

Proteção de estruturas metálicas submersas em Estações de Tratamento de Água

MARIO JINITI OMORI (1)
MARIO ROBERTO SCHMITT (2)

1. INTRODUÇÃO

Normalmente as ETA's possuem diversas estruturas metálicas submersas em água.

Devido ao alto custo do aço inoxidável, estas estruturas são executadas em aço carbono e são protegidas da corrosão superficial, através de revestimentos protetores diversos. O processo mais usual entre nós, é a pintura com tintas.

Na Estação de Tratamento de Água do Guaraú (Fig. 1), a remoção de lodo dos decantadores é feita através dos removedores circulares, providos de pantógrafos que avançam nos cantos mortos e retiram a maior quantidade de lodo possível.

Este pantógrafo tem um sistema de guiamento (Fig. 2), provido de roda confeccionada em CELERON e uma guia metálica presa no fundo do decantador, que limita o campo de ação da mesma.

O maior problema surgiu nestas guias metálicas, pois pela ocasião do esvaziamento anual dos decan-

tadores para inspeção e conservação, notava-se que a mesma estava sendo consumida pelo processo de corrosão.

2. ESTUDO DO PROBLEMA

Por ocasião do esvaziamento dos decantadores percebia-se que o ataque corrosivo na guia tinha dois aspectos distintos.

a) Ferrugem superficial pelo destacamento da tinta protetora com o atrito da roda de CELERON.

b) Ataque corrosivo localizado, com formação de alvéolos que perfuravam a chapa metálica e aspecto rugoso e irregular.

As Figuras 3 e 4 ilustram os alvéolos formados pela corrosão e o ataque superficial à pintura.

Por algum tempo, insistimos na proteção desta guia executando-se o lixamento das partes afetadas e nova pintura com tinta à base de borracha clorada.

Percebia-se que a ferrugem superficial era controlada, mas o ataque localizado com perfuração da chapa não era estancado.

A extensão do problema era enorme, pois cada um dos 4 decantadores existentes possuem 2 conjuntos removedores de lodo, com 298 metros lineares de guia de aço carbono.

Estas guias estão firmemente engastadas no concreto e não deve-se correr

o risco de ter que substituí-las, pois além do alto custo envolvido, teríamos um tempo grande de paralisação do decantador.

2.1. ORIGEM DO PROBLEMA

O material utilizado na confecção destas guias foi o aço carbono.

Entretanto, este tipo de aço possui composição química não homogênea e tem tensões internas, devido aos processos de fabricação, solda e montagem posterior.

Estes fatos condicionam o aço, quando imersos em um eletrólito, a se comportar como se fossem constituídos por materiais metálicos não homogêneos, com formação de pilhas de corrosão.

A corrosão normalmente se apresenta como reação eletroquímica, onde se faz presente um metal e um eletrólito, a água no nosso caso. Portanto, corrosão é uma degradação eletroquímica dos materiais metálicos por reação com o meio ambiente, havendo uma interação de forças elétricas e de reação química, com destruição do metal que ocasiona ou é ocasionada por fluxos de elétrons.

As condições básicas para que exista o fenômeno da corrosão são:

a) Anodo: local onde se processa a oxidação (corrosão) e onde a cor-

(1) Engenheiro, Chefe da Divisão do Sistema Cantareira de Água Tratada, Diretoria de Operação da Região Metropolitana - SABESP

(2) Engenheiro, Chefe da Divisão do Sistema Cotia de Água Tratada, Diretoria de Operação da Região Metropolitana - SABESP.

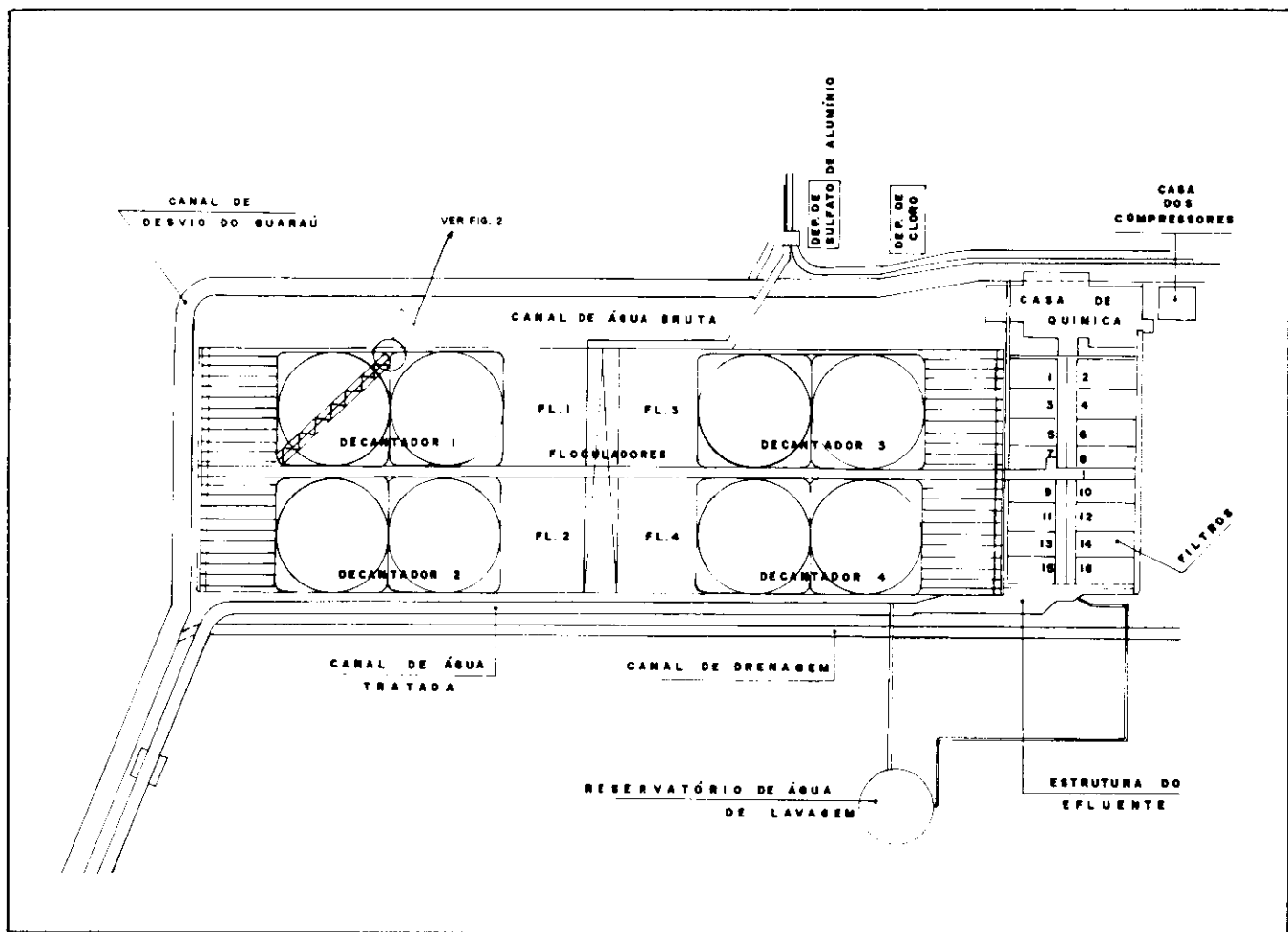


FIG. 1 – E.T.A. Guarapá – 1ª Etapa.

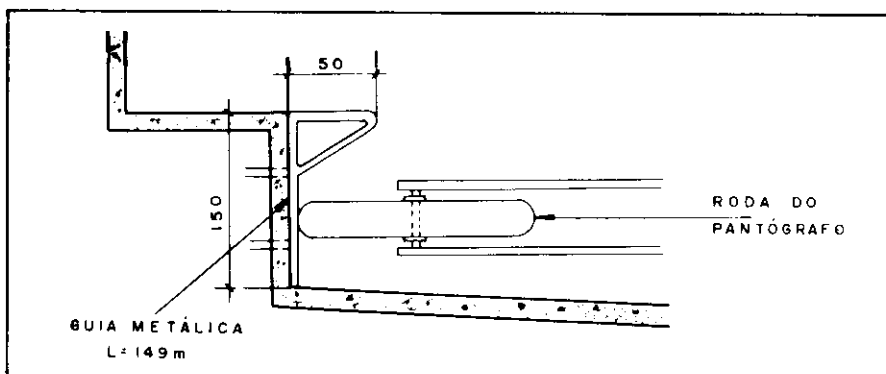


FIG. 2 – Sistema de guiamento.



FIG. 3 – Alvéolos Formados pela Corrosão.

rente na forma de íons metálicos positivos se solubiliza ou deposita no eletrólito.

b) Eletrólito: teoricamente seria um condutor e no nosso caso, a água que contendo íons, transporta a corrente para o catodo.

c) Catodo: local onde há o fenômeno da redução e conseqüente saída da corrente do eletrólito e penetração na mesma.

d) Circuito Metálico: contato físico entre o catodo e anodo, por onde escoam os elétrons, em sentido anodo-catodo.

Em estudos de fenômenos de corrosão, convencionou-se que o sentido da corrente é o inverso do sentido do caminamento dos elétrons. Os elétrons caminham sempre a partir do metal de potencial mais alto para o metal de potencial mais baixo.

Conseqüentemente, para que o fenômeno da corrosão seja inibido ou cessado, bastará retirar ou alterar uma destas 4 variáveis.

No nosso caso, a guia de aço carbono possuía microáreas anódicas e catódicas incrustadas na mesma.



FIG. 4 – Corrosão com formação de alvéolos e desgaste da pintura.

3. MÉTODOS DE PROTEÇÃO À CORROSÃO

Os principais métodos de proteção de estruturas metálicas são:

a) Revestimentos Protetores:

Este tipo de revestimento superficial forma uma barreira protetora isolante entre o metal e o solo ou água, impedindo, com isso, a criação das pilhas de corrosão.

b) Proteção Catódica:

Este tipo de proteção é utilizada conjuntamente com revestimento superficial e consiste em fornecimento de um fluxo de elétrons, através de uma fonte que tenha potencial elétrico maior que o metal a ser protegido.

A Proteção Catódica pode ser efetuada por dois sistemas:

a) Proteção catódica galvânica com anodos de sacrifício.

b) Proteção catódica por corrente impressa, onde a f.e.m. provém de um retificador, gerador ou bateria.

4. MÉTODO DE PROTEÇÃO ADOTADO

Para o nosso caso, a solução escolhida foi a proteção da estrutura me-

tálica com revestimento superficial, com tintas à base de borracha clorada e proteção catódica com anodos de sacrifício.

Este tipo de proteção catódica, baseia-se na criação de uma área anódica de sacrifício em relação aos componentes metálicos da guia do removedor de lodo. A estrutura metálica é unida a materiais menos nobres, isto é, a mais ativos, como o magnésio ou zinco, obtendo-se uma pilha galvânica, onde o metal menos nobre funciona como anodo e o material protegido, como catodo.

Foi adotado este tipo de proteção catódica pela facilidade de sua implantação, baixo custo, e quase inexistência da manutenção.

4.1. ESCOLHA DO ANODO DE SACRIFÍCIO

Anodo é um metal eletronegativo em relação a estrutura que queremos proteger. Dentro do eletrólito, no nosso caso a água, adquire comportamento anódico, liberando corrente de proteção.

As características principais dos anodos galvânicos são:

a) potencial em relação à meia célula de Cu/CuSO_4 em circuito aberto.

- b) capacidade de corrente.
- c) eficiência do anodo que é a relação entre corrente utilizável na proteção e a corrente total do anodo. Quanto maior a eficiência, menor a auto-corrosão do anodo.

No quadro 1 estão indicados os principais materiais utilizados na construção dos anodos galvânicos, bem como suas características principais.

Entre nós está muito difundido o uso dos anodos de Zinco, devido a facilidade de se encontrar no mercado e às características.

No nosso caso, devido à facilidade de instalação na guia metálica, foi aproveitado anodo de Zinco constituído de Zinco de alta pureza, fabricado por extrusão contínua ao redor de um núcleo de arame.

Nos primeiros testes, cortamos estes anodos em comprimentos de 1 m e foram soldados ao longo da guia, através das duas pontas do núcleo de arame. Logo em seguida, passamos a cortar os anodos com 2 metros de comprimento, diminuindo-se assim, o número de soldas. Sob aspecto de proteção, este aumento do comprimento não influenciou negativamente.

4.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO GALVÂNICA

a) densidade de corrente:

A corrente necessária para proteção pode ser calculada em relação à área que estiver em contato com o eletrólito, sua resistividade elétrica e eficiência de revestimento.

A figura 5 poderá ser utilizada para se determinar a densidade de corrente em função da resistividade do meio líquido.

b) eficiência do revestimento:

O quadro 2 identifica alguns valores de eficiência do revestimento.

É primordial o conhecimento da preparação da chapa antes de receber o revestimento e verificar se a pintura utilizada é a mais adequada para cada caso.

c) fator de correção de velocidade:

Quando existe movimento do eletrólito em relação à estrutura considerada, é levado em conta este fator, conforme Fig. 6.

Desse modo, a corrente total necessária à proteção, pode ser calculada por:

	Amp. hora/Kg	Potencial V	eficiência %	peso específico g/Cm^3
Zinco	740	- 1,10	90	7,2
Magnésio	1.200	- 1,70	50	1,8
Alumínio	1.870	- 1,10	90	2,8

QUADRO 1

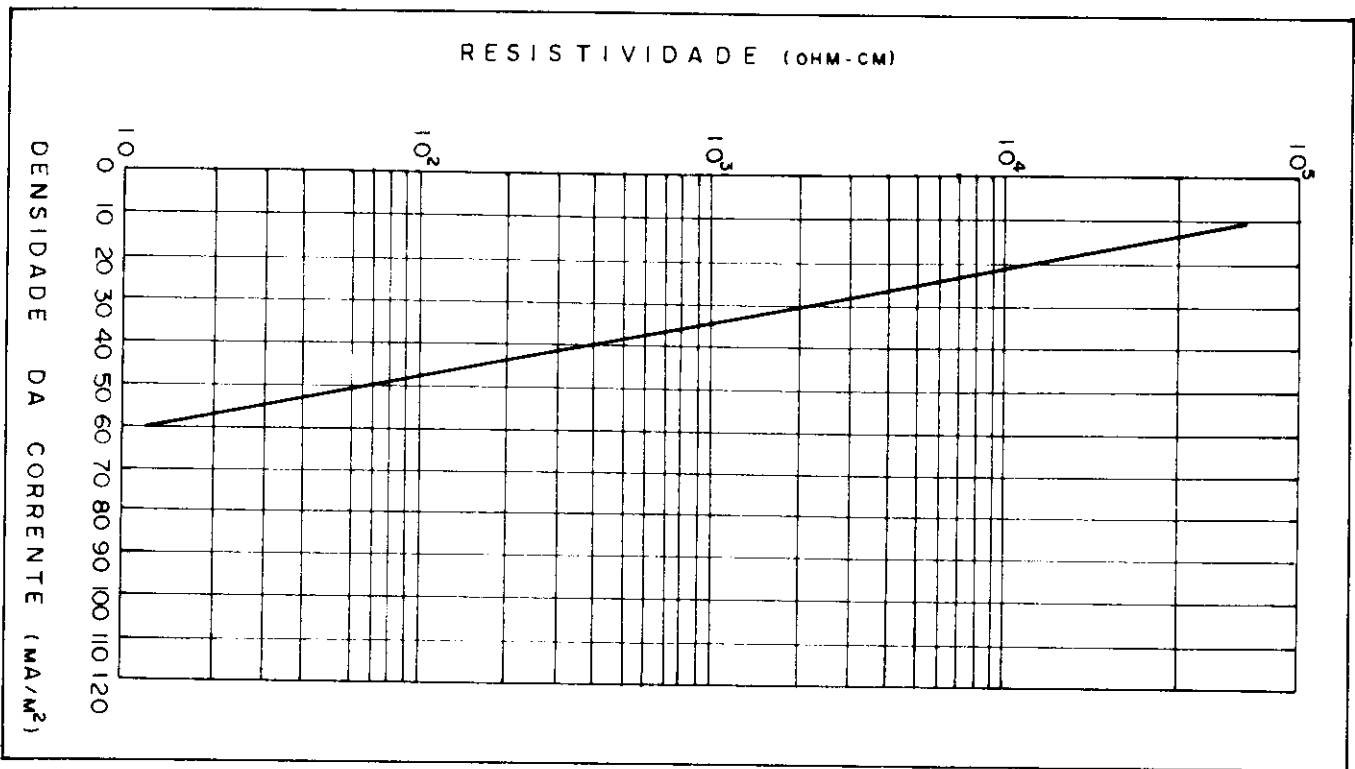


FIG. 5 – Densidade de corrente em função da resistividade.

	Qualidade de Revestimento	Eficiência
Tubulações	excelente – regular	95% – 50%
Fundo de Tanques (externamente)	bom – regular	80% – 40%
Fundo de Tanques (internamente)	excelente	95% – 90%

QUADRO 2

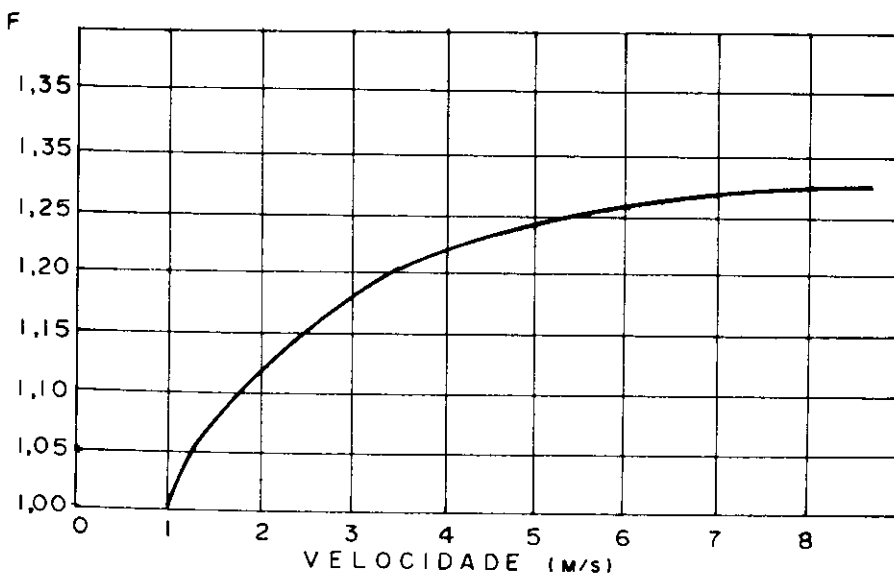


FIG. 6 – Fator de correção da corrente em função da velocidade do eletrólito.

$$I = A \cdot D_c \cdot F (1 - E)$$

I = corrente mA

D_c = densidade de corrente mA/m²

F = Fator de Velocidade

E = Eficiência do revestimento.

d) tempo de vida dos anodos:

Estabelecer um tempo teórico de vida dos anodos, em face às dificuldades operacionais e ou facilidades de manutenção existentes para cada caso em particular.

e) massa de anodo necessário:

O peso do anodo necessário para proteger determinada estrutura metálica imersa em um eletrólito, pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$M = \frac{8.760 \times V \times I}{C \times 0,85}$$

M = massa total de anodo (Kg)

8.760 = nº de horas/ano

V = tempo de vida dos anodos (ano)

I = corrente necessária à proteção (A)

C = capacidade de corrente do anodo Ah/Kg

0,85 = fator de utilização do anodo.

Aplicando-se para o nosso caso:

$$I = A \cdot D_c \cdot F (1 - E)$$

A = 149 m² área a ser protegida

$$D_c = 20 \text{ mA/m}^2 \text{ (Fig. 5)}$$

$$\varphi = 1,85 \times 10^4 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$$

$$F = 1,00 \text{ (fator de velocidade (Fig. 6))}$$

$$E = 0 \text{ (eficiência do revestimento - Foi adotado zero, pois não sabemos o tipo de revestimento adotado por ocasião da instalação.)}$$

$$I = 149 \times 20 \times 1,00 = 2.980 \text{ mA} = 2,98 \text{ A}$$

A massa de eletrodo necessária seria

$$M = \frac{8.760 \cdot V \cdot I}{C \cdot 0,85}$$

$$V = 2 \text{ (tempo de proteção: dois anos)}$$

$$I = 2,98 \text{ A (corrente necessária à proteção)}$$

$$C = 740 \text{ Ah/Kg (capacidade de corrente do anodo).}$$

$$M = \frac{8.760 \times 2 \times 2,98}{740 \times 0,85} = 83 \text{ Kg}$$

Portanto, serão necessários 83 Kg de anodo de sacrifício para proteger a estrutura metálica considerada.

5. APLICAÇÃO PRÁTICA

Os 83 Kg de anodos necessários foram cortados em pedaços de 1 metro, pesando cada um deles 776 gr, perfazendo um total de 106 barras.

Estas barras foram soldadas na guia metálica, equidistantes uma da outra, com eletrodos de solda (Fleetweld 5 P) e as partes de solda novamente revestidas, conforme indica a Fig. 7.

Após um ano de operação deste sistema de proteção, os resultados obtidos demonstraram que o siste-

ma está protegendo eficientemente a guia metálica.

A aparição de alvéolos perfurando a chapa metálica e rugosidade desapareceram completamente e o desgaste dos anodos, que a princípio foram calculados para 2 anos, certamente durarão 4 anos, pois a eficiência do revestimento foi mais alta do que imaginávamos.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos foram bastante animadores e estamos tentando aplicar o mesmo sistema, na estrutura metálica do removedor de lodo.

A conclusão que chegamos é que este método de proteção é bastante eficiente e muito fácil de aplicar em qualquer Estação de Tratamento de Água, com custo de implantação e manutenção baixos.

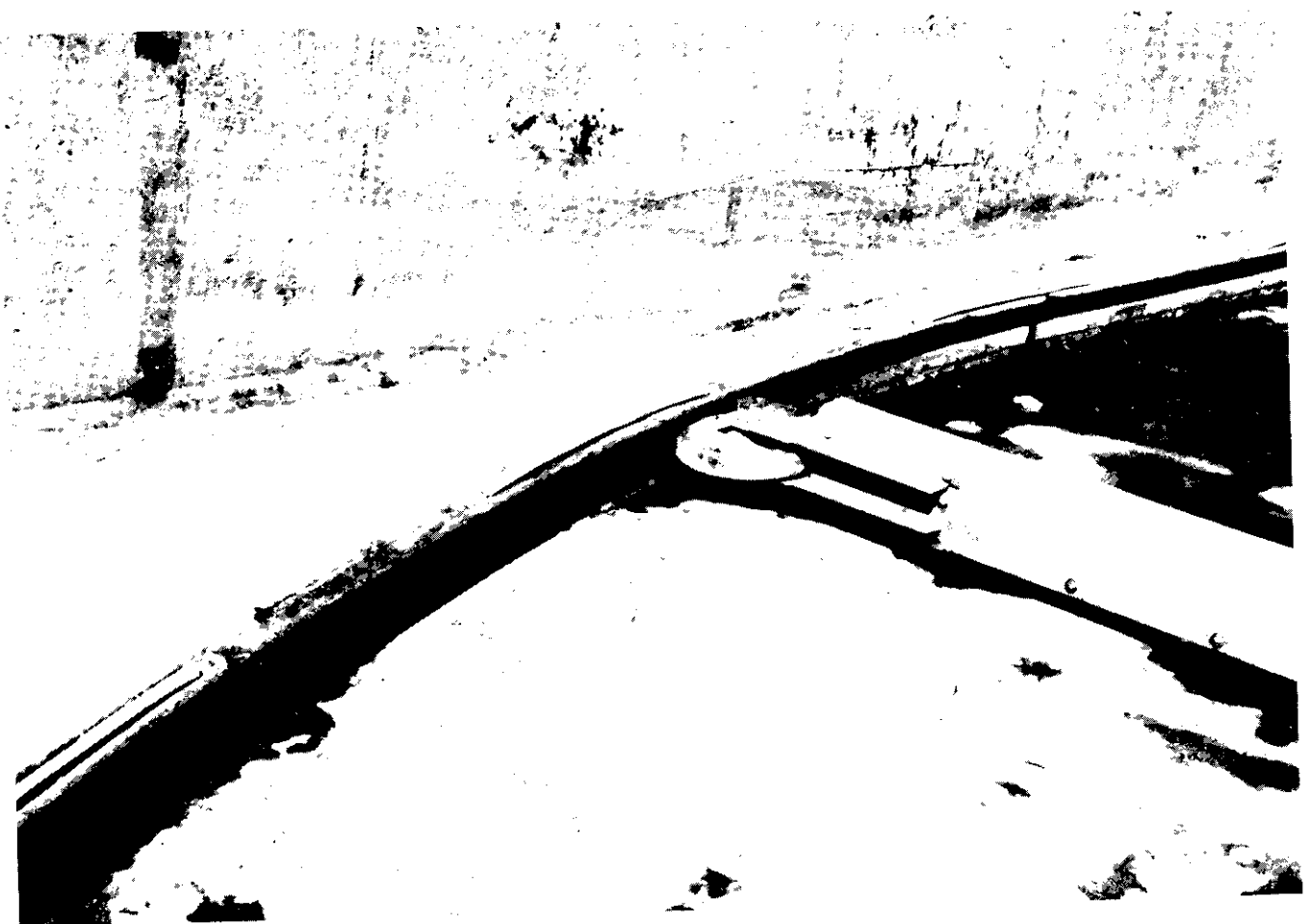


Fig. 7 – Barras de anodo de zinco soldadas no topo da guia.