

# Dalle due alle quattro ruote

## L'IMPIEGO INNOVATIVO DI TUBI INOX NEL SETTORE DEI TRASPORTI

Gli acciai inossidabili sono ben conosciuti per la loro eccellente resistenza alla corrosione in una grande varietà di ambienti. Sono impiegati da oltre mezzo secolo in applicazioni industriali, architettoniche, della chimica e dell'industria dei beni di consumo, ma offrono anche una combinazione di eccellenti caratteristiche che li rende materiali particolarmente interessanti per il settore dei trasporti. Elevate caratteristiche di resistenza meccanica, capacità di assorbire energia, duttilità che significa



**Autobus Gran Turismo con struttura portante inox**  
Long-distance bus with stainless steel framework

### **From Two to Four Wheels: An Innovative Use of Stainless Steel Tubes in Transport**

By P.Viganò, V.Boneschi

*Stainless steels are known for their excellent corrosion resistance in a variety of environments. They have been used for over half a century in a number of industrial, architectural, chemical applications, as well as in the industry of consumer goods. But stainless steels also offer a combination of other outstanding characteristics that make them particularly suitable for applications in the transport industry. High mechanical strength, energy absorption capacity, ductility - which mean easy manufacturing processes -*

*fatigue and corrosion resistance are some of the properties that make them particularly suitable for several structural parts of two- and four-wheel vehicles.*

*The high mechanical performances of stainless steels allow manufacturing light framework. In fact, though stainless steel density is greater than that of the light alloys commonly used in the automotive industry, this material is characterized by a coefficient of elasticity that allows it achieving a similar specific rigidity (ratio between coefficient of elasticity and material density). An accurate design and planning stage allows developing and producing structures ensuring the same performances as those provided by light alloys. At the same time, it is possible to obtain also considerable savings in weight, since ultimately it is not the*



CENTRO INOX

facilità di fabbricazione, resistenza a fatica e resistenza alla corrosione sono alcune delle proprietà che li rendono idonei per diversi componenti strutturali sia per le due che per le quattro ruote.

Le elevate prestazioni meccaniche degli acciai inossidabili consentono la realizzazione di telai leggeri. Infatti se da un lato la densità dell'inox è superiore a quella delle leghe leggere comunemente impiegate nel settore, dall'altro il materiale è caratterizzato da un valore del modulo di elasticità tale per cui

si ottiene una rigidità specifica (rapporto tra modulo di elasticità e densità del materiale) simile. È quindi possibile, in seguito ad una accurata progettazione, realizzare strutture con prestazioni pari a quelle in lega leggera e ottenere nello stesso tempo un risparmio di peso. Non è quindi la densità che determina il peso della struttura, ma lo sfruttamento ottimale del materiale in sede di progetto.

L'acciaio inossidabile possiede inoltre la capacità di assorbire una gran quantità di energia sotto forma

*material density that determines the weight of a structure, but rather an optimum exploitation of the material properties during the planning stage.*

*In addition, stainless steel has the capacity to absorb a considerable amount of energy in terms of deformation work, and is characterized by a mechanical behaviour influenced by the cold forming and by the speed through which deformation is impressed. For these reasons stainless steel is particularly suggested for manufacturing parts destined to absorb energy in the event of impacts. In fact, the strain hardening resulting from forming operations determines a yield point increase; a higher deformation speed involves the consequent use of an increased stress for achieving the required deformation. In both cases ductility reduction is negligible, as it*

*can be determined through the high percent ultimate elongation of these materials, which is an index of the amount of absorbed deformation strength.*

*The first experiences made by the four-wheel industry date back to about 15-20 years ago when, because of the high corrosion rates to which some parts under the "waist" of buses were subject, planning engineers began to consider stainless steel as an alternative material to be used for definitely solving this hoary problem. Some bus manufacturers, encouraged by the high corrosion resistance and life prospects of stainless steel parts, began producing vehicles designed with a self-bearing frame entirely made of square and rectangular tubes, and selected for this purpose AISI 304 stainless steel. Over the years, this production*





**Il telaio in tubolare di acciaio inox AISI 304 di un quadriciclo leggero**  
***AISI 304 stainless steel tubular frame of a light four-wheel vehicle***

di lavoro di deformazione, ed è caratterizzato da un comportamento meccanico influenzato dalla deformazione plastica a freddo e dalla velocità con cui la deformazione plastica viene impressa. Ne consegue che l'inox ben si presta alla realizzazione degli elementi destinati ad assorbire energia in caso di collisione. Infatti: l'incrudimento conseguente alla deformazione comporta un innalzamento del carico di snervamento; a un aumento della velocità di deformazione consegue un aumento dello sforzo necessario alla deformazione stessa. In entrambi i casi la diminuzione della duttilità è minima; questo fatto è valutabile attraverso l'elevato allungamento percentuale a rottura tipico di questi materiali, indice dell'energia di deformazione assorbita.

Le prime esperienze nel settore delle quattro ruote risalgono a circa 15-20 anni fa quando, a causa dell'elevata corrosione a cui erano soggette alcune parti della cosiddetta "sottocintura" degli autobus, si è iniziato a pensare di utilizzare l'acciaio inossidabile come possibile materiale che risolvesse definitivamente questo annoso problema.

Alcuni costruttori, confortati dai positivi risultati della durata dei particolari inox, iniziarono la produzione di veicoli concepiti con una intera struttura autoportante realizzata con tubi a sezione quadrata e rettangolare. Il materiale scelto fu l'acciaio inox AISI 304. Col trascorrere degli anni, questa "filosofia" costruttiva è stata seguita da diverse società, rendendo al giorno d'oggi l'acciaio inossidabile un riferimento importante per ogni costruttore.

Agli inizi del 2004, sfruttando la positiva esperienza

**Particolare della struttura tubolare di acciaio inossidabile del telaio STR 650**  
***A detail of the stainless-steel tubular structure of the frame of the STR 650***



**È possibile guidare le microcar fin dall'età di 14 anni. La velocità massima non può superare i 45 km/h, la potenza del motore i 4 kW e la massa i 350 kg**  
***It is possible to drive a microcar since the age of 14 years. Maximum speed cannot exceed 45 km/h, maximum engine power 4 kW, and overall weight 350 kg***

"philosophy" has been followed by other bus manufacturers, and nowadays stainless steel has become an important reference material for any bus manufacturer world wide.

At the beginning of 2004, basing on the favourable results achieved in bus manufacturing, some automakers specialized in the production of mini-cars (classified in Italy as "light four-wheel vehicles"), in order to fully meet the safety and lightness requirements they had set, decided to use AISI 304 stainless steel tubes in the construction of the chassis of those "microcars". In



**La NIDO al Salone di Parigi del 2004**  
**The NIDO at the 2004 car show "Mondial de l'Automobile" of Paris**

del settore degli autobus, alcuni costruttori di minivetture, classificate in Italia come "quadricicli leggeri", al fine di raggiungere i prefissati obiettivi di sicurezza e leggerezza, hanno utilizzato tubi di acciaio inossidabile AISI 304 per la costruzione del telaio di queste "microcar". Sempre nel 2004 ha visto la luce la "NIDO", un prototipo di vettura a due posti realizzato dalla Pininfarina di Cambiano.

L'autovettura, presentata in anteprima al salone di Parigi e successivamente al Motor Show di Bologna, è stata progettata per rispondere alle sempre più elevate specifiche di "sicurezza" in caso di crash frontale. Un connubio ideale fra un nuovo principio per assorbire gli urti e un materiale, l'acciaio inox, che possiede elevate caratteristiche di assorbimento di energia in caso di impatto e di incremento di resi-

stenza meccanica in funzione della velocità di deformazione.

Parallelamente a queste applicazioni che vedono impiegato il materiale per tutta la parte strutturale del telaio, la grande industria dell'auto ha iniziato ad utilizzare l'inox per la costruzione di alcuni componenti delle autovetture destinati alla "sicurezza" in caso di collisioni: è il caso, ad esempio della Porsche GT o dell'AUDI o della Saab 9-3 Sport Sedan o ancora della Hyundai.

Mentre il mondo delle quattro ruote percorreva i suoi primi passi verso l'impiego strutturale dell'acciaio inossidabile, quello delle due ruote non restava certo con le mani in mano. In anteprima mondiale, al Salone del motociclo di Milano dello scorso anno, è stata presentata la nuovissima supermotard STR 650 CRC che vede l'impiego sinergico di acciaio inossidabile AISI 304 e lega di alluminio.

**La struttura tubolare portante di acciaio inossidabile**  
**Stainless steel tubular bearing structure**



*2004, again, "NIDO", a prototype of a two-seater car produced by Pininfarina (Cambiano - Turin) saw the light. Presented in a preview at the car show "Mondial de l'Automobile" of Paris and later on at the Motor Show of Bologna, this vehicle has been designed and planned to meet the ever-growing "safety" properties required in the event of head-on collision. An ideal alliance between a new construction principle specially conceived for absorbing impacts, and a material - stainless steel - presenting high energy absorption characteristics in the event of impacts, and an increasing mechanical strength proportioned to the deformation speed. Along with these special applications, in which this material is used for the whole structural part of the chassis of a car, the major world automakers have also begun using stainless steel in the construction of parts that prove particularly "critical", in terms of*

*safety, in the event of collisions. This is the case, for example, of particular car models or complete lines, such as Porsche GT, AUDI, Saab 9-3 Sport Sedan, and Hyundai.*

*While the world of the four wheels was taking its first steps in the direction of a structural use of stainless steel, the world of the two wheels did not certainly remain idle in the meantime. During the Milan "Motorbike Show" of the past year, the new supermotard STR 650 CRC was presented in a world preview. This innovative model provides for a synergic use of AISI 304 stainless steel and aluminium alloy. A special frame (AIF - Aluminium Inox Frame) was designed for this new single-cylinder motorcycle with a four-stroke and liquid-cooled engine. The visible parts of the stainless steel frame, in addition to a natural sensation of sturdiness, give also this vehicle an elegant look, thanks to a satin finishing that makes the*





**La STR 650 CRC all'edizione 2006 del Salone del Motociclo a Milano**  
**The STR 650 CRC at the 2006 Motorbike Show of Milan**

Per questa nuova monocilindrica a 4 tempi raffreddata a liquido, è stato studiato uno speciale telaio denominato AIF (Aluminum Inox Frame). Le parti "a vista" in acciaio inox del telaio oltre a un naturale senso di robustezza conferiscono anche eleganza grazie alla finitura satinata che rende il design più accattivante.

Dal punto di vista strutturale i test su pista e le

prove di fatica hanno confermato le indubbie capacità prestazionali dell'inox.

Il crescente interesse dell'industria dell'auto e delle due ruote verso l'utilizzo dell'acciaio inossidabile come materiale strutturale è testimonianza delle ampie possibilità di impiego di questo materiale in applicazioni dove la resistenza alla corrosione può avere una valenza secondaria rispetto ad altre priorità.

*overall design extremely captivating.*

*From a structural viewpoint, fatigue tests and those performed on test track and road have confirmed the unquestionable performance of stainless steel.*

*The ever-growing interest shown by the automotive and motorcycle industries in the use of stainless steel as a structural material is an evidence of the possibilities provided by this material in a wide range of applications in which corrosion resistance may even take a minor value in comparison with other priorities.*

La versione "spoglia" della NIDO: senza carrozzeria è possibile vedere il telaio strutturale di acciaio inossidabile  
 The "undressed" version of the NIDO: without the body, the structural stainless steel frame is clearly visible

