem@pec.cnr.it">protocollo.imem@pec.cnr.it</a></p> <p><a href="http://www.imem.cnr.it">www.imem.cnr.it</a></p>	

3. Il Sistema deve permettere la creazione di nuove ricette da parte dell'utilizzatore e quelle esistenti devono essere modificabili dagli utenti.
4. Il sistema deve permettere agli utenti la creazione di ricette che permettano la deposizione di differenti materiali (incluso multi-strati).
5. Il sistema deve essere fornito con interfaccia grafica in inglese o italiano incluso sistema di input completo (PC con monitor, mouse e tastiera o laptop, touchscreen o altro)
7. Possibilità di backup dei dati e ripristino del sistema
8. Presenza delle seguenti funzioni: funzione di autodiagnostica, connessione LAN per diagnosi e gestione da remoto.
9. Il software deve essere compatibile con eventuali versioni più aggiornate del sistema operativo installato sul PC di controllo.

### 3. Caratteristiche tecniche migliorative

Le caratteristiche tecniche migliorative sono valutate, se offerte, in sede di attribuzione del punteggio all'offerta tecnica, secondo i criteri definiti nel disciplinare di gara.

1. Presenza di un sistema di Real Time Monitor della deposizione (microbilancia o equivalente)
2. Fornitura di una linea per un precursore liquido (con alta tensione di vapore) aggiuntiva, rispetto alle 3 minime richieste, all'interno del chemical cabinet.
3. Possibilità di effettuare la deposizione conformale di film nanometrici e sub-nanometrici su strutture con aspect-ratio maggiore rispetto a quello richiesto come parametro minimo. In particolare, si richiede di poter arrivare a depositare su strutture con  $AS \geq 1:1000$ .
4. Presenza di un sistema di load lock, dotato di relativo sistema di pompaggio, che sia compatibile con le caratteristiche richieste come minime nel presente capitolato.
5. Estensione di garanzia per multipli di 12 mesi in aggiunta ai 12 mesi previsti da capitolato tecnico all'art. 4.1.3
6. Fornitura di una ricetta o più ricette aggiuntive per la deposizione di un materiale a scelta tra
  - 50nm di SiO<sub>2</sub> con ozono
  - 50nm di TiN
  - 50nm di Pt
  - 50nm di un bilayer utilizzando due dei materiali di cui sopra.
7. Fornitura dei materiali di consumo (precursori liquidi e/o gassosi) necessari allo svolgimento del test di accettazione/ formazione del personale. Nella fattispecie si fa riferimento ai precursori necessari per la deposizione di 50nm di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sia in modalità termica che assistita da plasma, come previsto dall'articolo 4.1.2 del presente capitolato.
8. Presenza di flange per eventuale futura installazione di un ellissometro.
9. Presenza di account multipli con diversi privilegi di accesso (esempio: operatore, ingegnere, manutentore)
10. Presenza di un sistema di pompaggio che consenta di raggiungere una pressione di base  $<10^{-3}$  mbar.

### 4. Servizi connessi alla fornitura

I servizi descritti nel presente articolo sono connessi alla fornitura oggetto di affidamento, come sopra descritta, vale a dire che il corrispettivo per tali servizi è compreso nel prezzo offerto dall'appaltatore in sede di gara.

Pag. 5 di 7		
	<u>Sede Parma:</u> Parco Area delle Scienze 37/A - 43124 Parma Tel: +39 0521 269100	
	<u>Sede Genova:</u> c/o Dipartimento di Fisica, Università; Via Dodecaneso 33 - 16146 Genova Tel: +39 010 3536246 <u>Sede Trento:</u> c/o Fondazione Bruno Kessler; Via alla Cascata 56/C, Povo - 38123 Trento Tel: +39 0461 314878 C.F.: 80054330586 P.IVA: IT02118311006 PEC: <a href="mailto:protocollo.imem@pec.cnr.it">protocollo.imem@pec.cnr.it</a> <a href="http://www.imem.cnr.it">www.imem.cnr.it</a>	

#### 4.1.1. Consegna, installazione e avvio operativo

La fornitura oggetto di affidamento dovrà essere consegnata dall'appaltatore a propria cura e spese. Sono pertanto a carico dell'appaltatore ogni onere e spesa relativa al trasporto, all'eventuale spedizione e all'eventuale sdoganamento. La consegna dovrà essere effettuata presso i locali indicati all'art. 2 del Capitolato Speciale d'Appalto.

L'appaltatore deve garantire la fornitura esente da difetti e perfettamente funzionante.

La strumentazione dovrà essere installata all'interno del locale indicato dall'IMEM e l'appaltatore dovrà provvedere al montaggio, all'installazione e alla messa in esercizio di tutto quanto fornito, al fine di rendere operativo il sistema. In sede di installazione e di verifica della conformità della fornitura, come prevista dall'art. 14 del Capitolato Speciale d'Appalto, saranno eseguite le prove di accettazione del sistema e di tutte le dotazioni accessorie.

Prima della consegna e dell'installazione della fornitura, l'IMEM potrà chiedere all'appaltatore di svolgere, per il tramite di un soggetto all'uopo incaricato, un sopralluogo preliminare nei locali presso cui la strumentazione dovrà essere installata, al fine di effettuare le necessarie verifiche sulle vie di accesso alla struttura, sulle metrature e spazi, nonché su tutti gli eventuali allacciamenti che la ditta fornitrice ritiene siano necessari per poter installare e mettere in funzione lo strumento. A seguito di tale sopralluogo la ditta fornitrice fornirà a IMEM e FBK indicazioni per predisporre adeguatamente i locali dove dovrà essere installato lo strumento.

#### 4.1.2. Formazione

L'appaltatore dovrà garantire un programma di addestramento all'uso ed alla manutenzione ordinaria della strumentazione (formazione di base), finalizzato all'apprendimento del corretto utilizzo della strumentazione e a rendere gli operatori dell'IMEM e di FBK indipendenti nell'utilizzo di tutti gli strumenti.

In particolare, durante tale formazione l'appaltatore dovrà trasferire i parametri di processo (temperatura di deposizione, flussi dei precursori, tempi di pulsaggio e di purging, parametri del plasma) necessari per la messa a punto di una ricetta per la deposizione di 50nm di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sia in modalità termica che assistita da plasma.

La formazione dovrà essere erogata in lingua italiana o inglese; la documentazione di addestramento rilasciata dovrà essere in lingua italiana e/o inglese.

La formazione dovrà essere rivolta a n. 4 (quattro) persone selezionate dall'IMEM, tra i dipendenti propri e quelli di FBK, e dovrà avere una durata minima effettiva di almeno 2 (due) giorni, purché tale tempo sia sufficiente alla completa formazione del personale coinvolto.

Il programma dovrà essere tenuto on-site presso la sede di consegna ed installazione, da personale specializzato, secondo un calendario che dovrà essere concordato con la stazione appaltante. Detto programma dovrà essere avviato entro 21 (ventuno) giorni solari a decorrere dalla data di consegna dello strumento, salvo diverso accordo tra le parti.

#### 4.1.3. Garanzia

Per la strumentazione offerta dall'appaltatore deve essere inclusa la garanzia per vizi e difetti di funzionamento (art. 1490 c.c.), per mancanza di qualità promesse o essenziali all'uso cui la cosa è destinata (art. 1497 c.c.), nonché la garanzia per buon funzionamento (art. 1512 c.c.) per un periodo di almeno 12 mesi a decorrere dalla data di verifica di conformità, fatta salva l'eventuale offerta migliorativa presentata in sede di gara. Tale garanzia deve comprendere le riparazioni o sostituzioni di parti (con esclusione delle parti c.d. "consumabili" chiaramente individuabili nella documentazione a corredo) necessarie al funzionamento ottimale della strumentazione.

L'IMEM avrà diritto alla riparazione o alla sostituzione gratuita ogni qualvolta, nel termine di validità della garanzia, si verifichi il cattivo o mancato funzionamento delle strumentazioni stesse, senza bisogno di provare il vizio o difetto di qualità.

L'appaltatore non potrà sottrarsi alla sua responsabilità, se non dimostrando che la mancanza di buon funzionamento sia dipesa da un fatto verificatosi successivamente alla consegna della strumentazione (e non dipendente da un vizio o difetto di produzione) o da fatto proprio dell'IMEM.

Il difetto di fabbricazione, il malfunzionamento, la mancanza di qualità essenziali e/o caratteristiche tecniche minime o eventuali migliorative offerte saranno contestati, per iscritto, entro un termine di decadenza di 30 (trenta) giorni lavorativi dalla scoperta del difetto stesso e/o del malfunzionamento e/o della mancanza di qualità essenziali e/o caratteristiche tecniche minime o eventuali migliorative offerte.

Devono ritenersi, inoltre, comprese nella garanzia le spese di trasferta ed i costi della manodopera dei tecnici presso la sede di consegna ed installazione.

Per l'intero periodo di vigenza della garanzia, l'aggiudicatario dovrà impegnarsi a fornire gratuitamente gli eventuali upgrade alle licenze software.

#### 4.1.4. Documenti e certificazioni richiesti

All'atto della consegna della fornitura, l'appaltatore dovrà consegnare – ove non già presentati in sede di offerta ovvero di stipula del contratto – i seguenti documenti:

- le certificazioni comprovanti la conformità alla vigente normativa in materia di sicurezza (marcatura CE).
- Schede tecniche, manuali d'uso e manutenzione, schemi elettrici e logica di controllo delle singole apparecchiature fornite, sia in forma elettronica stampabile sia in forma cartacea. La documentazione deve includere il piano di manutenzione preventiva, e tutti gli schemi elettrici, fluidici e meccanici. Dovrà comprendere inoltre la descrizione dettagliata del software (uso, installazione, backup e ripristino)
- report di collaudo tecnico dello strumento.

#### 4.1.5. Assistenza tecnica e supporto

In caso di guasto, l'aggiudicatario dovrà essere in grado di intervenire tempestivamente dalla segnalazione effettuata a mezzo e-mail entro un termine massimo di 10 (dieci) giorni lavorativi. Tale intervento è finalizzato alla immediata assistenza ed al ripristino delle funzionalità della strumentazione o, nel caso in cui ciò non sia possibile, alla valutazione del guasto e degli interventi necessari.

Pag. 7 di 7		
	<p><u>Sede Parma:</u> Parco Area delle Scienze 37/A - 43124 Parma Tel: +39 0521 269100</p> <p><u>Sede Genova:</u> c/o Dipartimento di Fisica, Università; Via Dodecaneso 33 - 16146 Genova Tel: +39 010 3536246</p> <p><u>Sede Trento:</u> c/o Fondazione Bruno Kessler; Via alla Cascata 56/C, Povo - 38123 Trento Tel: +39 0461 314878</p> <p><u>C.F.:</u> 80054330586 <u>P.IVA:</u> IT02118311006 <u>PEC:</u> <a href="mailto:protocollo.imem@pec.cnr.it">protocollo.imem@pec.cnr.it</a></p> <p><a href="http://www.imem.cnr.it">www.imem.cnr.it</a></p>	