



**Scheda di proposta per progetto di ricerca sviluppato da Gruppo di Ricerca  
Anno 2020**

TITOLO DELLA RICERCA

Line Element-Less Method (LEM) per la soluzione di recenti problemi matematici nell'ingegneria

PAROLE CHIAVE

1	Line Element-Less Method
2	Equazioni di Poisson e Laplace
3	Tomografia ottica diffusa
4	Piastre alla micro e nano-scala

PROPONENTE/COORDINATORE

COGNOME E NOME

Di Matteo Alberto

RUOLO

RTDa

E-MAIL

alberto.dimatteo@unipa.it

SSD

ICAR/08

RICERCATORI DEL DIPARTIMENTO PARTECIPANTI

N.	COGNOME E NOME	RUOLO	SSD
1	Di Matteo Alberto	RTDa	ICAR/08
2	Pavone Marco	PA	MAT/05
3	Pirrotta Antonina	PO	ICAR/08

RICERCATORI ESTERNI PARTECIPANTI

N.	COGNOME E NOME	RUOLO	UNIVERSITA'/ORGANIZZ. ESTERNA
1	Proppe Carsten	Full Professor	Karlsruher Institut für Technologie



## SCOPO, DESCRIZIONE E RISULTATI ATTESI DELLA RICERCA

### **Stato dell'arte** (max 10 righe):

Le equazioni di Poisson e di Helmholtz sono fra le più diffuse equazioni alle derivate parziali (PDEs) che regolano numerosi problemi matematici con vaste applicazioni nell'ingegneria moderna, fra cui: flusso di calore, meccanica strutturale, e propagazione della luce nei tessuti biologici, fenomeno alla base della tomografia ottica diffusa (DOT), una emergente tecnica di imaging per scopi diagnostici. Indiscutibilmente, il metodo degli elementi finiti e il metodo degli elementi al contorno rappresentano le tecniche più comunemente utilizzate per la soluzione di tali PDEs. Si stanno tuttavia diffondendo approcci meshless che, al contrario dei predetti metodi, presentano il vantaggio di non richiedere alcuna discretizzazione. Fra di essi ricade il Line Element-less Method (LEM), tecnica realmente meshless recentemente sviluppata per l'analisi di solidi in torsione e piastre di forma generica soggette a carichi trasversali.

### **Obiettivi, ipotesi e metodologia** (max 12 righe):

Il LEM, tecnica sviluppata dai ricercatori partecipanti al progetto per la soluzione di problemi nell'ambito della meccanica strutturale, consente di risolvere equazioni di Poisson e di Helmholtz, esprimendo la soluzione in termini di polinomi armonici con coefficienti di espansione non noti. Tali coefficienti vengono quindi determinati imponendo le condizioni al contorno del problema minimizzando un funzionale definito solamente attraverso integrali di linea sul contorno. La tecnica è particolarmente promettente, e consente anche di ottenere soluzioni in forma chiusa quando esistono. Obiettivo di tale progetto è dunque l'estensione ed applicazione del LEM ad alcuni recenti problemi presenti in diversi campi dell'ingegneria, in cui è richiesta la soluzione di equazioni di Poisson. Fra di essi ricadono i problemi di flusso di calore in domini di forma qualsiasi, l'analisi di elementi strutturali (piastre) alla micro e nano-scala, ampiamente diffusi per applicazioni sensoristiche (MEMS), e la propagazione della luce nei tessuti biologici, in uso nelle tecniche di imaging DOT per scopi diagnostici.

### **Risultati attesi** (max 5 righe):

Sulla base degli obiettivi prima menzionati, i risultati attesi riguardano l'opportuna estensione del LEM per la soluzione di problemi oggi diffusi in diversi settori dell'ingegneria. Grazie alle sue caratteristiche, il metodo proposto sarà particolarmente vantaggioso nei casi in cui non è possibile disporre di alcuna mesh, come per le applicazioni DOT. In tal modo sarà possibile ottenere soluzioni numeriche più rapidamente e con un onere computazionale ridotto.



**Caratteristiche di interdisciplinarietà del progetto (max 5 righe):**

Come precedentemente evidenziato, il progetto presenta notevoli caratteristiche di interdisciplinarietà. L'opportuna estensione del metodo proposto richiede competenze ricadenti nel settore dell'Analisi Matematica (MAT/05), pertanto coinvolto nel gruppo di ricerca. Inoltre, i problemi che verranno affrontati ricadono in diversi settori dell'ingegneria moderna, fra cui la meccanica strutturale e l'ingegneria biomedica, per le applicazioni MEMS e DOT.

**PUBBLICAZIONI PREVISTE (art. 13 del Regolamento Per il Sistema di Incentivazione, Sostegno, e Premialità della Ricerca dipartimentale)**

Si prevede di sviluppare almeno due pubblicazioni internazionali, su riviste ad alto fattore di impatto e ricadenti nel primo quartile, con coautori internazionali, coinvolgendo tutti i membri del gruppo di ricerca partecipante al progetto proposto. I temi da affrontare potranno essere quelli, già precedentemente menzionati, riguardanti l'applicazione del LEM al flusso di calore in domini di forma generica, analisi di piastre sottili alla micro e nano-scala, e propagazione della luce nei tessuti biologici per tecniche DOT.

**INDICAZIONI SUL SODDISFACIMENTO DEI CRITERI DI CUI ALL' ART. 15 DEL REGOLAMENTO PER IL SISTEMA DI INCENTIVAZIONE, SOSTEGNO E PREMIALITÀ DELLA RICERCA DIPARTIMENTALE**

Il progetto proposto soddisfa i criteri di cui all'Art. 15 del summenzionato regolamento. A tale riguardo, si sottolinea che nel gruppo di ricerca partecipano soggetti appartenenti a SSD differenti (ICAR/08 e MAT/05). Ciò dunque evidenzia un notevole grado di interdisciplinarietà della proposta progettuale, contribuendo inoltre al miglioramento della qualità della produzione scientifica del Dipartimento, come dimostrato dalla partecipazione al progetto di SSD caratterizzati negli ultimi anni da una non elevata produttività. Il sostegno alla ricerca libera (curiosity oriented) e di base è attestato dalla tematica del progetto che, seppure abbia ampie ricadute applicative in diversi settori dell'ingegneria, necessita di evidenti competenze di base, ulteriormente dimostrata dalla presenza nel gruppo di ricerca di un ricercatore del SSD MAT/05 ricadente nelle materie di base. È da sottolineare inoltre che nel gruppo di ricerca farà parte uno studioso di fama internazionale nel settore della Meccanica Strutturale, appartenente ad una istituzione estera e già co-autore di pubblicazioni con membri del progetto, il cui coinvolgimento contribuisce al raggiungimento di un elevato livello di internazionalizzazione della proposta progettuale. Infine, è apprezzabile il grado di propedeuticità di tale proposta progettuale alla partecipazione a partenariati e bandi nell'ambito dei programmi di ricerca nazionali ed internazionali, anch'esso valutabile attraverso il tema della ricerca, particolarmente coerente con alcuni settori ERC fra cui "Mathematics" e "Products and Processes Engineering".

FINANZIAMENTO RICHIESTO (max 5.000,00 €)

5.000,00 €



#### DESCRIZIONE DELLE SPESE PREVISTE

Si prevede che i fondi richiesti vengano spesi dagli appartenenti al gruppo di ricerca per spese riguardanti attrezzature informatiche, partecipazioni a conferenze e convegni internazionali per la divulgazione dei risultati ottenuti, e possibilmente anche per la pubblicazione ad accesso libero (open access).

Il sottoscritto, proponente del progetto, dichiara:

- di non avere disponibilità di fondi di ricerca per un importo superiore a 10.000 €.

Luogo e data Palermo, 26/10/2020

Firma

F.to Alberto Di Matteo