





Un 'Nido' d'acciaio inox

Un approccio innovativo
al problema della sicurezza
per le vetture di piccole
dimensioni in questo progetto
Pininfarina

a cura del Centro Inox
info@centroinox.it

L' esigenza di rispondere ad elevati standard di sicurezza spinge i designer del settore auto a ricercare soluzioni costruttive adatte ad ogni tipo di vettura. Il compito è tanto più difficile se si tratta

di vetture di ridotte dimensioni, potenzialmente esposte a urti con veicoli di massa considerevole. In questi casi la ricerca delle soluzioni costruttive deve avvalersi di tutto ciò che lo stato dell'arte mette a disposizione, oltre che cimentarsi in sperimentazioni che aprano la strada a future generazioni di veicoli. È ciò che è stato fatto nello studio della Nido, un prototipo di vettura nel quale si sono condensate le conoscenze progettuali dei tecnici della Pininfarina di Cambiano che, per raggiungere l'obiettivo sicurezza, hanno preso in esame ogni particolare tra cui anche l'impiego di materiali strutturali innovativi quali l'acciaio inossidabile. Il Centro Inox ha fattivamente collaborato al progetto Nido quale partner, fornendo il know-how relativo all'inox.

Il principio del 'nido'

I problemi di compatibilità tra veicoli con massa ridotta e veicoli con massa elevata stanno diventando basilari nell'engineering della sicurezza automobilistica. Questa considerazione è quan-

Specifiche tecniche della Nido

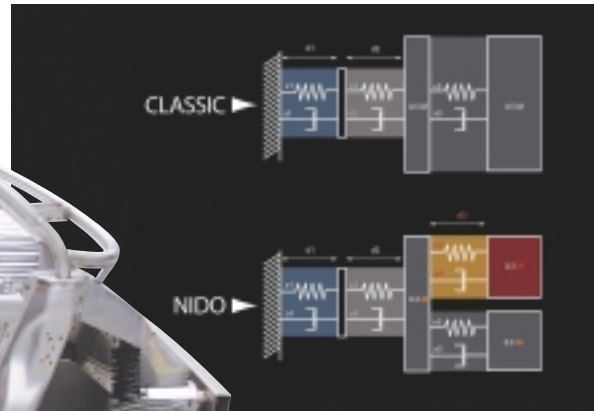
Lunghezza 2.890 mm
 Larghezza 1.674 m
 Altezza 1.534 mm
 Massimo movimento slitta in avanti 350 mm
 Massimo movimento slitta indietro 120 mm
 Carreggiata anteriore 1.363 mm
 Carreggiata posteriore 1.457 mm
 Pneumatici anteriori 175/50 16"
 Pneumatici posteriori 205/45 16"
 Carrozzeria materiale plastico
 Telaio inox
 Trazione posteriore
 Motore posteriore
 Cambio automatico
 Drive by wire



Il prototipo Eta Beta (1996), che prima di Nido rappresenta insieme a Metrocubo (1999) la risposta di Pininfarina ai problemi legati alla mobilità

to mai vera se si osservano gli attuali sviluppi delle autovetture, che tendono a diventare più grandi e pesanti per soddisfare i sempre più severi regolamenti e per offrire maggiore spazio interno. Per questi motivi il progetto Nido si concentra sullo studio e la prototipazione di nuove soluzioni che coinvolgono sia l'aspetto strutturale che quello di design di una piccola vettura 2 posti, con l'obiettivo di incrementare sia la sicurezza interna degli occupanti che quella esterna, al fine di limitare i danni verso i pedoni in caso di urto.

Il principio normalmente applicato per la protezione degli occupanti, in caso di crash frontale, è quello di garantire lo spazio vitale e di soddisfare i parametri biomeccanici dei passeggeri, assorbendo con deformazioni controllate l'energia di impatto, in parte tramite la deformazione della parte anteriore della struttura, in parte trasferendo i rimanenti carichi alla struttura posteriore (attraverso pavimento, longheroni, porte e la struttura in genere) ed in parte tramite sistemi di ritenuta attivi (cinture ed airbag). Applicare questo principio ad una vettura compatta risulta più critico rispetto ad una vettura di dimensioni maggiori in quanto gli spazi di deformazione sono molto ridotti. Ciò comporta problematiche di progettazione dei componenti strutturali, in uno scenario di normative sempre più severe. La struttura resiste ad un impatto violento, ma proprio la rigidità del suo telaio, unitamente allo spazio limitato, fa sì che una rilevante parte di energia sia trasferita sugli occupanti. Non potendo aumentare le dimensioni della parte anteriore del veicolo, occorre



Nell'immagine a sinistra è visibile la struttura della Nido, interamente realizzata in acciaio inossidabile EN 1.4301 (AISI 304). A destra la schematizzazione della ripartizione delle masse in caso d'urto

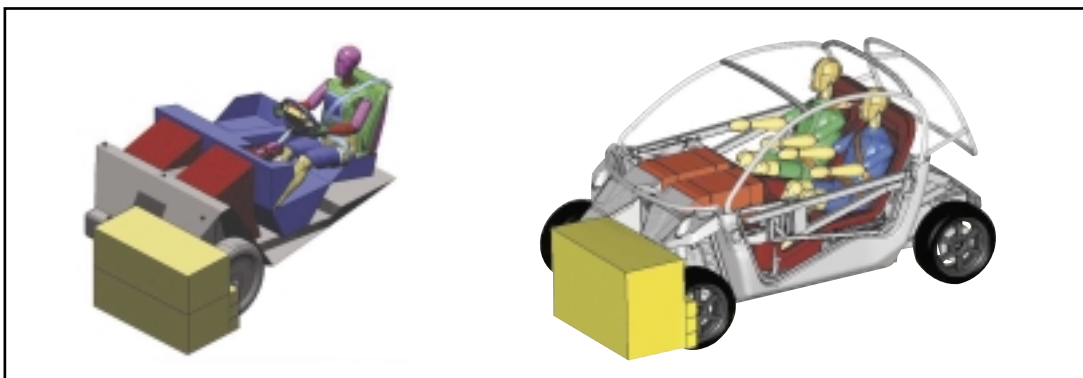
trovare un'altra soluzione per ridurre le decelerazioni degli occupanti stessi a valori comparabili con vetture di classe maggiore. Anziché progettare le prestazioni di sicurezza della vettura in modo tradizionale in funzione della massa, Nido propone un nuovo principio. La vettura è costituita da tre elementi principali:

- un telaio composto da una parte anteriore deformabile e da una cellula rigida attorno agli occupanti;
- un guscio per gli occupanti, che si comporta come una slitta in grado di scorrere orizzontalmente su una guida centrale all'interno della cellula rigida;
- la cellula rigida e la slitta sono collegate in condizioni normali dal terzo elemento, costituito da due assorbitori, dimensionati con una rigidità adeguata.

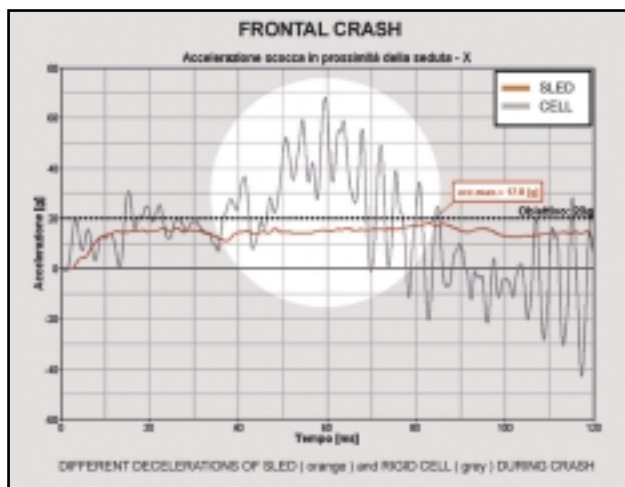
In caso di urto frontale, la vettura assorbe parte

dell'energia tramite la zona anteriore deformabile del telaio, costituita da due puntoni in lamiera, con due assorbitori interni in foam plastico espanso. Essi sono stati studiati con una particolare forma tronco-conica, atta ad assorbire e distribuire l'energia sulla parete parafiamma in lamiera cellulare, la quale a sua volta la trasmette lungo il tunnel centrale e i longheroni laterali. La rimanente energia, dovuta alla massa dei manichini e della slitta, determina il movimento di quest'ultima nella direzione dell'urto, comprimendo i due assorbitori in honeycomb, posizionati tra cellula rigida e slitta nella zona della plancia, permettendo una decelerazione graduale e controllata sui manichini.

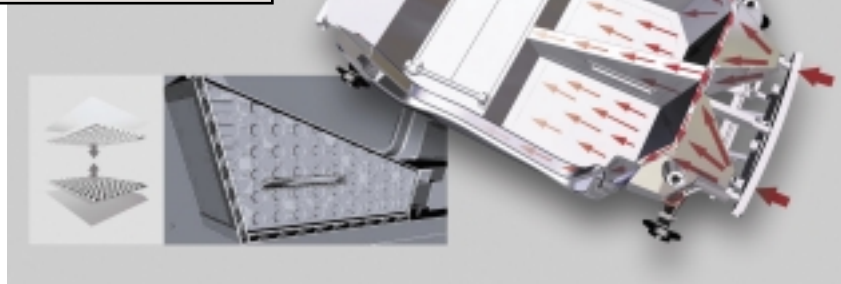
L'introduzione degli elementi intermedi di assorbimento in honeycomb, tra la cellula rigida e la slitta, permette di ottenere due diverse curve di decelerazione, dove la curva relativa



Due immagini relative alle fasi di simulazione per la validazione del principio alla base della sicurezza della Nido



A destra la schematizzazione del flusso di ripartizione dell'energia in caso di urto frontale; in alto il grafico relativo alla decelerazione della slitta e della cellula rigida in caso di crash frontale: si può notare che la decelerazione della slitta è al di sotto della soglia obiettivo



alla slitta è più bassa di quella della cellula rigida. La slitta può essere dotata di ulteriori assorbitori, di dimensioni più piccole e montati posteriormente tra la slitta e la cellula rigida, in modo da proteggere gli occupanti anche in caso di urto posteriore. L'applicazione di questo principio su una piccola vettura biposto da città con motore posteriore può essere esteso anche ad una vettura sportiva biposto a motore centrale.

Dal virtuale al prototipo

La validazione del principio di funzionamento del sistema cellula rigida/assorbitore di energia



in honeycomb/slitta è stata effettuata attraverso la realizzazione di modelli virtuali semplificati. Dalle simulazioni virtuali si è riscontrato che, grazie al concetto della slitta mobile, le basse decelerazioni misurate sugli occupanti possono rendere non indispensabile l'uso degli air-bag frontali, ovvero se ne può riconsiderare la

modalità di impiego. Partendo dagli elementi strettamente legati al funzionamento del principio Nido, sono stati costruiti due 'muletti' per effettuare una correlazione numerico-sperimentale tra il modello fisico e quello virtuale. Si è poi proceduto alla realizzazione del prototipo in scala 1:1, costruito applicando sia le soluzioni ideate specificamente per questo progetto, sia le soluzioni al momento già note e consolidate.

Perché l'acciaio inossidabile

Quando si parla di acciaio inossidabile, viene di solito alla mente un materiale estremamente nobile, costoso e, soprattutto, destinato ad applicazioni molto specifiche, per le quali si richiede aspetto estetico inalterato e ottima resistenza ai fenomeni corrosivi. La tendenza, negli ultimi anni, è invece quella di considerare tale materiale in tutti i suoi molteplici aspetti e non solamente come 'metallo nobile' che resiste alla corrosione; vengono perciò sfruttate in modo specifico le caratteristiche fisiche

Il concetto da cui nasce Nido

e meccaniche.

Ecco perché gli acciai inossidabili stanno aumentando notevolmente la loro presenza in alcuni settori che, fino a qualche tempo fa, erano considerati di esclusiva pertinenza di materiali tradizionali come, ad esempio, gli acciai al carbonio e le leghe di alluminio.

In particolare nel settore dell'auto, dove l'inossidabile vede un impiego consolidato per sistemi di scarico, valvole, finzioni, etc. si riscontra un crescente interesse per questo materiale in virtù di alcune peculiarità, oltre alla ben nota resistenza alla corrosione, che lo rendono ideale per parti strutturali: elevate caratteristiche di resistenza meccanica, capacità di assorbire energia, duttilità, facilità di fabbricazione.

Nel caso della Nido, la scelta dell'acciaio inox per la struttura è legata alle proprietà di questo materiale, che possiede elevate caratteristiche di assorbimento di energia in caso di urto e di incremento di resistenza meccanica in funzione della velocità di deformazione.

Non richiedendo trattamenti superficiali anticorrosione, l'acciaio inox rende inoltre più flessibile il processo industriale, permettendo di evitare il passaggio in cataforesi; è stata altresì sviluppata una nuova concezione di telaio, sostituendo le consolidate geometrie di pianale, tunnel e parete parafiamma con una struttura realizzata in lamiera cellulare inox. Il vantaggio di questa tecnologia sta nella buona capacità di assorbimento degli urti e nell'ottima prestazione in termini di rigidità torsionale, oltre che nell'aver consentito una struttura molto lineare e leggera.

La tecnologia della lamiera cellulare prevede un sandwich composto dall'unione di 4 o più lamiere inox sovrapposte di spessore ridotto: per gli



Il modello virtuale

esterni è stata utilizzata una lamiera piana, all'interno due o più lamiere inox bugnate ed assemblate a bugnatura contrapposta. Infine, si vuole ricordare anche l'elevato carattere ecologico del progetto Nido: l'inossidabile è un materiale completamente riciclabile, mentre l'impiego di materiali plastici colorati per le pannellature permette di evitare i cicli di verniciatura.

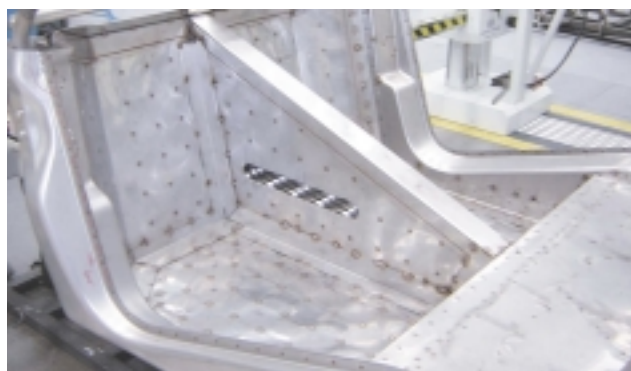
Le saldature laser

Nel progetto Nido la tecnologia laser è stata ampiamente impiegata in considerazione delle scelte costruttive innovative della scocca frontale (a forma tronco-conica, per massimizzare l'assorbimento di energia in caso di urto) e del pianale (costituito, come già accennato, da lamiere sandwich cellulari inox).

Il pianale cellulare è stato unito con circa 400 saldature laser di forma circolare con diametro di 10 mm, mentre per le cornici laterali si sono effettuate saldature lineari continue.

Per il longherone, lo sviluppo totale dei percorsi di saldatura è stato di circa 9 m, mentre 5 m

Dettagli relativi alle saldature laser impiegate in fase di assemblaggio



di saldatura lineare hanno consentito la connessione dei puntoni anteriori.

La sorgente utilizzata è una Nd YAG montata su un robot antropomorfo. Il regime di funzionamento è stato di tipo continuo con velocità media di avanzamento di 3-4 m/s, per gli spessori maggiori, fino ad arrivare a 6 m/1', per quelli più sottili. Il valore della potenza è di 1,5 kW. Una tecnologia alternativa avrebbe potuto essere quella degli adesivi strutturali; l'impiego dell'acciaio inox rende però superfluo il processo di cataforesi, che è generalmente sfruttato per attivare la polimerizzazione degli adesivi epossidici monocomponenti.

Altro aspetto importante che ha favorito l'impiego della tecnologia laser è il fatto che nella Nido tutte le saldature sono del tipo a giunto sovrapposto, evitando così le problematiche di giunzioni ad angolo. In ogni caso, particolare cura si è dovuta prestare alle tecniche di tranciatura e piegatura, al fine di consentire il miglio-

re controllo della luce tra i lembi sovrapposti.

Conclusioni

Il progetto Nido rappresenta sicuramente un perfetto mix di scelte tecnologiche e progettuali che hanno dato vita ad una vettura che costituisce sicuramente un grosso passo in avanti in termini di sicurezza. L'ultimo step del progetto consisterà nello studio di fattibilità industriale relativo all'ipotesi di produzione di 100-120 vetture al giorno per un totale di 20.000 unità all'anno per 5 anni. Pininfarina ha coperto con alcuni brevetti le soluzioni innovative di Nido in tema di sicurezza.

Si ringraziano ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, Ilta Inox, Acciaierie Valbruna per aver fornito l'acciaio inossidabile e Centro Sviluppo Materiali per i dati supplementari relativi alle simulazioni sull'inox

Tratto da INOSSIDABILE no. 158

