

VITTORIA



WHITE PAPER

MATERIALI E PROCESSI DELLA CARCASSA DEGLI PNEUMATICI PER BICICLETTE

**COMPOSIZIONE E VANTAGGI
DELLE COSTRUZIONI IN NYLON, COTONE E SETA**

KEN AVERY

**VICEPRESIDENTE SENIOR,
SVILUPPO PRODOTTI**

È FACILE PENSARE CHE GLI PNEUMATICI SIANO SOLO UN INSIEME DI GOMMA. DOPOTUTTO, LA MESCOLA CHE È A CONTATTO CON IL SUOLO È LA CARATTERISTICA PIÙ EVIDENTE DELLO PNEUMATICO.

PRENDENDO PER BUONA QUESTA AFFERMAZIONE, SI TRASCURA CIÒ CHE COMPONE LO PNEUMATICO (IN QUESTO CASO SPECIFICO LA CARCASSA). SENZA CONSIDERARE QUEI MATERIALI CHE INFLUISCONO NOTEVOLMENTE SULLE PRESTAZIONI, SULLE SENSAZIONI DI GUIDA E SULLA DURATA DELLO PNEUMATICO. QUESTE CARATTERISTICHE CONSENTONO AL BATTISTRADA DI SVOLGERE IL LAVORO PER CUI È PROGETTATO. È UN ERRORE NEL QUALE È FACILE “CADERE”, POICHÉ I MATERIALI PRESENTI ALL'INTERNO DELLA CARCASSA DELLO PNEUMATICO NON SONO VISIBILI AD OCCHIO NUDO.

IL SEGUENTE DOCUMENTO APPROFONDIRÀ NEL DETTAGLIO LA RELAZIONE TRA I PRINCIPALI MATERIALI CHE SI POSSONO UTILIZZARE PER REALIZZARE UNA CARCASSA DI UNO PNEUMATICO PER BICICLETTE. VERRANNO ANALIZZATI I LORO MODI DI INFLUIRE SULLA GUIDA, I MATERIALI E I METODI DI APPLICAZIONE PIÙ COMUNI UTILIZZATI E I LORO PUNTI DI FORZA E DI DEBOLEZZA.

INTRODUZIONE

→ Per realizzare uno pneumatico per bicicletta è necessario disporre di un materiale base che funge da fondamenta. Questo materiale deve essere leggero ma durevole, flessibile ma resistente alle forature e deve essere in grado di sopportare pressioni elevate con un'elasticità minima. Questo è ciò che forma la carcassa di uno pneumatico, la quale ha sia il compito di contenere la pressione sia fare da collante tra gli altri elementi dello pneumatico, come tallone e battistrada.

Davvero un compito arduo.

Come abbiamo esaminato nel nostro precedente White Paper (Tipologie e

sistemi di pneumatici per biciclette), esistono 3 differenti modalità di pneumatici per biciclette: copertoncino (con camera d'aria), tubeless (senza camere d'aria) e tubolare. I primi due sistemi funzionano con dei cerchi tradizionali, mentre i tubolari necessitano di un cerchio specifico per poter incollare la parte dello pneumatico su questo cerchio.

Questi sistemi necessitano di processi di produzione molto diversi per ottenere i risultati desiderati. Ciò richiede spesso materiali e carcasse differenti.

Noi ciclisti siamo sempre alla ricerca di metodi per migliorare le performance in bicicletta. I progressi dei materiali di produzione dei componenti svolgono un

ruolo fondamentale in questo processo. I prodotti sono spesso realizzati con materiali tecnici come fibra di carbonio, grafene, titanio, alluminio e varie altre leghe, per ridurre al minimo il peso e massimizzare le prestazioni. Quando si parla di pneumatici, il tema dei materiali che li compongono è il medesimo.

Mentre alcuni di questi materiali sono estremamente sofisticati, altri sono più tradizionali. Nelle sezioni seguenti, analizzeremo i materiali più comunemente utilizzati nella realizzazione di carcasse degli pneumatici per biciclette.

Metteremo in evidenza i punti di forza, i punti deboli e le applicazioni per ciascuno di essi.

CONTENUTI

1 COMPONENTI DELLA CARCASSA DELLO PNEUMATICO

PARTE 1. PEZZI DEL PUZZLE

→ 03

PARTE 2. INVOLUCRO DELLA CARCASSA

→ 04

2 PROPRIETÀ DEI MATERIALI NELLA PRODUZIONE DELLA CARCASSA

→ 5

3 APPLICAZIONE – SCEGLIERE IL MATERIALE DELLA CARCASSA CORRETTO

→ 8

4 IL FUTURO DELLE CARCASSE PER PNEUMATICI DI BICICLETTA

→ 11

SEZIONE 1. PARTE 1. PEZZI DEL PUZZLE

→ Per esaminare i materiali utilizzati nella costruzione degli pneumatici, è bene fare un breve cenno sui componenti del copertoncino, del tubeless e del tubolare.

Le tre tipologie possono condividere uno o più materiali della carcassa, del battistrada in gomma e spesso utilizzano strati antiforatura sotto il battistrada. In determinati casi, è possibile che alcuni modelli vengano equipaggiati con strati aggiuntivi o altre parti, per

migliorare le sensazioni di guida o la durata dello pneumatico. Spesso le maggiori differenze derivano dai componenti rimanenti e dal modo in cui si collegano strutturalmente all'intera ruota.

In ciascuno dei due lati della carcassa del copertoncino e del tubeless c'è un anello, noto come tallone, atto a fornire una struttura sicura nell'area in cui lo pneumatico si incastra e si chiude ermeticamente al cerchio. Nel tubolare,

invece, lo pneumatico è fissato al cerchio tramite colla o mastice. A differenza delle altre due tipologie, il tubolare è provvisto di una fettuccia che fornisce una superficie liscia e uniforme su cui si può applicare il mastice per farlo incollare al cerchio. Tutti i metodi richiedono materiali specifici per ottenere il risultato desiderato e si aggiungono all'elenco dei materiali necessari per produrre una gamma completa di pneumatici per biciclette.



FIGURA 1. Un esempio di costruzione del copertoncino con camera d'aria.



FIGURA 2. Un esempio di costruzione tubolare.

SEZIONE 1. PARTE 2.

INVOLUCRO DELLA CARCASSA

→ Gli pneumatici per biciclette esistono da oltre un secolo, i product designer hanno avuto molto tempo per migliorarli e svilupparli in base alle esigenze dei ciclisti, implementando soluzioni innovative per aumentare le prestazioni e l'affidabilità.

Nonostante l'evoluzione in tutti gli ambiti dello sviluppo, alcuni materiali e metodi collaudati sono ancora ampiamente utilizzati da molti anni, nonostante il passare del tempo.

In questa parte, esamineremo i materiali comunemente usati per ciascun componente, ed il motivo per cui vengono scelti.

→ IL TESSUTO DELLA CARCASSA

Il materiale con cui viene creata la carcassa è senza dubbio il componente più significativo dello pneumatico. Questa caratteristica è la chiave per definire le qualità di esso, visto che influenza il modo di guidare e la resistenza alle forature.

Tradizionalmente i ciclisti sono costretti a scegliere un materiale della carcassa che fornisca o comfort o durata. Tuttavia, come vedremo in seguito, i miglioramenti nei metodi di produzione degli pneumatici hanno ridotto questo divario tra le due differenti tipologie. I materiali più comuni che solitamente sono stati utilizzati per costruire le carcasse sono il nylon come opzione sintetica e il cotone e la seta come opzioni di fibra naturale.

Nell'ambito di questa trattazione tecnica, ci concentreremo quindi su questi tre materiali. I quali si differenziano sia per l'uso che per le prestazioni e sensazioni di guida. Tuttavia, proprio come una giacca antipioggia, un lenzuolo o una sciarpa possono differire sia nell'uso che nella sensazione, così anche questi tipi di rivestimento non hanno funzioni analoghe.

→ NYLON

Al giorno d'oggi, gli pneumatici con carcassa in nylon sono i più comuni e co-

prono l'intera gamma di utilizzo e fascia di prezzo. In generale, la stragrande maggioranza degli pneumatici per biciclette in circolazione, con il fianco nero sono probabilmente realizzati in nylon.

→ COTONE

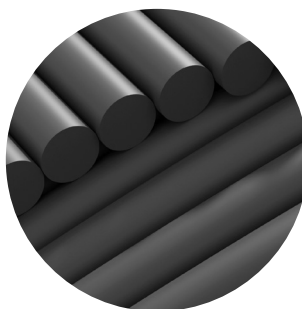
Gli pneumatici in cotone esistono e vengono utilizzati da oltre cent'anni.

Le moderne carcasse in cotone rientrano nella gamma di pneumatici di alta qualità e sono particolarmente frequenti nei segmenti strada, gravel e ciclo-cross. Sebbene siano disponibili in vari colori, la maggior parte degli pneumatici in cotone

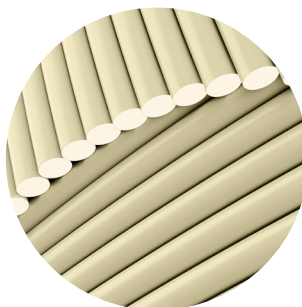
hanno il fianco di colore cosiddetto "para", ovvero marrone chiaro, tratto distintivo che li rende riconoscibili a prima vista.

→ SETA

Gli pneumatici in seta, più frequenti sulle biciclette da strada o da pista, nel mercato si posizionano nella fascia di alta gamma, per questo motivo sono stati specificamente progettati per le competizioni. Anche se è piuttosto raro vedere uno pneumatico con la carcassa in seta durante un giro di gruppo, esistono contesti in cui i vantaggi della seta sono innegabili.



NYLON
[26-150 TPI]



COTONE
[220-320 TPI]



SETA
[>= 320 TPI]

FIGURA 3. Differenza tra fibre di nylon, fibre di cotone e fibre di seta.

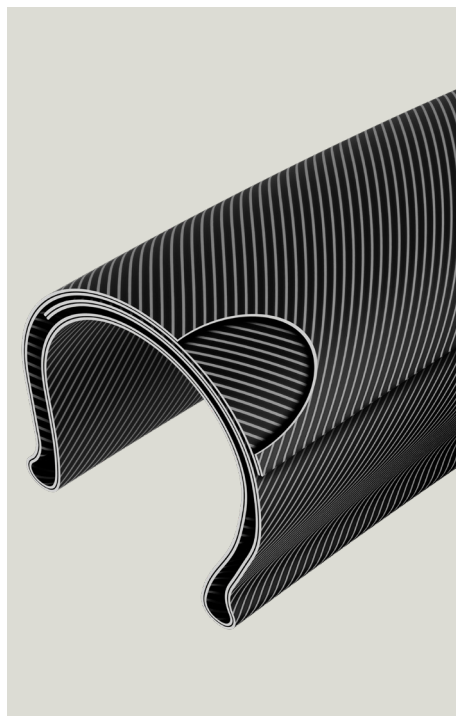


FIGURA 4. Dettaglio di una carcassa in nylon.

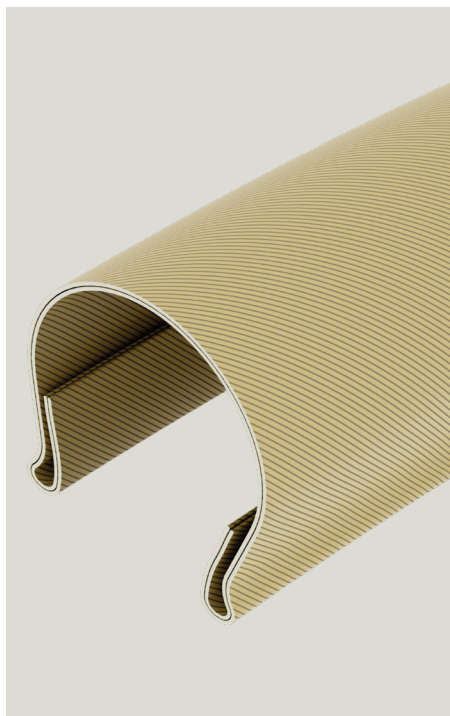


FIGURA 5. Dettaglio di una carcassa in cotone.



FIGURA 6. Dettaglio di una carcassa in seta.

SEZIONE 2. PROPRIETÀ DEI MATERIALI NELLA PRODUZIONE DELLA CARCASSA

→ **NYLON**

Il nylon viene utilizzato sotto forma di fibra sintetica, che viene poi lavorata per formare il tessuto strutturale di base della carcassa. Questo tessuto viene quindi tagliato in modo tale che i fili si oppongano alla direzione di rotolamento (in un angolo spesso a 45 gradi per pneumatici di bicicletta). Lo pneumatico viene quindi pressato nel tessuto utilizzando calore e pressione elevate. Successivamente, questo tessuto gommoso in nylon viene tagliato a una larghezza specifica per le

dimensioni dei singoli pneumatici. Per dare forma alla struttura dello pneumatico, nel caso di un copertoncino, i cerchi del tallone vengono arrotondati su un lato del tessuto e successivamente avvolti da esso. Una banda in gomma, di una larghezza specifica per ciascun modello e misura dello pneumatico, verrà posizionata al centro formando il battistrada. In questa fase, tutti gli altri elementi come la protezione del fianco, i loghi (noti come "hot patch") o altri elementi come le strisce riflettenti, vengono applicati al

materiale che è appena stato creato. La gomma, a questo punto, viene inserita in uno stampo composto da due o più parti che si chiudono a sigillare l'ambiente di "cottura". Le temperature sono estremamente elevate e un elemento pneumatico pressurizzato ("bladder") spinge la struttura nel battistrada negativo, assicurando l'unione contemporanea dei singoli componenti d'insieme. Questo processo è noto come "vulcanizzazione" ed è ampiamente utilizzato per la creazione di pneumatici di ogni tipo.

→ COTONE

Analogamente alla costruzione della carcassa in nylon, anche quando si utilizza il cotone come materiale, le fibre vengono lavorate all'interno di un tessuto.

Successivamente vengono posizionate in modo opposto rispetto alla direzione di rotolamento. Tuttavia, considerando che le fibre di cotone utilizzate sono molto più sottili rispetto alle fibre di nylon, questo rende il materiale più omogeneo e regolare. Non solo, consente di utilizzare una base di gomma in lattice, anziché in butile, il quale risulta meno viscoso in forma liquida. Il lattice penetra nel tessuto a maglia più stretta e forma così lo strato finale della carcassa. Nel caso di pneumatici in cotone vulcanizzati, il processo è simile a quello utilizzato per gli pneumatici in nylon. Dal momento che gli pneumatici in cotone esistono da molti più anni rispetto a quelli in nylon, vi sono delle realtà dove la realizzazione degli pneumatici in cotone viene fatta a mano senza vulcanizzazione.

Questo processo è più diffuso nella costruzione tubolare, ma viene utilizzato anche in alcune applicazioni per copertoncino e tubeless. In questo processo di realizzazione, il produttore di pneumatici creerà la carcassa di cotone utilizzando un tessuto impregnato di lattice. In un secondo momento, legherà una parte del battistrada alla carcassa tramite un collante specifico.

→ SETA

Il metodo per la produzione delle carcasse in seta ricorda molto da vicino quello del cotone, sia per il vantaggio che il materiale intrinseco offre che per le applicazioni pratiche.

Come il cotone, la seta ha fibre molto sottili che si traducono in un elevato numero di filamenti, indicato come TPI (Thread Per Inch), consentendo una maggiore morbidezza e una riduzione della resistenza al rotolamento.



FIGURA 7. Un esempio di pneumatico nello stampo.



FIGURA 8. Produzione artigianale di una carcassa in cotone.

Tuttavia, mentre il cotone è un filato fiocco ottenuto dall'attorcigliamento di fibre corte, la seta è un filato continuo di filamenti proteici. Questo fattore è ciò che conferisce alla seta la sua lucentezza e l'elevata resistenza alla trazione. Spesso la carcassa in seta è più leggera rispetto a quella in cotone e ha una resistenza al rotolamento inferiore. A seconda della costruzione della carcassa, la seta può es-

sere lavorata per essere più o meno resistente, consentendo una combinazione di velocità, resistenza ed elasticità. Storicamente, questa combinazione ha un costo più elevato, ma tale prezzo è giustificato dalle prestazioni.

Nella sezione successiva, esamineremo ulteriormente i pro e i contro di ciascun materiale, oltre al metodo di lavorazione.



FIGURA 9. Tubolare con carcassa in seta su una pista in legno.

SEZIONE 3. APPLICAZIONE SCEGLIERE IL MATERIALE DELLA CARCASSA CORRETTO

→ Come con la maggior parte dei processi produttivi, ogni materiale ha dei vantaggi e degli svantaggi, motivo per cui esistono più opzioni di scelta.

La produzione degli pneumatici per biciclette non fa eccezioni, anche perché esistono varie discipline. Ognuna di queste necessita di diverse caratteristiche, quindi anche in questo sport, come abbiamo visto esistono veri materiali.

La scelta del materiale è strettamente correlata all'obiettivo dello pneumatico, in ogni disciplina gli obiettivi saranno diversi. Ad esempio, alcuni pneumatici possono porre la scorrevolezza come caratteristica principale, mentre altri possono avere la durata o l'aderenza come punti di forza.

Ciò che determina se uno pneumatico ha "raggiunto il suo obiettivo", ovvero se rispecchia quelle caratteristiche fondamentali per cui è stato progettato, sono i materiali usati per la sua realizzazione.

Un esempio lampante sono gli pneumatici da pista, dove la velocità è l'indicatore nettamente più importante. Nel ciclismo su pista anche i decimi di secondo possono fare la differenza. Solitamente la superficie delle piste per questa disciplina è in legno, di forma ovale e priva di pericoli e ostacoli più comunemente presenti sulla strada. Poiché si tratta di una superficie perfettamente liscia, i produttori di pneumatici sono liberi di sviluppare i prodotti.

Non c'è la necessità di considerare troppo i parametri che vanno in contrasto a caratteristiche come velocità e leggerezza.

Per ottenere queste caratteristiche desiderate in uno pneumatico per pista, viene scelto il materiale che tradizionalmente è meno resistente al rotolamento. In questo caso, viene spesso scelto cotone ad alto TPI (Thread Per Inch), poiché è estremamente flessibile. La flessibilità consente

allo pneumatico di deviare meno dalle imperfezioni della superficie, che si traduce in una bassa resistenza al rotolamento. Per aumentare la flessibilità, viene utilizzata anche una fascia del battistrada più sottile, visto che il chilometraggio e la durata non sono elementi primari.

Il risultato è una costruzione di uno pneumatico ottimo per l'uso che ne è previsto. Tuttavia, bisogna considerare che se questo stesso pneumatico dovesse essere utilizzato su strada, i risultati sarebbero molto diversi. Al contrario, nell'estremità opposta del ciclismo su pista, ci sono le gare di mountain bike Enduro e Downhill.

In queste discipline, i ciclisti corrono su sentieri estremamente tecnici, colmi di rocce, radici, terra e fango. Le velocità, così come gli impatti, sono elevati. Il downhill è un formato a gara singola, mentre l'enduro è un formato a tappe dove si accumula il tempo.



FIGURA 10. Ciclisti su una pista in legno.



FIGURE 11. Mathieu Van Der Poel vince con pneumatici con carcassa in cotone.

Poiché entrambi sono eventi cronometrati, un guasto agli pneumatici porterebbe nella maggior parte dei casi mettere il ciclista fuori dai giochi. Questo ci permette di capire quanto sia fondamentale che gli pneumatici per enduro siano estremamente resistenti alle forature e quanto è importante il fatto che offrano aderenza anche in condizioni estreme. In poche parole, potremmo definire queste due discipline come “test di tortura” per i materiali della carcassa degli pneumatici.

Avere una resistenza al rotolamento ridotta è importante, ma non così fondamentale come sulla pista. Dopo l'aderenza e la durabilità, la velocità può essere definita il terzo elemento essenziale in uno pneumatico da mountain bike, ma con molta meno valenza rispetto ai primi due.

È lecito domandarsi come mai in una competizione dove il tempo è fondamentale, la resistenza al rotolamento dello pneumatico non è un elemento di così alto livello. La risposta è logica, ma complessa.

In queste categorie, il controllo è ciò che determina la velocità.

Gli input del ciclista vengono calcolati in una frazione di secondo e, di conseguenza, anche la fiducia del ciclista con il mezzo è un fattore chiave. Non ci può essere controllo, soprattutto ad alte velocità, se non si mantiene l'aderenza. Allo stesso modo, se lo pneumatico non è stabile (durante la deformazione), o non mantiene la pressione desiderata, il controllo sarà sicuramente compromesso. Intrinsecamente, un ciclista che si fida sia dell'aderenza che della durata dei propri pneumatici sarà più performante di un ciclista che ha pneumatici con una resistenza al rotolamento minima. Poiché potrebbero non fornire un elevato livello di aderenza o potrebbero perdere pressione a causa degli impatti.

Per questi motivi, le carcasse degli pneumatici progettate per le categorie Enduro e Downhill sono generalmente realizzate in nylon più spesso (TPI inferiore) e presentano robusti rinforzi per contrasta-

re sia l'impatto che l'abrasione.

Questi pneumatici prestano maggiore resistenza dagli urti laterali e sono progettati per essere utilizzati con pressioni d'aria estremamente basse. Gli esempi sopra citati sono solo due, su una serie molto più ampia di costruzioni della carcassa di uno pneumatico, le quali sono progettate per raggiungere un obiettivo prestazionale specifico. Mentre altre discipline più strettamente correlate possono presentare una costruzione più simile, questi esempi agli antipodi sottolineano quanto sia cruciale la scelta del materiale della carcassa quando si costruisce uno pneumatico.

In poche parole, uno pneumatico da pista con una carcassa in nylon spessa rotolerebbe troppo lentamente per raggiungere l'obiettivo prefissato, mentre uno pneumatico da Enduro o Downhill con una carcassa in cotone o in seta super flessibile non offrirebbe la stabilità o la durata necessarie per competizioni di quel genere.

FIGURA 12. Rider in un percorso tecnico di enduro.



SEZIONE 4.

IL FUTURO DELLE CARCASSE PER PNEUMATICI DI BICICLETTA

➔ Cosa è venuto prima, l'innovazione o l'uso?

Un uso specifico ha stimolato l'innovazione o qualche innovazione intelligente ha consentito un uso massivo?

In qualunque modo sia andata, è sbalorditivo vedere il lato tecnologico del mondo della bicicletta continuare la sua crescita esponenziale. Quello che una volta sembrava materiale di fantascienza al giorno d'oggi se ne parla senza stupore, anzi, probabilmente è già presente nel negozio di un rivenditore. Tecnologie come il cambio wireless, la frenata antibloccaggio e le e-bike intelligenti erano solo fantasie non molto tempo fa.

Sembra che ogni anno i record di prestazioni vengano battuti, i prodotti vengano resi ancora più leggeri e i ciclisti vadano veloci come mai prima d'ora. Oltre a ciò, mentre gli ambienti urbani continuano a diventare più densamente popolati, le persone si rivolgono alla bicicletta come loro semplice forma di trasporto sano, pulito ed efficiente.

Questi fattori non dovrebbero sorprendere. Siamo in un momento storico interessante, in cui le biciclette continuano ad evolversi, sono diventate molto efficienti e veramente utili tanto che ora l'innovazione dovrebbe iniziare a consentirne l'uso su grande scala. Di fatto, in molti casi, questo sta già accadendo nel settore degli pneumatici per biciclette.

Se guardiamo al futuro del materiale della carcassa in due prospettive, attraverso le prestazioni e l'utilità, abbiamo creato un contrasto simile agli esempi utilizzati nella Sezione 3.

➔ PRESTAZIONI

Indipendentemente dall'innovazione tecnologica sviluppata, la fisica di base su come vengono misurate le prestazioni non cambierà.

Tuttavia, l'approccio alla misurazione



FIGURA 13. Ciclista nel traffico della città.



FIGURA 14. Albero di gomma con secchio.

di un livello di prestazioni sempre più elevato ora è diverso e in futuro continuerà ad esserlo. Negli anni a venire, non solo gli pneumatici diventeranno più veloci in tutte le discipline, ma saranno anche sempre più ecologici, il tutto senza sacrificare le caratteristiche che li contraddistinguono.

La vecchia modalità di dover sceg-

liere tra velocità, aderenza e durata non sarà più perseguibile per gli ingegneri o per i consumatori finali. Gli pneumatici ad alte prestazioni del futuro miglioreranno contemporaneamente le metriche di valutazione delle performance attuali, dureranno più a lungo e utilizzeranno materiali e metodi di produzione sempre più sostenibili.

Per le carcasse degli pneumatici, ciò

FIGURA 15. Marianne Vos in posizione aerodinamica.



può significare utilizzare fibre naturali tradizionali (come il cotone o la seta) tramite nuove modalità, prendendo spunto dalle lezioni apprese dalla produzione di carcasse di nylon e apportando dei miglioramenti.

L'utilizzo di un materiale più naturale per la gomma e per il lattice consentirà la loro applicazione a strutture innovative e avranno un impatto positivo sia sulla velocità che sulla durata.

Tale applicazione all'interno della carcassa renderà gli pneumatici più veloci, ma allo stesso tempo anche più resistenti, andando così a ridurre gli sprechi. Laddove sono necessarie prestazioni eccellenti, questo aumento della durata consentirà alle carcasse degli pneumatici di essere più sottili e più flessibili, portando indirettamente a una riduzione del peso, nonché a una riduzione della resistenza al rotolamento.

➔ MOBILITÀ

Poiché le biciclette sono sempre più utilizzate anche per attività al di fuori del fitness o del piacere, l'approccio al raggiungimento degli obiettivi delle biciclette focalizzate sulla mobilità cambia quando si considerano le carcasse degli pneumatici.

L'approccio definito "storico" a questa categoria è sempre stato quello di prendere uno pneumatico progettato per un uso normale, rinforzarlo in qualche modo (aggiungendo uno strato ulteriore o un inserto) e testare i nuovi limiti. Questo approccio può produrre guadagni trascurabili nella migliore delle ipotesi, o nella peggiore delle ipotesi, guadagni a scapito di un peso o una complessità elevati.

Per gli pneumatici del futuro verrà applicato un approccio progettuale fuori dagli schemi, che prenderà in prestito materiali e tecnologie da altri settori.

Poiché molte di queste bici siano a pe-



FIGURA 16. Un esempio di bici cargo elettrica.

dalata assita, le bici stesse saranno più pesanti, più veloci e produrranno una coppia maggiore rispetto alle biciclette muscolari, il tutto pur essendo progettate per trasportare pesi maggiori.

In molti modi, queste biciclette assomiglieranno a piccole motociclette, dotate di portapacchi integrati e soluzioni di stoccaggio. Questi tratti richiederanno un rinforzo in termini di stabilità e resistenza allo stallonamento, pur mantenendo un peso ragionevole e un'ottima efficienza di rotolamento degli pneumatici.

Produrre una carcassa di uno pneumatico in grado di soddisfare queste caratteristiche non è un'impresa da poco. La tecnologia delle fibre e le tecniche di utilizzo saranno una parte fondamentale del prodotto e deriveranno da diversi settori: sia legati all'ambito ingegneristico del ciclismo, sia da ambiti esterni quali ad esempio quello automobilistico o aerospaziale. Aggiungendo a tutte queste innovazioni la crescente necessità e il desiderio di produrre pneumatici sempre più ecologici, questa diventa una sfida progettuale impegnativa per il futuro.

➔ SOSTENIBILITÀ

Nella continua ricerca di ottimiz-

zazione, sia in ambito puramente prestazionale che nell'ambito della mobilità, è impossibile non considerare la sostenibilità come un obiettivo primario.

Sin dal suo principio funzionale e di progetto, la bicicletta nasce come mezzo di trasporto fra i più semplici e sostenibili. Assume quindi piena logica considerare materiali e metodi di costruzione altresì sostenibili. Fondamentalmente, quando si guarda ai componenti di uno pneumatico, l'utilizzo di materiali naturali come cotone, seta e persino gomma naturale permette di avvicinarsi molto a questo ideale. Tuttavia, in futuro, per essere ancora più sostenibili, dobbiamo chiudere il cerchio e prendere in considerazione non solo materiali di provenienza naturale per la realizzazione degli pneumatici del domani, ma anche impianti di produzione responsabili dal punto di vista ambientale. Ci vorrà anche un sistema ampiamente supportato per il riciclaggio dei pneumatici usati.

Il futuro è adesso, e già i produttori stanno abbracciando questa direzione verso una maggiore sostenibilità, sia nell'approvvigionamento dei materiali di produzione, sia dopo l'uso.

Ciò significa che mentre le prestazioni e la mobilità discusse in precedenza continuano ad evolversi, anche la riduzione dell'impatto ambientale si evolve.

Siamo davvero a un punto di svolta, dove le biciclette non sono mai state così efficienti, ma anche cruciali nella vita quotidiana. Facendo un passo in più verso la

sostenibilità, continuiamo l'evoluzione di questo mezzo verso una nuova ideologia.

Se abbiamo imparato qualcosa dalla storia, è che designer, ingegneri e persino appassionati non si fermeranno davanti a nulla per migliorare la bicicletta.

Come abbiamo discusso, il miglioramento può avvenire in molte forme, dalle

prestazioni, alla mobilità e ora anche nella sostenibilità.

Il "premio" nel vincere questa sfida sarà una maggiore integrazione della mobilità sostenibile, in cui questo processo di innovazione nei materiali e metodi di costruzione e circolarità forniranno al contempo ulteriori vantaggi in termini prestazionali.