CORROSIONE · SERIE GALVANICA · METALLI DISSIMILI · DOCUMENTO DI RIFERIMENTO · PUBBLICO

Compatibilità galvanica e corrosione

Quali metalli possono stare a contatto — la serie galvanica e le regole dell'indice anodico — più le altre forme di corrosione e come eliminarle dal progetto di un assieme.

REVISIONE	PUBBLICATO	RESPONSABILE	ALLEGATO
1.0	June 2026	Ingegneria Ideambox	Riferimento PDF

SINTESI

Quando due metalli diversi si toccano in presenza di un elettrolita (anche la sola umidità), quello più attivo si corrode preferenzialmente — è la corrosione galvanica. È uno dei guasti in campo più comuni e più evitabili negli assiemi multimateriale. La serie galvanica e poche regole indicano quali coppie sono sicure.

La sezione 1 spiega la corrosione galvanica. La sezione 2 presenta la serie galvanica / indice anodico. La sezione 3 contiene le regole di compatibilità. La sezione 4 tratta le altre forme di corrosione. La sezione 5 riguarda le contromisure. La sezione 6 è una checklist.



ACCOPPIANDO DUE METALLI IN UN ELETTROLITA, QUELLO PIÙ ATTIVO (ANODICO) SI CORRODE PER PROTEGGERE QUELLO PIÙ NOBILE. MANTENERE PICCOLA LA DIFFERENZA DI INDICE ANODICO — E RICORDARE CHE UN ANODO PICCOLO CONTRO UN CATODO GRANDE SI CORRODE RAPIDAMENTE.

INDICE

1. Corrosione galvanica
2. Serie galvanica (indice anodico)
3. Regole di compatibilità
4. Altre forme di corrosione
5. Contromisure
6. Checklist

1. Corrosione galvanica

La corrosione galvanica richiede **tre condizioni contemporaneamente** — eliminandone una qualsiasi si arresta:

1. **Due metalli diversi** (di diversa nobiltà),
2. un **elettrolita** che li collega (acqua di mare, condensa, perfino aria umida), e
3. **contatto elettrico** tra di essi.

Il metallo più attivo (anodico) diventa l'anodo e si corrode più velocemente di quanto farebbe da solo; il metallo più nobile (catodico) è protetto. Più grande è la differenza di nobiltà e più conduttivo è l'elettrolita, più rapido è il processo.

`Anodo`	Il metallo più attivo — si corrode (perde materiale)
`Catodo`	Il metallo più nobile — è protetto
`Indice anodico`	La nobiltà di un metallo su una scala da 0 (nobile) → 1.75 (attivo); è la *differenza* a prevedere il rischio
`Rapporto delle aree`	Area del catodo / area dell'anodo — un catodo grande che aggredisce un anodo piccolo è il caso pericoloso

2. Serie galvanica (indice anodico)

Ordinata dal **nobile (catodico, protetto)** all'**attivo (anodico, si corrode)** — la differenza di indice tra due metalli accoppiati prevede il rischio (secondo lo schema MIL-STD-889):

METALLO	INDICE ANODICO (V)
Oro, platino, grafite	0.00
Argento	0.15
Acciaio inox (passivo), titanio, nichel	0.30
Rame, ottone, bronzo	0.40
Stagno, piombo, lega per saldatura	0.65
Acciaio inox (attivo)	0.50–0.85
Acciaio al carbonio, ghisa	0.85
Leghe di alluminio	0.90–0.95
Cadmio	0.80
Zinco (e zincatura)	1.25
Magnesio	1.75

Zinco e alluminio sono volutamente **sacrificali** — la zincatura e i primer ricchi di zinco proteggono l'acciaio corrodendosi per primi. L'acciaio inox è nobile *quando è passivo*, ma scende verso l'attivo negli interstizi stagnanti e poveri di ossigeno.

3. Regole di compatibilità

Mantenere la **differenza di indice anodico** sotto la soglia relativa all'ambiente:

AMBIENTE	DIFFERENZA DI INDICE MASSIMA
Severo / marino / esterno	≤ 0.15 V
Interno normale	≤ 0.25 V
Secco / a temperatura e umidità controllate	≤ 0.50 V

E attenzione al **rapporto delle aree**: un *anodo piccolo* che alimenta un *catodo grande* si corrode rapidamente (ad es. una vite d'acciaio in una grande piastra di rame — male; una vite di rame in una grande piastra d'acciaio — molto meno grave). Gli elementi di fissaggio devono essere almeno altrettanto nobili dei pezzi che collegano.

4. Altre forme di corrosione

FORMA	CAUSA	COME PREVENIRLA
Generalizzata (uniforme)	ossidazione generale	rivestimenti, verniciatura, lega più nobile, sovrametallo
Per vaiolatura (pitting)	attacco dei cloruri sui film passivi (inox)	316 o gradi con più Mo, evitare il ristagno
Interstiziale	interstizi poveri di ossigeno (sotto guarnizioni, sovrapposizioni)	sigillare/eliminare gli interstizi, drenaggio
Tensocorrosione	tensione di trazione + ambiente specifico	ridurre la tensione, lega resistente, pallinatura
Intergranulare	saldature di inox sensibilizzato (carburi di Cr)	gradi a basso carbonio (304L/316L) o stabilizzati

5. Contromisure

- **Scegliere coppie compatibili**
  il rimedio più economico è scegliere metalli entro la differenza di indice ammessa.
- **Isolare** quando è inevitabile mescolare: guarnizioni non conduttive, rondelle a spallamento/boccole sugli elementi di fissaggio, rivestimenti su una o entrambe le facce (interrompere il percorso elettrico).
- **Rapporto delle aree favorevole**
  rendere l'anodo grande o il catodo piccolo; mai un minuscolo elemento di fissaggio anodico in un grande pezzo catodico.
- **Rivestire il catodo** (controintuitivo ma corretto: un difetto del rivestimento sull'anodo concentra l'attacco).
- **Anodi sacrificali** (zinco/magnesio) per grandi strutture; **inibitori / sigillanti** per escludere l'elettrolita.
- **Drenaggio**
  eliminare dal progetto ristagni d'acqua e interstizi.

6. Checklist

- **Elencare ogni metallo a contatto** (inclusi elementi di fissaggio, rivestimenti, molle).
- **Elettrolita?** interno secco, umido, spruzzi, oppure immersione/ambiente marino.
- **Differenza di indice**
  ricavare l'indice di ciascun metallo; confrontare la differenza con il limite dell'ambiente.
- **Rapporto delle aree**
  l'anodo è piccolo rispetto al catodo? Elementi di fissaggio almeno altrettanto nobili del giunto.
- **Se incompatibili:** isolare (guarnizione/boccola/rivestimento), cambiare materiale o aggiungere un elemento sacrificale
  ed eliminare dal progetto interstizi e ristagni d'acqua. Da abbinare ai riferimenti
  Trattamenti termici e superficiali
  e
  Materiali
  .

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/it/downloads/galvanic-corrosion-chart/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact