



CTN01_00176_163601



TRIM

Tecnologia e Ricerca Industriale per la Mobilità Marina

Percorso di Formazione per Esperti in ricerca e sviluppo in ambito nautico e navale

Sviluppo software verifica dei compositi e analisi FEA

Allievo del Percorso di Formazione	Daniele Pavia	
Soggetto ospitante	MICAD	
Progetto Formativo Individuale	Formare una figura professionale di esperto in Ricerca Industriale, con particolare riguardo alle simulazioni numeriche strutturali agli elementi finiti (FEM) di strutture in composito	
Codice del Documento	O.2-M.B-T.5	
Data	10/12/2021	





Titolo del Documento

Sviluppo software verifica dei compositi e analisi FEA

Codice del Documento

O.2-M.B-T.5

Distribuzione

Interna al Progetto

Date	Pages	Allievo	Tutor soggetto ospitante	Tutor CNR-INM
10/12/2021	2+61	Daniele Pavia	Daniele Malgieri	Stefano Zaghi

L'attività descritta nella presente pubblicazione è stata finanziata dal Progetto TRIM — Tecnologia e Ricerca Industriale per la Mobilità Marina — coordinato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca nell'ambito dell'iniziativa dei Distretti Tecnologici Nazionali.



Indice

Summary	3
1 Fondamenti teoria dei compositi	4
1.1 Analisi micromeccanica delle lamine	4
1.1.1 Frazioni ponderali e volumetriche	6
1.2 Calcolo delle costanti elastiche di una lamina: processo di omogeneizzazione	7
1.2.1 Formule di Halpin-Tsai	7
1.3 Moduli elastici in compositi a fibre casualmente orientate	8
2 Analisi macromeccanica	10
2.1 Equazione costitutiva della lamina nel riferimento principale del materiale .	10
2.2 Teoria classica della laminazione	11
2.2.1 Ipotesi alla base della teoria classica della laminazione	11
2.2.2 Il campo delle deformazioni nella teoria delle piastre	12
2.3 Equazione costitutiva del laminato	13
3 ISO 12215-5 2018	16
4 PyLa	19
4.1 Descrizione del software	19
4.2 Ambiente di sviluppo	19
4.3 Architettura software	20
4.3.1 generalFunctions	21
4.3.2 myComp	22
4.3.3 myPly	26
4.3.4 myPlate	32
4.3.5 myStiffener	36
4.4 Test case	37
5 Resistenza ed impermeabilità	44
6 T-Joint	47
7 Analisi FEA di un T-Top	49
7.1 Descrizione caso studio	49
7.2 Geometria	49
7.3 Materiali	51
7.4 Mesh	51
7.5 Analisi delle condizioni al contorno	52
7.5.1 Vincoli	52
7.5.2 Carichi	54
7.6 Analisi dei risultati	54
Bibliografia	61



*A Daniele Malgieri, fantastico tutor. Senza il suo aiuto e
perseveranza tutto ciò non sarebbe stato possibile.
Un grazie va all'INM ed in particolare a Cecilia ed Enrico, sempre pronti a dare consigli
molto preziosi.*