



To be sure to be safe.

I MATERIALI COSTRUTTIVI PER ZONE CLASSIFICATE



I materiali costruttivi per zone classificate

Ed. ottobre 2017

Copyright

A norma della legge sul diritto d'autore, del Codice Civile Italiano e delle ulteriori disposizioni in vigore nei mercati sui quali CortemGroup opera, ogni informazione, immagine, fotografia, disegno, tabella e quant'altro contenuto nel materiale illustrativo/promozionale CortemGroup è di proprietà esclusiva di CortemGroup, che ne detiene ogni diritto morale e di sfruttamento commerciale ed economico. E' pertanto vietata ogni riproduzione, con qualunque mezzo, totale e/o parziale, del materiale illustrativo/promozionale Cortem Group, salvo espresso consenso scritto di Cortem Group stessa. Ogni violazione di quanto sopra, verrà perseguita ai sensi di legge. ©di Cortem- Villesse - Italia. Tutti i diritti riservati

1.	La compatibilità/incompatibilità tra i materiali utilizzati per la costruzione delle apparecchiature Ex e alcune sostanze chimiche	pag. 5
	• Il vetro borosilicato	pag. 7
	• L'alluminio	pag. 8
	• L'acciaio inossidabile	pag. 11
2.	I materiali utilizzati nella costruzione di apparecchiature elettriche antideflagranti	pag. 12
	2.1 La lega di alluminio	pag. 14
	• La resistenza alla corrosione	pag. 15
	• Le leghe Alluminio-Silicio	pag. 16
	• La modifica delle leghe Alluminio-Silicio	pag. 17
	• La determinazione della resistenza alla corrosione	pag. 18
	• Il trattamento superficiale dei materiali ferrori, non ferrosi	pag. 23
3.	Conclusioni	pag. 23



1 • La compatibilità/incompatibilità tra i materiali utilizzati per la costruzione delle apparecchiature Ex e alcune sostanze chimiche



egli impianti chimici, petrolchimici, petroliferi ed, in genere in tutte le tipologie di impianti industriali che presentano un pericolo di esplosione per la presenza di gas, in forma di nube o di polveri infiammabili, sussistono anche prodotti chimici aggressivi e dannosi che possono essere la fonte di degrado dei materiali di costruzione delle apparecchiature elettriche e non elettriche.

Volendo dare alcuni esempi di compatibilità o incompatibilità dei materiali ferrosi e non ferrosi che possono essere installati negli impianti di trasformazione (raffinerie) di prodotti petrolchimici, così come negli impianti chimici ed, in genere, in tutte le tipologie di impianti industriali che presentano un pericolo di esplosione, nella **Tabella 1** si elencano alcune delle sostanze chimiche e le relative compatibilità/incompatibilità a tali prodotti chimici di alcuni metalli ferrosi e non ferrosi, di alcune materie plastiche e del vetro borosilicato.

La **Tabella 1** va considerata come una linea guida di base che non vuole e non può essere esaustiva per tutte le possibili casistiche, in quanto sono talmente tante che è praticamente impossibile enunciarle tutte.

I livelli di compatibilità/incompatibilità dovranno essere sempre validati dal progettista, in collaborazione con il responsabile di processo dell'impianto o del processista di progetto. Tuttavia, al fine di una miglior comprensione di quanto sopra, diamo alcuni esempi di "variabile comportamentale" con sostanze chimiche non impiegate al loro stato naturale (100%). ➔➔

Tabella 1 Compatibilità/incompatibilità di alcune sostanze chimiche con materiali ferrosi, non ferrosi, plastici e il vetro borosilicato

	Elenco di alcuni metalli ferrosi e non ferrosi <i>List of some ferrous and non-ferrous metals</i>										Elenco di alcune materie plastiche e vetro borosilicato <i>List of some plastics materials and borosilicate glass</i>										
	Aluminio (EN AB 44100 GAISI 13) Aluminium (EN AB 44100 GAISI 13)	Acciaio inox AISI 304 (EN 1088 X5CrNi18-10) Stainless steel AISI 304 (EN 1088 X5CrNi18-10)	Acciaio inox AISI 316L (EN 1088 X2CrNiMo17-12-2) Stainless steel AISI 316L (EN 1088 X2CrNiMo17-12-2)	Leghe di ottone Brass alloy	Bronzo	Bronze	Ghisa grigia (EN GJL 25) Grey cast iron (EN GJL 25)	Ghisa sferoidale (EN GJS 40) Spheroidal cast iron (EN GJS 40)	Acciaio al carbonio Carbon steel	Polycarbonato (PC) Polycarbonate (PC)	Poliesteri UP (SMC) Polyester UP (SMC)	Poliesteri UP (SMC) Polyester UP (SMC)	Vetro borosilicato Borosilicate glass	Teflon (PTFE) Teflon (PTFE)	Teflon (PTFE) Teflon (PTFE)	Gomma etilpropilene (EPDM) Ethylene propylene rubber (EPDM)	Gomma nitrilica (NBR) Nitrile rubber (NBR)	Neoprene (CR) Neoprene (CR)	Neoprene (CR) Neoprene (CR)	Silicone (VMQ) o (MVQ) Silicone (VMQ) or (MVQ)	Silicone (VMQ) o (MVQ) Silicone (VMQ) or (MVQ)
Acetilene	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acetone	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acidi grassi	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido acetico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido borico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido carbonico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido cianidrico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido citrico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido cloridrico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido fluoridrico (anidro)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido fosforico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido formico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido lattico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido nitrico (dal 10 al 30%)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido solfidrico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acido solforico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acqua di mare	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acqua dolce (potabile)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Alcool etilico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Alcool metilico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Alcool propilico	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ammoniaca anidra (liquida)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ammoniaca umida (10%)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ammonio nitrito	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ammonio solfato	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Anidride carbonica (secca)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Anidride solforica (secca)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Anidride solforosa (secca)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Benzina	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Benzene	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Butano	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cherosene	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cloro gassoso secco	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cloro liquido (anidro)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Colofonia (liquefatta)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Esano	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Etano	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Formaldeide	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Freon 12 (soluzione acquosa)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Glicerina	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Idrocarburi aromatici	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Idrogeno (gas)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Idrossido di sodio (soda caustica al 20%)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Metano	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Metil Etil Chetone	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Naffa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ossigeno	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ossigeno gassoso (freddo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ossigeno gassoso (caldo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pentano	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Trementina	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Urea	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

1.

La compatibilità/incompatibilità tra i materiali e alcune sostanze chimiche

■ Il vetro borosilicato

Dal punto di vista tecnico, la più importante proprietà chimica del vetro borosilicato (**Tabella 2**), è l'inerzia chimica nei confronti di soluzioni acide o alcaline. Dalla letteratura disponibile si può affermare che gli unici composti chimici che possono dar luogo a fenomeni di corrosione sono l'acido fluoridrico, soluzioni concentrate di acido solforico e combinazioni di soluzioni caustiche con alti valori di pH e temperature elevate. Altra caratteristica del vetro borosilicato, pur avendo una minor trasparenza rispetto ai vetri sodico-calcico, è quella di essere più resistente alla corrosione ed allo shock termico, dovuto al basso coefficiente di dilatazione.

Tabella 2 Livelli di corrosione di alcune sostanze chimiche sul vetro borosilicato

Aggressione leggera, buon comportamento (accettabile) Aggression light, good behavior (acceptable)		Aggressione forte, non adatto (non utilizzare) Aggression strong, not suitable (not used)	
Nessuna aggressione, ottimo comportamento (eccellente) No aggression, excellent behavior (excellent)		Dato non disponibile Not available data	
Acetilene			Acetylene
Acetone			Acetone
Acidi grassi			Fatty acids
Acido acetico			Acetic acid
Acido borico			Boric acid
Acido carbonico			Carbonic acid
Acido cianidrico			Hydrocyanic acid
Acido citrico			Citric acid
Acido cloridrico			Hydrochloric acid
Acido fluoridrico (anidro)			Hydrofluoric acid (anhydrous)
Acido fosforico			Phosphoric acid
Acido formico			Formic acid
Acido lattico			Lactic acid
Acido nitrico (dal 10 al 30%)			Nitric acid (10-30%)
Acido solfidrico			Hydrogen sulfide
Acido solforico			Sulphuric acid
Acqua di mare			Sea water
Acqua dolce (potabile)			Fresh water (drinking)
Alcool etilico			Ethyl alcohol
Alcool metilico			Methyl alcohol
Alcool propilico			Propyl alcohol
Ammoniaca anidra (liquida)			Anhydrous ammonia (liquid)
Ammoniaca umida (10%)			Moist ammonia (10%)
Ammonio nitrato			Ammonium nitrate
Ammonio solfato			Ammonium sulfate
Anidride carbonica (secca)			Carbon dioxide (dry)
Anidride solforica (secca)			Sulphur trioxide dry
Anidride solforosa (secca)			Sulphur dioxide (dry)
Benzina			Gasoline
Benzene			Benzene
Butano			Butane
Cherosene			Kerosene
Cloro gassoso secco			Chlorine dry gas
Cloro liquido (anidro)			Liquid chlorine (anhydrous)
Colofonia (liquefatta)			Colophony (liquefied)
Esano			Exane
Efano			Ethane
Formaldeide			Formaldehyde
Freon 12 (soluzione acquosa)			Freon 12 (water solution)
Glicerina			Glycerine
Idrocarburi aromatici			Aromatic hydrocarbons
Idrogeno (gas)			Hydrogen
Idrossido di sodio (soda caustica al 20%)			Sodium hydroxide (caustic soda at 20%)
Metano			Methane
Metil Etil Chetone			Methyl Ethyl Ketone
Nafta			Naphtha
Ossigeno			Oxygen
Ossigeno gassoso (freddo)			Oxygen gas (cold)
Ossigeno gassoso (caldo)			Oxygen gas (hot)
Pentano			Pentane
Trementina			Turpentine
Urea			Urea

Elenco di alcuni elementi chimici

List of some chemical elements

1.

La compatibilità/incompatibilità tra i materiali e alcune sostanze chimiche

■ L'alluminio

Vediamo nella **Tabella 3** il comportamento dell'alluminio tecnico e dell'alluminio in lega (escluso le leghe Al-Cu), in presenza di idrocarburi e composti chimici alogenati (fonte: *Alluminio-Manuale degli impieghi*). Per alluminio tecnico si intende tutti quegli allumini che rientrano nelle categorie definite dalla classificazione internazionale come serie 1.000, 2.000, 3.000, 5.000, 6.000 e 7.000, mentre la lega di alluminio utilizzata per le nostre fusioni, appartiene alla serie 4.000 della medesima classificazione.

La classificazione internazionale prevede un sistema di quattro cifre di cui la prima indica il principale elemento alligante, secondo questo indice:

- 1... Alluminio con purezza minima 99.00%
- 2... Leghe Al-Cu
- 3... Leghe Al-Mn
- 4... Leghe Al-Si (leghe utilizzate per le nostre fusioni)
- 5... Leghe Al-Mg
- 6... Leghe Al-Mg-Si
- 7... Leghe Al-Zn

Tabella 3 Il comportamento dell'alluminio tecnico e dell'alluminio in lega con idrocarburi e composti chimici alogenati

Corrodibilità alluminio tecnico <i>Susceptibility to corrosion technical aluminium</i>													Corrodibilità leghe (escluse Al-Cu) <i>Susceptibility to corrosion alloys (excluding Al-Cu)</i>													
Pessima resistenza <i>Slack resistance</i>													Buona resistenza <i>Good resistance</i>													
Scarsa resistenza <i>Poor resistance</i>													Buona resistenza con T < 100°C <i>Good resistance with T < 100°C</i>													
Buona resistenza con T < 175°C (purchè anidro) <i>Good resistance with T < 175°C (as long as anhydrous)</i>													Buona resistenza con T < 175°C (purchè anidro) <i>Good resistance with T < 175°C (as long as anhydrous)</i>													
Buona resistenza con T < 100°C <i>Good resistance with T < 100°C</i>													Scarsa resistenza <i>Poor resistance</i>													
Buona resistenza (purchè anidro) <i>Good resistance (as long as anhydrous)</i>													Pessima resistenza <i>Slack resistance</i>													
Buona resistenza <i>Good resistance</i>																										
Ottima resistenza <i>Excellent resistance</i>																										
Composto	Acetilendicloruro																								Ethylene chloride	Elementi
	Benzilcloruro																								Benzyl chloride	
	Cloroamine																								Chloramines	
	Clorobenzene																								Chlorobenzene	
	Cloroformio																								Chloroform	
	Cloronitrobenzene																								Chloronitrobenzene	
	Clorotoluene																								Chlorotoluene	
	Etilen dicloruro																								Ethylene dichloride	
	Esacloroetano																								Hexachloroethane	
	Isobutilcloruro																								Isobutyl chloride	
	Diclorodifluorometano																								Dichlorodifluoromethane	
	Vinil cloruro																								Vinyl chloride	

1.

La compatibilità/incompatibilità tra i materiali e alcune sostanze chimiche

Gli idrocarburi alogenati, in presenza di acqua, possono decomporsi dando origine agli acidi corrispondenti (ad esempio acido cloridrico) che attaccano il film d'ossido naturale, distruggendolo. È possibile, inoltre, lo sviluppo di reazioni complesse a partire da alogenuri di alluminio.

La tendenza alla reattività è legata alla stabilità del legame alogeno-radicale organico. In ogni caso, i problemi di corrosione si manifestano ad elevate temperature, quali quelle di ebollizione dei composti chimici. Alcuni fenomeni si possono manifestare in presenza di umidità, anche in fase di immagazzinamento, se i pezzi sottoposti a sgrassaggio con idrocarburi idrogenati non sono ben asciugati.

Vediamo il comportamento dell'alluminio tecnico e dell'alluminio in lega (escluso leghe Al-Cu) (**Tabella 4**), in presenza di composti con anelli aromatici (fonte: *Alluminio-Manuale degli impieghi*). I composti aromatici non clorurati non presentano gravi problemi di corrodibilità nei confronti dell'alluminio e delle sue leghe. Fanno eccezione a tale regola gli acidi aromatici, in particolare il salicilico, in presenza di umidità.

Tabella 4 Il comportamento dell'alluminio tecnico e dell'alluminio in lega in presenza di composti con anelli aromatici

Corrodibilità alluminio tecnico <i>Susceptibility to corrosion technical aluminium</i>					Corrodibilità leghe (escluse Al-Cu) <i>Susceptibility to corrosion alloys (excluding Al-Cu)</i>					
Buona resistenza (purchè anidro % acqua <1) <i>Good resistance (but anhydrous % water <1)</i>					Ottima resistenza <i>Excellent resistance</i>					
Buona resistenza <i>Good resistance</i>					Ottima resistenza (purchè esente da clorurati) <i>Excellent resistance (but free of chlorinated)</i>					
Ottima resistenza (purchè esente da clorurati) <i>Excellent resistance (but free of chlorinated)</i>					Buona resistenza <i>Good resistance</i>					
Ottima resistenza <i>Excellent resistance</i>					Buona resistenza (purchè anidro % acqua <1) <i>Good resistance (but anhydrous % water <1)</i>					
Composto	Acetofenone								Acetophenone	Elements
	Acido benzoico								Benzoic acid	
	Acido fenilacetico								Phenylacetic acid	
	Anidride italice								Anhydride Italic	
	Antracene								Anthracene	
	Benzaldeide								Benzaldehyde	
	Benzene								Benzene	
	Chinone								Quinone	
	Cresoli								Cresols	
	Dibutil Ftalato								Dibutyl phthalate	
	Difenile								Diphenyl	
	Diossano								Dioxane	
	Etilbenzene								Ethyl benzene	
	Fenoli								Phenols	
	Idrochinone								Hydroquinone	
	Naftolo								Naphthol	
	Salicilato								Salicylate	
	Stirene								Styrene	
Toluene								Toluene (Toluol)		

1.

La compatibilità/incompatibilità tra i materiali e alcune sostanze chimiche

Vediamo, invece, il comportamento dell'alluminio tecnico e dell'alluminio in lega (escluso leghe Al-Cu) **Tabella 5**, in presenza di composti con ossigeno nel gruppo funzionale (fonte: *Alluminio-Manuale degli impieghi*). Gli alcoli e gli acidi organici possono attaccare le leghe leggere e la loro aggressività è in funzione del tenore di acqua. Eteri, chetoni, esteri ed anidrici sono classi di prodotti pressoché inerti.

Tabella 5 Il comportamento dell'alluminio tecnico e dell'alluminio in lega in presenza di composti con ossigeno

Corrodibilità alluminio tecnico <i>Susceptibility to corrosion technical aluminium</i>										Corrodibilità leghe (escluse Al-Cu) <i>Susceptibility to corrosion alloys (excluding Al-Cu)</i>											
Pessima resistenza <i>Slack resistance</i>										Ottima resistenza <i>Excellent resistance</i>											
Scarsa resistenza <i>Poor resistance</i>										Buona resistenza <i>Good resistance</i>											
Buona resistenza con T < 50°C <i>Good resistance with T < 50°C</i>										Buona resistenza con T < 50°C <i>Good resistance with T < 50°C</i>											
Buona resistenza (preferibile uso di Al 99,99) <i>Good resistance (preferable use Al at 99.99)</i>										Scarsa resistenza <i>Poor resistance</i>											
Buona resistenza <i>Good resistance</i>										Pessima resistenza <i>Slack resistance</i>											
Ottima resistenza (con acido acetico <5%) <i>Excellent resistance (with acetic acid <5%)</i>																					
Ottima resistenza <i>Excellent resistance</i>																					
Composto	Alcol amilico																			Amyl alcohol	Elements
	Alcol Butilico																			Butyl alcohol	
	Alcol Etilico																			Ethyl alcohol	
	Alcol Metilico																			Methyl alcohol	
	Glicerolo																			Glycerol	
	Sorbitolo																			Sorbitol	
	Etere dietilico																			Diethyl ether	
	Acetaldeide																			Acetaldehyde	
	Acraldeide																			Acrylaldehyde	
	Aldolo																			Haldol	
	Formaldeide																			Formaldehyde	
	Acefone																			Acetone	
	Canfora																			Camphor	
	Anidride acetica																			Acetic anhydride	
	Anidride Butanoica																			Dioxide butanoica	
	Anidride Propionica																			Propionic anhydride	
	Acido acetico																			Acetic acid	
	Acido Butirico																			Butyric acid	
	Acido Citrico																			Citric acid	
	Acido Lattico																			Lactic acid	
Acido Ossalico																			Oxalic acid		
Acido Propionico																			Propionic acid		
Acido Tartarico																			Tartaric acid		
Acidi Grassi																			Fatty acids		

1.

La compatibilità/incompatibilità tra i materiali e alcune sostanze chimiche

■ L'acciaio inossidabile

Vediamo il comportamento degli acciai inossidabili (**Tabella 6**) più impiegati nell'industria chimica, petrolchimica e petrolifera, quelli a-magnetici, resistenti alla maggior parte degli agenti chimici organici ed inorganici, con contenuto di Cr > 11%. Gli acciai inox AISI 304 e AISI 316L sono quelli maggiormente impiegati per tali scopi.

Tabella 6 Il comportamento degli acciai inossidabili a-magnetici

		Acciaio inox AISI 304 Stainless steel AISI 304				Acciaio inox AISI 316L Stainless steel AISI 316L								
		Bassissima resistenza Very Low resistance				Ottima resistenza Excellent resistance								
		Bassa resistenza Low resistance				Buona resistenza Good resistance								
		Buona resistenza Good resistance				Bassa resistenza Low resistance								
		Ottima resistenza Excellent resistance				Bassissima resistenza Very Low resistance								
Composto	Acetato di Amile												Amyl acetate	Elements
	Acido Benzoico												Benzoic acid	
	Acido Bromidrico												Hydrobromic acid	
	Acido Butirico												Butyric acid	
	Acido Cloroacetico												Chloroacetic acid	
	Acido Fluorosilicico												Fluorosilicic acid	
	Acido Tricloroacetico												Trichloroacetic Acid	
	Acqua Ragia												Turpentine	
	Anidride Acetica												Acetic anhydride	
	Anidride Ftalica												Phthalic anhydride	
	Bauxite												Bauxite	
	Benzedrina												Benzedrine	
	Biossido di Zolfo												Sulfur Dioxide	
	Bromobenzene												Bromobenzene	
	Cianuro di Sodio												Sodium cyanide	
	Clorobenzene												Chlorobenzene	
	Cloroformio secco												Dry chloroform	
	Cloruro di Alluminio												Aluminium chloride	
	Cloruro di Etilene (secco)												Ethyl chloride (dry)	
	Cloruro di Idrogeno												Hydrogen chloride	
	Cloruro di Magnesio												Magnesium Chloride	
	Fenolo												Phenol	
	Fosfato di sodio (tribasico)												Sodium phosphate (tribasic)	
	Idrossido di Alluminio												Aluminium hydroxide	
	Mercurio												Mercury	
	Nitrato di Ammonio												Ammonium nitrate	
	Ossido di Etilene												Ethylene Oxide	
	Perossido di Idrogeno												Hydrogen peroxide	
Propano												Propane		
Soda Caustica												Sodium hydroxide		
Solfuro di Carbonio												Carbon disulphide		
Toluene												Toluene		

2.

I materiali utilizzati nella costruzione di apparecchiature elettriche antideflagranti

Diversi sono i materiali che vengono oggi utilizzati per la produzione di custodie, apparecchiature, raccorderia e componenti che sono impiegati in luoghi con atmosfera potenzialmente esplosiva.

In estrema sintesi potremmo raggrupparli nella seguente tabella.

Materiali metallici	Materiali plastici	Materiali trasparenti
Alluminio	Poliesteri	Policarbonati
Ghisa	Policarbonati	Vetro borosilicato
Acciaio inossidabile		
Ottone		

Nonostante l'accurata scelta di questi materiali da trasformare in prodotti finiti, dobbiamo tenere conto dei limiti imposti dalla natura.

Tutti i materiali in generale, ed i nostri non fanno eccezione, devono affrontare nemici quali:

- L'ambiente
- La temperatura
- Il tempo
- La resistenza alla corrosione
- L'effetto delle temperature iponormali sui metalli
- L'effetto delle temperature sulle resine termoplastiche

L'ambiente, dove i nostri prodotti trovano impiego, presenta delle variabili di non facile controllo. Non ci riferiamo ai potenziali pericoli dovuti all'atmosfera esplosiva che tutti conosciamo e che sono controllati dalle prove di laboratorio e garantiti dalle certificazioni, ci riferiamo, invece, al deterioramento provocato dall'ambiente fortemente aggressivo che normalmente troviamo negli impianti chimici e petrolchimici.

La temperatura è uno dei fattori che presenta variabili dipendenti dal luogo di installazione ed è specifico per ogni locazione orografica degli impianti.

Il tempo è un altro dei fattori che presenta variabili dipendenti dalla aspettativa di fine vita del prodotto, ovvero dalla richiesta della committenza di garantire la funzionalità in un arco di tempo definito.

La resistenza dei materiali alla corrosione è un fattore basilare per garantire che le apparecchiature non vengano degradate dalle condizioni climatiche e dalla presenza nell'impianto di prodotti aggressivi e corrosivi. E' quindi fondamentale la scelta del materiale e del suo trattamento superficiale, al fine di garantirne la sua integrità nel tempo.

2.

I materiali utilizzati nella costruzione di apparecchiature elettriche antideflagranti

Il grafico 1 sotto riportato, mette in evidenza il comportamento dei vari materiali alle diverse temperature. È interessante notare che la lega di alluminio, la lega d'ottone e la ghisa sferoidale, con il diminuire della temperatura, mantengono pressoché inalterate le proprie caratteristiche meccaniche.

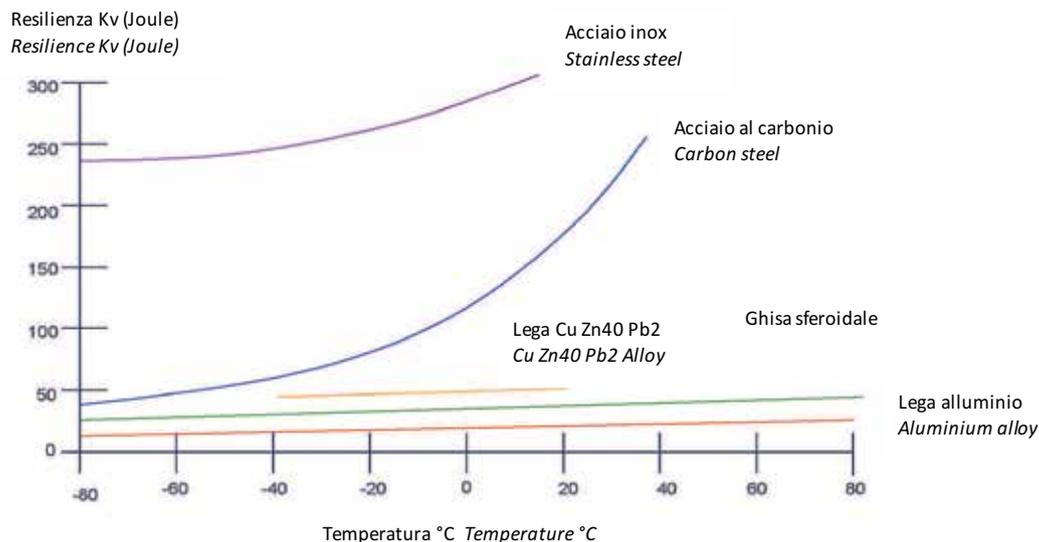
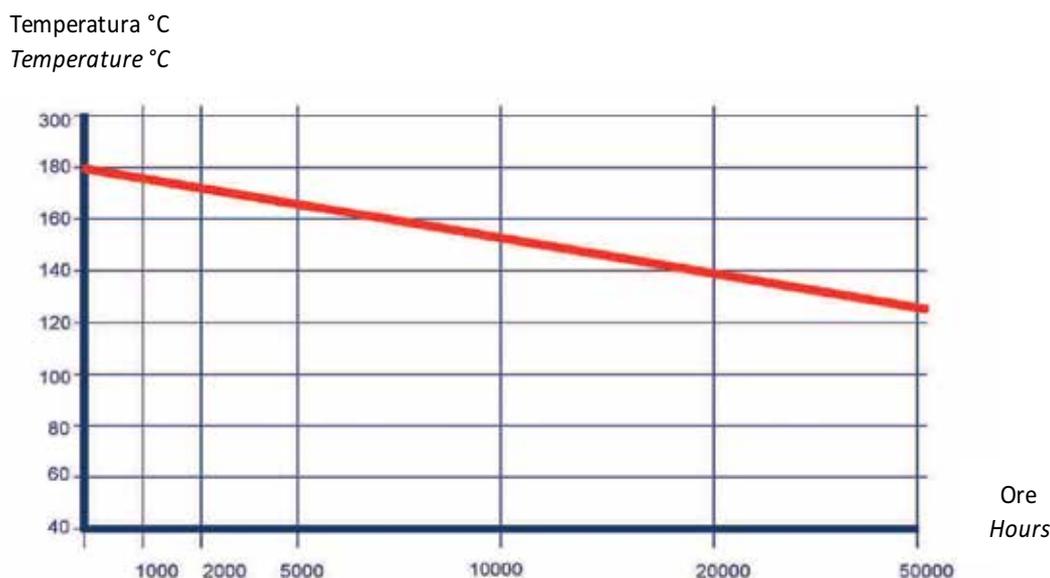


Grafico 1 L'effetto delle temperature sulle resine termoplastiche

Un altro problema riguarda l'invecchiamento dei materiali termoplastici e con l'aiuto del Centro Informazioni DUPONT abbiamo individuato il tipo termoplastico che rispetta i parametri di invecchiamento richiesti dalla norma IEC 60216-2, norma che definisce che una materia termoplastica portata alla sua specifica temperatura di utilizzo e mantenuta per 20.000 ore, non deve perdere più del 50% delle proprietà iniziali.

Nel grafico 2 sottostante si evidenzia il comportamento del materiale utilizzato da Cortem Group. ➡➡



Cortem Group, in considerazione delle problematiche sopra descritte, effettua costantemente dei test sui materiali utilizzati e degli studi approfonditi sulla loro resistenza agli ambienti esterni, in modo da effettuare delle scelte ponderate basate su esperienze oggettive e garantire in tal modo al Cliente la sicurezza dei propri prodotti nel tempo.

Vediamo le caratteristiche delle leghe di alluminio utilizzate da Cortem Group che è il materiale maggiormente impiegato nella produzione di apparecchiature elettriche antideflagranti.

2.1 La lega di alluminio

L'alluminio è oggi uno dei materiali maggiormente utilizzati a livello mondiale per la costruzione di custodie a prova di esplosione.

Le sue ottime caratteristiche di resistenza alla corrosione, fanno sì che questo materiale sia universalmente riconosciuto come il più valido e versatile per la maggior parte delle applicazioni.

Nei confronti della ghisa ha il vantaggio di essere molto più leggero e, quindi, facilitare sia il montaggio sia la manutenzione dell'impianto, e di avere un'ottima resistenza alla corrosione senza il bisogno di essere protetto superficialmente, come avviene con la ghisa che deve venire protetta galvanicamente e verniciata. Nei confronti degli acciai inossidabili ha dalla sua il costo enormemente più basso.

Le caratteristiche meccaniche dei getti delle leghe di alluminio, riassunte nella tabella successiva, sono altamente soddisfacenti per gli impieghi nel campo della protezione elettrica antideflagrante.

Tecnologie di formatura	Carico di rottura a trazione R(Kg/mm²)	Carico al limite di snervamento S(Kg/mm²)	Allungamento A5 (%)	Durezza Brinell Hd(Kg/mm²)
Sabbia	17 ÷ 20	8 ÷ 10	4 ÷ 8	50 ÷ 60
Conchiglia	18 ÷ 22	9 ÷ 11	5 ÷ 7	50 ÷ 70
Pressofusione	23 ÷ 27	13 ÷ 17	1,5 ÷ 2,5	75 ÷ 95
Bassa pressione	23 ÷ 27	13 ÷ 17	5 ÷ 7	50 ÷ 70

Nel passato, si parla di venticinque, trenta anni fa, si era diffusa tra gli utilizzatori la credenza che l'alluminio non fosse indicato per applicazioni in zone con atmosfere fortemente corrosive, come impianti in riva al mare o offshore o impianti chimici con presenza di acidi forti.

Questo credenza non era del tutto errata a quel tempo poiché, effettivamente, si erano verificati casi di corrosione passante in ambienti di quel genere. Tale fenomeno era causato dall'utilizzo errato di alcune leghe di alluminio.

Comunemente si utilizza il termine di alluminio che è improprio. E' più corretto parlare di leghe di alluminio, in quanto l'alluminio utilizzato per i getti è sempre legato ad altri composti che ne esaltano alcune caratteristiche.

Le leghe Alluminio-Rame sono leghe normalmente utilizzate nell'industria automobilistica per produrre particolari di motori. In questo caso, la protezione contro la corrosione non è importante in quanto il motore è costantemente ricoperto da oli. Pertanto, le leghe Alluminio-Rame sono sicuramente indicate per le loro caratteristiche meccaniche e per la facilità che offrono per la lavorazione all'utensile.

Le prime custodie a prova di esplosione vennero fuse proprio con queste leghe che però hanno lo svantaggio di non essere assolutamente resistenti alla corrosione.

Oggi, dopo studi approfonditi, si è visto che è il contenuto in rame, all'interno della lega, che innesca la corrosione in presenza di un elettrolita.

Le leghe con migliori caratteristiche anticorrosive sono le *leghe Alluminio-Magnesio*, infatti queste sono le leghe maggiormente utilizzate per la componentistica delle navi. Tali leghe, però, non possono venire utilizzate per la costruzione di custodie antideflagranti o di qualsiasi componente che venga utilizzato in zone con presenza di atmosfera potenzialmente esplosiva.

Infatti, le leghe Alluminio-Magnesio hanno la caratteristica di provocare scintille se sfregate con utensili metallici. E' noto che il magnesio è un metallo facilmente infiammabile e che la sua presenza nella lega crea questo inconveniente, non accettabile in un impianto antideflagrante.

La normativa 60079-0, per il Gruppo II, ammette leghe di alluminio con un contenuto in Magnesio, Titanio e Zirconio (per EPL Gb) fino al 7,5% in totale. Tuttavia, Cortem Group ritiene che tale limite sia troppo elevato, in quanto, come dicevamo prima, una percentuale del genere può provocare scintille se si sfrega la superficie della custodia. Tale convinzione deriva da esperienze dirette con tali leghe e da prove di laboratorio effettuate.

Le leghe di alluminio utilizzate attualmente dalla maggior parte dei costruttori sono leghe di alluminio al Silicio, con una percentuale in lega di quest'ultimo che varia, a seconda della tecnologia di formatura, dal 5% al 13%.

Il rame è presente soltanto come impurità e le leghe primarie utilizzate possono contenere rame per un massimo dello 0,05 % nei pani e dello 0,1 % nel getto.

Tali leghe garantiscono la perfetta protezione contro la corrosione in qualsiasi ambiente.

Si pensi che nel passato si utilizzavano normalmente leghe con contenuti in rame dallo 0,3 % in su, quindi, nella condizione migliore, con una quantità di rame sei volte superiore di quanto avviene oggi.

■ La resistenza alla corrosione

L'alluminio e le sue leghe hanno generalmente una eccellente resistenza alla corrosione in svariati e differenti ambienti.

Pur essendo un metallo chimicamente molto attivo, il suo comportamento è reso stabile dalla formazione di un film di ossido protettivo sulla sua superficie. Tale film, che in caso di rottura è in grado di riprodursi immediatamente, ha uno spessore, se formatosi in aria, che va da 50 a 100 Å.

In caso di esposizione ad atmosfere più aggressive, o quando migliorato con processi di crescita artificiale (anodizzazione), il film diviene più spesso. >>>

Questa pellicola di ossido è trasparente, dura, aderente alla superficie e non sfogliata. Accidentali abrasioni della superficie della pellicola sono automaticamente riparate. Pertanto, le condizioni che originano la corrosione dell'alluminio e delle sue leghe sono quelle che abradano meccanicamente il film protettivo o favoriscono condizioni chimiche che degradano localmente lo stesso e minimizzano la disponibilità di ossigeno per la sua ricostruzione.

In linea generale, il film d'ossido protettivo è stabile in soluzioni acquose con pH compreso tra 4,5 e 8,5 e non è attaccato da acidi e soluzioni alcaline, come, ad esempio, acido nitrico, acido acetico, silicato di sodio, idrossido d'ammonio.

Come per altri metalli, i fenomeni di corrosione sono connessi al passaggio di corrente tra zone anodiche e catodiche, quindi, alla differenza di potenziale delle diverse zone. A questo proposito, va notato che l'entità e la morfologia dei fenomeni corrosivi sono legate a molti fattori, tra i quali la composizione dei microcostituenti, la loro localizzazione e la loro quantità.

La migliore resistenza alla corrosione si ottiene con l'alluminio puro; tuttavia, le sue leghe sono ugualmente altamente resistenti alla corrosione di molti ambienti. Come per la maggior parte dei materiali, la presenza di impurità sulla superficie o all'interno del metallo può degradare in modo significativo la resistenza alla corrosione.

■ Le leghe Alluminio-Silicio

Come detto in precedenza, le leghe utilizzate normalmente per la produzione di getti di alluminio sono di tre tipi:

- Alluminio – Rame
- Alluminio – Magnesio
- Alluminio – Silicio

Escludendo le prime due per i motivi più sopra esposti, concentriamoci sulle leghe Alluminio-Silicio. In questa classe di materiali (Alluminio – Silicio) sono comprese le leghe di alluminio per getti, largamente diffuse per una ampia gamma di applicazioni.

Sono caratterizzate da una percentuale di silicio compresa tra il 5% e il 13% e vengono utilizzate, senza rame, ove vi sia la richiesta di una buona colabilità, media resistenza meccanica, ma soprattutto resistenza alla corrosione.

Modeste aggiunte di magnesio, rendono tali leghe trattabili termicamente, quindi, del tutto idonee anche ad impieghi semi-strutturali e strutturali.

Riepilogando, le leghe al Silicio rappresentano una delle più prestigiose famiglie nel campo della fonderia di alluminio. In esse si trovano riunite alcune delle proprietà più apprezzate da produttori e utilizzatori di getti:

- Resistenza meccanica abbastanza elevata
- Sufficiente duttilità
- Buona compattezza
- Resistenza alla corrosione.

Alcune di queste caratteristiche sono, tuttavia, contenute nelle leghe Al-Si soltanto a livello di pura potenzialità. Per rendere queste caratteristiche effettivamente sfruttabili si rende necessario un particolare trattamento: la modifica.

■ La modifica delle leghe Alluminio-Silicio

Non esiste una definizione sintetica, efficace ed universalmente accettata per definire la modifica.

La mancanza di questa definizione è dovuta alla nebulosità che ancora oggi circonda i reali meccanismi d'azione dei cosiddetti "agenti modificanti", sia a livello chimico, sia a livello strettamente metallurgico.

Il termine modifica ("modification" in inglese e francese) appare quanto mai vago e generico. Più descrittivo e preciso è, invece, il termine tedesco: "Veredelung", che tradotto letteralmente significa "nobilitazione".

Per comprendere quale sia l'implicazione a livello fisico e meccanico della modifica, è sufficiente considerare le differenze che sono evidenziate dalla micrografia della struttura prima e dopo il trattamento.

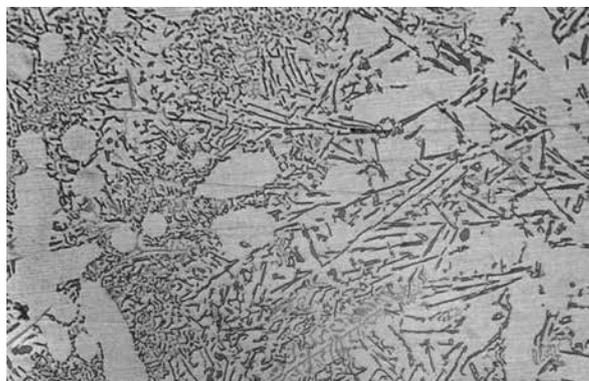


Figura 1

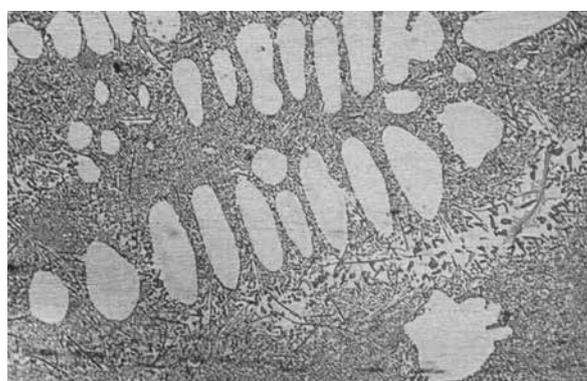


Figura 2

Analizzando le microfotografie riportate in Figura 1 e in Figura 2 si può subito notare il carattere di raffinata nobiltà della struttura della lega modificata della Figura 2, contrapposta alla rozzezza della struttura della lega non modificata della Figura 1.

È evidente la presenza, nella struttura non modificata, di grossi cristalli poliedrici di Silicio primario, attorniti da più sottili, numerose, formazioni aciculari, aghiformi, di eutettico Al-Si, aventi per sfondo una matrice grossolana di fase α (soluzione solida di Silicio in alluminio).

L'aspetto della struttura è molto eterogeneo, tutti i suoi costituenti sono distribuiti ed accostati in modo casuale, ed è intuitivo di come le notevoli dimensioni e la spigolosità dei contorni delle varie formazioni conduca a prestazioni meccaniche imprevedibili, anisotrope e, comunque, scadenti.

Nella struttura modificata, invece, i grossi cristalli di Silicio sono totalmente assenti, mentre la struttura solida α si presenta sotto forma di dendriti, immerse in una massa compatta di minutissime formazioni eutettiche, che, con un maggior ingrandimento, apparirebbero globulari.

Sintetizzando quanto esposto, si potrebbe concludere che il trattamento di modifica agisce sulla struttura della lega Al-Si attribuendo alle formazioni eutettiche una fine morfologia globulare.

La scelta del tipo di modifica costituisce a tutt'oggi uno dei problemi più dibattuti nel campo della fonderia di alluminio.



Tale scelta deve, infatti, essere determinata in base a motivazioni molteplici, dalla tecnologia operativa che il genere particolare di modifica comporta, alle sue influenze sulle caratteristiche dei getti, alle argomentazioni di tipo economico, alle implicazioni ecologiche.

La modifica delle leghe ipoeutettiche, con un tenore di silicio inferiore al 13%, può essere ottenuta per mezzo di aggiunte di quantità controllate di sodio o di stronzio che affinano l'eutettico. In alcuni casi, può essere utile utilizzare anche calcio e antimonio.

Nelle leghe ipereutettiche, la struttura dei getti è affinata attraverso la modifica dei cristalli di silicio non eutettico, con aggiunta di fosforo.

La struttura della lega Al-Si, ottenuta con un trattamento di modifica, oltre a migliorare le caratteristiche meccaniche, favorisce un'alta resistenza alla corrosione, come dimostrano i test condotti su campioni prodotti con una particolare lega Al-Si modificata.

■ La determinazione della resistenza alla corrosione

Scopo delle prove

È stato elaborato un piano atto ad evidenziare e misurare la suscettibilità alla corrosione, generalizzata, localizzata, strutturale, della lega da fonderia in Al-Si modificata, soggetta, in combinazione con componenti di bronzo, rispettivamente assemblati, a specifiche condizioni ambientali corrosive, in modo da simulare l'effetto di una situazione industriale accelerata.

I test prescelti comprendono prove e metodologie normali dettati dalla ASTM, come descritto nei prossimi paragrafi.

Metodologia e documenti di riferimento

Le attrezzature di Laboratorio, le procedure utilizzate, i calcoli degli indici di corrosione, i metodi di valutazione dei risultati sono scelti in accordo o correlazione con i seguenti standard ASTM.

Pratiche standard per la rilevazione di suscettibilità all'attacco intergranulare nell'acciaio inossidabile austenitico.	ASTM A262-15	<i>Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels</i>
Pratica standard per la preparazione, la pulizia, e la valutazione di corrosione su campioni di prova	ASTM G1 - 03	<i>Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens</i>
Guida standard per eseguire le prove di corrosione su applicazioni in impianti	ASTM G4 - 01	<i>Standard Guide for Conducting Corrosion Tests in Field Applications</i>
Terminologia standard e acronimi relativi alla corrosione	ASTM NACE / ASTM G193 - 12d	<i>Standard Terminology and Acronyms Relating to Corrosion</i>
Guida standard per l'applicazione di statistiche di analisi dei dati di corrosione	ASTM G16 - 13	<i>Standard Guide for Applying Statistics to Analysis of Corrosion Data</i>
Guida standard per prove di corrosione dei metalli per immersione in laboratorio	ASTM NACE / ASTM G31 - 12a	<i>Standard Guide for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals</i>
Metodo di prova standard per suscettibilità all'essfoliazione e corrosione delle leghe d'alluminio secondo serie 2XXX e 7XXX (EXCO Test)	ASTM G34 - 01	<i>Standard Test Method for Exfoliation Corrosion Susceptibility in 2XXX and 7XXX Series Aluminum Alloys (EXCO Test)</i>
Terminologia standard relativa all'usura ed erosione	ASTM G40 - 15	<i>Standard Terminology Relating to Wear and Erosion</i>
Guida standard per l'esame e la valutazione di corrosione puntiforme (vaiolata)	ASTM G46 - 94	<i>Standard Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion</i>
Pratica standard per eseguire le prove di corrosione atmosferica sui metalli	ASTM G50 - 10	<i>Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals</i>
Metodo di prova standard per la misurazione della corrosione potenziale di leghe di alluminio	ASTM G69 - 12	<i>Standard Test Method for Measurement of Corrosion Potentials of Aluminum Alloys</i>
Guida standard per la conduzione e valutazione della corrosione galvanica in soluzione elettrolitica.	ASTM G71 - 81	<i>Standard Guide for Conducting and Evaluating Galvanic Corrosion Tests in Electrolytes</i>
Guida standard per lo sviluppo ed uso di una serie galvanica per predire risultati di corrosione galvanica	ASTM G82 - 98	<i>Standard Guide for Development and Use of a Galvanic Series for Predicting Galvanic Corrosion Performance</i>
Pratica standard per prove degli apparati in nebbia salina (Fog)	ASTM B117	<i>Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus</i>
Metodo di prova standard per prova accelerata con acido acetico in nebbia salina (Fog) prova (CASS Test)	ASTM B368-09	<i>Standard Test Method for Copper-Accelerated Acetic Acid-Salt Spray (Fog) Testing (CASS Test)</i>
Guida standard per il monitoraggio online di corrosione su apparecchiature in impianto (metodo elettrico ed elettrochimico)	ASTM G96 - 90	<i>Standard Guide for Online Monitoring of Corrosion in Plant Equipment (Electrical and Electrochemical Methods)</i>

2.

I materiali utilizzati nella costruzione di apparecchiature elettriche antideflagranti

Piano delle prove

In accordo con gli scopi descritti e tenendo in evidenza la proposta combinazione in montaggio tra la lega di alluminio e i componenti in bronzo **Figura 3**, si è progettata una serie di test in grado di riprodurre in modo accelerato le condizioni ambientali di tipo industriale che aggrediscono il prodotto finito. La serie di prove predisposte è stata eseguita abbinando coppie di campioni a contatto, con rapporti di superficie media esposta simile all'impiego effettivo.

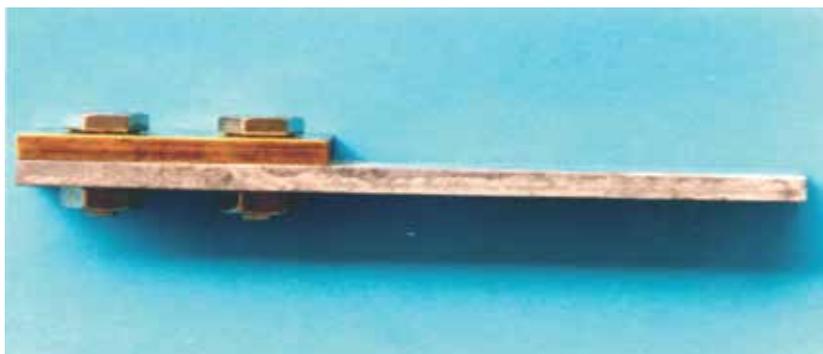


Figura 3 Campione prova

Il piano delle prove ha compreso i seguenti test.

Prova di corrosione in nebbia salina - durata 48 / 96 h (ASTM B117)

- Strumentazione utilizzata: camera a nebbia salina HERAEUS VOTSCH VSN 500
- Concentrazione salina, densità e pH: 5 % \pm 0.5 %; massa 1033 Kg/m³; pH 6.9
- Volume raccolto nel pluviometro: 1.6 cc/ora
- Temperatura della camera e pressione dell'aria: 35°C \pm 1°C; 0.7 atm
- Tempi di prova: durata 48 ore e 96 ore - osservazione a 24 ore
- Lavaggio dei campioni al termine della prova: acqua corrente
- Campioni di prova: piastrina in lega di Alluminio-Silicio, piastrina in bronzo, viteria in acciaio inossidabile
- Finitura superficiale dei provini: carta abrasiva al carburo di silicio granulometria 600 >>>

Risultati della prova

Campione di prova	Tempo di controllo (ore)	Perdita di peso (grammi)	Osservazioni
Legga Al-Si / Bronzo	24	0	Formazione di macchie nere su entrambe le piastrine di lega
	48	0	Peggioramento delle macchie nere che si presentano estese, comparsa di prodotti di corrosione bianchi
	96	0	Progressivo peggioramento dei difetti riscontrati precedentemente

Prova di corrosione in corrente di acido solfidrico - durata 96 h ASTM NACE / ASTM G31-12a

- Strumentazione utilizzata: contenitori 1000 cc tipo ERLENMYER e bilancia analitica METTLER div. 0.0001 gr.
- Soluzione di prova: soluzione acquosa di NaCl al 5 % in peso; pH 7.4
- Temperatura della camera: 25°C ± 1°C
- Tempo di esposizione: 96 ore
- Campioni di prova:
 1. Piastrina in lega di Al-Si: 20.7 x 5.0 x 100.5 mm - Peso: 26.856 g
 2. Piastrina in bronzo: 39.9 x 20.1 x 4.9 mm - Peso: 30.709 g
 3. Finitura superficiale dei provini: carta abrasiva al carburo di silicio granulometria 600

Flussi di gas:

- saturazione della camera di prova con azoto immesso a 100 cc/min per litro di soluzione per 1 ora;
- saturazione con acido solfidrico immesso a 200 cc/min per litro di soluzione per 1 ora;
- mantenimento della saturazione con acido solfidrico immesso con rapporto di 10 cc/min per litro di soluzione per 96 ore.

Risultati della prova

Campione di prova	Tempo di controllo (ore)	Perdita di peso (grammi)	Osservazioni
Lega Al-Si / Bronzo	96	0	Non si rileva alcuna perdita in peso dei campioni al termine delle 96 ore. Sulla superficie di entrambe le piastrine si nota la formazione di macchie nere localizzate e la messa in evidenza della struttura dendritica dell'alluminio. Non si evidenzia la formazione di fenomeni di corrosione del tipo "pitting" su entrambe le superfici

Prova di corrosione in soluzione di acido cloridrico 20 ppm - 600 h (per immersione) ASTM NACE / ASTM G31-12a

La prova è stata condotta utilizzando una soluzione di acido cloridrico a 20 ppm.

I calcoli si riferiscono esclusivamente al campione in Alluminio-Silicio in quanto il bronzo ha dimostrato un'ottima resistenza alla corrosione non manifestando alcuna perdita in peso.

- Strumentazione utilizzata: Beuta 250 cc e bilancia analitica METTLER div. 0,0001 g
- Soluzione di prova: soluzione acquosa di acido cloridrico a 20 ppm
- Temperatura della camera: 25°C ± 1°C
- Tempo di esposizione: 600 ore

- Campioni di prova: piastrina in lega di Al-Si: 20,6 x 5,0 x 100,7 mm del peso di 26,927 g e densità 2,66 g/cm³
- Finitura superficiale dei provini: carta abrasiva al carburo di silicio granulometria 600

Risultati della prova

Tempo di esposizione (ore)	Perdita di peso (grammi)	Indice di corrosione* (mm/anno)	Osservazioni
600	0,0011	0,012	Il campione sottoposto al test di corrosione ha dimostrato una buona resistenza all'acido cloridrico nella percentuale di 20 ppm.
<p>* Indice di corrosione (mm/anno) = $(K \times W) / (A \times T \times D)$ dove: - K = costante, pari a 87.600 - W = perdita in peso (grammi) - A = superficie esposta (in cm²); - T = tempo di esposizione (ore) - D = densità (g/ cm³).</p>			

Prova di corrosione galvanica in soluzione elettrolitica (NaCl 5%) ASTM G71 - 81

- Strumentazione utilizzata: Beuta 1000 cc e Bilancia analitica METTLER div. 0,0001 g
- Soluzione di prova: soluzione acquosa di NaCl al 5% in peso
- Temperatura della camera: 25°C ± 1°C
- Tempo di esposizione: 48 ore
- Tensione applicata: 2V
- Corrente applicata: 1,4A
- Campioni di prova: piastrina in lega di Al-Si: 20,4 x 5,1 x 100,9 mm, Peso: 26,928 g
piastrina in bronzo 39,9 x 20,1 x 4,9 mm, Peso: 30,709 g
- Finitura superficiale dei provini: carta abrasiva al carburo di silicio granulometria 600

Risultati della prova

Campione in prova	Tempo di esposizione (ore)	Tensione applicata (Volt)	Corrente applicata (Amper)	Perdita di peso (grammi)
Lega Al-Si Bronzo	48	2	1,4	0

Osservazioni:

Il comportamento del campione di bronzo conferma la buona resistenza alla corrosione di questo materiale presentando solo lievi accenni di formazione di prodotti bianchi sulla superficie esposta.

Sul campione di lega di Al-Si, i prodotti bianchi di corrosione sono più evidenti in particolare sulla zona di contatto fra i due materiali.

Sulla superficie di alluminio, in maniera non uniforme, notiamo la formazione di leggero fenomeno di corrosione (pitting), localizzato ed evidente in particolare nella zona di contatto fra i due campioni e sugli spigoli.

- Valutazione della corrosione vaiolata (pitting) **ASTM G46-94**

Il fenomeno di corrosione vaiolata (pitting), presente sul solo campione sottoposto a test di corrosione per correnti galvaniche, assume un aspetto modesto con presenza di leggere vaiolature di modesta entità (profondità massima 0,15 mm).

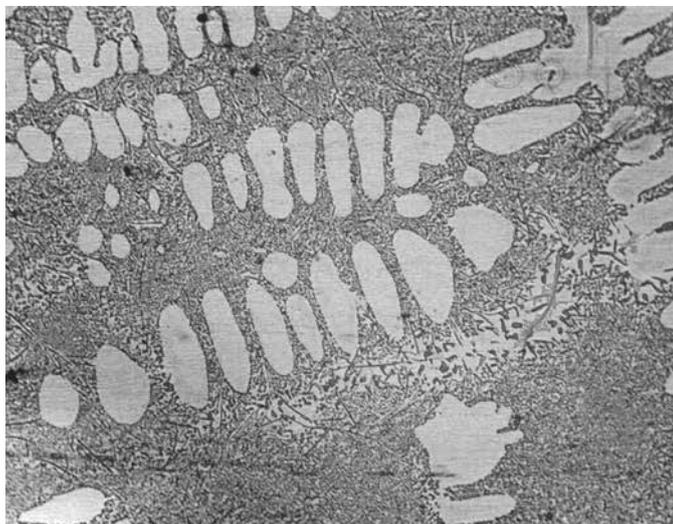
La distribuzione preferenziale è in corrispondenza degli spigoli.

- Valutazione della corrosione interstrutturale mediante esame micrografico, secondo **ASTM A262-15**

Le strutture micrografiche dei campioni testati nel corso delle differenti prove di corrosione sono state verificate allo scopo di individuare fenomeni di corrosione di tipo interstrutturale.

Dopo la preparazione metallografica dei campioni (taglio, lucidatura ed attacco chimico), le strutture si presentano con le tipiche caratteristiche delle leghe in oggetto. In particolare si notano le differenze strutturali tipiche derivanti dalle differenti velocità di solidificazione Microfoto n°1 (Figura 1): dendriti di alluminio in soluzione solida con matrice formata dall'eutettico Al-Si; Microfoto n°2 (Figura 2): particelle interdendritiche dell'eutettico silicio nella matrice di alluminio. Questi due tipi di strutture sono presenti su tutti i campioni esaminati e passano con continuità dall'una all'altra; Microfoto n°3 (Figura 4). Tutte le strutture osservate evidenziano l'assenza di fenomeni di corrosione interstrutturale.

Figura 4 Micrografia del campione dopo le prove



■ Il trattamento superficiale dei materiali ferrosi, non ferrosi

I materiali che usualmente vengono impiegati negli impianti di cui sopra, eccetto gli inossidabili che non necessitano di ulteriori trattamenti protettivi, se ovviamente correttamente selezionati per la loro installazione, necessitano di trattamenti superficiali adatti alla tipologia di possibile corrosione presente nel luogo di messa in opera.

L'alluminio, ad esempio, potrà necessitare di trattamenti di anodizzazione o di altri trattamenti superficiali che lo proteggano dagli agenti aggressivi o di trattamenti di verniciatura, sempre per gli stessi motivi, scegliendo tali trattamenti in base alle specifiche di progetto dell'impianto.

L'acciaio al carbonio, comunemente denominato "Ferro", a sua volta necessita di trattamento superficiale di protezione come ad esempio: un sistema di zincatura elettrolitica, se l'aggressività è lieve e se il materiale sarà installato in zone chiuse (Indoor), di zincatura a caldo per immersione (Hot-Dip) se installate in zone altamente aggressive e all'esterno (Outdoor), o di cicli di verniciatura siano essi del tipo "bagnato su bagnato" o elettrostatico (polveri), con cicli di preparazione e trattamento ben definiti per tipologie di agenti aggressivi.

Cortem Group, sempre attenta a tali problematiche e sempre e costantemente alla ricerca di nuove tecnologie per il trattamento dei materiali, da anni ha un impianto di trattamento superficiale, all'interno della sua unità produttiva di Villesse, che, a seconda delle specifiche esigenze impiantistiche, è in grado di applicare una protezione ai materiali che abitualmente utilizza per la costruzione delle sue apparecchiature: corpi illuminanti, prese di corrente, cassette di distribuzione (Junction box), cassette di smistamento (Marshaling box) o quadri di avviamento, comando e distribuzione che, se lasciati allo stato naturale ed in presenza di sostanze chimiche aggressive non compatibili, possono venire aggrediti anche in maniera irreversibile.

■ Conclusioni

Come si può ben capire, le variabili che potrebbero manifestarsi nei vari cicli di processo produttivo, sono molte e non sempre prevedibili se non nella fase processuale di ingegnerizzazione dell'impianto.

Pertanto, questa trattazione ha voluto solamente mettere in risalto quante e quali possono essere le concause di degrado dei materiali impiegabili in impianti industriali, lasciando ovviamente al progettista la scelta corretta del tipo di materiale da adottare, in funzione di tali variabili.



Uffici Commerciali

Piazzale Dateo 2
20129 Milano, Italia

Italia

tel. +39 02 76 1103 29 r.a.
fax +39 02 73 83 402
infomilano@cortemgroup.com

Export

tel. +39 02 76 1105 01 r.a.
fax +39 02 70 00 54 71
export@cortemgroup.com
saleseurope@cortemgroup.com

Sede e Stabilimento

Via Aquileia 10, 34070 Villesse (GO), Italia
tel. +39 0481 964911 r.a.
fax +39 0481 964999
info@cortemgroup.com



Sede e Stabilimento

Via Aquileia 12, 34070 Villesse (GO), Italia
tel. +39 0481 91100
fax +39 0481 91087
info@elfit.com
www.elfit.com



Uffici Commerciali

Piazzale Dateo 2
20129 Milano, Italia

Italia

tel. +39 02 76 1103 29 r.a.
fax +39 02 73 83 402
infomilano@cortemgroup.com

Export

tel. +39 02 76 1105 01 r.a.
fax +39 02 70 00 54 71
export@cortemgroup.com
saleseurope@cortemgroup.com

Sede e Stabilimento

Via Aquileia 10, 34070 Villesse
(GO), Italia
tel. +39 0481 964911 r.a.
fax +39 0481 964999
info@cortemgroup.com



To be sure to be safe.