

---

## Il concetto di “aspetto estetico” nei rivestimenti

White Paper

# Il concetto di “aspetto estetico” nei rivestimenti

---

di **Boris Sauvignon**

Bossard Expert Team,  
Bossard France

[www.bossard.com](http://www.bossard.com)

Tutti i diritti riservati © 2023 Bossard

Le raccomandazioni e i consigli descritti devono essere adeguatamente verificati dal lettore nell'utilizzo pratico ed essere approvate come idonee alle proprie applicazioni.

Con riserva di modifiche.



ASSEMBLY  
TECHNOLOGY  
EXPERT

## IL CONCETTO DI “ASPETTO ESTETICO” NEI RIVESTIMENTI

# Introduzione

---

Troppo brillanti, non abbastanza neri... gli elementi di collegamento devono possedere determinate caratteristiche legate più al design che alla funzionalità. Queste richieste si aggiungono sempre più frequentemente alle caratteristiche classiche come resistenza alla corrosione, resistenza meccanica e requisiti dimensionali.

Tuttavia, la soluzione non si può solamente limitarsi al colore od alla brillantezza... deve anche tener conto della funzione principale dei rivestimenti. Resistenza alla corrosione, compatibilità dimensionale, resistenza meccanica dei materiali di base: queste sono le funzionalità principali.

### Il concetto di “design”

Le caratteristiche dei rivestimenti sono numerose, innanzitutto l'aspetto estetico; la brillantezza, il colore, la rugosità che permettono all'elemento di collegamento di emergere oppure di confondersi nell'insieme.

## IL CONCETTO DI “ASPETTO ESTETICO” NEI RIVESTIMENTI

# Rivestimenti brillanti, satinati e opachi

Per lungo tempo le scelte obbligate in caso di rivestimenti con funzione estetica sono state la nichelatura e la cromatura applicate sull'acciaio e sulle leghe di rame. Le loro caratteristiche di iridescenza e brillantezza permettono di ottenere dei rivestimenti compatibili con industrie spesso lontane dagli ambiti della meccanica, come ad esempio il design degli interni, gli articoli medicali e la valigeria... utilizzando per viti, rivetti ed elementi di collegamento speciali.

Questi rivestimenti non sono propriamente a buon mercato, poiché il costo dei materiali di base Ni e Cr è elevato, tuttavia il processo elettrolitico a rotobarile permette di contenere i costi di produzione.

Per migliorare l'aderenza del rivestimento, a volte viene applicato un sottile strato di cromatura prima della nichelatura. Il nichel è un metallo argenteo dai riflessi gialli e con una lucentezza brillante. È un metallo malleabile che, grazie anche alla resistenza all'ossidazione e alla corrosione, è utilizzato per coniare monete, e come componente di leghe metalliche di elevata resistenza.

La nichelatura permette sia di dare un aspetto brillante ai particolari trattati, sia di fornire una protezione contro l'ossidazione.

Come la cromatura, nichelatura necessita di una fase preliminare di lavaggio e sgrassatura seguita da un decapaggio. Infine il particolare viene lucidato, soprattutto se l'aspetto finale e l'estetica sono importanti. Vi sono due processi di nichelatura: quella elettrolitica e quella chimica.

La nichelatura elettrolitica è un'applicazione della galvanostegia che consiste in un deposito elettrolitico in soluzioni acquose. È possibile applicare questo trattamento su diversi materiali:

- Acciaio
- Acciaio inox
- Rame/ottone
- Alluminio
- Magnesio
- Zamak
- Titanio

La nichelatura chimica consiste in un deposito di nichel (legato a fosforo o boro) senza utilizzare fonti di corrente. Il particolare da rivestire viene immerso in un bagno di nichel. Questo processo conferisce una maggiore durezza e resistenza nel tempo e all'usura rispetto alla nichelatura elettrolitica.

Alcune persone soffrono di allergie cutanee da contatto con nichel. Questo è il motivo per il quale si trovano più spesso particolari cromati rispetto a particolari nichelati nella stragrande maggioranza degli orologi.

### Lucidatura meccanica di acciaio inox e alluminio

La lucidatura meccanica permette di ottenere degli stati superficiali estremamente vari indipendentemente dal loro stato originario. A specchio, lucide, opache, satinare, spazzolate... La lucidatura meccanica può avere uno scopo decorativo o tecnico ed essere impiegata in ambito industriale, commerciale, per i consumatori o per un uso completamente diverso. Per la lucidatura meccanica dell'acciaio inox si utilizzano diverse sostanze abrasive, dalla più grossa alla più fine a seconda del risultato che si vuole ottenere.

Anche la lucidatura meccanica implica l'uso di diversi strumenti in base al profilo della componente da lucidare. In base alle vostre esigenze - aspetto estetico, decontaminazione, protezione e resistenza all'ossidazione - possiamo combinare il processo di lucidatura meccanica con un trattamento chimico come la lucidatura elettrolitica. In tal modo siamo in grado di soddisfare tutte le esigenze relative a lucidatura a specchio, ceratura, spazzolatura di ogni grana, satinatura, rugosità specifica, livellamento delle saldature, sbavatura...



## IL CONCETTO DI “ASPETTO ESTETICO” NEI RIVESTIMENTI

### Micropallinatura

La micropallinatura è un processo che consiste nel colpire una superficie con pallini sferici di vetro o di ceramica per migliorarne la finitura generale o eliminarne le sostanze contaminanti.

Può essere utilizzato per ridurre i segni di lavorazione di un componente, ma anche per levigarne la superficie al fine di ottenere una finitura più regolare e uniforme. Questo processo è particolarmente vantaggioso quando, per produrre un componente o un prodotto, si impiegano diversi metodi, ciascuno dei quali avrà lasciato la superficie in uno stato diverso. La micropallinatura può essere utilizzata anche per restituire ad una superficie precedentemente ossidata o patinata una finitura nuova e pulita.

#### Vantaggi e caratteristiche

- Migliora la finitura delle superfici dopo la produzione
- Si può utilizzare per decontaminare le superfici
- Possibilità di utilizzare pallini sferici di vetro o ceramica
- Leviga la superficie dopo aver ridotto le tensioni residue

#### Elettrodeposizione di zinco e di lega zinco-nichel

I trattamenti superficiali elettrolitici più diffusi nella tecnica del collegamento sono quelli che utilizzano zinco e la lega zinco-nichel, seguiti spesso da una passivazione e/o da una sigillatura che conferiscono al rivestimento specifiche proprietà di attrito, di resistenza alla corrosione e naturalmente l'aspetto estetico. Naturalmente, i depositi elettrolitici di zinco e di lega zinco-nichel senza passivazione (o con passivazione incolore) sono rispettivamente di colore argento brillante e grigio opaco.

Aggiungendo passivazioni acide o alcaline si ottengono delle iridescenze di colori diversi in base alle formulazioni utilizzate.

Due sono le grandi famiglie di passivazione. Gli esavalenti che generano delle colorazioni verdi, gialle, nere e bianche: tipologie di passivazione sempre



più limitate poiché contengono cromo esavalente e questo elemento è stato messo al bando dalle direttive RoHS e REACH.

In sostituzione si impiegano le passivazioni trivalenti che presentano delle iridescenze di un colore meno marcato: verde, giallo e grigio.

Talvolta questi rivestimenti sono completati da una sigillatura, una pellicola organica di colore nero che aumenta la resistenza alla corrosione (circa da 50 a 150 h in nebbia salina neutra) e può presentare un colore nero satinato di grande effetto estetico.



## IL CONCETTO DI “ASPETTO ESTETICO” NEI RIVESTIMENTI

# I rivestimenti neri e grigi

### Rivestimenti in lamelle di zinco

Un rivestimento in lamelle di zinco è una pellicola asciutta costituita da tante piccole lamelle, il cui principio di base è proteggere una moltitudine di componenti dalla corrosione. Grazie all’“effetto sacrificale” dello zinco, meno nobile rispetto all’acciaio, offre una protezione attiva dai fattori ambientali: questa forma di protezione anti-corrosione è definita protezione catodica sacrificale.

La maggior parte dei rivestimenti in lamelle di zinco è costituita da una combinazione di lamelle di zinco e di alluminio (in conformità alle norme DIN EN ISO 10683 o DIN EN 13858), incluse in una matrice inorganica. Vedere la sezione trasversale al microscopio

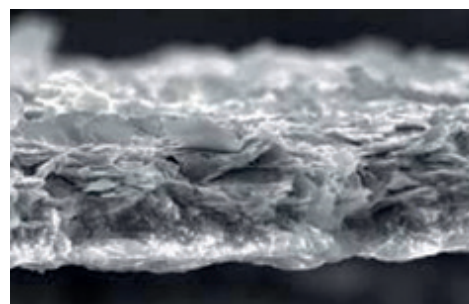
Anche strati estremamente sottili – un sistema si compone generalmente di un substrato e da una finitura con spessore da 8 a 12 µm – garantiscono un effetto di protezione contro la corrosione dal metallo di base che può arrivare fino a 1 000 ore (ruggine rossa) in conformità alla norma DIN EN ISO 9227. Il colore grigio opaco si ottiene in caso di prodotti standard con o senza finizione poiché è il colore di base del substrato in lamelle di zinco e di alluminio. Questo colore si armonizza con i particolari zincati a caldo oppure con quelli in INOX rispetto ai particolari zincati elettroliticamente. Il numero di strati non influenza la tonalità e il sistema di lubrificazione che può essere incluso nei due strati o in uno soltanto e non influenza nemmeno il colore grigio ottenuto.

È necessario realizzare strati particolarmente sottili per poter garantire la montabilità dei particolari filettati.

Il processo di applicazione del rivestimento non sviluppa idrogeno, e di conseguenza permette di ridurre il rischio di infragilimento. Per tale motivo i rivestimenti in lamelle di zinco sono particolarmente adatti per le classi di resistenza elevate.

Grazie alle prestazioni elevate e agli strati sottili, i rivestimenti in lamelle di zinco si sono imposti prepotentemente nel settore della viteria e della tecnica del collegamento nell’industria automobilistica: una vite su due dei principali costruttori automobilistici è rivestita in lamelle di zinco.

Le finiture completano le caratteristiche del substrato ma, soprattutto, possono essere utilizzate a colorare i particolari trattati, tenendo conto che i colori standard sono l’argento e il nero. Grazie alle loro proprietà polivalenti, possono essere impiegate per una vasta gamma di applicazioni. In base all’impiego dei particolari trattati, è possibile scegliere finiture organiche o inorganiche, che possono essere applicate su rivestimenti in lamelle di zinco oppure su rivestimenti elettrolitici.





Esiste anche il rivestimento in lamelle di zinco in colore nero, dove la finitura, chimata anche top coat, avrà la doppia funzione di fornire il coefficiente di attrito e la colorazione. All'interno della finitura sono inseriti dei coloranti, che possono essere neri, ma è anche possibile prevedere altri colori. Il colore della finitura è generalmente nero opaco ma sono in fase di sviluppo nuove formulazioni per realizzare una finitura satinata. Le più note sono Geoblack®, Deltaprotekt®, Zintek® e Magni®

È interessante notare che, da un punto di vista chimico, l'introduzione di coloranti organici o organico-minerali riduce la resistenza alla corrosione dello strato in questione. Gli sviluppatori sono perciò al lavoro su due gamme di prodotti, i rivestimenti neri opachi standard con prestazioni equivalenti al grigio e i rivestimenti di colore nero più marcato, talvolta satinato, per i quali la resistenza alla corrosione sarà lievemente inferiore. Questi ultimi avranno applicazione dove più importante è l'aspetto estetico e potranno essere utilizzati in associazione con nuovi rivestimenti (nichelatura satinata, zinco nichel nero...) e con i materiali compositi che hanno un aspetto brillante

## Vernici antiattrito (Anti-Friction Coatings)

Il rivestimento tribologico a secco è una soluzione di sistema per elementi e componenti di collegamento sottoposti a sollecitazioni meccaniche, come viti, dadi o rondelle. Si tratta di un rivestimento a strato sottile, applicato con un processo non elettrolitico, che possiede proprietà lubrificanti e fornisce una protezione aggiuntiva contro la corrosione. Il rivestimento è costituito da un insieme di fluoropolimeri e particelle lubrificanti solide organiche; il tutto disperso in una miscela di resine sintetiche e solventi accuratamente selezionati. Il rivestimento è costituito da pellicola liscia che compensa le irregolarità della superficie, riducendo così l'attrito anche in caso di sollecitazioni elevate e di condizioni di lavoro estreme. La resina sintetica a sua volta garantisce una protezione complementare contro la corrosione. Il rivestimento si applica manualmente utilizzando pistole a spruzzo oppure con macchine automatizzate alla rinfusa in rotobarile. Successivamente lo strato spruzzato viene polimerizzato in forno affinché acquisisca eccellenti proprietà di aderenza e protezione contro la corrosione. Lo spessore dello strato varia, in base alle specifiche richieste, da 5 a 12 µm circa.

### Caratteristiche principali:

- Eccellenti valori di coefficiente di attrito con bassa dispersione, fondamentale per ogni collegamento filettato
- Rivestimento asciutto ed ecologico notevolmente facile da usare
- Elevata sicurezza di montaggio durante la produzione e la manutenzione
- Montaggio e smontaggio economici con una riduzione complessiva dei costi di processo fino al 30 %

### Temperatura di trattamento

Per la scelta del materiale occorre tenere presente che numerose vernici anti-attrito polimerizzano a temperature comprese tra 160 e 250 °C. Questo vale, in particolare, per le vernici anti-attrito altamente resistenti all'usura. I componenti assorbono queste temperature e devono pertanto essere sufficientemente resistenti. Il tempo di polimerizzazione va da 15 a circa 60 minuti, a seconda della temperatura. In caso di materiali non resistenti alle alte temperature, è possibile utilizzare vernici anti-attrito che essiccano all'aria o che polimerizzano con l'umidità dell'aria.

### Protezione anti-corrosione

La protezione anti-corrosione può essere adeguatamente aumentata, ad esempio mediante l'applicazione preventiva di uno strato di fosfato come primer o di una zincatura galvanica.

### Stabilità termica

Il limite di temperatura superiore e inferiore per l'utilizzo di una vernice anti-attrito viene definito in base alle proprietà del legante e del lubrificante solido. La stabilità termica della vernice anti-attrito dipende dalla relativa composizione chimica (leganti, lubrificanti solidi).



Rivestimento tribologico con TopCoat in nero/argento



## Sherardizzazione

Inventata all'inizio del secolo da Sherard Cowper Cowles, la sherardizzazione è un trattamento anti-corrosione realizzato con un processo termochimico diffusivo con il quale lo zinco penetra all'interno dell'acciaio. La sherardizzazione permette di ottenere un rivestimento in lega zinco-ferro riscaldando i particolari (tra 380 e 450 °C) in presenza di polvere di zinco e di un coadiuvante.

Il processo avviene allo stato solido in un cilindro chiuso che ruota lentamente. È possibile realizzare diversi post-trattamenti: una passivazione senza cromo esavalente, di colore grigio. Gli acciai al carbonio non legato, gli acciai laminati a caldo, i materiali sinterizzati, il ferro e la ghisa si prestano molto bene al processo di sherardizzazione. La diffusione termica dello zinco è un ulteriore rivestimento per diffusione di zinco su ferro (ISO 17668).

Le parti da trattare devono essere pre-trattate solo in presenza di contaminazioni (ad es. scaglie di laminazione o ruggine). Queste contaminazioni vengono eliminate ad esempio tramite sabbiatura. Se i prodotti sono in metallo grezzo, non è necessario alcun pre-trattamento. I prodotti in metallo vengono riscaldati con una miscela composta da polvere di zinco e additivi in contenitori a rotazione lenta a temperature comprese tra 280 e 390 °C. Durante il processo lo zinco si diffonde nel materiale di base, formando una micro-lega con strati di spessore da 4 a 25 µm in base ai requisiti.

Vantaggi:

- Protezione dai danni anche durante processi di formatura
- Spessore dello strato uniforme anche in caso di geometrie complesse
- Ottima aderenza e resistenza alle alte temperature
- Nessun infragilimento da idrogeno

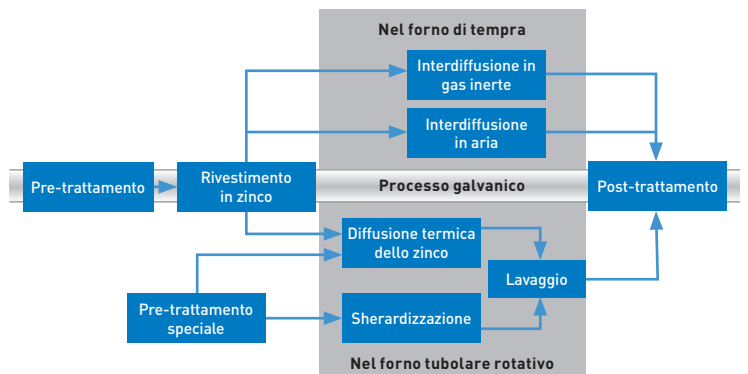
## Anneritura termica

Questo strato superficiale si forma automaticamente durante il processo di tempra e rinvenimento degli elementi di collegamento in acciaio ad alta resistenza. Generalmente i particolari vengono temprati in un forno ad atmosfera protettiva rimanendo inalterati. Durante il rinvenimento successivo, effettuato in assenza di atmosfera protettiva, su questi

particolari si forma uno strato di ossido estremamente aderente di colore da nero a grigio scuro.

La resistenza alla corrosione è moderata ma viene rinforzata tramite una sottile pellicola d'olio. La lubrificazione avviene per immersione all'interno di emulsioni acquose d'olio ed è seguita da un'operazione di centrifugazione. In questo modo gli elementi di collegamento beneficiano di una minima protezione all'interno del loro imballaggio durante il trasporto e lo stoccaggio.

Talvolta, alcune viti o alcuni dadi sono troppo lubrificati. Ciò può portare a problemi di montaggio o di movimentazione negli impianti automatici di assemblaggio.



Catena di processo semplificata della diffusione dello zinco

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Zincatura a caldo              | ~450 – 600 °C |
| Sherardizzazione               | ~380 – 450 °C |
| Diffusione termica dello zinco | ~280 – 390 °C |
| Lamella di zinco               | ~200 °C       |
| Galvanizzazione                | ~30 °C        |

Temperatura di rivestimento

## Brunitura

Questo trattamento dedicato alle viti in acciaio di tutte le classi di resistenza e agli altri prodotti in acciaio spesso viene confuso con l'anneritura termica. In genere, si tratta di brunitura a caldo. Una volta puliti, i particolari in acciaio grezzo vengono immersi in soluzioni saline acquose alcalinee ossidanti. In questo bagno, riscaldato a una temperatura compresa tra 135 e 145 °C, si forma uno strato di ossido di ferro di colore nero.

Il suo spessore varia tra 0,5 e 2 mm ed è conduttore. Il processo di brunitura si divide in varie fasi: realizzate sia all'interno di vasche sia di dispositivi a tamburo interamente automatizzati.

Come nel caso dell'anneritura termica, i componenti in acciaio brunito hanno una resistenza alla corrosione molto limitata. Al fine di ottenere risultati migliori, vi si applica sempre una finitura a base di olio, grasso o cera.

I particolari bruniti sono adatti per le applicazioni in interni. Se utilizzati in esterni, dopo essere stati sottoposti ad umidità, devono essere immediatamente asciugati ed oliati o incerati. In caso contrario, possono apparire immediatamente lievi tracce di ruggine. Esempio: pulizia di armi da caccia

## Ossidazione nera dell'INOX (a volte definita brunitura)

Le superfici in INOX si possono brunire semplicemente immergendole in un bagno di bicromato di sodio fuso. Questa pratica, relativamente semplice da realizzare e utilizzare, è largamente impiegata nell'industria automobilistica – per brunire i componenti in INOX come i tergicristalli –, ma anche nella produzione di pannelli solari termici.

Il trattamento è effettuato in un ambiente ossidante. La superficie del particolare ferroso è ricoperta da uno strato sottile di ossido di colore blu. Questo strato sottile aderisce alla superficie.

Il processo, applicabile a tutti i tipi di INOX, porta alla formazione di una pellicola di ossido, nera, liscia e molto sottile, sulla superficie dell'acciaio. La pellicola di solito è opaca, ma la si può rendere brillante applicandovi olio o cera. Non è soggetta a invecchiamento e non perde il proprio colore durante l'uso.

## IL CONCETTO DI “ASPETTO ESTETICO” NEI RIVESTIMENTI

### I rivestimenti colorati

#### Anodizzazione su alluminio e titanio

L'anodizzazione consiste nella formazione di strati di ossido metallico di elevato spessore su particolari di alluminio (spessore di circa 20 µm). Questi strati sono estremamente porosi.

Possono essere colorati e/o assorbire sostanze anti-corrosive.

Durante il processo di anodizzazione, nei bagni d'immersione, si crea all'interno dell'alluminio uno strato protettivo più o meno spesso, in base al luogo di esposizione dell'alluminio trattato, se in interno o in esterno...

All'interno dei pori di questo strato protettivo è possibile depositare o meno, chimicamente o elettroliticamente, coloranti di tutti i tipi. Qualora non si depositi alcun tipo di colorante, si parla di finitura naturale.

Inoltre, durante il processo di anodizzazione, tramite un processo chimico, elettrolitico o meccanico è comunque possibile ottenere gli aspetti estetici più disparati sui particolari trattati: levigati, spazzolati, brillanti, satinati brillanti, satinati opachi. Una volta realizzati aspetto e colore, lo strato anodico protettivo viene sigillato per renderlo inerte all'ambiente esterno.

I principali colori realizzabili sono le tinte naturale, oro, bronzo, blu, grigio, verde, nero, rosso, arancio, viola e altre tinte per ambienti interni ed esterni.

Il titanio si comporta in modo simile all'alluminio e permette di avere le stesse possibilità in termini di anodizzazione e colorazione.

L'alluminio ha dunque la particolarità di combinare un livello molto elevato di resistenza alla corrosione e un potenziale estetico molto vario.



## Verniciatura

Indipendentemente dal processo utilizzato, la verniciatura permette di ottenere elementi di collegamento parzialmente o interamente colorati. Si utilizzano due tipi di processo, la verniciatura a polvere (epossidica) e la termolaccatura. Questi rivestimenti si possono applicare sulla testa delle viti o su tutto il particolare, ma è fortemente sconsigliata l'applicazione sulle filettature in metallo poiché lo spessore del rivestimento non è compatibile con la funzione di avvitamento.

Sotto forma di polvere colorata (EPOSSIDICA o POLIESTERE), si applicano uno o due strati di questa vernice secondo la prestazione richiesta dal processo.

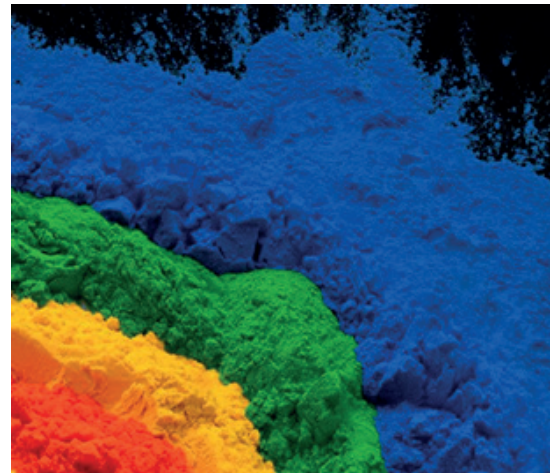
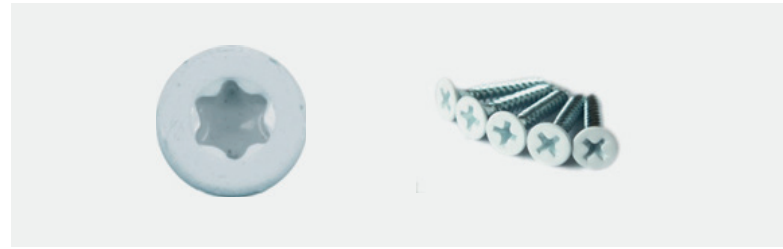
Un riscaldamento in forno tra 180 e 200 °C permette la polimerizzazione della vernice e crea una pellicola tesa e impenetrabile.

La termolaccatura offre una protezione sui particolari che è allo stesso tempo estetica e resistente.

- Eccellenti prestazioni meccaniche
- Resistenza alle intemperie
- Protezione per particolari sottoposti a elevate sollecitazioni
- Protezione anti-corrosione
- Eccellente tenuta chimica
- Buon isolamento elettrico

La definizione del colore fa riferimento ai codici RAL poiché la gamma di possibilità è molto importante in base all'applicazione.

Il codice dei colori RAL è costituito da 4 cifre. All'inizio il sistema comprendeva 40 colori, oggi ne abbiamo più di 200. Esempio: RAL 9020 o RAL 3001. Sono i colori più utilizzati!



## Materie plastiche

Gli elementi di collegamento in materie plastiche (nylon o altri poliammidi) possiedono anche la caratteristica di poter incorporare nella loro composizione additivi colorati che permetteranno di avere una gamma di colori identica a quella offerta dalle vernici e anche la definizione del colore potrà avvenire utilizzando un codice RAL.

La colorazione può essere realizzata attraverso dei cappucci, inseriti nell'impronta di una vite per nascondere la testa, di colore identico al componente assemblato.



## IL CONCETTO DI “ASPETTO ESTETICO” NEI RIVESTIMENTI

# Riepilogo

---

Non esiste mai una sola soluzione. Il progettista deve tener conto dei materiali di base, delle tolleranze geometriche e della complessità estetica richiesta al fine di trovare la soluzione migliore dal punto di vista tecnico ed economico.



Per ulteriori informazioni, o se avete necessità di particolari trattamenti superficiali, potete consultare la nostra pagina dei contatti su [www.bossard.com](http://www.bossard.com) oppure rivolgervi alla filiale locale Bossard