

Interreg
Italia-Österreich

European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION



Impiego di Rivestimenti PVD-PaCVD come soluzione a problemi tribologici

D. Romagnoli - STS srl, Cellatica (Bs), Italy
romagnoli.denis@sts-group.it

Outline

01 /

Presentazione STS

02 /

Generalità dei Trattamenti superficiali

03 /

Settori di Applicazione

04 /

Case History

01 /



110

Dipendenti

15

Impianti deposizione PVD
(di cui 2 di ns costruzione)

4

Impianti deposizione Pa-CVD
(tutti di nostra costruzione)

1

Impianto deposizione Sputtering

Sedi



Brescia

Sede operativa, legale e amministrativa



Padova

Sede operativa



Bologna

Sede operativa

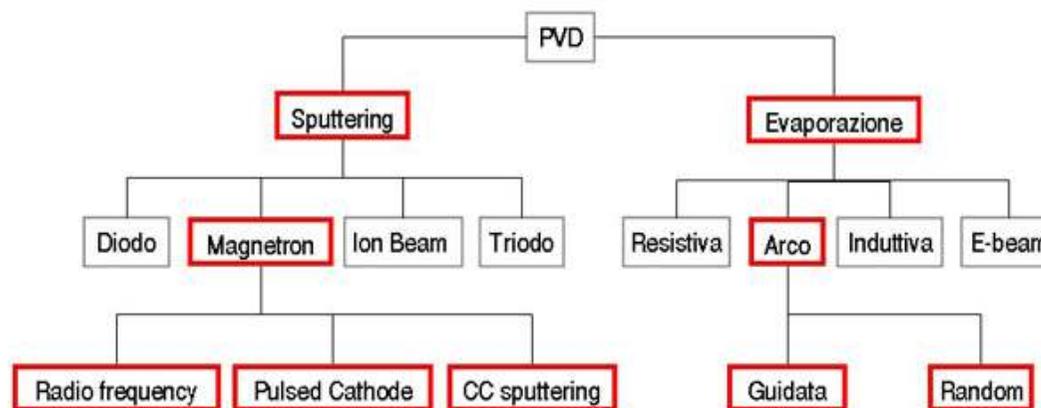
02 / Trattamenti superficiali

Modifica del materiale di base

- Nitrurazione
- Carbo-nitrurazione
- Fosfatazione
- Cementazione
- Ossidazione
- Shot penning (pallinatura)

Apporto di materia eterogenea

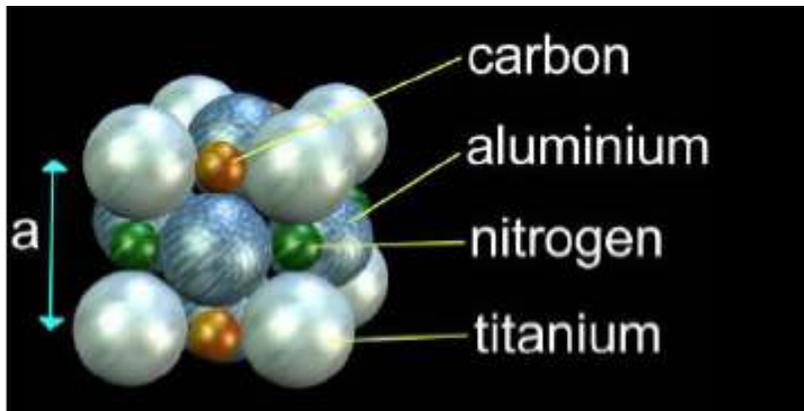
- Galvanico (cromatura, zincatura)
- Ni Chimico
- HVOF (High Velocity Oxygen Fuel)
- CVD (Chemical Vapor Deposition)
- **PaCVD**
- **PVD (Physical Vapor Deposition)**



02 / Definizione rivestimento

I rivestimenti PVD (Physical Vapor Deposition - Deposizione fisica da fase vapore) si basano sulla evaporazione di un **Metallo** (Titanio, Cromo, Alluminio, Niobio...) che reagisce, in maniera controllata, con un **Non Metallo** (Azoto, Carbonio o Ossigeno).

I rivestimenti PaCVD (Plasma assisted Chemical Vapor Deposition) utilizzano invece precursori in forma liquida pronti a reagire con la superficie. In entrambi i caso lo scopo è quello di produrre un deposito **Ceramico** con determinate caratteristiche tribologiche (durezza, tenacità, coefficiente di attrito, resistenza a corrosione).



Rivestimenti binari:

TiN, Ti₂N, CrN, ZrN, HfN,

Rivestimenti ternari:

TiCN, AlTiN, TiNbN, AlCrN

Rivestimenti quaternari:

TiAlCN, AlTiSiN

Rivestimenti bistrato:

TiN+TiCN, TiN+MoS₂, CrN-SiC-DLC

Rivestimenti multistrato e superlattice:

CrN-NbN

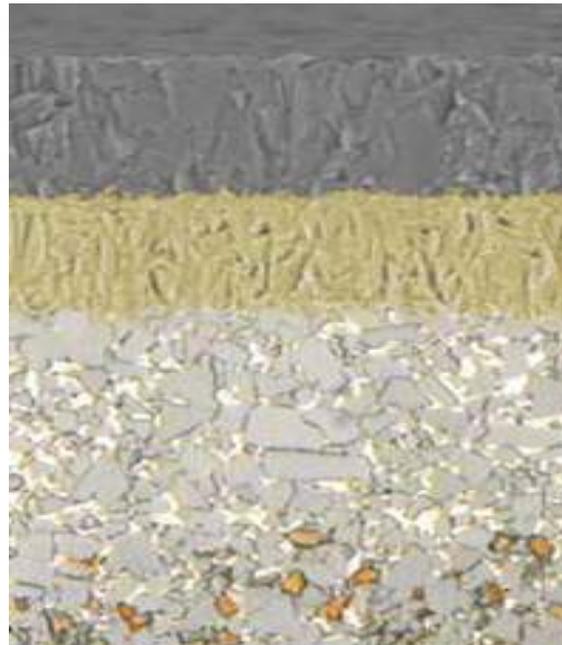


02 / Perché utilizzare i trattamenti PVD-PaCVD

ALTA
DUREZZA

BASSO COF

INERZIA
CHIMICA



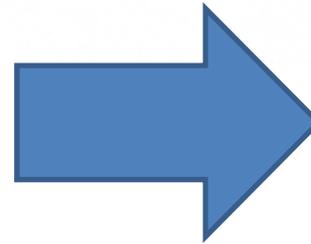
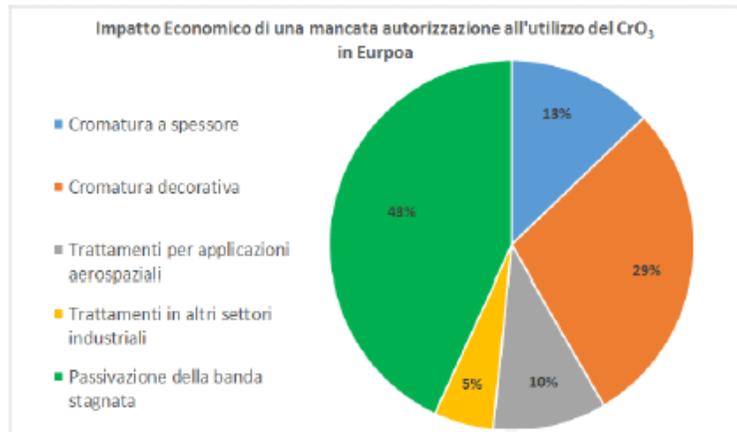
BIOCOMPATIBILITA'

FOOD CONTACT

ESTETICA

02 / Sostituzione della Cromatura

Valore del Mercato Europeo: **5.5 miliardi € / anno**



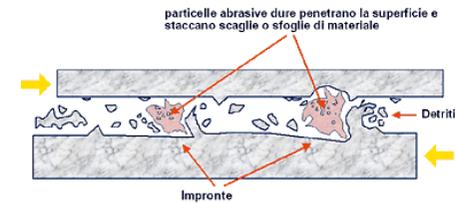
- **Banda stagnata**
- **Automotive (componenti motore e decorativo)**
- **Meccanica (componenti, stampi,)**
- **Oleodinamica**
- **Fashion**
- **Arredi**



02 / Meccanismi di usura

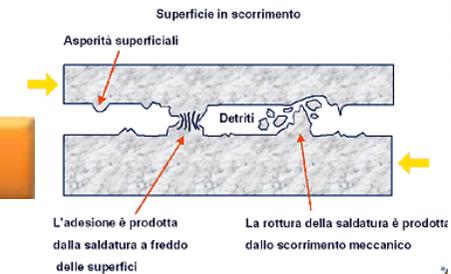
- **Abrasion**e: asportazione materiale di base provocata da particelle dure provenienti da antagonista o da 3° corpo

Durezza



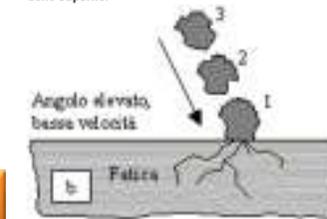
- **Adesione**: incollaggio a freddo di particelle dell'antagonista

Inerzia chimica e basso COF



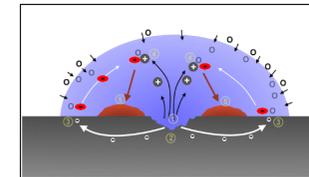
- **Fatica**: formazione di cricche sulla superficie dovute al ripetersi di cicli meccanici o termici

Inerzia chimica e Struttura



- **Corrosione**: fenomeni di ossidazione e aggressione acido-basica

Inerzia chimica



02 / Caratteristiche del CrN (Nitruro di Cromo)

Caratteristiche del rivestimento PVD

Chromium Nitride Coating Based

CrN

Durezza: **1700-2000 HV**

Coefficiente di attrito: **0,5**

Spessore: **3-10 micron**

T max di lavoro: **750°C**

T di deposizione: **250-480°C**

Inerte chimicamente

02 / Caratteristiche del DLC

Caratteristiche del rivestimento PaCVD

Carbon Coating Based

a-C:H, sp² (Grafite) e sp³ (Diamante)

Durezza: **1500-3000 HV**

Coefficiente di attrito: **0,1 (0,05)**

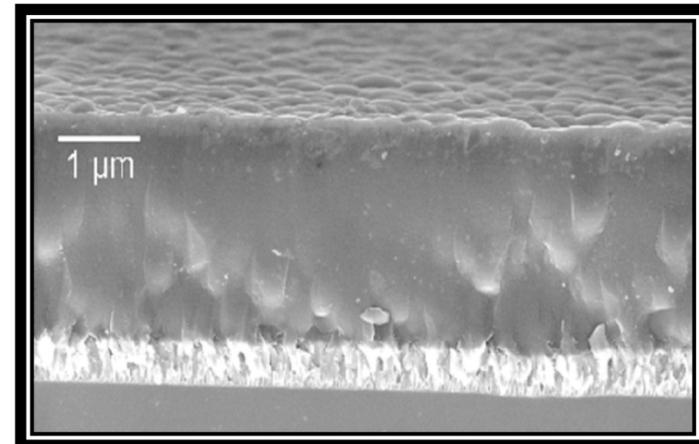
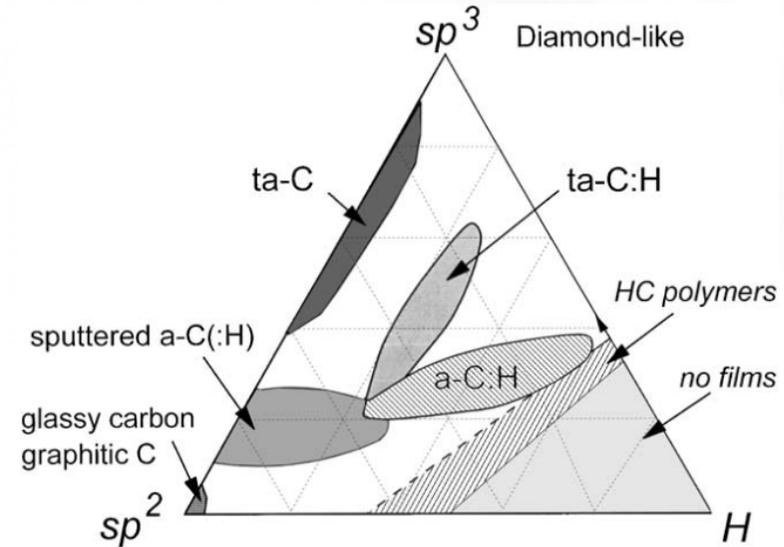
Spessore: **0,5-3 micron**

T max di lavoro: **400°C**

T di deposizione: **180-250°C**

Idrofobico e inerte chimicamente(test in HF: 40h)

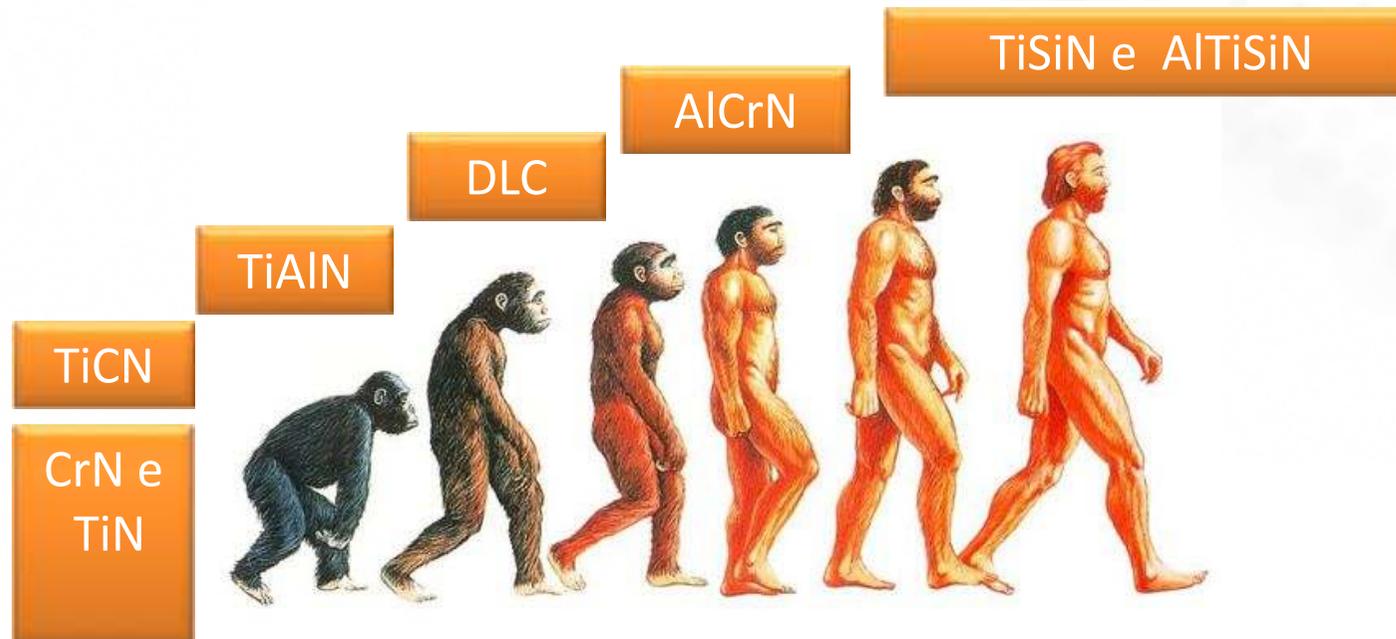
Resistenza elettrica: **108 Wcm** (Isolante!!)



02 / Scelta del Coating

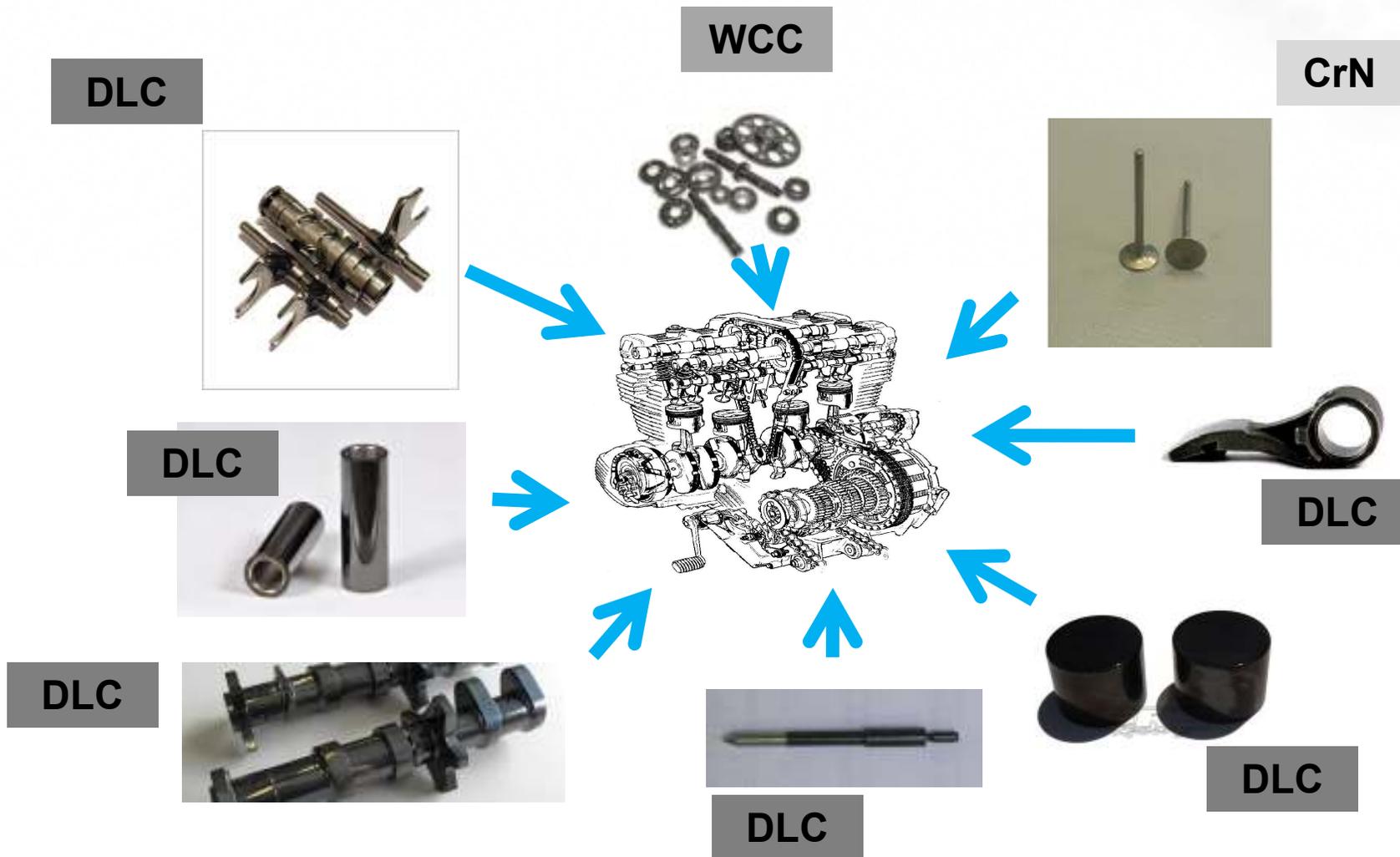
Coating	Durezza	Tenacità	Scorrevolezza	Resistenza alla corrosione	Resistenza al calore
TiN	xx	xxx	x	xx	xx
TiCN	xxx	x	x		x
CrN	x	xxx	x	xx	xxx
AlTiN	xxx	x	x	x	xxx
TiAlN	xx	xx	x	x	xxx
Diamante	xxxx	xx	xx	xxx	xx
WC/C	x	xx	xx	x	x
DLC	xx		xxx	xxx	x
MoS₂			xxx		

03 / Evoluzione e Settori applicazione



- **Utensili per asportazione (frese, punte, creatori)**
- **Stampi per deformazione a Freddo, Pressofusione e Plastica**
- **Componenti per Automotive, Aeronautica, Medica, Tessile, Food and Beverage**
- **Decorativo**

03 / Applicazioni nel settore Automotive: Motore



04 / Case History : Stampaggio Plastica

Componente: Stampo materia plastica

Materiale: Stampo in Stavax 52HRc vs PET-PVC

Problematica: Corrosione + Distacco

Coating: DLC PaCVD

Risultato: Riduzione del tempo di stampaggio da 4,5sec a 3,7sec con processo corrosive ritardato da 5 a 12 settimane



05 / Case History: Adesione-Abrasione

Componente: Valvola Motore

Materiale: Bimetallico

Problema: Adesione/Abrasione

Coating: Cromo Galvanico

Nuovo Coating: CrN

Resultato in scuffing test: CrN = Galvanico ma con una maggiore usura della controparte

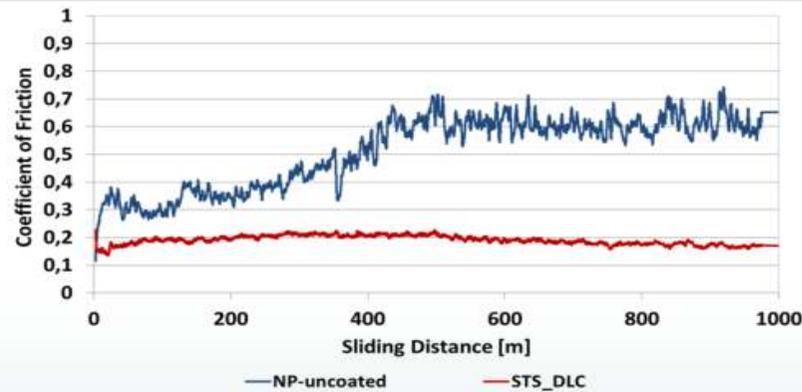
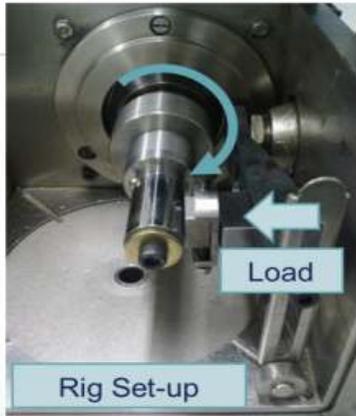
Durezza Cr : 1000HV

Durezza CrN: 1800HV



04 / Case History: il Piston Pin

Tribological evaluation of DLC coated piston pin

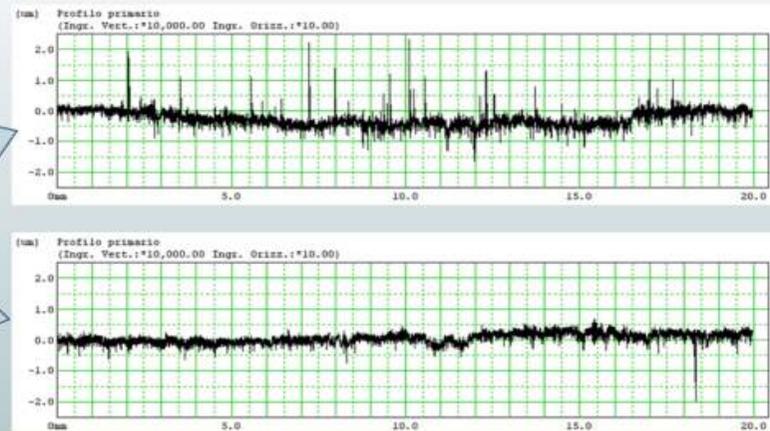


DLC-coated pin demonstrated a uniform behavior and a lower value of friction coefficient throughout the test

Pins After Test



No evidence of wear for coated pin



04 / Case History : la resistenza a Corrosione

Componente: Cover vano motore

Materiale: Alluminio serie 6000 (NSS: 90 ore)

Problematica: Corrosione

Coating: DLC PaCVD

Risultato: Resistenza a corrosione raddoppiata



Salt Spray Test in accordo con ASTM B117-07
NaCl 5%, pH 6,5-7,2, T= 35°±2°, 1-2 ml/h

Il rivestimento DLC mostra pitting
attorno alle 190 ore.

04 / Case History : la resistenza ad Abrasione

Componente: Macina per caffè

Materiale: C40 (non sostituibile per lavorabilità e prezzo)

Problematica: Usura per abrasione

Coating: TiN PVD

Risultato : AUMENTO 2,4 volte la vita del componente



04 / Case History : antisticking

Componente: saldante per packaging

Materiale: Aisi 420 ramato

Problematica: adesione idrato di cellulosa

Coating: Me-DLC PVD

Risultato: ADESIONE ELIMINATA E CONTROLLO N. PEZZI PER DIFFERENZA CROMATICA



04 / Case History : Effetto Barriera e Biocompatibilità

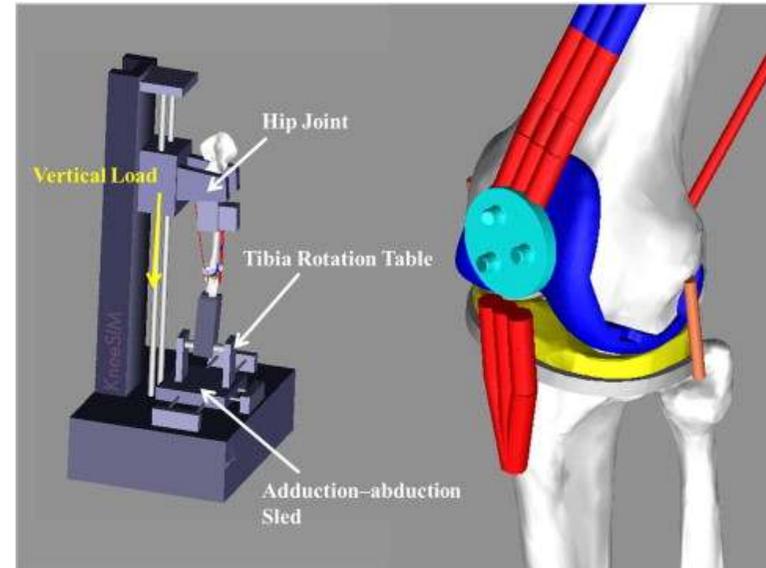
Componente: Protesi Ginocchio

Materiale: Lega CrCoMo (con Ni)

Problematica: Corrosione e Abrasione da HDPE

Coating: TiNbN PVD

Risultato: Eliminazione del Ni Leaching e prolungamento della vita della protesi





THIS IS PLASMA

“La materia è opera di Dio, la superficie è opera del Diavolo”



www.sts-group.it