



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

### Bolognetta S.c.p.a.

## - PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:  
Dott. Maurizio D'Angelo



Titolo elaborato:

### OPERE D'ARTE

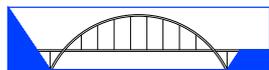
### Zincatura delle piastre di ancoraggio tiranti

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PV	OS 0	RT 0 1	6	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PVOS0RT01_60_4137	1=1	4 1 3 7	-
5				
4				
3				
2				
1				
0	Prima emissione		Maggio 2021	F.Bianchi S. Fortino N. Behaman
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Progettisti :



**ENSER** srl  
SOCIETA' DI INGEGNERIA

Viale Baccarini, 29 - 48018 FAENZA (RA) tel. 0546-663423  
Via Zaccani, 16 - 40127 BOLOGNA (BO) tel. 051-245663  
Via Andrea Costa, 115 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN) tel. 0541-1832933  
ingegneria@enser.it - www.enser.it - P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it



Il Progettista Responsabile  
Prof. Ing. Gianfranco Marchi



Il Geologo  
Dott. Stefano Ferro



Il Coordinatore per la Sicurezza  
in fase di esecuzione:  
Arch. Francesco Rondelli

Il Coordinatore per la  
Esecuzione dei Lavori  
arch. Francesco Rondelli



Il Direttore dei Lavori:  
Ing. Sandro Favero

Il Direttore dei Lavori  
Ing. Sandro Favero

ANAS S.p.A.

DATA:                      PROTOCOLLO:

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO

LO410C E 1101

Dott. Ing. Luigi Mupo

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	1
1   PREMESSA.....	2
2   NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
3   SPESSORE DI ZINCATURA.....	2
4   CONCLUSIONI.....	6

## 1 PREMESSA

La presente nota è relativa agli spessori di zincatura delle piastre di testata dei tiranti.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI EN ISO 14713-1:2017, "Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione"
- UNI EN ISO 14713-2:2020, "Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 2: Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo"

## 3 SPESSORE DI ZINCATURA

Per definire lo spessore di zincatura delle piastre di testata dei tiranti occorre definire la categoria di corrosività in base all'ambiente atmosferico.

La norma UNI EN ISO 14713-1:2017 definisce in base agli ambienti atmosferici la categoria di corrosività di Tabella 2. Nel caso specifico possiamo ritenere di essere in categoria di corrosività C2 o al più C3 per le quali la norma citata definisce i tassi di corrosione di Tabella 1.

Tabella 1: Categorie di corrosività in base UNI EN ISO 14713-1:2017

Categoria di corrosività	Tassi di corrosione in $\mu\text{m}/\text{anno}$	Descrizione ambiente
<b>C2</b>	$0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,7$ Basso	Zona temperata, ambiente atmosferico con inquinamento ridotto ( $\text{SO}_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), per esempio aree rurali, piccole città. Zona secca o fredda, ambiente atmosferico con breve periodo di umidità, per esempio deserti, aree subartiche
<b>C3</b>	$0,7 < r_{\text{corr}} \leq 2,1$ Medio	Zona temperata, ambiente atmosferico con inquinamento medio ( $\text{SO}_2$ : da $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) o un certo effetto di cloruri, per esempio aree urbane, aree costiere con bassa deposizione di cloruri. Zone subtropicali e tropicali con atmosfera con ridotto inquinamento

Per uno spessore di 70 micron del rivestimento in zinco risulta una durata in anni (minimo/massimo) fino alla prima manutenzione, variabile in base categoria di corrosività come riportato nel prospetto seguente.

Sistema	Spessore minimo	Categoria di corrosività selezionata e durata in anni (min e max)	
		C2	C3
Rivestimento di zincatura per immersione a caldo	70 µm	100/>100 [media >100]	33/100 [media >66]

Adottando quindi uno spessore di 70 µm risulta una classe di durabilità VH ≥ 20 anni "molto elevata" secondo il criterio di classifica riportato nella UNI EN ISO 14713-1:2017.

Tabella 2: Estratto della norma UNI EN ISO 14713-1:2017

prospetto 1

**Descrizione degli ambienti atmosferici tipici in relazione alla stima delle categorie di corrosività**

Categoria di corrosività C Tasso di corrosione per lo zinco (in base a esposizioni di un anno), $r_{corr}$ in $\mu\text{m}\cdot\text{a}^{-1}$ e livello di corrosione	Ambienti tipici (esempi)	
	Interno	Esterno
C1 $r_{corr} \leq 0,1$ Molto bassa	Ambienti riscaldati con bassa umidità relativa e inquinamento insignificante, per esempio uffici, scuole, musei	Zona secca o fredda, ambiente atmosferico con inquinamento e periodo di umidità molto ridotti, per esempio alcuni deserti, Artico/Antartico centrale
C2 $0,1 < r_{corr} \leq 0,7$ Basso	Spazi non riscaldati con temperature e umidità relativa variabili. Bassa frequenza di condensa e ridotto inquinamento, per esempio, magazzini, palestre	Zona temperata, ambiente atmosferico con inquinamento ridotto ( $\text{SO}_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), per esempio aree rurali, piccole città. Zona secca o fredda, ambiente atmosferico con breve periodo di umidità, per esempio deserti, aree subartiche
C3 $0,7 < r_{corr} \leq 2,1$ Medio	Spazi con moderata frequenza di condensa e inquinamento moderato dovuto a processi produttivi, per esempio impianti di lavorazione di generi alimentari, lavanderie, fabbriche di birra, caseifici	Zona temperata, ambiente atmosferico con inquinamento medio ( $\text{SO}_2$ : da $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) o un certo effetto di cloruri, per esempio aree urbane, aree costiere con bassa deposizione di cloruri. Zone subtropicali e tropicali con atmosfera con ridotto inquinamento
C4 $2,1 < r_{corr} \leq 4,2$ Alto	Spazi con elevata frequenza di condensa ed elevato inquinamento dovuto a processi produttivi, per esempio impianti di lavorazione industriali, piscine	Zona temperata, ambiente atmosferico con elevato inquinamento ( $\text{SO}_2$ : da $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) o notevole effetto di cloruri, per esempio aree urbane inquinate, aree industriali, aree costiere non esposte a nebbia salina, esposizione a forte effetto di sali antighiaccio. Zone subtropicali e tropicali con atmosfere con inquinamento medio

prospetto 1 **Descrizione degli ambienti atmosferici tipici in relazione alla stima delle categorie di corrosività**  
(Continua)

Categoria di corrosività C Tasso di corrosione per lo zinco (in base a esposizioni di un anno), $r_{corr}$ in $\mu\text{m}\cdot\text{a}^{-1}$ e livello di corrosione	Ambienti tipici (esempi)	
	Interno	Esterno
C5 $4,2 < r_{corr} \leq 8,4$ Molto alta	Spazi con elevatissima frequenza di condensa e/o elevato inquinamento dovuto a processi produttivi, per esempio miniere, caverne per scopi industriali, capanne non ventilate in zone subtropicali e tropicali	Zone temperate e subtropicali, ambiente atmosferico con inquinamento molto elevato ( $\text{SO}_2$ : da $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e/o importante effetto di cloruri, per esempio aree industriali, aree costiere, posizioni riparate sulla fascia costiera
CX $8,4 < r_{corr} \leq 25$ Estremo	Spazi con condensa quasi permanente o lunghi periodi di esposizione agli effetti di umidità estrema e/o con elevato inquinamento dovuto a processi produttivi, per esempio capanne non ventilate in zone tropicali umide con penetrazione dell'inquinamento esterno, compresi cloruri dispersi nell'aria e materiale particolato stimolante la corrosione	Zone subtropicali e tropicali (periodo di umidità molto elevato), ambiente atmosferico con inquinamento ( $\text{SO}_2$ ) molto elevato (maggiore di $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), compreso inquinamento dovuto a fattori produttivi e/o forte effetto di cloruri, per esempio aree estremamente industriali, fascia costiera e aree in mare aperto con contatto occasionale con nebbia salina

Nota 1 La deposizione di cloruri nelle aree costiere dipende fortemente dalle variabili che influenzano il trasporto nelle aree interne di sale marino, come la direzione del vento, la velocità del vento, la topografia locale, isole oltre la costa che riparano dal vento, la distanza del luogo dal mare, ecc.

Nota 2 La classificazione della corrosività di atmosfere di servizio specifiche, per esempio in industrie chimiche, non rientra nello scopo e campo di applicazione della ISO 9223.

Nota 3 Le superfici riparate e non dilavate dalla pioggia, in un ambiente atmosferico marino dove sono depositati cloruri, possono essere di una categoria di corrosività più elevata a causa della presenza di sali igroscopici.

Nota 4 Negli ambienti di presunta "categoria CX", si raccomanda di determinare la classificazione della corrosività atmosferica dalle perdite subite in un anno in seguito alla corrosione.

Nota 5 La concentrazione di anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ) dovrebbe essere determinata nel corso di almeno 1 anno ed è espressa come media annuale.

Nota 6 Descrizioni dettagliate dei tipi di ambienti interni rientranti nelle categorie di corrosività C1 e C2 sono fornite nella ISO 11844-1. Sono definite e classificate le categorie di corrosività in ambienti interni dalla IC1 alla IC5.

Nota 7 Il criterio di classificazione è basato sui metodi di determinazione dei tassi di corrosione di provini normati per la valutazione della corrosività (vedere ISO 9226).

Nota 8 I valori di perdita di spessore sono identici a quelli indicati nella ISO 9223.

Nota Il materiale di riferimento dello zinco è caratterizzato nella ISO 9226.

Nota 10 I tassi di corrosione che superano i limiti superiori nella categoria C5 sono considerati estremi. La categoria di corrosività CX si riferisce ad ambienti specifici marini e marini/industriali.

Nota 11 A una prima approssimazione, la corrosione di tutte le superfici metalliche di zinco è dello stesso tasso in un ambiente particolare. Il ferro e l'acciaio generalmente si corrodono da 10 a 40 volte più velocemente dello zinco, i tassi più elevati generalmente si hanno negli ambienti con un'elevata presenza di cloruri. Come riferimento si usano i dati su lamiere piane forniti nelle ISO 9223 e ISO 9224.

Nota 12 Con il passare del tempo si verificano cambiamenti negli ambienti atmosferici. Per molte regioni, la concentrazione di agenti inquinanti (particolarmente di  $\text{SO}_2$ ) nell'atmosfera si è ridotta con il passare del tempo. Questo ha portato a una diminuzione della categoria di corrosività per queste regioni. E per questa ragione i rivestimenti di zinco hanno tassi di corrosione minori rispetto ai dati storici di resistenza alla corrosione. Altre regioni hanno registrato un aumento dell'inquinamento e dell'attività industriale, pertanto si prevede che sviluppino i tipi di ambienti descritti più precisamente da categorie di corrosività più elevate.

Nota 13 Il tasso di corrosione per gli strati di zinco e di leghe di zinco-ferro è approssimativamente lo stesso.

## **4 CONCLUSIONI**

---

Sulla base considerazioni svolte nei punti precedenti uno spessore di zincatura di 70  $\mu\text{m}$  è idoneo a garantire una adeguata durabilità nei confronti della corrosione ambientale delle piastre di testata dei tiranti.