

# Manufacturing lessons from space



A. Maione

Antonio Maione - CAM2 (Gruppo FARO Technologies)



Building airplanes and spaceships poses some of the most unique engineering and manufacturing challenges mankind has ever encountered. Fortunately, you don't have to build rockets to benefit from rocket science. Manufacturers of most any product can improve their efficiency and profitability by studying some of the approaches the aerospace industry takes to overcome production obstacles such as waste, rework, and engineering changes. Organizations who use composites such as Spirit, GKN, Boeing, Airbus, Albany Engineered Composites, and SpaceX do not tend to share proprietary processes, but they do share common hurdles when it comes to engineering and manufacturing. Aerospace – and all other manufacturing verticals — must consider size,

weight, power, and cost. And they must factor those elements into the scheme of a complete system or product.

There's a term used by military and aerospace design called SWaP-C, which stands for size, weight, and power. The remaining C is for cost. Any time you can reduce a size or weight factor while simultaneously maintaining strength and quality, it has a positive effect on the power and/ or cost factors of the SWaP-C formula.

In the aerospace industry, the use of composites has become mainstream because of its excellent strength-to-weight ratio. Within the SWaP-C framework, lighter parts mean less power is consumed by an aircraft, which results in multiple benefits such as more time aloft, fuel savings, or increased payload. Basically, the lighter your launch vehicle, the

more payload you can carry and use less fuel doing it.

When composites were introduced, their unique properties had wondrous effects on the weight and power aspects of the SWaP-C formula. Unfortunately, the labor-intensive nature of engineering and production with composites certainly did not reduce the cost factor. Laser Projection technology is helping to change that. In many cases, established production methods are the consequence of limitations in technology. Advancements in technology bring opportunities for more efficient methods of construction that improve on one or more of the SWaP-C principles. This holds true for all manufacturing verticals, not just aerospace. Some of these industries include ship building, automotive, trucks and trailers, small aircraft, marine and

## Lezioni di produzione dallo spazio

Antonio Maione, CAM2 (Gruppo FARO Technologies)



*Costruire aeroplani e veicoli spaziali pone alcune delle sfide ingegneristiche e costruttive più impegnative che l'essere umano abbia mai fronteggiato.*

*Quasi tutti i produttori, indipendentemente dal loro settore industriale, possono migliorare l'efficienza e la redditività attraverso lo studio di alcune delle soluzioni adottate nel settore aerospaziale per superare gli ostacoli connessi alla produzione, quali scarti, rilavorazioni e modifiche tecniche.*

*Le aziende che utilizzano materiali compositi, come Spirit, GKN, Boeing, Airbus, Albany Engineered Composites e SpaceX, tendono a non condividere i processi proprietari, mentre*

*non esitano a condividere gli ostacoli comunemente incontrati nei processi ingegneristici e produttivi. Il settore aerospaziale e i settori a esso correlati devono prendere in considerazione dimensioni, peso, potenza e costi, e integrare questi elementi nel progetto di un sistema o di un prodotto completo.*

*Nel campo della progettazione militare e aerospaziale viene utilizzato il termine SWaP-C, acronimo di Size, Weight and Power, mentre la C sta per costo. In qualsiasi momento è possibile ridurre il fattore dimensione o peso mantenendo allo stesso tempo resistenza e qualità, e questo ha un effetto positivo sui fattori potenza e/o costo della formula SWaP-C.*

*L'utilizzo di materiali compositi nel settore aerospaziale è ormai consolidato grazie allo straordinario rapporto resistenza/peso.*

*Nell'ambito SWaP-C, l'utilizzo di parti più leggere consente un minor consumo energetico da parte di un aereo, che si traduce in molteplici vantaggi quali tempi di volo più lunghi, risparmio di carburante o maggiore capacità di carico.*

*Sostanzialmente, più il veicolo di lancio sarà leggero, maggiore sarà la quantità di merce trasportata e il risparmio di carburante. Quando furono introdotti i materiali compositi, le loro caratteristiche uniche ebbero effetti straordinari sui fattori peso e potenza della*



private yachts and boat building, wind turbines, plus any other composites assemblers including aerospace tier 1, 2 and 3 suppliers. If the use of composites is crucial for aerospace to be a viable industry, the use of Laser Projection technology is crucial for composites to be viable as a cost-effective material in the general manufacturing arena. If you're utilizing composites to build a racing bicycle, a boat hull, or a wind turbine rotor, something of that nature, you want to minimize weight and maximize strength, which is where detail engineering comes in. You have to decide exactly how many plies go where to reinforce the structure while reducing weight.

Laser Projection has become a preeminent tool in composites because you can position small pieces within the lay-up in specific areas.

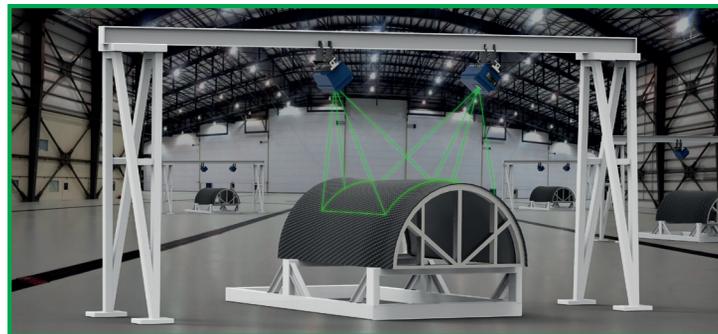
Most composites layups involve multiple plies. Using outdated tools, such as tape measures and Mylar® templates, makes the layup process slow, tedious, and



*formula SWaP-C. Purtroppo, la complessità delle operazioni di progettazione e produzione con i materiali compositi certamente non permise di ridurre il fattore costo.*

*La tecnologia di proiezione laser sta contribuendo a trasformare questo aspetto.*

*In molti casi, i metodi di produzione consolidati sono la diretta conseguenza di limitazioni riscontrate in ambito tecnologico. Le innovazioni creano opportunità per metodi costruttivi più efficienti e in grado di migliorare uno o più fattori SWaP-C.*



*Questo non vale solo per il settore aerospaziale, come ad esempio quello automobilistico, dei macchinari pesanti, navale ed energetico (ad es. turbine eoliche), oltre che per tutti i produttori specializzati nell'assemblaggio di materiali compositi inclusi i fornitori di primo, secondo e terzo livello per l'industria aerospaziale. In teoria,*



sometimes inaccurate. Compare this to laser-guided layup where the images of what ply is to be placed where are projected directly onto the surface, step-by-step, as it is being built. When developing and launching a new product, the number of Engineering Change Orders (ECOs) are unbelievable. The ability to make engineering changes on-the-fly, such as adding segmented plies, has opened tremendous opportunities for advancements in engineering design and application.

Eliminating the time it takes to build physical templates is crucial to reducing innovation and manufacturing costs.

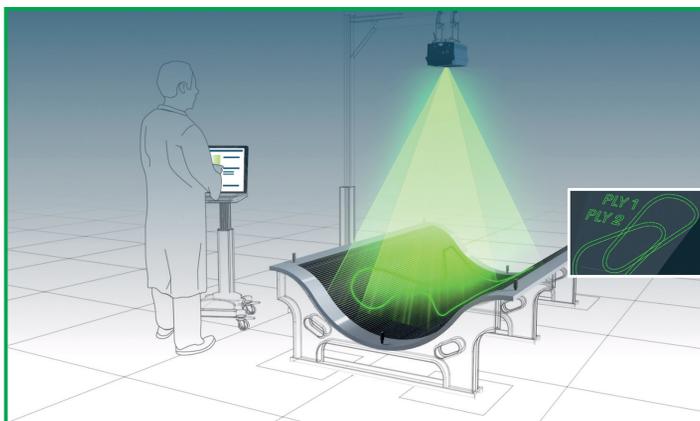
Using Laser Projection greatly reduces the pain points of the ECO process. When the CAD model is changed, Laser Projection changes are uploaded to the computer that controls the projector and the

change is immediately implemented on the next production unit. For most composites manufacturers, effective risk management can make the difference between break-even and profitability. Depending on the size and complexity of a part, and how far down the production line it may have gotten, a single scrap event can cost in the tens to hundreds of thousands of dollars range, sometimes into the

millions of dollars. However, the issue is more than “just” the cost of the scrap event. Delays in production sometimes result in contractual penalties which might be even more significant than the cost of the material scrapped.

With laser-guided assembly, the possibility of having defects during the layup process is greatly reduced. In aerospace, as with other industries, the most skilled workers are often put on the main shift with the risk of lower productivity levels. Laser-guided assembly solutions such as the FARO Tracer<sup>™</sup> help to solve this problem. The use of a Laser Projection solution typically results in a 50% to 70% labor savings versus using traditional physical template methods.

For some companies, FARO's Tracer<sup>™</sup> solutions have resulted in an ROI, or payback period, of just a month. Depending on production



*tutte le aziende in cui resistenza e peso giocano un ruolo fondamentale dovrebbero considerare l'utilizzo di materiali compositi. Se l'utilizzo dei materiali compositi è fondamentale per le applicazioni nel settore aerospaziale (e non solo), l'impiego della tecnologia di proiezione laser è essenziale per garantire un buon rapporto costo/efficacia di questi materiali nell'industria manifatturiera in generale.*

*Se si utilizzano materiali compositi per costruire, ad esempio, una bicicletta da corsa, lo scafo di un'imbarcazione o il rotore di una turbina eolica occorre decidere esattamente quanti strati applicare nei vari punti della struttura per renderla più resistente, riducendo al contempo il peso. La proiezione è diventata uno strumento importante nei materiali compositi poiché è possibile posizionare pezzi piccoli in aree specifiche.*

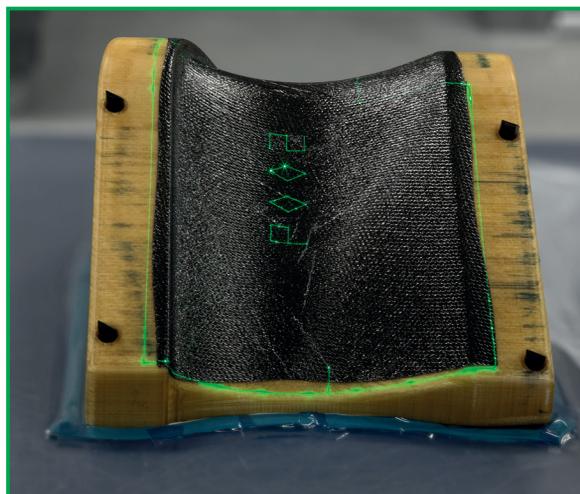
*La maggior parte dei laminati compositi prevede strati multipli. L'utilizzo*

*di strumenti obsoleti, quali metri a nastro, template fisici o Mylar, rendono il processo di layup lento e talvolta inesatto. Diversamente con la tecnologia di proiezione laser è possibile localizzare i punti di posizionamento proiettando "le immagini" degli strati direttamente sulla superficie, passo dopo passo, durante le fasi di costruzione.*

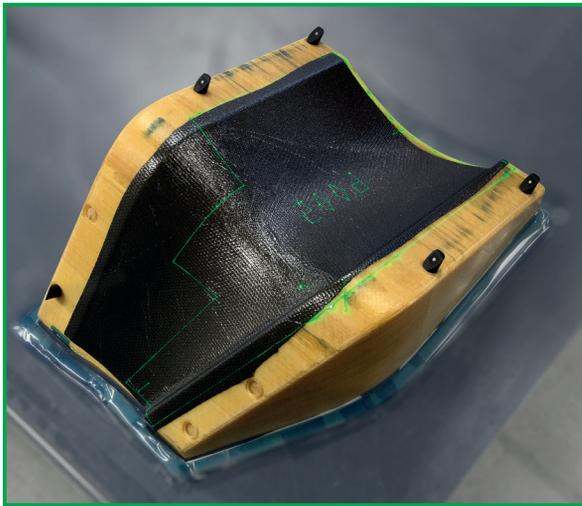
*Inoltre, quando si sviluppa e si lancia un nuovo prodotto, la quantità di ordini di modifica (ECO; Engineering Change Order) è incredibile.*

*Per la maggior parte dei produttori di materiali compositi, una gestione efficace dei rischi può fare la differenza tra pareggio economico e guadagno. Tuttavia, la questione va ben oltre il “mero” costo dello scarto. Ritardi nella produzione possono talvolta comportare sanzioni contrattuali superiori persino al costo del materiale scartato.*

*Grazie all'assemblaggio con l'ausilio di tecnologia laser, è possibile ridurre notevolmente il rischio di difetti durante il processo di layup. Inoltre, nel settore aerospaziale, analogamente a quanto avviene in altri settori, spesso i lavoratori più esperti vengono assegnati ai turni di lavoro principali con possibili “squilibri” a livello di produttività: le soluzioni di assemblaggio con l'ausilio di laser come il FARO Tracer<sup>™</sup> Laser Projector aiutano a risolvere anche questo tipo di problema.*



 volume, payback is typically a year or less. When you consider that a Tracer<sup>M</sup> typically has a ten-year useful life, the long-term ROI is outstanding. It's not rocket science; faster assembly and layup time, improved quality and accuracy, reduced or eliminated scrap and rework, all add up to ROI for any organization or industry.



 *L'utilizzo di un sistema di proiezione laser solitamente comporta un risparmio di manodopera compreso tra il 50% ed il 70% rispetto all'utilizzo dei metodi tradizionali con template fisici. Per alcune aziende, l'impiego del Tracer<sup>M</sup> di CAM2 ha avuto un ROI o periodo di recupero del capitale investito di appena un mese. In base al volume di produzione, il ritorno sull'investimento avviene solitamente nell'arco di un anno. Se si considera che il periodo di utilizzo ("vita utile") di un Tracer<sup>M</sup> è normalmente di dieci anni, il ROI a lungo termine è straordinario. I tempi di montaggio e di layup più rapidi, la maggiore qualità e precisione così come gli scarti e le rilavorazioni ridotti o inesistenti si traducono, infatti, in ROI per qualsiasi azienda manifatturiera indipendentemente dal settore.*

