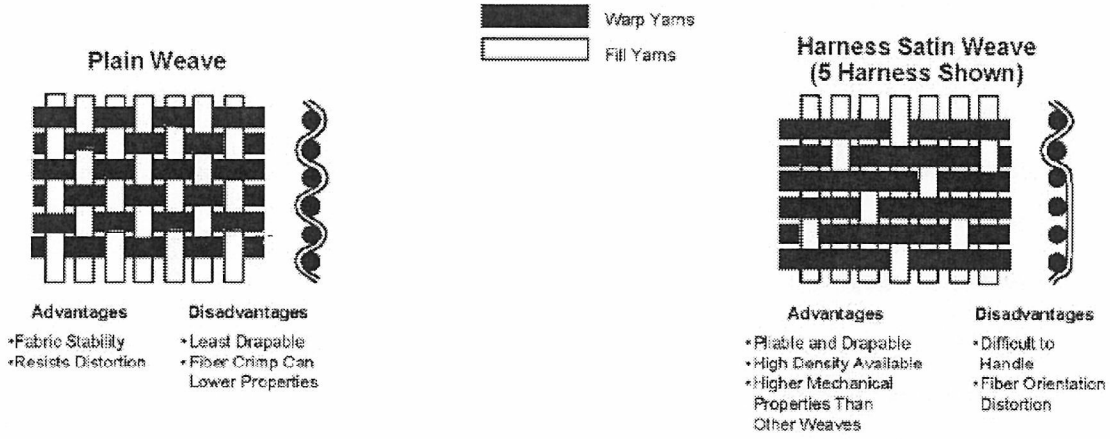
Lezione 2. 10/3/2020

Tessuti: stili



Matrici per materiali compositi

Funzioni della matrice:

- Mantiene unite le fibre
- Distribuisce il carico fra le fibre
- Protegge le fibre dall'ambiente esterno

Materiale ideale: Liquido a bassa viscosità trasformabile in un solido resistente, fortemente ancorato alle fibre di rinforzo. La matrice ideale deve avere:

- Buona resistenza a trazione
- Elevato modulo elastico
- Resistenza a taglio per ridistribuire il carico fra le fibre
- Resistenza a frattura e ad impatto
- Resistenza a degrado termico e a creep alla temperatura di esercizio
- Forte legame con le fibre (o con l'agente di accoppiamento, size)
- Resistenza a degrado da parte di umidità, agenti chimici e solventi
- Basso ritiro durante la polimerizzazione.

Sono auspicabili un lungo tempo di conservazione, basso peso specifico e basso costo.

Proprietà compositi a matrice epossidica

Material	Specific Gravity	Tensile Strength, GPa	Tensile Modulus, GPa	Specific Tensile Strength, GPa	Specific Tensile Modulus. GPa
Boron/epoxy	2.0	1.49	224	0.73	110
Graphite/epoxy, type I	1.6	0.93	213	0.58	133
Graphite/epoxy, type II	1.5	1.62	148	1.01	92
Aramid/epoxy	1.45	1.38	58	0.95	40
Glass/epoxy	1.9	1.31	41	0.69	22
Steel	7.8	0.99	207	0.13	21
Aluminium alloy	2.8	0.46	72	0.17	26
Titanium	4.5	0.93	110	0.21	24

Comparative Properties of Composites and Metallic Aircraft Materials.

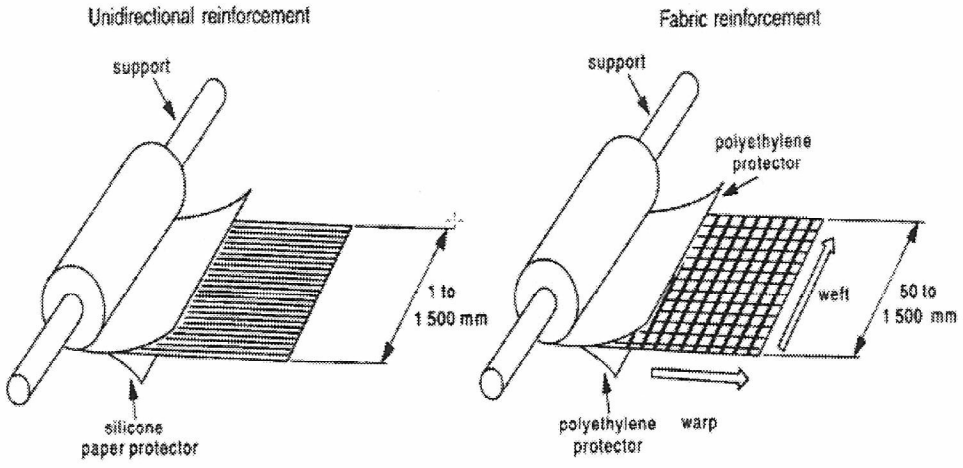
FATTORE DI RIDUZIONE: 4-5
Danneggiamento da impatto, Assorbimento di umidità

I preimpregnati

I preimpregnati sono la forma pravalente in cui sono disponibili i compositi per applicasioni strutturali avanzate. Essenzialmente il preimpregnato (Prepreg) consiste in uno strato di fibre (di forma variabile) immerso in resina parzialmente polimerizzata (B-staged) in stato vetroso.

La resina è chimicamente attiva, con bassi ratei di conversione caratteristici dello stato vetroso, e il mantenimento di tale stato viene garantito dall conservazione in bassa temperatura.

La resina B-staged riportata a temperatura ambiente per la stratificazione dei componenti presenta un certo grado di appiccicosità (tackiness) che facilita l'aderenza degli strati (plies) agli stampi e tra loro.



I preimpregnati

Tra le variabili che occorre specificare per definire un materiale preimpregnato abbiamo:

- tipo di fibra
- forma e stile della fibra (ad es. UD o Tessuto, PW o Satin),
- tipo di resina,
- contenuto in fibra o fiber areal weight (FAW),
- contenuto di resina o Resin Content (RC)
- spessore dello strato curato Cured Ply Thickness (CPT)

master COPY

Contenuto in fibra o fiber areal weight (FAW)

Il Fiber areal weight è il peso della fibra contenuta per unità di area, tipicamente espresso i grammi per metro quadrato.

Contenuto di resina o Resin Content (RC)

Il Resin Content specifica la percentuale di resina in peso contenuta nel prepreg. Il contenuto in resina del prepreg generalmente non coincide con quello del prodotto finale curato a meno che non si tratti di sistemi net-resin.

Cured Ply Thickness (CPT)

La Cured Ply Thickness indica lo spessore in mm di ciscun strato del materiale una volta curato. La CPT può variare in modo significativo in base al processo e al numero totale degli strati della parte da fabbricare.

I preimpregnati

I preimpregnati sono forniti con rinforzi di forma e stile differenti, si hanno:

- tows o rowings
- nastro unidirezionale (UD tape)
- tessuto (in vari stili)

il materiale viene normalmente fornito in rotoli di lunghezze fino a 2000 m.

I **prepreg rovings** o **pregtows** sono nastri di fibre utilizzati principalmente in processi di deposizione automatica (Fiber Placement e Filament Winding). La sezione è normalmente rettangolare con larghezze tipiche da 1/10 e 1/4 di pollice.

Il **nastro unidirezionale (tape)** è normalmente ottenuto combinando più tows in parallelo. Vengono prodotti con larghezze da 6 a 60 pollici e FAW da 30 (molto basso) a 300 g/mq con valori più tipici compresi tra 90 e 190 g/mq. Le larghezze di 6-12 in sono utilizzate in processi di deposizione automatica mentre i rotoli da 60 in (1200-1500 mm) vengono usati per ritagliare strati da deporre manualmente.

I **prepreg con rinforzo in tessuto** sono usati principalmente in processi manuali per cui vengono forniti in rotoli di elevata larghezza e normalmente hanno contenuti in fibra maggiori con conseguenti maggiori spessori.

master COPY

I preimpregnati

Esistono 2 tipi di preimpregnato con differenti approcci al processo di cura in autoclave:

1. **bleed**, ovvero resina nel prepreg > contenuto di resina nel prodotto finale
2. **net resin**, ovvero resina nel prepreg = contenuto di resina nel prodotto finale

Bleed

Nell'approccio bleed la matrice in eccesso viene rimossa, quando è ancora allo stato liquido, facendo impregnare strati di materiale assorbente (bleeder plies) che si trovano all'estreno del pezzo. Numero e spessore del bleeder determina il contenuto di resina finale e quindi le caratteristiche del materiale.

Net resin

Nell'approccio ner resin il preimpregnato ha il contenuto di resina deisderato per il materiale finale e non si effettuano rimozioni di resina durante il processo: non c'è bisogno del bleeder.

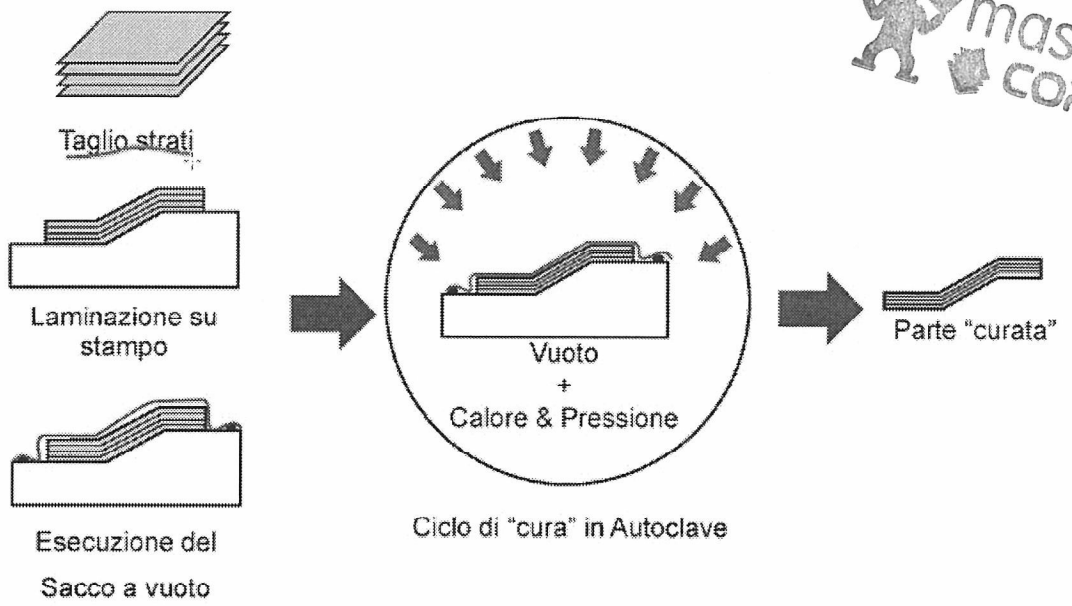
I preimpregnati

Le proprietà del materiale curato sono strettamente connesse a quelle del preimpregnato. Per questo le caratteristiche dei preimpregnati devono essere accuratamnete valutate, specificate e controllate per garantire tutto il processo di fabbricazione.

Per i prepreg in resina termoindurente dette caratteristiche includono:

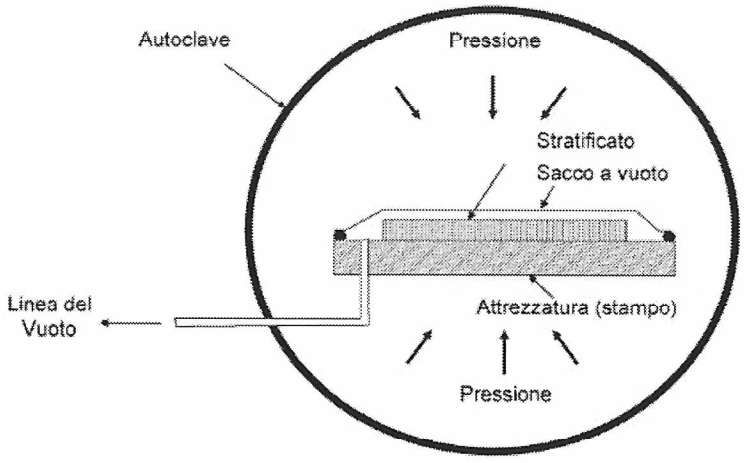
- contenuto di resina
- contenuto di sostanze volatili
- fluidità della resina
- tempo di gel
- appiccicosità (tack)
- tempo di conservazione (shelf life)
- tempo di permanenza a temperatura ambiente (out-time)

Processo per componenti in composito da prepreg



Il ciclo di cura per resine termoindurenti

Per la produzione di parti complesse ed elevate proprietà meccaniche si fa solitamente ricorso a **processi di cura in autoclave** che abbinano al **ciclo termico**, l'applicazione di **pressione** e la creazione di **condizioni di vuoto** controllate nel tempo.



La corretta esecuzione del processo e il controllo dei parametri chiave di **temperatura**, **pressione** e **vuoto** consentono di ottenere prodotti con bassa difettosità ed elevate proprietà meccaniche.