

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e delle
Tecnologie Industriali

Laboratorio di Anticorrosione Industriale

via Mesiano, 77

38050 Povo - TRENTO



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Anticorrosione Industriale

D.I.M.T.I.

**Polimeri e
Compositi**

Ceramici

Microstruttura e Metallurgia

Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento



Laboratorio di Anticorrosione Industriale

prof. PL BONORA

prof. Fedrizzi (Università di Udine)

prof. Deflorian

dott. Ing. Rossi

4 Dottorandi

5 Collaboratori

2 Tecnici di Laboratorio

15 Tesisti

Quanto costa la
corrosione?

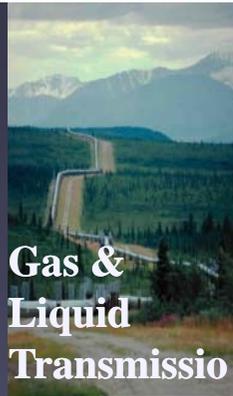
Negli USA hanno provato a
fare i conti....



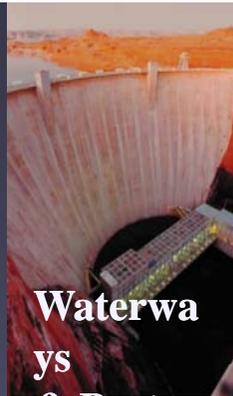
CC
Technologies
Dublin, Ohio



**Highway
Bridges**



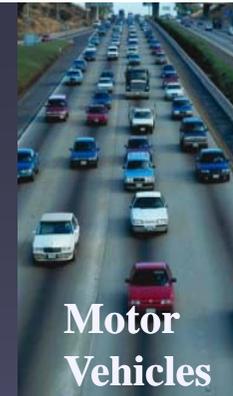
**Gas &
Liquid
Transmission
Pipelines**



**Waterways
& Ports**



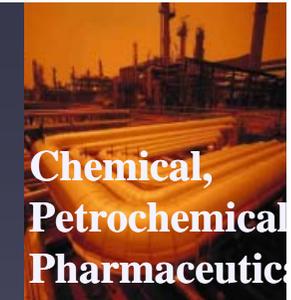
Airports



**Motor
Vehicles**



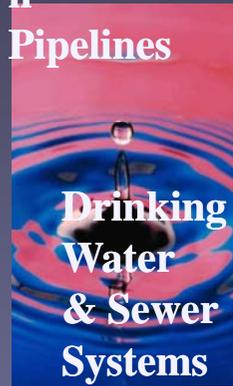
**Tele-
communication
on**



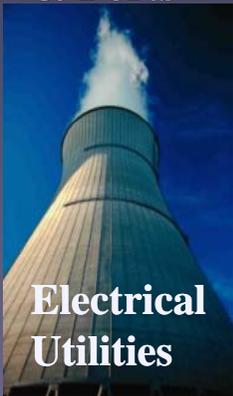
**Chemical,
Petrochemical
Pharmaceutic**



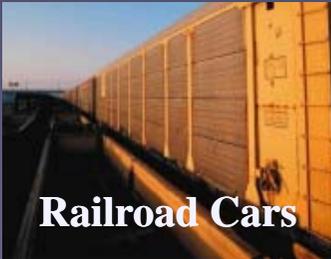
Ships



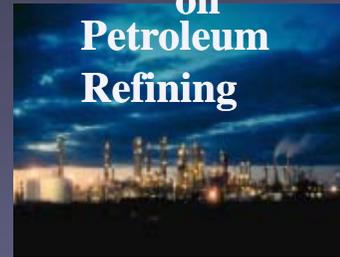
**Drinking
Water
& Sewer
Systems**



**Electrical
Utilities**



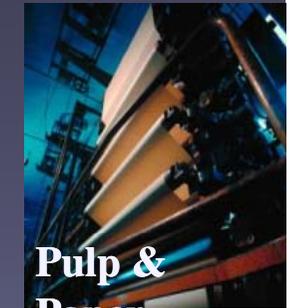
Railroad Cars



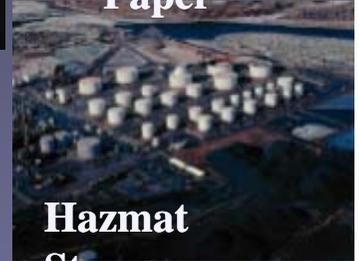
**Petroleum
Refining**



**Hazardous
Materials
Transport**



**Pulp &
Paper**



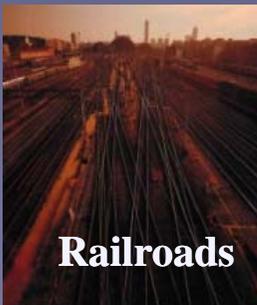
**Hazmat
Storage**



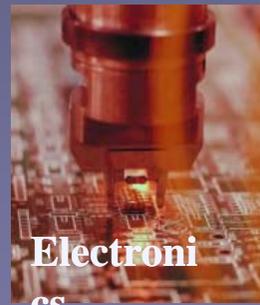
**Oil & Gas
Exploration &
Production**



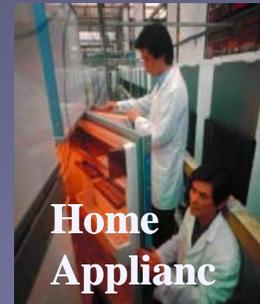
Aircraft



Railroads



**Electroni
cs**



**Home
Applianc
es**



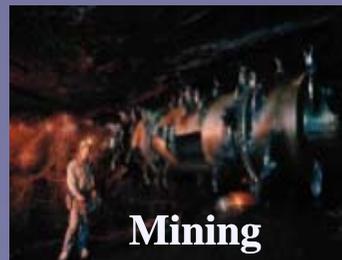
**Gas
Distribution**



Agricultural



**Food
Processin**



Mining



Defens



**Nuclear
Waste Storage**

Extrapolated Corrosion Costs: \$276 billion, 3.1% of GDP

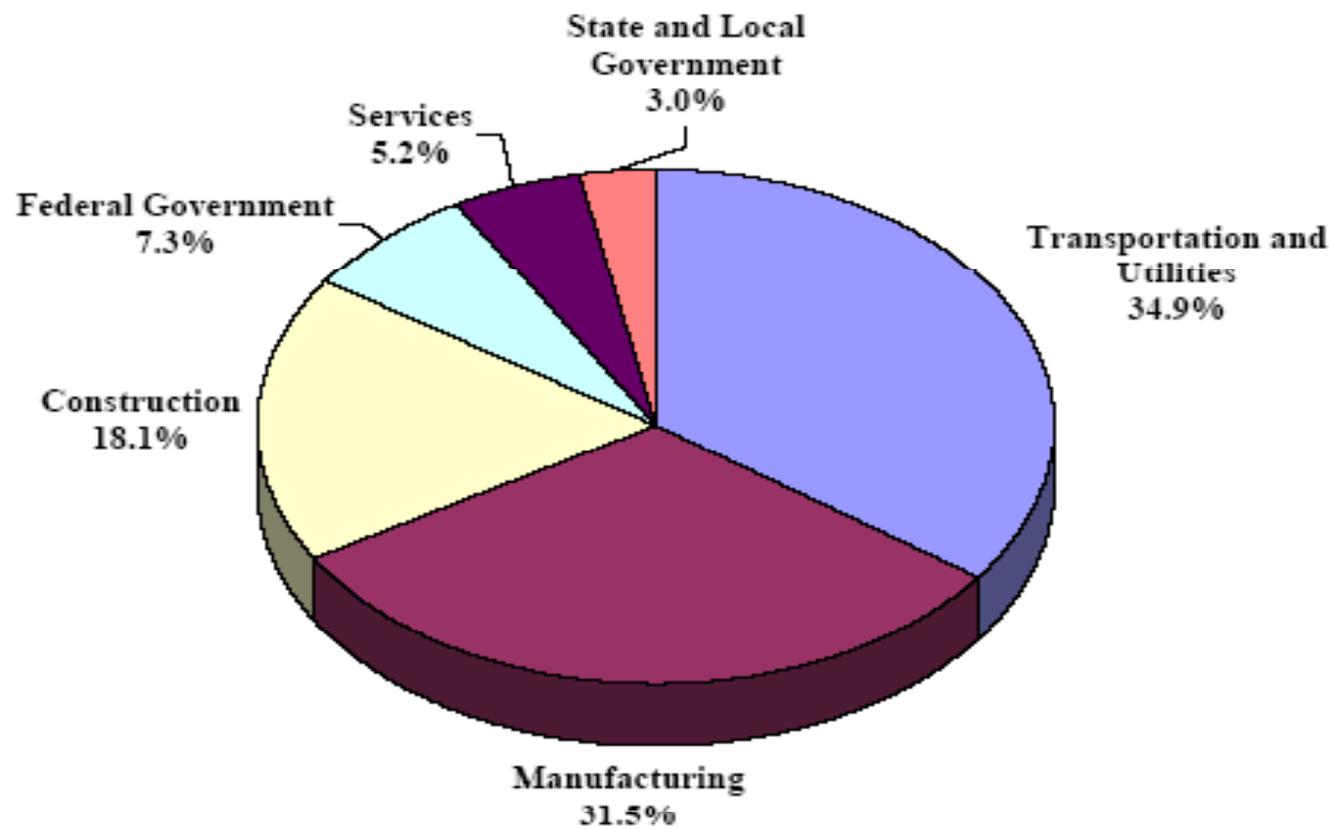
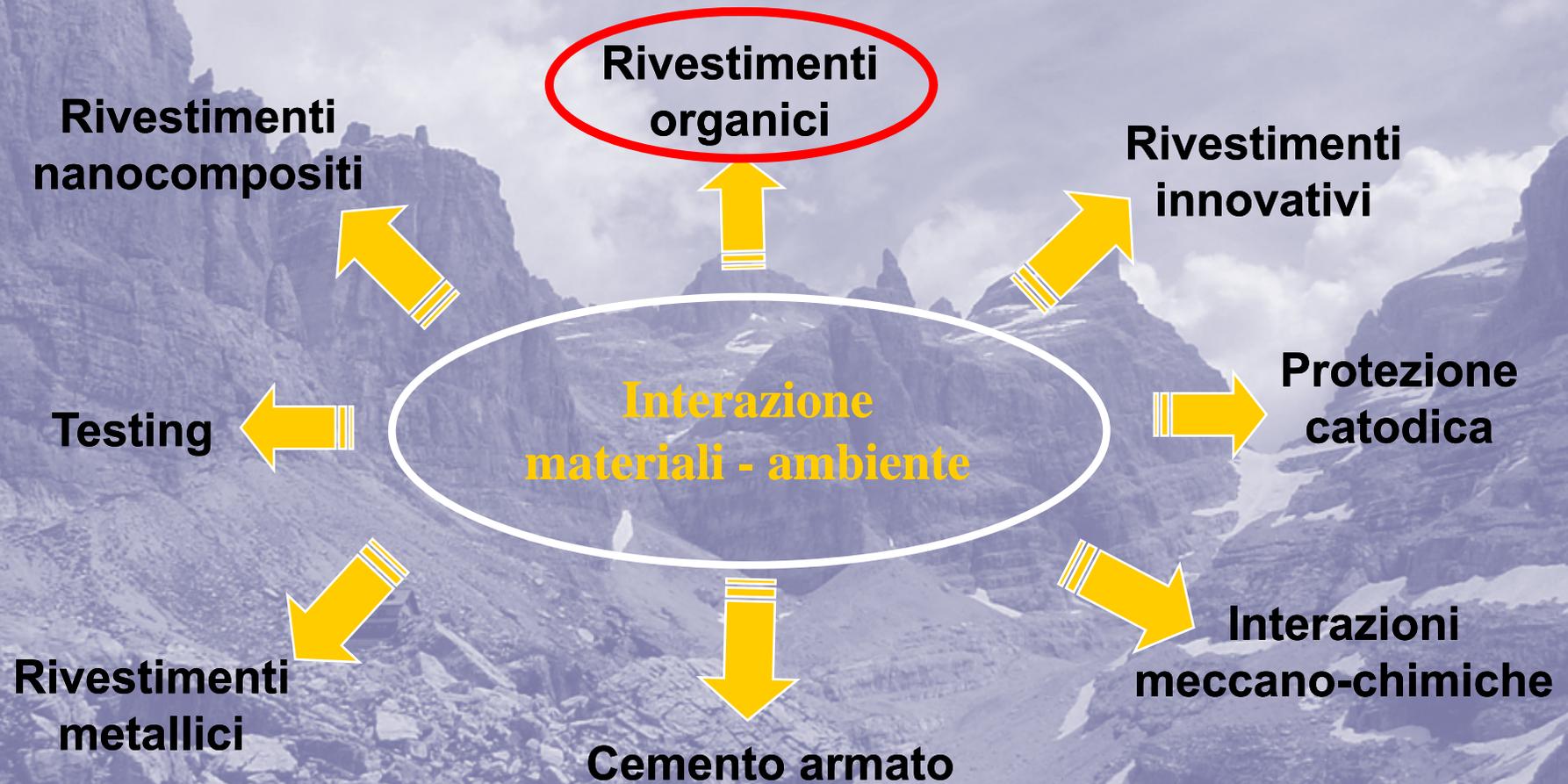


Figure 33. Total direct corrosion costs for BEA categories.

Argomenti di ricerca



Rivestimenti organici

- ▶ Studio di proprietà meccaniche e anticorrosive
- ▶ Studio della preparazione superficiale
- ▶ Studio comparativo dei diversi sistemi vernicianti
- ▶ Studio del degrado dovuto ad invecchiamento e cicli termici
- ▶ Rivestimenti innovativi con proprietà antiabrasive

Rivestimenti organici – Esempio di un'applicazione



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Rivestimenti organici – Esempio di un'applicazione



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

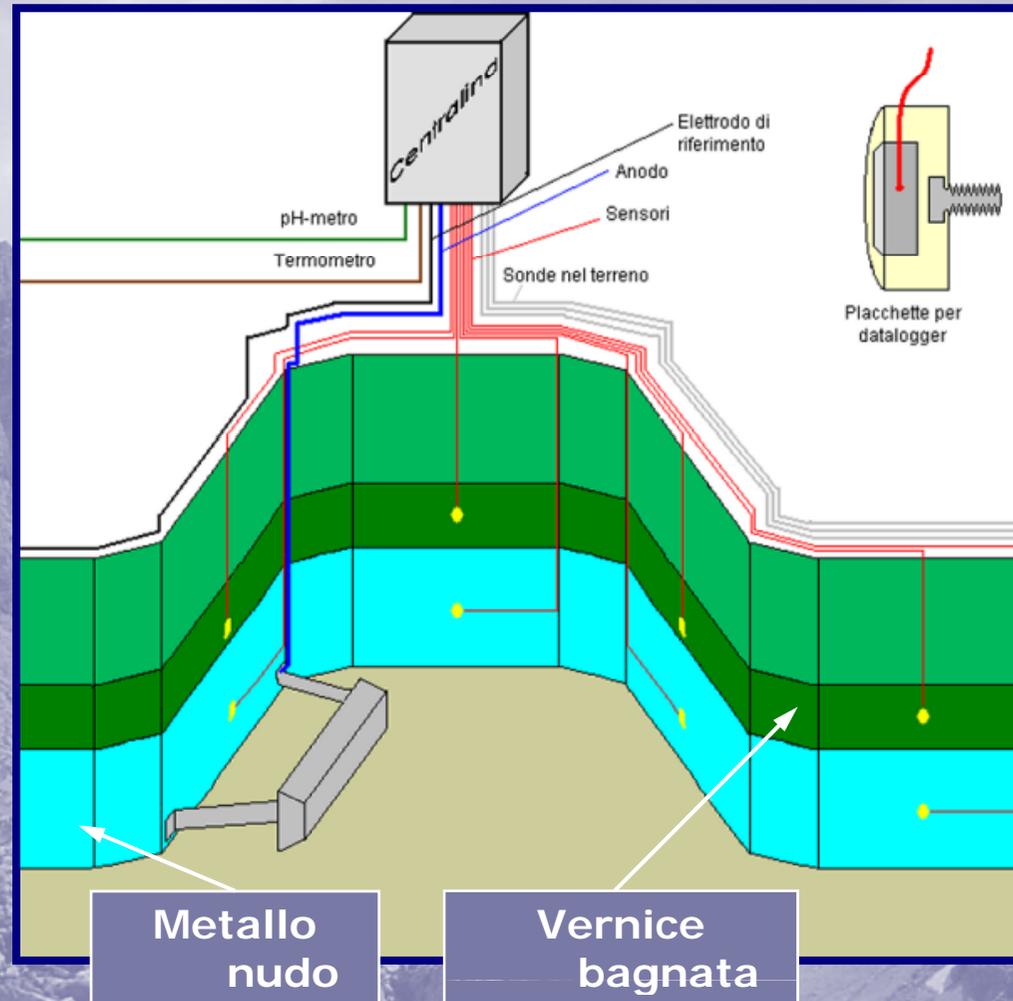
Controllo dei rivestimenti e assistenza alla protezione catodica in situ

Area lagunare

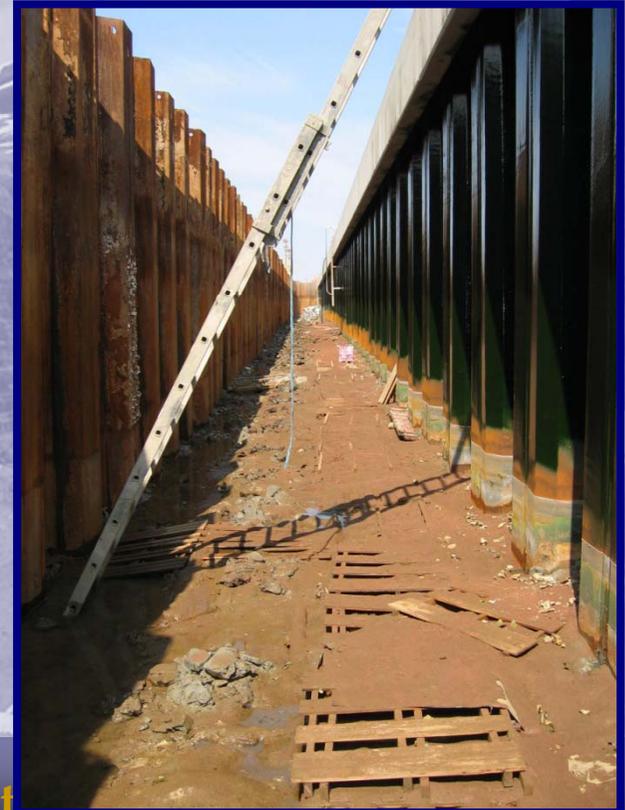


Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Monitoraggio

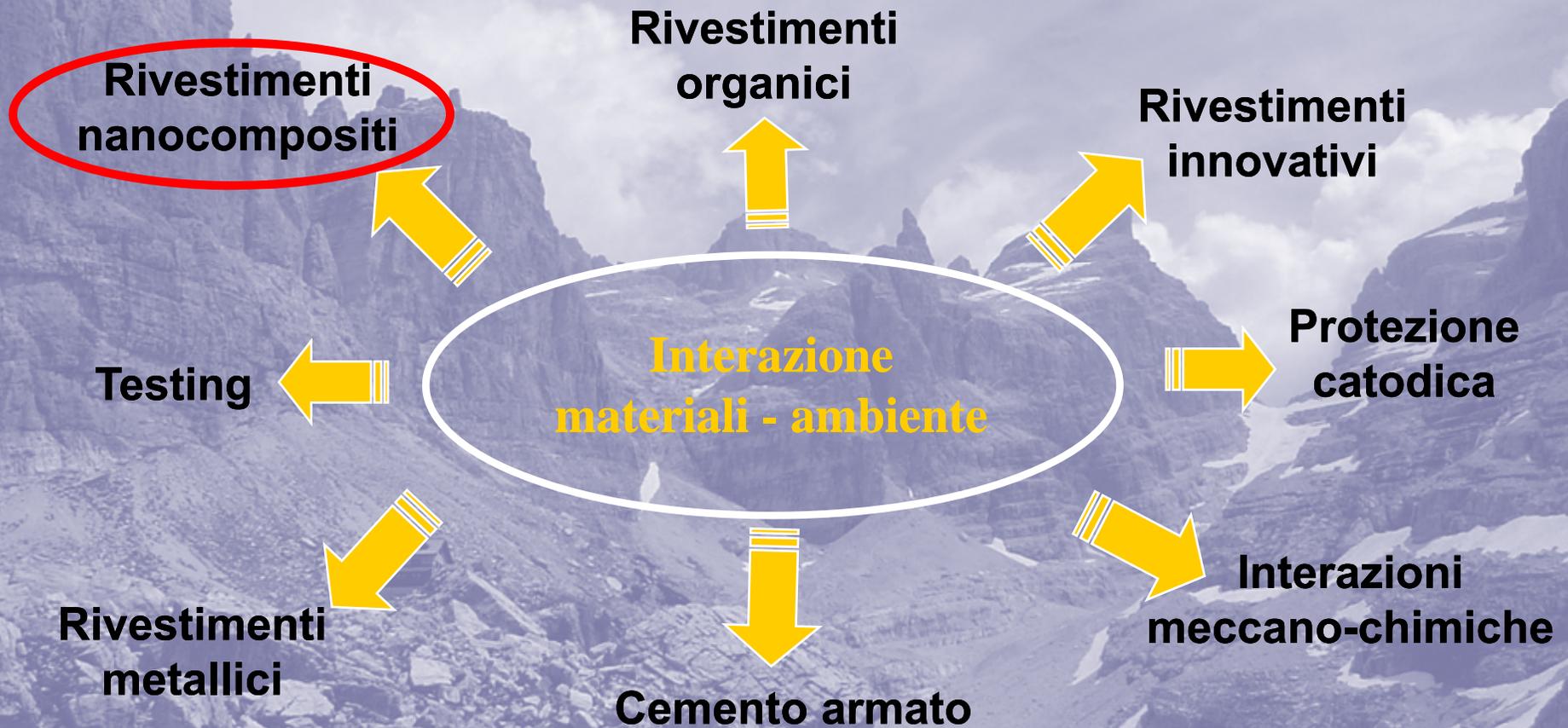


Misure di Spettroscopia di Impedenza Elettrochimica in situ



Area lagunare

Argomenti di ricerca



Rivestimenti nanocompositi a matrice metallica

- **Materiali compositi con matrice metallica**
 - ➔ **combinano le proprietà del metallo e del rinforzo**
- **Applicazioni:**
 - **Cantieristica Navale**
 - **Costruzioni Ferroviarie**
 - **Industria delle trasformazioni alimentari**
 - **Industria automobilistica e motoristica**
 - **Produzione di energia**



Rivestimenti nanocompositi a matrice metallica

➡ Rivestimenti compositi metallici:

Metallo + particelle di:

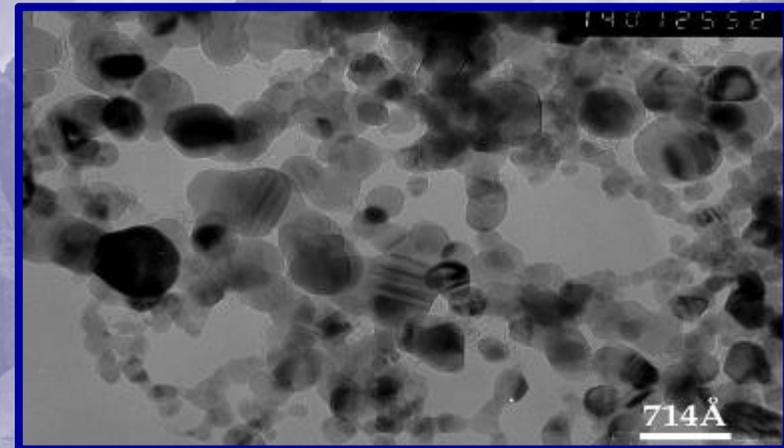
- Ossidi (SiO_2 , Al_2O_3 , Cr_2O_3)
- Carburi (SiC , WC , TiC , Cr_3C_2)
- Grafite
- Diamante
- Polimeri (PS, PTEE, PCMF)

Rivestimenti metallici nanocompositi + SiC

- Nichel + SiC
 - Bronzo + SiC
 - Rame + SiC
 - PUR + SiC
- Rivestimenti compositi:
Elettrodeposizione da bagno elettrolitico contenente nanoparticelle di SiC in sospensione

Polveri nanometriche di SiC:

Preparazione di SiC a base di silani quali waste di processi per l'industria elettronica



TEM image of nano SiC particles:
surface area=109m²/g
Density=3.4 g/dm³
diameter=11-67 nm

Proprietà dei rivestimenti compositi

I rivestimenti compositi presentano:

- **Una microstruttura più compatta**
- **Valori di microdurezza maggiori**
- **Migliore resistenza all'usura e all'abrasione**
- **Migliore resistenza alla corrosione**



Preparazione e caratterizzazione di elettrodepositi contenenti nanoparticelle di SiC resistenti ad usura e corrosione.

Laureando : Meneghini Claudio

Relatore : Prof. Pier Luigi Bonora

Correlatore : Maria Lekka

Anno accademico: 2003-2004

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO
Facoltà di Ingegneria
Corso di laurea in ingegneria dei materiali

**MODELLIZZAZIONE ELETTROCHIMICA
PER LO STUDIO DEI RIVESTIMENTI
GALVANICI COMPOSITI: Cu - SiC**

Relatore:

Prof. Pierluigi Bonora

Correlatore:

Ing. Maria Lekka

Laureando:

Francesco Venturi

Anno Accademico 2004-2005

Università degli studi di Trento
Corso di laurea specialistica in Ingegneria dei materiali

*Studio dei parametri di processo di
elettrodeposizione di nichel:
deposizione in corrente pulsata
e codeposizione di micro e nano
polvere di SiC*

Relatore: Prof. P.L. Bonora
Correlatore: Ing. M. Lekka

Laureanda:
Caterina Zanella

Anno Accademico 2005-2006

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO

Facoltà di Ingegneria

Corso di laurea in ingegneria dei materiali

**Produzione e caratterizzazione di
elettrodepositi in bronzo ottenuti
per mezzo di corrente pulsata da
bagno industriale privo di sali di
piombo**

Relatore:

Prof. Pierluigi Bonora

Correlatore:

Ing. Maria Lekka

Laureando:

Sandro Giannelli

Anno Accademico 2005-2006

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO

Facoltà di Ingegneria

Corso di laurea in ingegneria dei materiali

**STUDIO DI ELETTRODEPOSITI DI
RAME RINFORZATI CON NANO E
MICRO SiC OTTENUTI CON CORRENTE
PULSATA**

Relatore:

Prof. Pierluigi Bonora

Correlatore:

Ing. Maria Lekka

Laureando:

Loris Tamanini

Anno Accademico 2005-2006

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO

Facoltà di Ingegneria

Corso di laurea in ingegneria dei materiali

**GALVANICA DEI PREZIOSI
CARATTERIZZAZIONE DI ELETTRODEPOSITI
INNOVATIVI NICHEL-FREE PER
BIGIOTTERIA ED OCCHIALERIA**

Relatore:

Prof. Pierluigi Bonora

Correlatore:

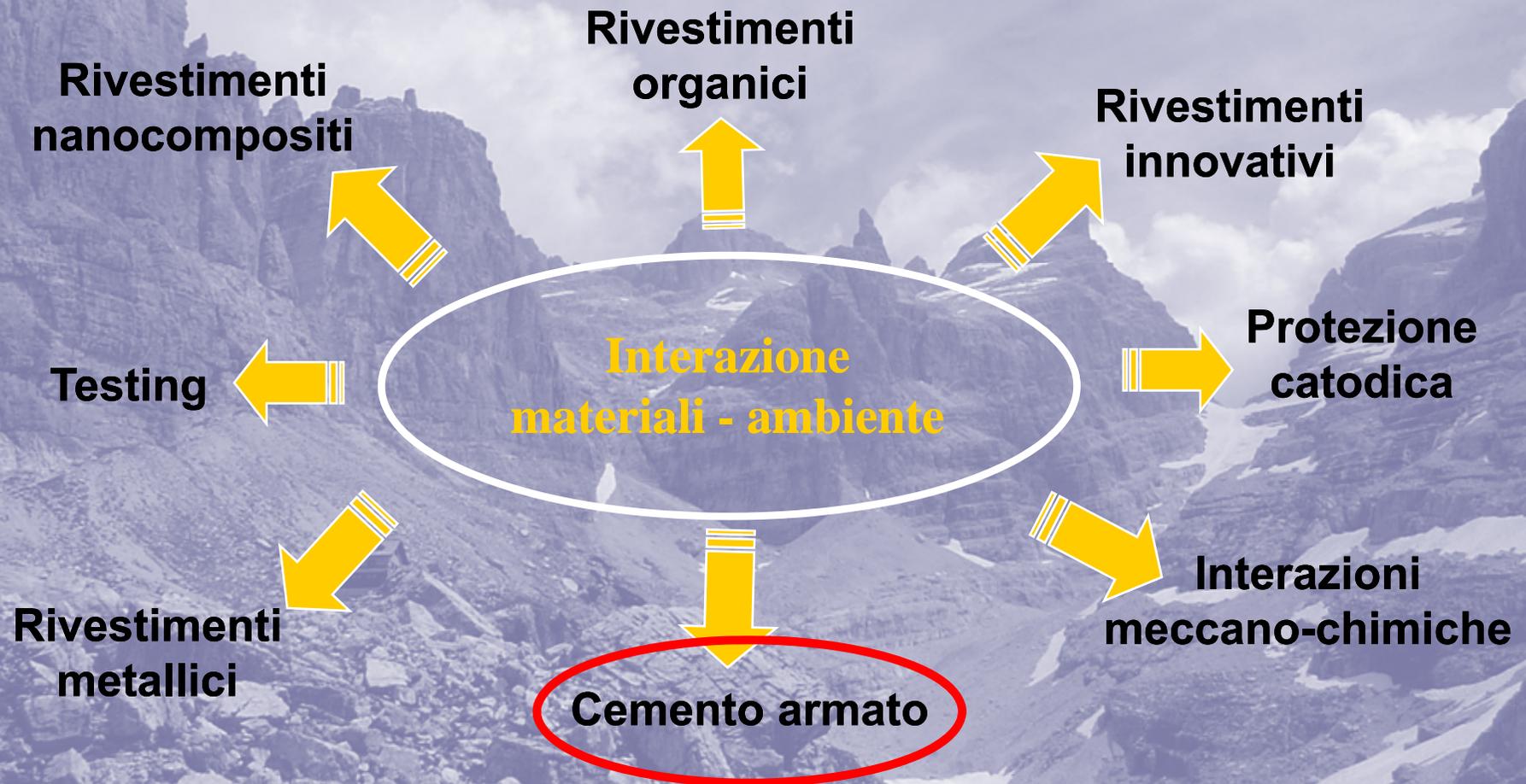
Ing. Maria Lekka

Laureando:

Francesco Simone

Anno Accademico 2005-2006

Argomenti di ricerca



Calcestruzzo

- ➡ Carbonatazione (corrosione dell'acciaio)
- ➡ Attacco Solfatico
- ➡ Gelo- Disgelo
- ➡ Cloruri (pitting corrosion dell'acciaio)
- ➡ Stress Corrosion Cracking (acciaio)

Interazione fra la corrosione dell'acciaio ed il degrado del calcestruzzo

Calcestruzzo



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Calcestruzzo - Protezione

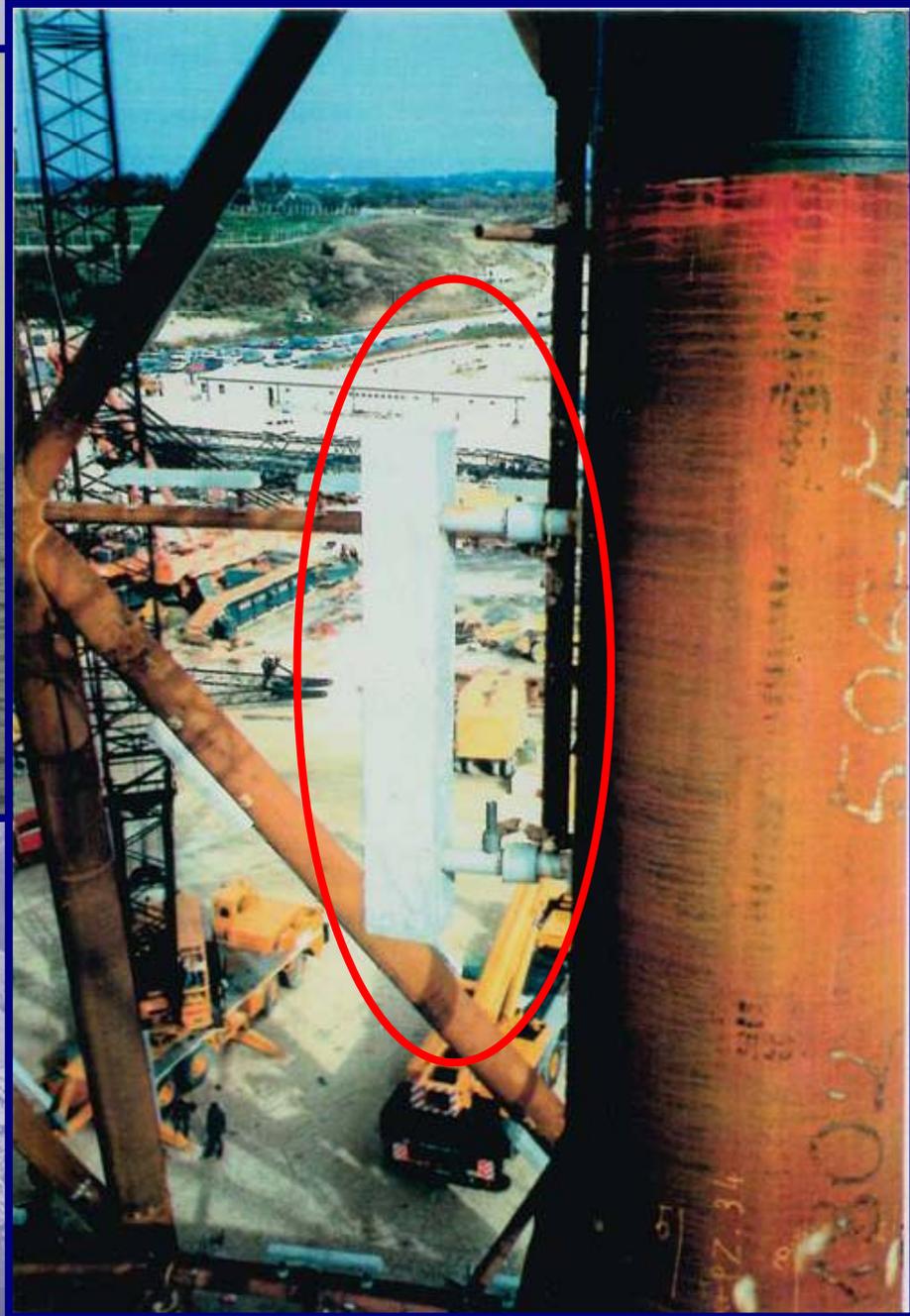
- **Criteri Costruttivi**
 - spessore del copriferro
- **Mix-Design del Calcestruzzo**
 - a/c
 - Materie prime adeguate (es.: aggregati non reattivi e privi di solfati)
 - Additivi (es.: areanti, fluidificanti, antiritiro)
- **Accorgimenti aggiuntivi:**
 - Pitture (alchidiche, acriliche, poliuretatiche)
 - Inibitori di Corrosione (nitrito di calcio, alcalammine, esteri)
 - Impermeabilizzanti (silani)
- **Studio della soluzione più adatta a ciascuna specifica applicazione**

Argomenti di ricerca



Protezione catodica – Anodi sacrificali

- **Criteria Progettuali**
 - Ambiente di applicazione
- **Materiali**
 - Studio delle leghe
 - Prove di laboratorio
- **Controllo in situ**
 - Potenziali
 - Correnti
 - Parametri ambientali
 - Deposito calcareo
- **Studio della soluzione più adatta a ciascuna specifica applicazione**





9 3 2005



Area lagunare

Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Argomenti di ricerca



Certificazione secondo le principali normative nazionali e internazionali



ASTM, ISO, UNI, DIN, AFNOR, NACE... standards



Specifiche AGIP



RIVESTIMENTI & TECNOLOGIE APPLICATE alle PIPELINES

POLIURETANO E VERNICE DI CATRAME LIQUIDA

Si tratta di un rivestimento composto di due componenti, poliuretano elastomerico e catrame liquido, spruzzati per la protezione dalla corrosione.

I due componenti separati vengono pompati indipendentemente alla pistola, dove, tramite un miscelatore vengono mescolati.

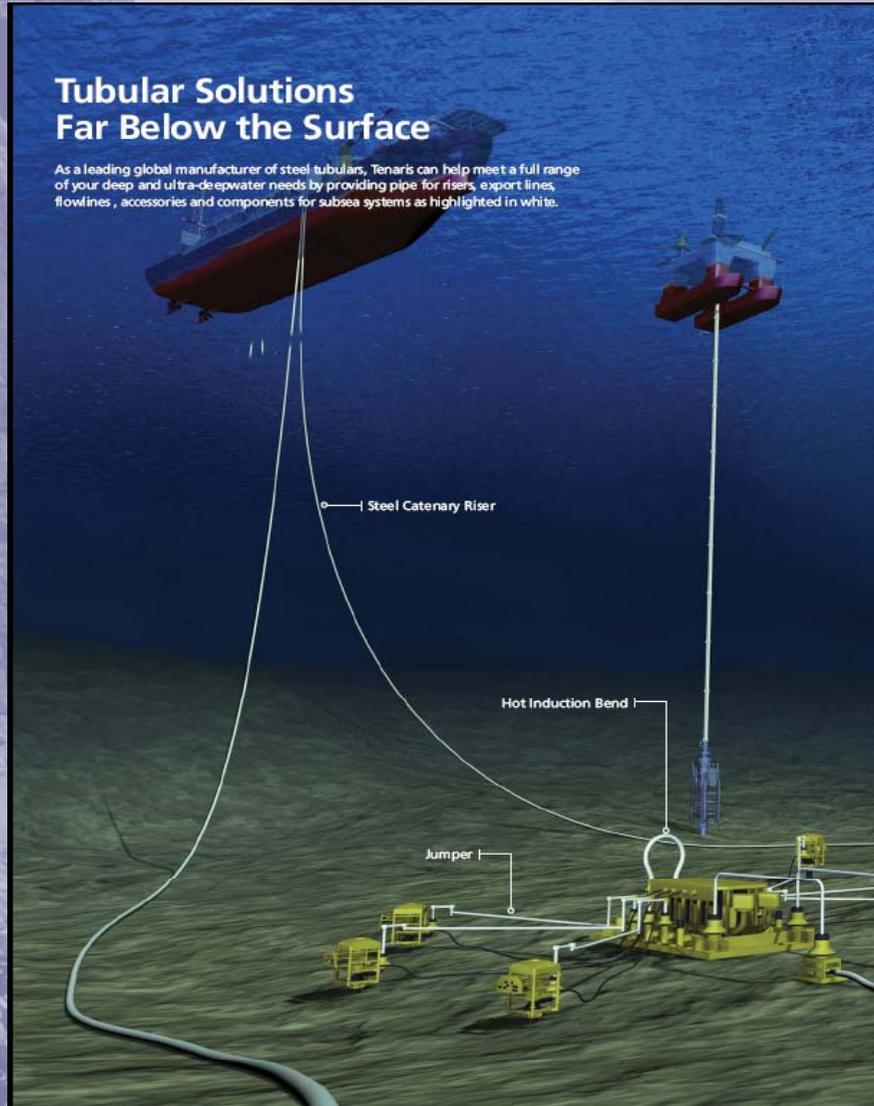
Rivestimento adatto per temperature fino ai 65 °C e lo spessore standard è di 2 mm.



Sealines

Tubular Solutions Far Below the Surface

As a leading global manufacturer of steel tubulars, Tenaris can help meet a full range of your deep and ultra-deepwater needs by providing pipe for risers, export lines, flowlines, accessories and components for subsea systems as highlighted in white.



Le applicazioni tecnologicamente più avanzate e con il maggior valore aggiunto delle pipelines sono le linee sottomarine.

Esse possono trovare origine sia da *piattaforme* che da particolari *navi da posa*.

POSA E MESSA IN OPERA DELLE PIPELINES

▪ OFFSHORE



DEEPWATER

Juan Guzmán/Agencia France Press. 2004-2005. All rights reserved.



Accreditamento AGIP 2000.VAR.PAI.FUN

Eni S.p.A.
Divisione Agip

Via Emilia 1, 20097 San Donato Milanese (MI)
PO Box 12069, 20100 Milano
Telex: 310246 Eni
Tel. centralino: 02 5201

Sede legale in Roma, P.zza E. Mattei 1
Capitale Sociale L. 8.000.161.453.000 iv
Reg. Imprese Tribunale di Roma n. 6866/92
R.E.A. Roma n. 756453
Cod. UTC Intermediari Finanziari 26173
Codice Fiscale 00481960588
Partita IVA 00905811006



Prot. Nr. 95 MC / mc
S. Donato Milanese, 20 luglio 2000

Spett.le
UNIVERSITA' di TRENTO
Laboratorio di Anticorrosione Industriale
38050 MESIANO (TN)

Eni S.p.A.
Divisione Agip

Via Emilia 1, 20097 San Donato Milanese (MI)
PO Box 12069, 20100 Milano
Telex: 310246 Eni
Tel. centralino: 02 5201

Sede legale in Roma, P.zza E. Mattei 1
Capitale Sociale L. 8.000.161.453.000 iv
Reg. Imprese Tribunale di Roma n. 6866/92
R.E.A. Roma n. 756453
Cod. UTC Intermediari Finanziari 26173
Codice Fiscale 00481960588
Partita IVA 00905811006



Prot. Nr. 95 MC / mc
S. Donato Milanese, 20 luglio 2000

Spett.le
UNIVERSITA' di TRENTO
Laboratorio di Anticorrosione Industriale
38050 MESIANO (TN)
Att.ne Prof. P.L.Bonora.

Oggetto: **Accreditamento Laboratorio Anticorrosione Industriale per la
qualificazione dei rivestimenti ENI/Agip secondo la specifica funzionale
2000 VAR.PAI.FUN.**



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

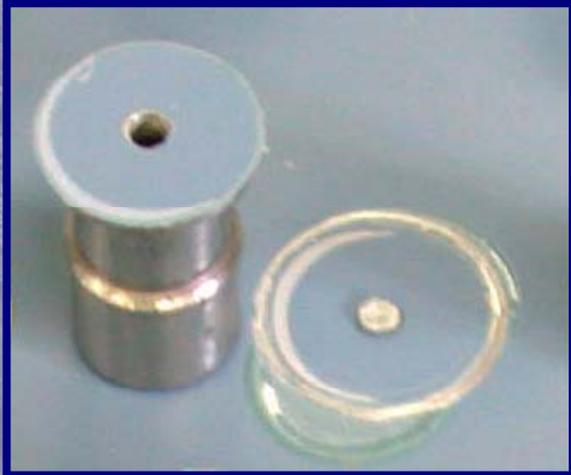
ASTM D1186-93 Misure non distruttive dello spessore di rivestimenti non magnetici applicati su substrati ferrosi.

ASTM D1400-94 Misure non distruttive dello spessore di rivestimenti non magnetici applicati su substrati non ferrosi



ASTM D4541-93

Misure standard di adesione (pull-off) di rivestimenti con strumenti portatili



**ISO 7253-84
ASTM B117-94**

Prova di nebbia salina



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

ASTM D 4585

**Resistenza all'acqua in
condizioni di condensa controllata**



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

UNI 9397 Prova di stabilità alla luce mediante Xeno-test



Marmi sintetici dopo 100 ore

Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

FT-IR Analisi infrarossa con accessori per microanalisi



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Spettroscopia di Impedenza Elettrochimica



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Test di Usura Corrosione



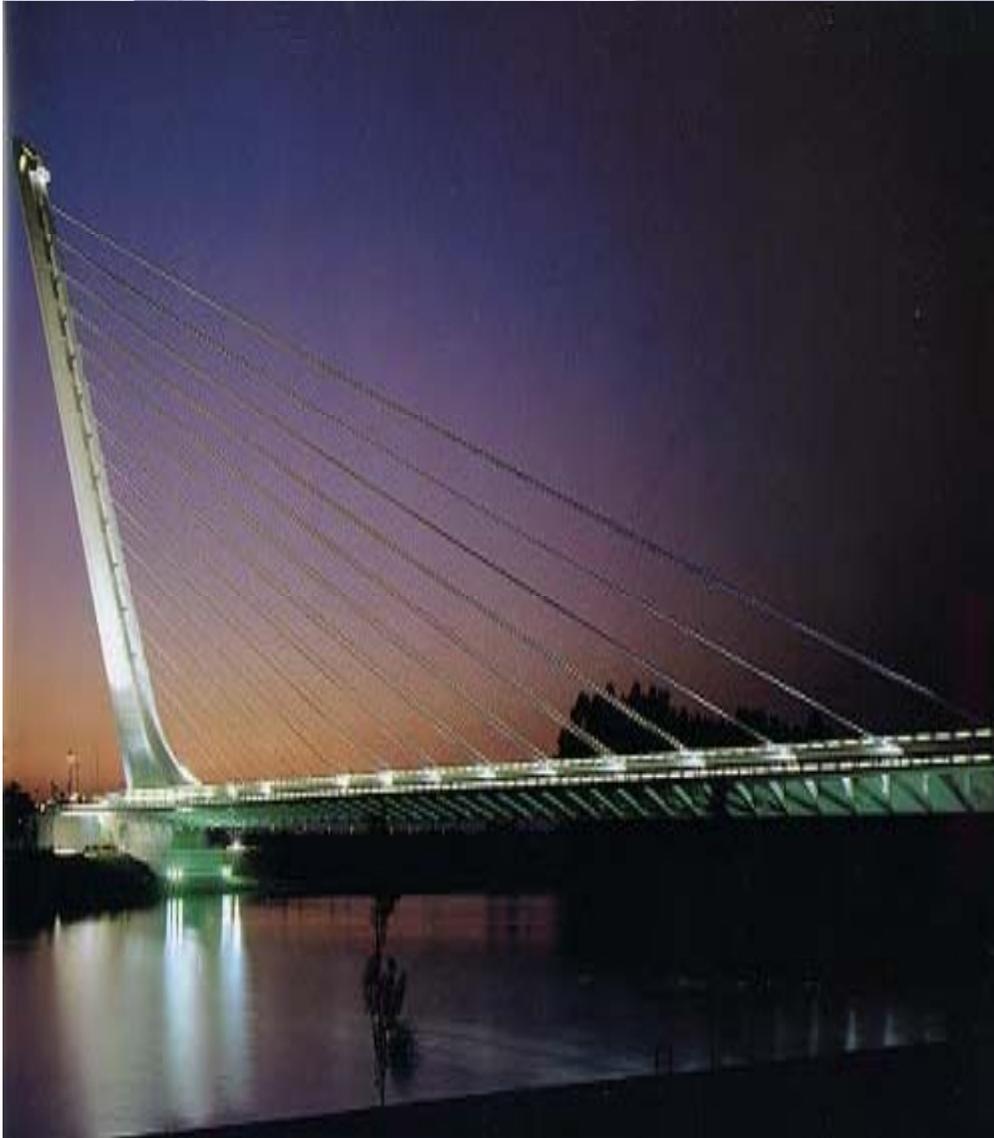
Sistema completamente automatico per test di usura corrosione



Ponte Alamillo
Siviglia, Spagna

1992

Sigma zinc silicate etilsilicato
Sigmacover CM epossido



PEACE BRIDGE

Tra Canada e U.S.A
Amercoat 68 HS / PSX 700
anno 1996



PONTE ŚWIĘTOKRZYSKI A VARSAVIA



Pannelli della carrozzeria



Ac
co
la
Ac
(H
(E
• a
• a
co
• a

esterne strutturali, pannelli della base, ecc.

a
e

Testing su rivestimenti metallici decorativi

- Nebbia salina (ISO 9227)
- Sudore sintetico (EN ISO 12870)
- Tioacetammide (EN ISO 4538)
- Calore umido (ISO 4611)
- SEM



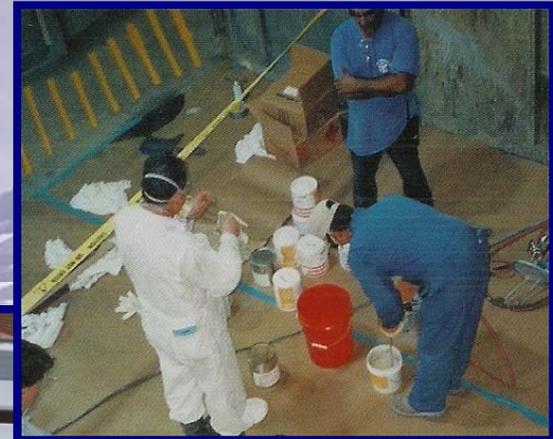
NACE Inspection

Training internazionale e programma di certificazione finalizzato al miglioramento della qualità nell'industria dei rivestimenti

Basi del controllo della corrosione

Ispezione di vernici e rivestimenti

project management



NACE Inspection

Luca Valentinelli

NACE Certified Coating Inspector #10946

Ilario Maconi

NACE Coating Inspector Technician #10943

**Utilizzo dei metodi di ispezione con strumenti
distruttivi e non distruttivi**

Coating Survey Techniques

Specialized Application Equipment

Coating Types and Inspection Criteria

Application Procedures

Environmental Test Instruments

Surface Preparation and Standards

Role of the Inspector

Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

NACE Inspection



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e delle
Tecnologie Industriali

Laboratorio Tecnologico di Anticorrosione Industriale

**Business Innovation
Center**

Via D. Alighieri, 78
38057 Pergine Valsugana (Tn) Italy



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento

Alcune delle aziende che collaborano con noi

- Autostrada del Brennero SpA
- Autostrada BS-VR-VI-PD SpA
- Autodromo
- Ameron International
- Amel Instruments
- BF Steel Group
- Boero Colori srl
- CB Trafilati Acciai SpA
- Coverit srl
- Consorzio Venezia Nuova
(Ministero dei Trasporti e delle
Infrastrutture - Magistrato alle
acque)
- Chromogalante
- Degussa Italia SpA
- ElsyResearch
- Eni Agip SpA
- Faid Anticorrosione
- Galvalux
- International Paints
- Imper Italia SpA
- IsolCover srl
- Impregilo
- Jotun Italia SpA
- Magnetit Marelli
Holding SpA
- Mapei SpA
- Maico
- Metec
- PPG Industries Corporate
- Sest srl
- Smith Bits group
- Sapes Officine Giudicariesi
- Tecnochem SpA
- Tassullo SpA
- Whirlpool Europe
- BF Engineering (Gruppo
Bandera)



Laboratorio di Anticorrosione Industriale - Università degli Studi di Trento