

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

Relazione per la prova finale
Studio dei materiali compositi e applicazioni nel settore
automobilistico

Tutor universitario: *Prof. Ugo Galvanetto*

Laureando: *Andrea Selber (matr. 1193587)*

Padova, 23/02/2022

MATERIALI COMPOSITI: agglomerato di due o più componenti (fasi) macroscopicamente distinguibili

- Matrice
- Rinforzo
- Interfaccia

Obiettivo: combinare le proprietà dei materiali costituenti, esaltando quelle che meglio si adattano alla tipologia di impiego finale e mitigando allo stesso tempo quelle indesiderate.

Rilevanza nel settore automobilistico:

- Riduzione di peso -> guadagno in termini di prestazioni
 - > riduzione di carburante e contenimento delle emissioni di CO₂
 - > alleggerimento a fronte delle batterie dei veicoli elettrici
- Adeguatezza delle proprietà fisiche e meccaniche in relazione a specifiche applicazioni
- Realizzazione di componenti unici (senza giunzioni)

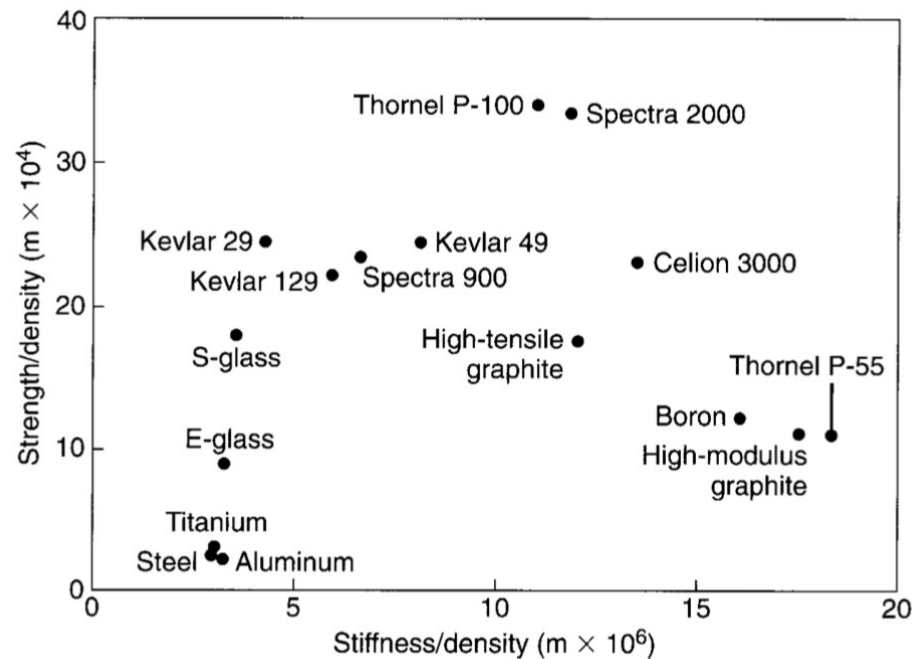
- Rinforzi e di matrici: presentazione e confronto delle principali tipologie
- Comportamento meccanico: analisi dei compositi laminati a fibra continua
- Applicazioni in automotive: vantaggi, avversità ed esempi di impiego
- Processi di produzione dei compositi polimerici di interesse per l'industria automobilistica



Funzione: fornire al composito la resistenza e la rigidità adeguate all'impiego

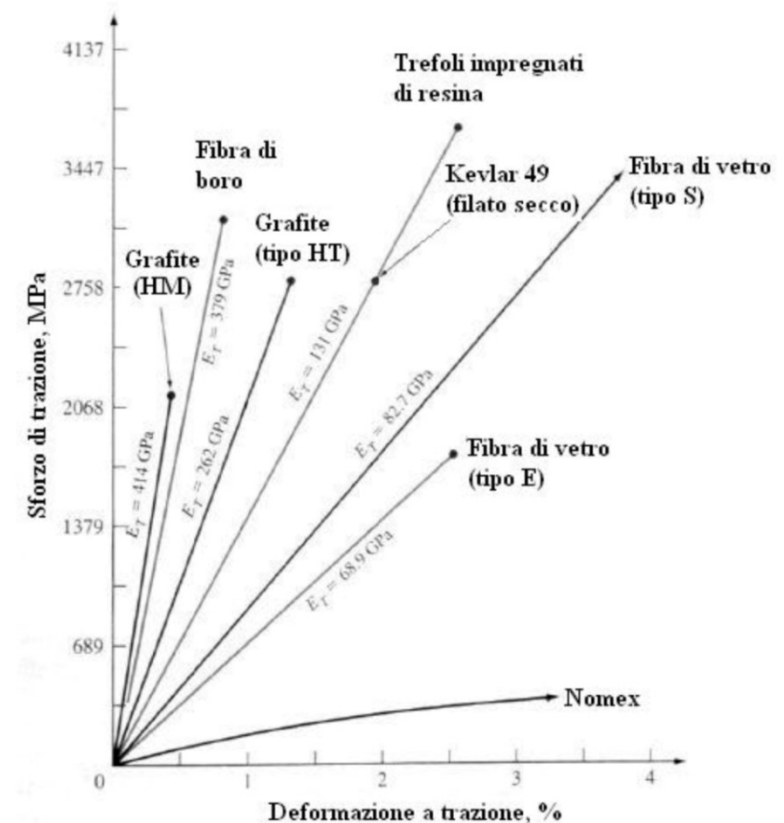
Fibre in base alla temperatura limite di degradazione:

- Fibre aramidiche ($T < 150^{\circ}\text{C}$)
- Fibre di vetro ($T = 150-400^{\circ}\text{C}$)
- Fibre di carbonio, fibre ceramiche ($T > 700^{\circ}\text{C}$)



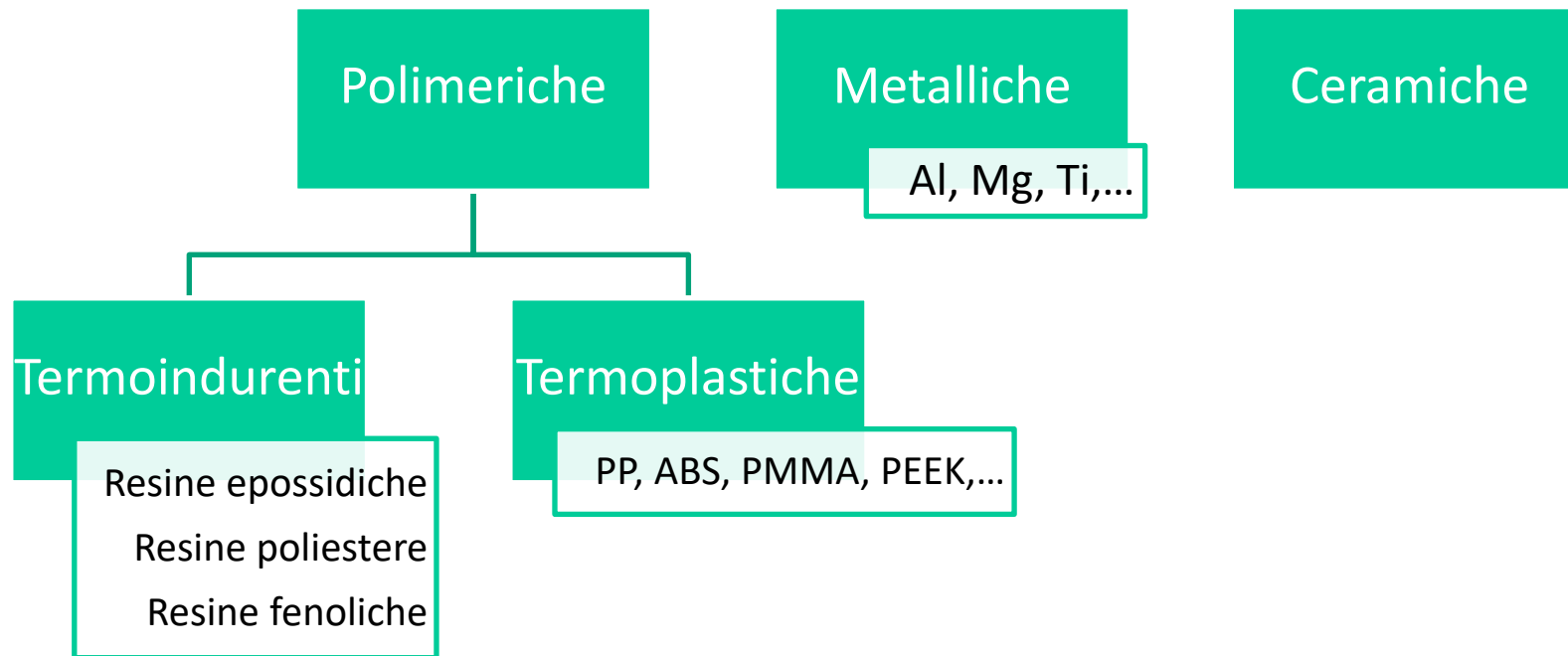
Morfologia del rinforzo all'interno della matrice:

- Fibre continue/lunghe/corte
- Fibre orientate/non orientate
- Particelle
- Whiskers



Funzioni:

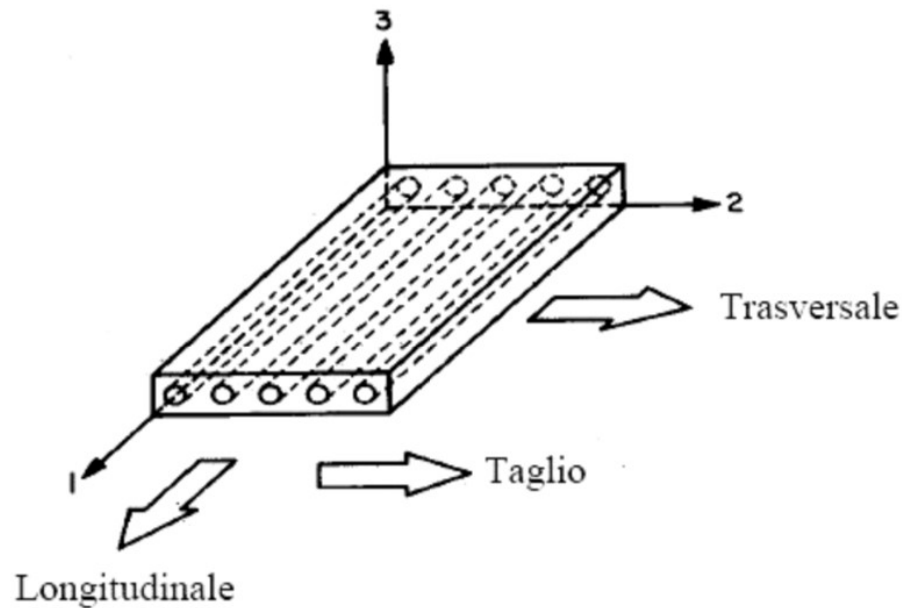
- garantisce la stabilità della geometria e della posizione delle fibre
- la protezione dall'ambiente esterno
- la prevenzione dal propagarsi delle cricche tramite il trasferimento del carico



La presenza di fibre implica eterogeneità e anisotropia del materiale composito
-> studio del comportamento meccanico complesso

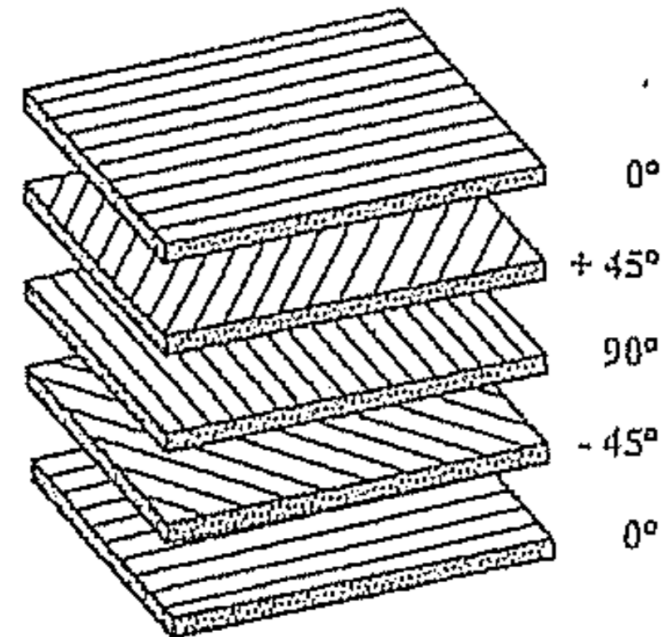
MICROMECCANICA

Studio del comportamento meccanico della singola lamina a fibre continue e parallele (ortotropa), in condizione di stato piano di tensione



MACROMECCANICA

Studio del comportamento meccanico del laminato, nelle ipotesi della *teoria della laminazione*



VETRORESINA (GFRP)

- Flessibilità e rigidità in base alla manifattura e alla tipologia di vetro
- Resistenza all'urto
- Bassa dilatazione termica
- Isolamento elettrico
- Resistenza agli agenti chimici
- Bassa suscettibilità all'umidità
- Costi contenuti



POLIMERI CON FIBRE NATURALI (NFRP)

- Modulo specifico comparabile con il vetro E
- Isolamento termico
- Isolamento acustico

N.B. le proprietà variano a seconda della coltivazione e dell'estrapolazione delle fibre naturali



POLIMERI RINFORZATI CON FIBRE DI CARBONIO (CFRP)

- Resistenza e rigidità specifiche elevate (in base al precursore e ai trattamenti termici)
- Resistenza a fatica
- Bassa dilatazione termica
- Conducibilità termica ed elettrica

Realizzazione di telai, monoscocche e scocche portanti, carrozzerie, pacchetti aerodinamici, condotti dell'aria, alberi di trasmissione, cerchi, travetti di rinforzo e componenti estetici



COMPOSITI A MATRICE METALLICA (MMC)
Garantiscono stabilità dimensionale e valori favorevoli di resistenza e rigidità. In particolare:

Alluminio:

- rigidità specifica
- resistenza all'attrito
- ridotta dilatazione termica
- costi contenuti

Magnesio:

- flessibilità
- resistenza a fatica
- bassa densità

Titanio:

- proprietà non magnetiche
- resistenza alla corrosione



COMPOSITI A MATRICE CERAMICA (CMC)

- Elevata stabilità chimica
- Elevata rigidezza
- Resistenza alla deformazione plastica
- Alta refrattarietà

- La fragilità viene ridotta attraverso l'aggiunta di una fase tenacizzante

Realizzazione di dischi freno C/SiC «carboceramici»

- Bassa densità
- Maggior coefficiente di attrito (rispetto ai dischi in ghisa)
- Minore dilatazione termica (rispetto ai dischi in MMC)
- Maggiore resistenza all'usura (rispetto ai dischi C/C)
- Coefficiente di attrito indipendente dalla temperatura



Stampo aperto:

- Costi ridotti
- Facile allestimento
- Manufatti di grandi dimensioni

Con uno stampo aperto sigillato è possibile migliorare la qualità del prodotto e dell'ambiente di lavoro.

- Stratificazione manuale
- Spruzzatura
- Sacco a vuoto
- Vacuum molding
- Formatura in autoclave
- Filament winding
- Braiding

Stampo chiuso:

- Buone finiture
- Tempi ridotti
- Possibilità di automazione
- Processo costoso

- Pultrusione
- Resin transfer molding (RTM e VA-RTM)
- Compression molding (LFT, BMC e SMC)
- Injection molding

- Ruolo centrale della **vetroresina**, dei **CFRP**, degli **Al-MMC**, dei **compositi ceramici** e degli **NFRC**, anche in elementi strutturali del veicolo
- I vantaggi in termini di peso favoriscono il contenimento dei consumi e l'**abbattimento delle emissioni**, diffondendo i compositi anche oltre il settore delle competizioni motoristiche
- Necessità di affrontare le avversità conseguenti all'implementazione dei compositi nella **produzione automobilistica di massa** (costi, volumi produttivi, utenza eterogenea, assistenza)
- Adottare soluzioni compatibili con l'ambiente, in merito a smaltimento e riciclo, contribuendo all'**ecosostenibilità** perseguita dall'integrazione dei compositi nei veicoli

***Si ringrazia
per la cortese attenzione***