

Antonio Grandi

Nuova Polmet, Italia

PROTEZIONE CATODICA DEL CEMENTO ARMATO E CEMENTO ARMATO  
PRECOMPRESSO CON ANODI AL TITANIO ATTIVATO NUOVA POLMET-ELGARD:  
UN MERCATO IN SVILUPPO - PRIME APPLICAZIONI E PROSPETTIVE.

Buongiorno a tutti, io sono Grandi della Nuova Polmet. Come ha detto Pedefferri presenteremo quelle che sono le nostre applicazioni sostanzialmente sui viadotti dei ponti. Abbiamo gradito molto essere presenti a questo convegno per 2 ragioni: primo perché quale migliore occasione di poter presentare la nostra tecnologia in un convegno sul titanio, dato che proprio il titanio fa la parte di qualificante della nostra tecnologia e secondo perché direi che è proprio la città di Torino che forse ha valorizzato di più questa tecnologia con la Società S.I.T.A.F., la Società Italiana per il Traforo Autostradale del Frejus, che ci ha affidato la realizzazione della protezione catodica su delle opere molto importanti.

Possiamo vedere infatti subito la prima diapositiva (Fig. 1): questo lavoro è in corso d'opera; questo è il ponte, il viadotto Giaglione. Installeremo la protezione catodica su tutti i ponti del terzo lotto che sono ponti lunghi 600-700 m ciascuno e sono ponti organizzati a conci.

Fig. 2 mostra i conci preparati in attesa di varo del viadotto Clarea, quello successivo molto vicino a Giaglione, come si vede sono elementi prefabbricati che vengono poi varati con opportuni carroponi sulle pile già costruite.

In fig 3 si vede ancora l'area di prefabbricazione, si vede il concio prima del getto, si vede quanto sia densa l'armatura molle da intendersi la materia non precompressa dei conci. Fig. 4 è ancora il viadotto Giaglione, questo è già stato montato e si vede la prospettiva di tutto il viadotto.

Fig. 5 è la movimentazione dei conci; dopo la produzione ogni concio di questo pesa circa 40-60 t, forse dà un'idea di quella che è l'importanza dell'opera.

Come ha detto Pedefferri il ferro nel cemento armato, purtroppo per la nostra società, sta benissimo salvo in presenza di cloruri.

Sono i cloruri che vengono o dall'ambiente marino oppure da impasti sbagliati come quello che è avvenuto nella villetta della Florida presentata da Pedefferri oppure, sostanzialmente, dai sali antigelo. Possiamo dare questi dati: negli U.S.A. circa il 40% dei ponti autostradali, che sono circa 530.000, sono considerati già pesantemente attaccati dalla corrosione. Tanto per dare un altro dato (poiché penso sia abbastanza efficace) sul tratto appenninico della Bologna-Firenze vengono sparse ogni anno 50.000 t di sale. Questo è utilizzato proprio per evitare, se vogliamo, gli spalaneve.

Statisticamente si può dire che in Italia, in pianura, una struttura, un viadotto, può durare da 15 a 20 anni, in montagna la durata si riduce a 5 o a 10, in Svizzera a 5 o a 10 lo stesso, abbiamo casi particolari come S. Bernardino che sono 7 anni, negli U.S.A. dove non si fa uso di asfalto sulle solette dei ponti ecco che la vita cade a 3-5 anni dalla realizzazione (Fig. 6).

Quali sono le tecniche di prevenzione? Le più vecchie sono i nitriti di calcio, le membrane, il rivestimento dei ferri, il miglioramento del rapporto con il cemento durante l'impasto che fa sì che si possa avere un cemento meno poroso e quindi meno permeabile ai cloruri, e direi la protezione catodica di cui ha parlato Pedefferri (Fig. 7).

Nel 1975 sono nate le reti a titanio attivato, nel 1987 la prima applicazione è stata la nostra in Italia proprio sul tratto autostradale per conto della Società Autostrade tra Sasso Marconi e Violeggio.

La nostra società fa uso delle reti al titanio della Elgard americana. 50.000 m<sup>2</sup> di protezioni catodiche sono già installate, 25.000 sono in fase di installazione. Cosa fa la corrosione? Fig. 8 mostra esempi eclatanti: vediamo la corrosione localizzata, teniamo presente che questi sono i ferri che sono rimasti dopo la demolizione completa o quasi della soletta e quindi sono considerati ancora tutto sommato accettabili.

La sequenza di installazione dell'impianto è la seguente: idrodemolizione della soletta, circa 3/4 dello spessore, rimozione, sostituzione di tutte le armature e installazione degli elettrodi di riferimento nel nuovo getto che è stato fatto, installazione delle sonde galvaniche che sono altri elettrodi che servono per la misura della efficacia della protezione catodica, ripresa del calcestruzzo fino a coprire 2-3 cm della parte superiore dell'armatura, posa della rete al titanio e finitura del getto con altri 2 o 3 cm di calcestruzzo.

In Fig. 9 si possono vedere tutti i cavi che fuoriescono dalla parte sottostante della soletta relativi agli elettrodi di riferimento; elettrodi di riferimento che misureranno il potenziale della struttura per verificare se la struttura è in protezione.

Fig. 10: le reti vengono appaiate e stese su tutta la superficie del ponte.

Fig. 11: è l'operazione di saldatura della piattina al titanio che dà continuità ai vari rotoli di anodo e che fuoriuscendo dalla soletta verrà poi collegata al cavo positivo che andrà all'alimentatore.

Fig. 12: l'operazione finita dà un'idea abbastanza chiara della situazione. Dopodiché aspettando non più di 2, 3, 4 h. al massimo, dipende poi dalle condizioni ambientali, proprio per il problema dell'aderenza tra il getto finale di calcestruzzo e quello sottostante si finisce il getto. Ripeto che è molto importante fare l'operazione velocemente per essere sicuri che si formino sotto e sopra la rete di titanio un conglomerato monolitico. Come si vede nella parte dietro della diapositiva ci sono le reti stese e gli operatori, che a mala pena camminano sul getto ancora fresco, stanno finendo l'operazione del getto.

L'altra campata, la carreggiata in direzione Nord, essendo stata organizzata da noi quest'estate, presentava il problema che, aspettando anche solo 2 o 3 h, con temperature elevate quali quelle che si registravano verso giugno si temeva che il cemento maturasse troppo e quindi non si avesse l'adesione perfetta tra il sottostrato e l'ultimo getto. Allora la Società Autostrade ha deciso di completare la soletta del ponte e darci il ponte solo a ripristino effettuato. A nostra cura prevedere un materiale particolare di copertura delle rete. Questo trattamento superficiale però riguarda proprio il rendere rugosa la superficie per un perfetto ancoraggio dell'overlay. Questa è una pallinatura, una macchina che ad alta velocità "spara" sulla superficie delle palline d'acciaio che poi vengono raccolte per non lasciare la superficie "inquinata".

Fig. 13: siamo sul Clarea. E' lo stesso procedimento: qui stanno rifinendo a mano le zone che con la macchina non sono state eseguite bene qui lavoriamo applicando la protezione catodica sui singoli elementi prima che questi vengano varati.

In casi particolari o in superfici verticali un'altra tecnica per il trattamento superficiale è la sabbiatura mediante acqua

ad alta pressione, circa 400-500 Bar, e si arriva più o meno agli stessi risultati.

In Fig. 14, a destra, si vede la struttura come l'abbiamo trovata e come noi l'abbiamo resa ruvida per l'ancoraggio finale dell'overlay.

Fig. 15: ecco il famoso overlay. E' un prodotto che ha avuto tempi di sviluppo molto lunghi, sono 6 anni di studi che la Società americana ha impiegato a trovare un prodotto che oltre ad avere conducibilità limitata sembra aver risolto finalmente il problema meccanico, della resistenza di questi overlay. E' soltanto 1 cm di spessore sotto la rete. Sull'overlay poi si fanno le operazioni di impermeabilizzazione, se lo si crede.

I conci che alimentano sia l'armatura che la rete sono posti sotto il ponte e sono collegati ad una centralina (Fig. 16).

Il sistema di monitoraggio è estremamente complesso, le misure di potenziale della protezione catodica sono un po' più complesse di quella che è la sola lettura del potenziale. Bisogna fare alcune operazioni sulle quali credo non sia il caso di dilungarsi che giustificano comunque il fatto di avere un piccolo computer che rileva le misure, fa le operazioni che deve fare, le stampa, suona l'allarme, spegne gli alimentatori se c'è qualche problema ecc... Questo ponte è stato protetto con 25 Watt. La potenza maggiore consumata non era quella dell'alimentazione ma quella del raffreddamento degli alimentatori. Non mi soffermerei su quelli che sono i criteri di protezione perché forse sono un po' troppo specifici.

Vi ringrazio.



Fig. 1 - Ponte del viadotto Giaglione

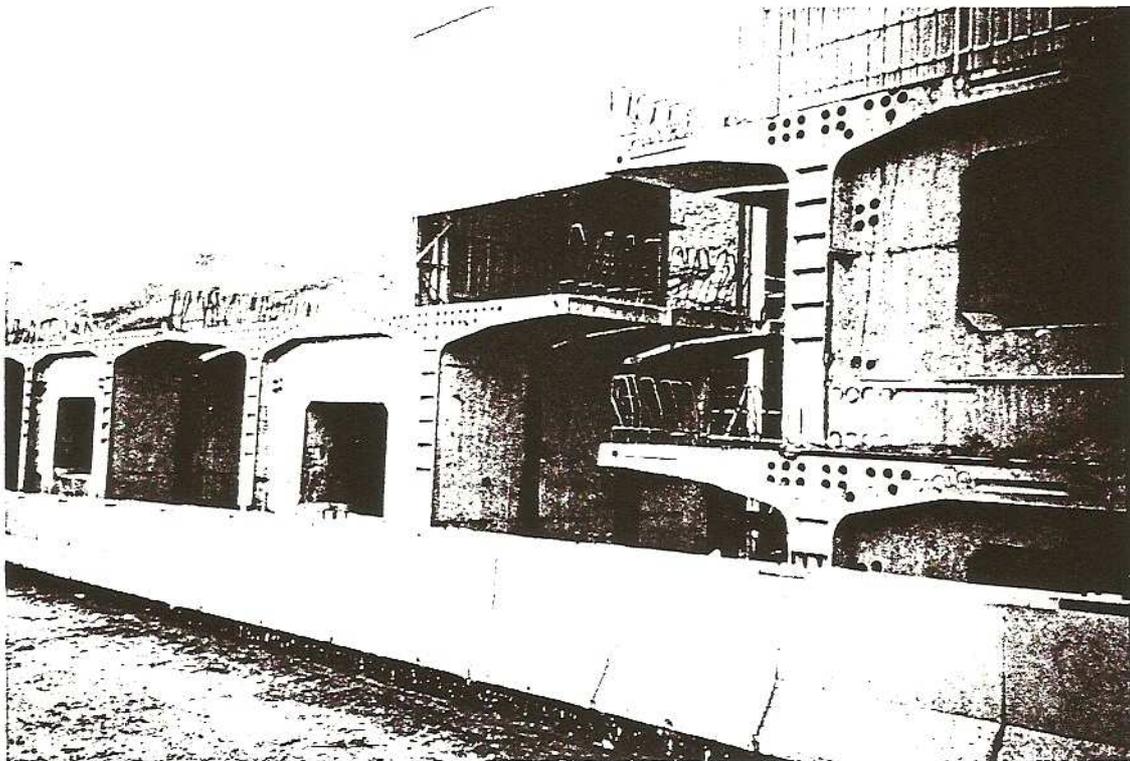


Fig. 2 - Conci del viadotto Clarea

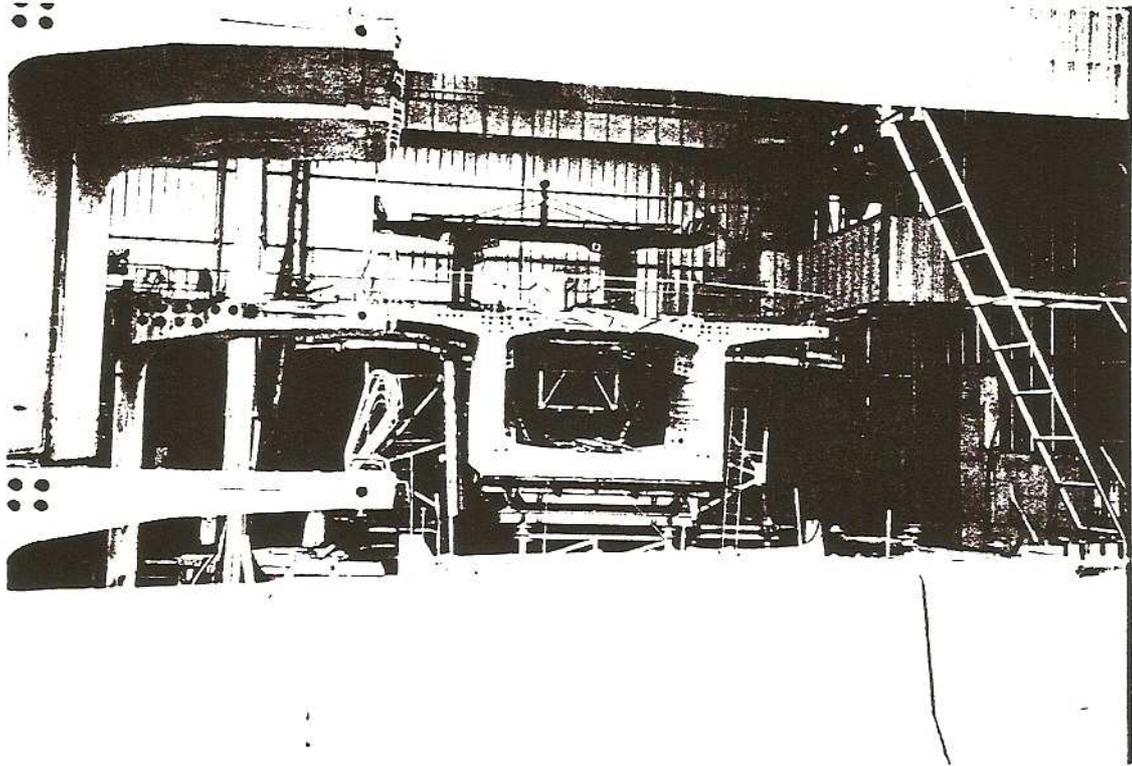


Fig. 3 - Area di prefabbricazione

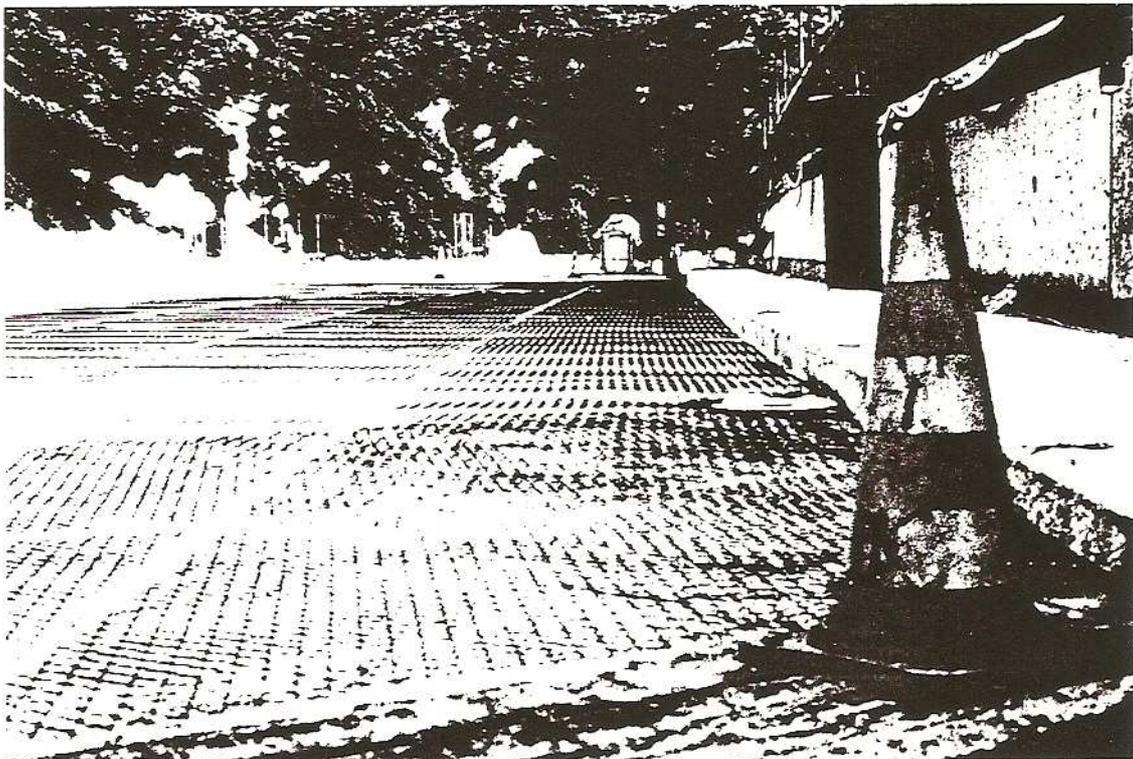


Fig. 4 - Installazione reti di titanio sul viadotto Giaglione

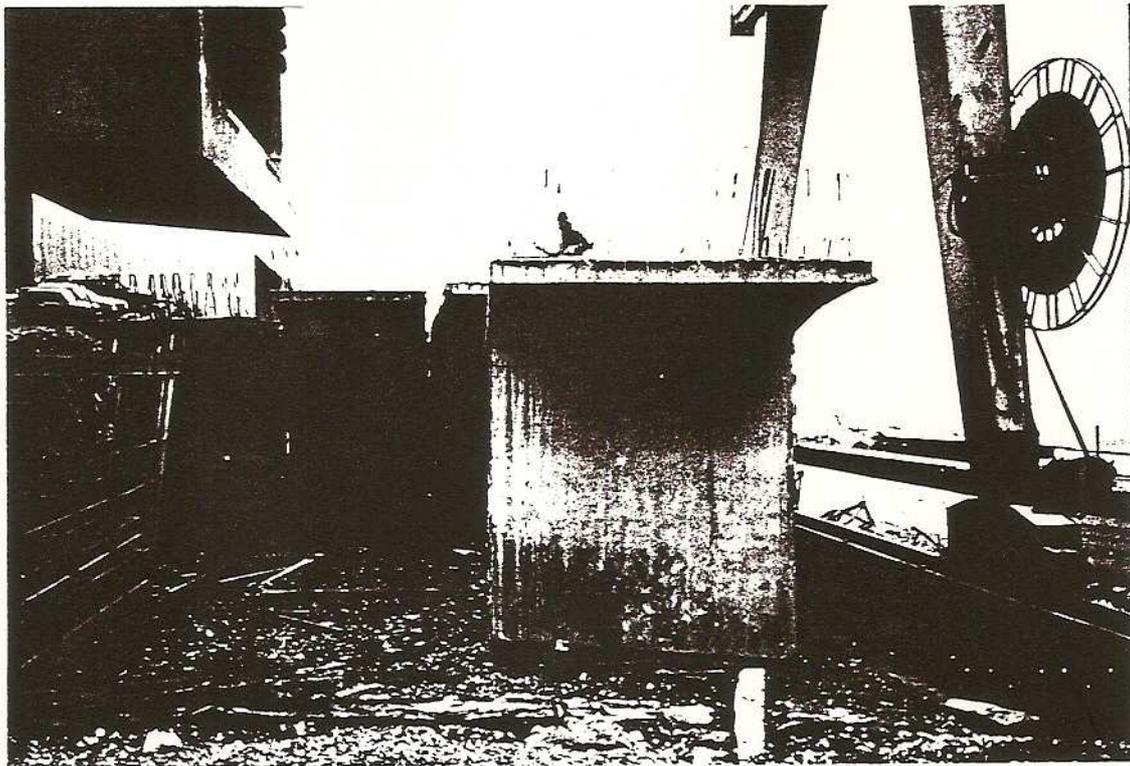


Fig. 5 - Movimentazione dei conci

**JO** NUOVA POLMET SpA  
Cathodic protection 5

**TEMPI MEDI DI INNESCO DELLA CORROSIONE**

<b>ITALIA</b>	- pianura	15 - 20 anni
	- montagna	5 - 10 anni
<b>SVIZZERA</b>	- montagna	5 - 10 anni
	- S. Bernardino	7 anni
<b>U S A</b>	- montagna	3 - 5 anni (*)

(\*) senza uso di asfalto.

Fig. 6 - Tempi medi di innesco corrosione

### TECNICHE DI PREVENZIONE DELLA CORROSIONE

- inibitori di corrosione, es.  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$
- membrane impermeabili
- ferri rivestiti con resine epossidiche
- rapp. acqua/cemento molto basso e uso di riduttori di acqua
- miglioramento della compattezza del calcestruzzo

**protezione catodica**

Fig. 7 - Tecniche di prevenzione della corrosione



Fig. 8 - Esempio di corrosione localizzata

Fig. 9 -  
Cavi di collegamento  
degli elettrodi di  
riferimento

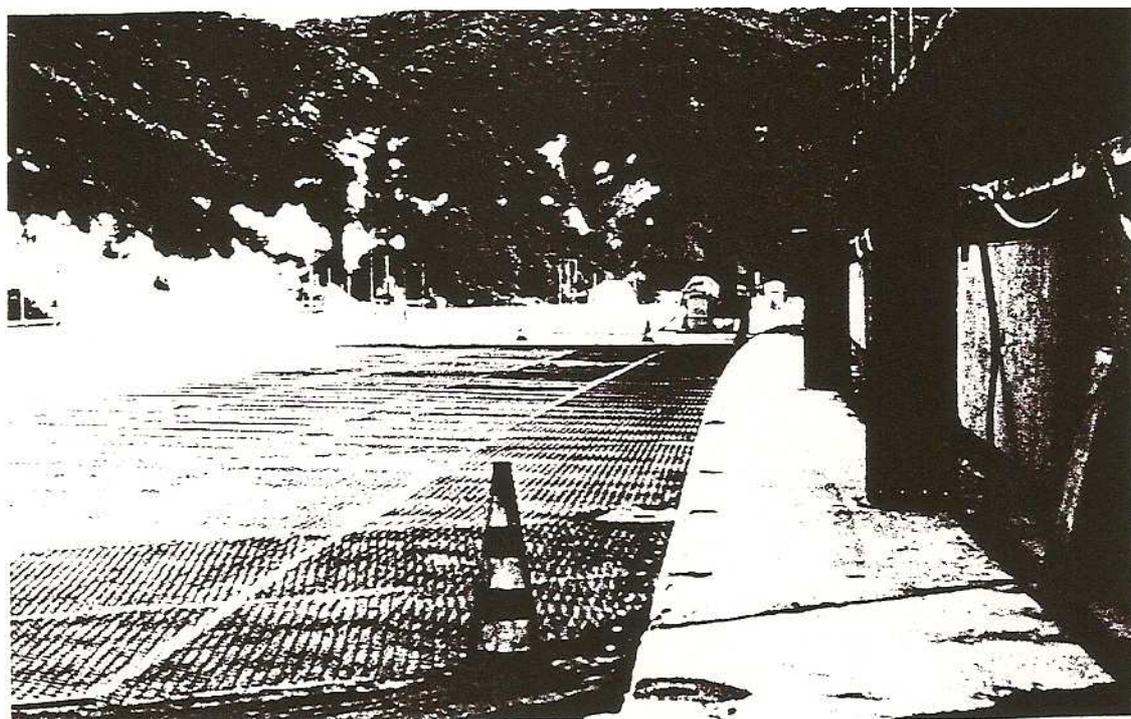
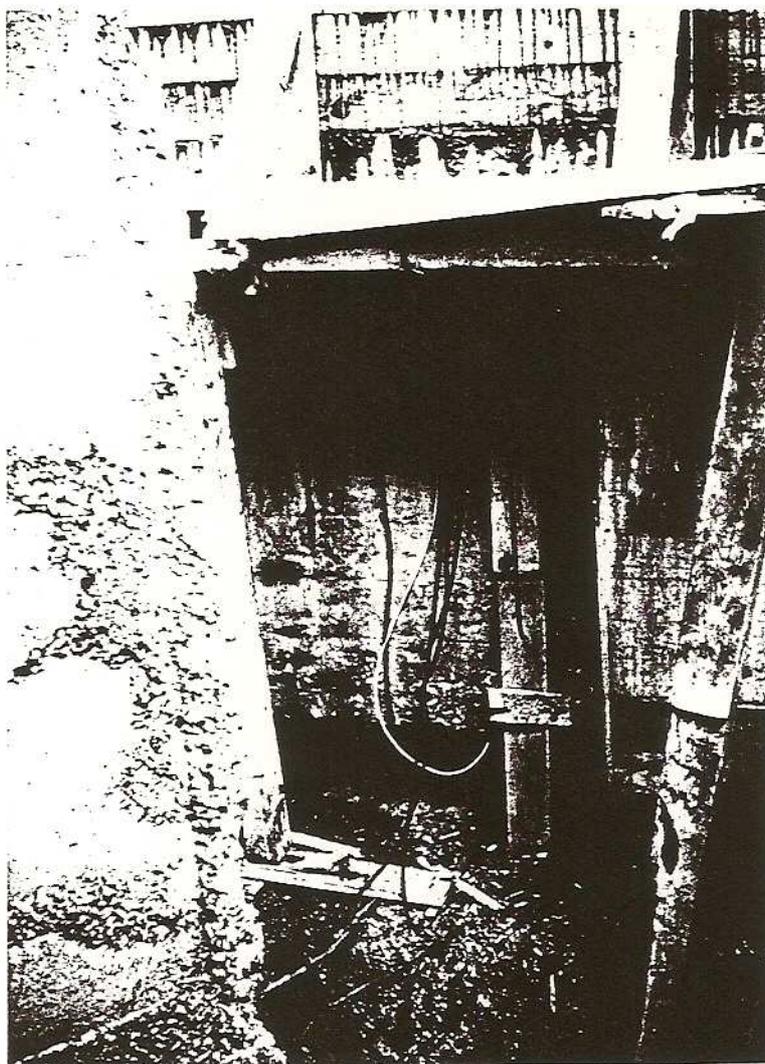


Fig. 10 - Sistemazione delle reti in titanio

Fig. 11 -  
Saldatura della  
piattina alla rete

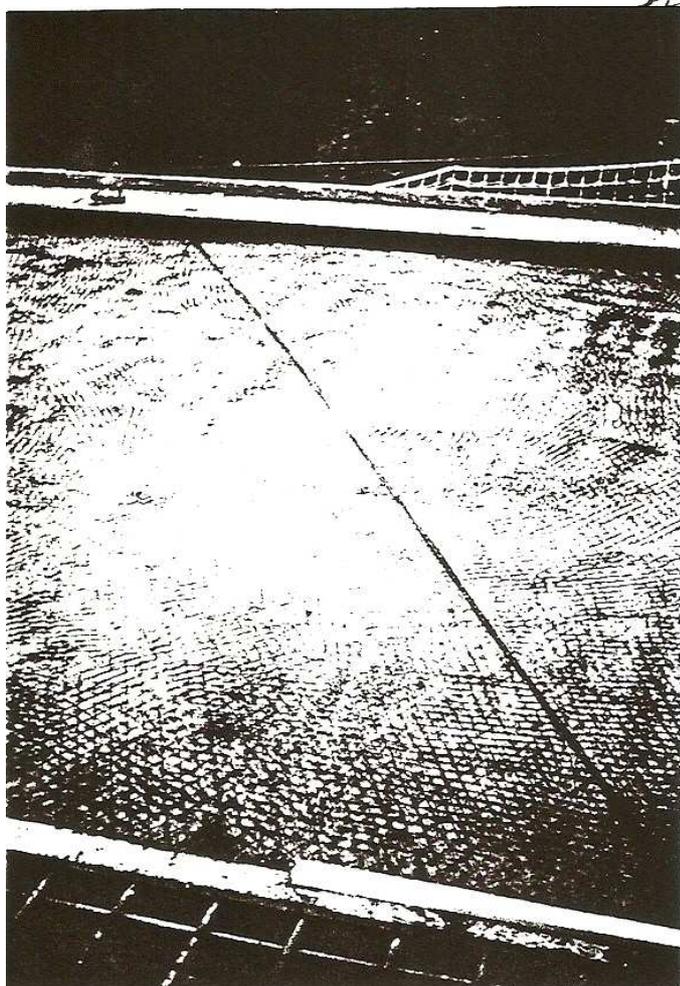
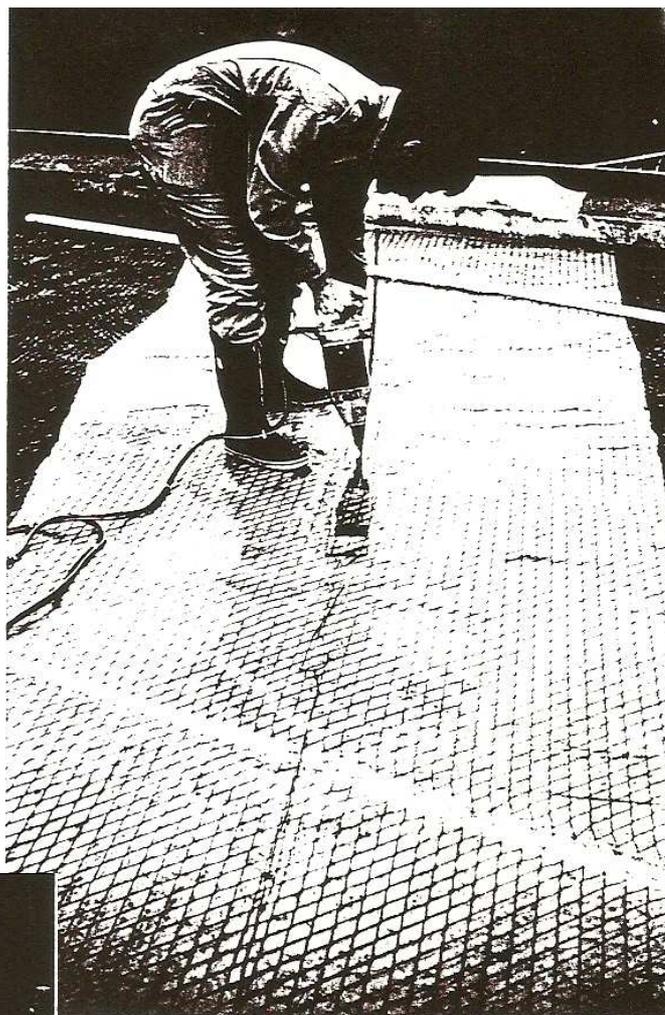


Fig. 12 -  
Struttura in rete  
di titanio ultimata

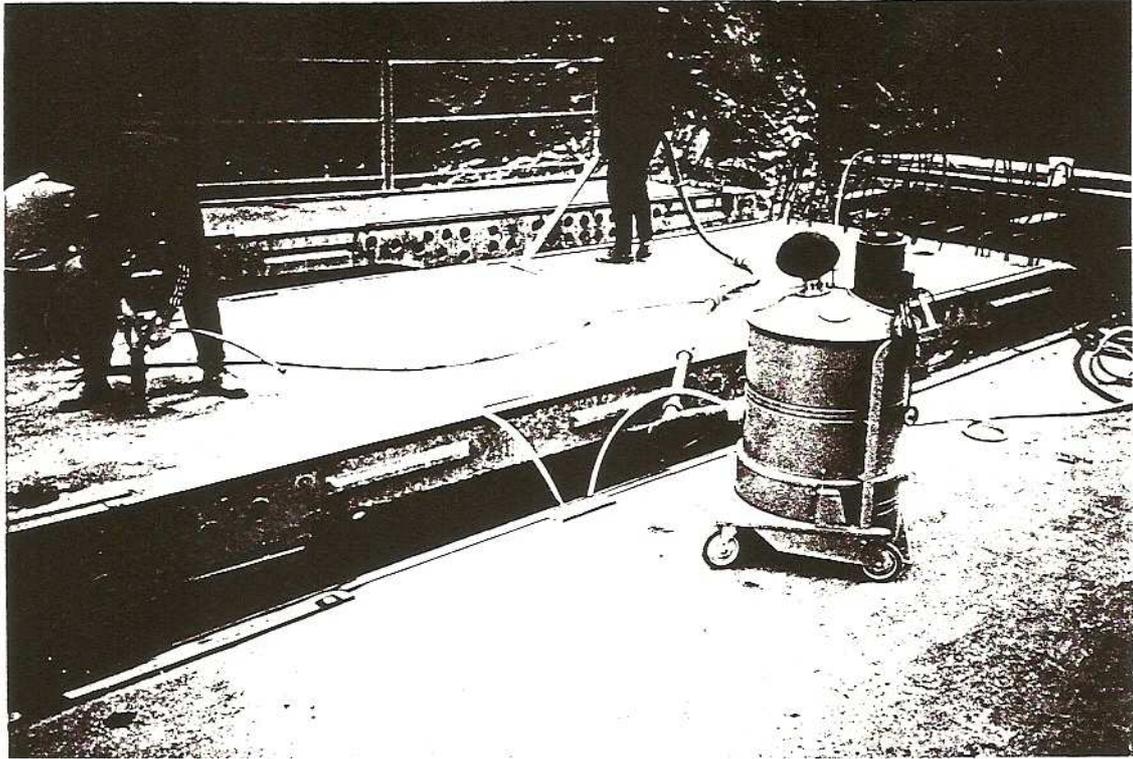


Fig. 13 - Operazione di pallinatura

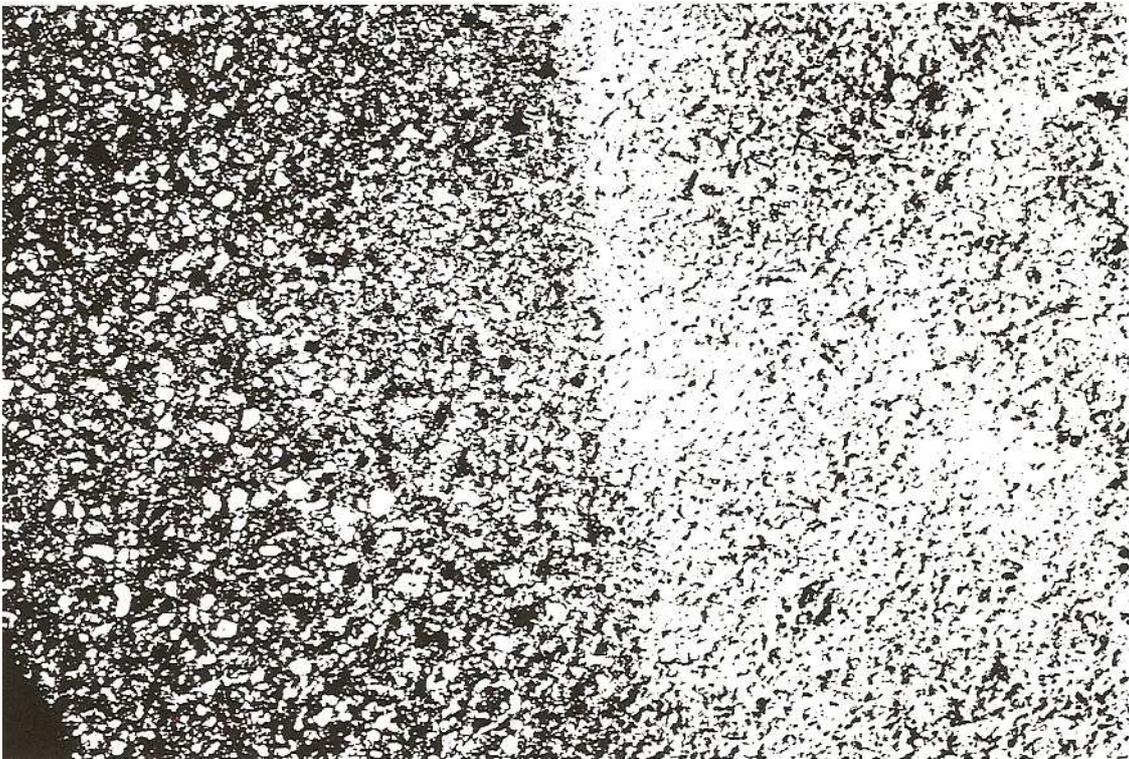


Fig. 14 - Confronto delle superfici prima e dopo il trattamento di pallinatura

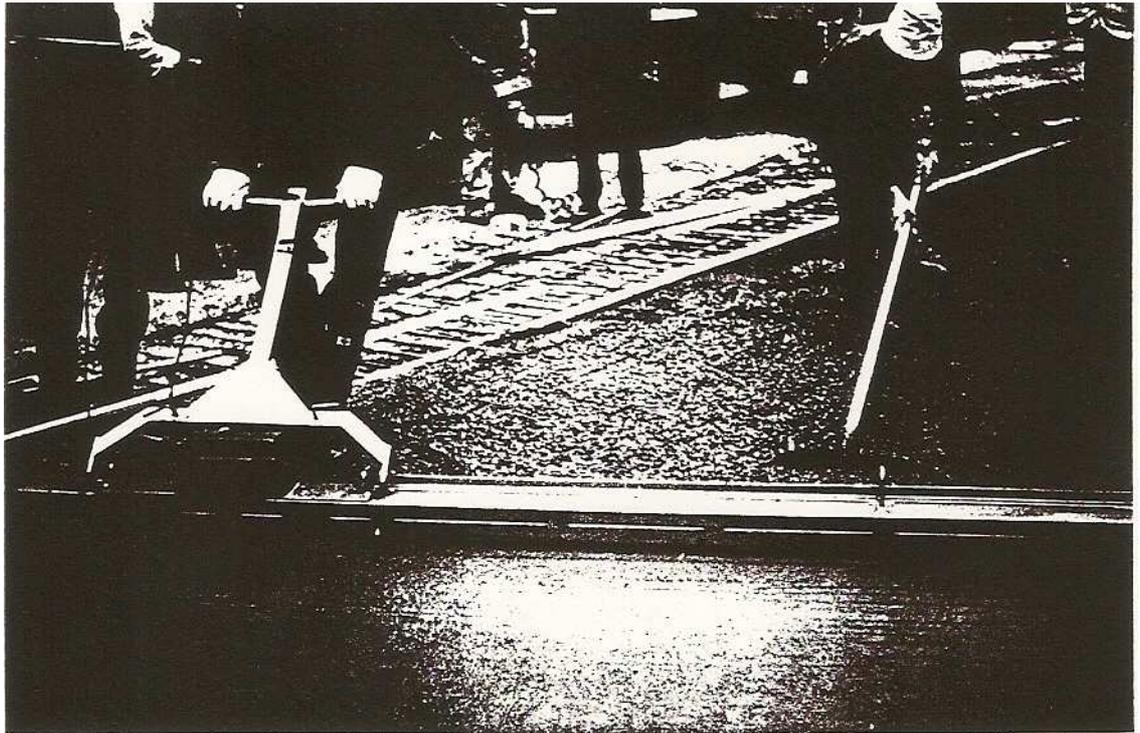


Fig. 15 - Messa in opera dell'"overlay"

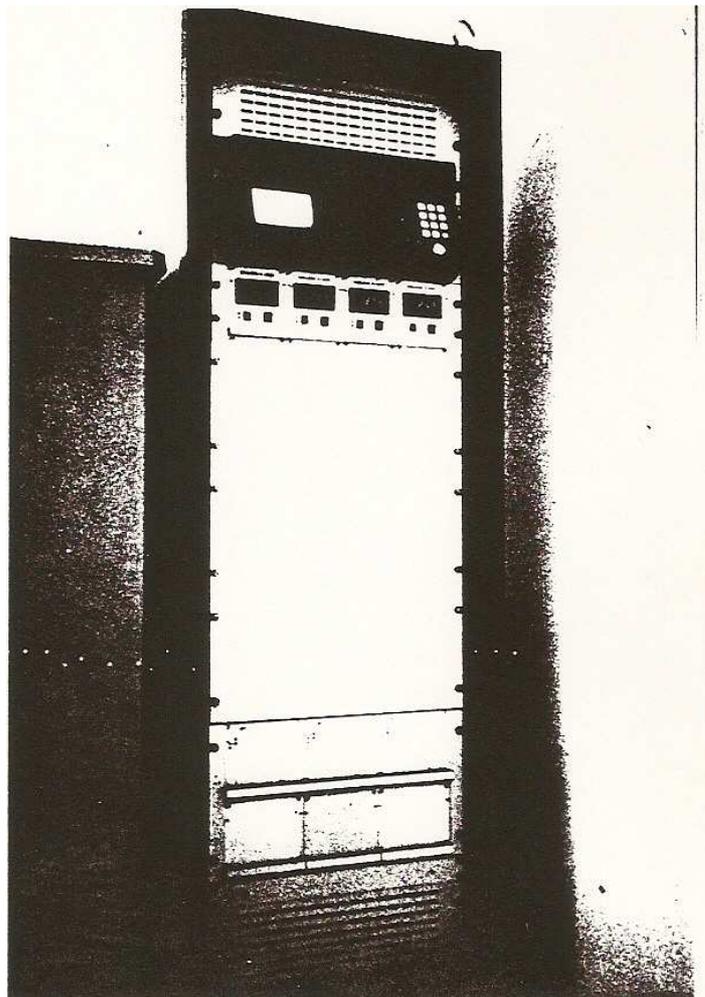


Fig. 16 -  
Centralina con sistema  
di monitoraggio