

LA REALIZZAZIONE DI SOVRASTRUTTURE COSTIERE

LA BONIFICA CON MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DEL SITO DI INTERESSE NAZIONALE DI MUGGIA,
PROGETTO ACQUARIO, PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

Negli interventi di bonifica con messa in sicurezza permanente è possibile utilizzare soluzioni tecnologiche innovative e affidabili: ne è un esempio il progetto Acquario di Muggia (TS).

IL PROGETTO ACQUARIO

Il progetto della messa in sicurezza permanente del terrapieno denominato Acquario sito nel comune di Muggia, in provincia di Trieste, si colloca in quegli interventi di particolare interesse ambientale in quanto coinvolge non solo la messa in sicurezza permanente di un'area inquinata ma si trasforma in un'occasione per attuare un attento studio di riqualificazione urbanistica. Studio urbanistico che ha come obiettivo quello di restituire alla cittadinanza un lungo tratto di costa balneabile, moderno e dotato di tutti i servizi connessi quali;

- aree parcheggio;
- pista ciclabile;
- aree da gioco (beach volley, skatepark);
- servizi commerciali e di ristoro.



1. Il sottofondo da stabilizzare

Il progetto, nato all'inizio degli anni Duemila, e prevedeva l'utilizzo di tecnologie e materiali in uso all'epoca. Nel progetto originario, l'intenzione era quella di isolare il terrapieno dall'ambiente circostante costruendo un vero e proprio tappo cementizio, e sopra di esso realizzare le diverse sovrastrutture previste.

Nello studio di revisione del progetto, dato dal primo stralcio funzionale, denominato P23, i Progettisti hanno voluto tendere verso soluzioni tecnologiche più moderne e funzionali, avendo l'esigenza di realizzare una sovrastruttura leggera, in grado di svolgere:

- una funzione di impermeabilizzazione e isolamento dal sito inquinato;
- di assicurare la portanza del sottofondo;
- rendere permeabile all'acqua la pavimentazione superficiale (pavimentazione drenante).

LE TECNOLOGIE POSSIBILI

Il Concrete Canvas

La prima soluzione oggetto di valutazione fu la soluzione GCCM - Materassino Geosintetico Composito Cementizio. Si tratta di un materassino geosintetico cementizio prefabbricato in stabilimento, tecnologia nota come Concrete Canvas. Con questa tecnologia si rendeva possibile la realizzazione di superfici:

- impermeabili all'acqua;
- resistenti alle azioni chimiche presenti nel terreno (ambienti acidi, alcalini, idrocarburi e solfati);
- resistenti all'irraggiamento solare (raggi UV);
- resistenti al fuoco (Euroclasse B) e alla fiamma libera;
- facili da posare.

La facilità di posa deriva dal fatto che il materiale proviene dallo stabilimento in appositi rotoli posizionati su euro pallet. Una



2. Il Concrete Canvas posato su superfici inclinate



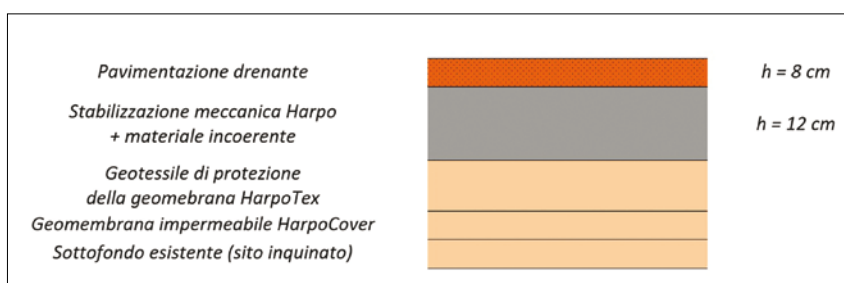
3. La movimentazione in cantiere del Concrete Canvas

volta disimballato, il materiale va steso sulla superficie da ricoprire (preventivamente regolarizzata), si eseguono le saldature dei pannelli adiacenti con tecnologia ad aria calda (saldatrici Leister) e si provvede a idratare la superficie di calcestruzzo con acqua, anche di tipo salino (acqua di mare) in rapporto 0,33, per far avvenire la presa e l'indurimento del materiale. Dopo 24 ore, il materiale è in grado di sviluppare l'80% della sua resistenza ultima a compressione. Il Concrete Canvas consente di assorbire cedimenti differenziali del sottofondo superiori al 5% e, rispetto al calcestruzzo convenzionale a piè d'opera, consente un risparmio di CO₂ emessa in atmosfera del 55% in meno (Norma ISO 14040 EN 15804).

contaminata e l'ambiente. Con questa soluzione era possibile isolare il terrapieno ma non renderlo adeguatamente portante nei confronti delle sovrastrutture gravanti previste a progetto.

La stabilizzazione meccanica

La seconda soluzione proposta era la classica soluzione impiegata nel campo delle bonifiche, cioè impiego di geotessili e geomembrane: il geotessile come elemento di protezione della geomembrana e la geomembrana quale elemento di impermeabilizzazione ed isolamento tra la superficie



6. La soluzione definitiva adottata e realizzata dai Progettisti, dopo le consuete conferenze dei Servizi e le relative autorizzazioni Regionali



4. La stesa della geomembrana Harpocover



5. La stesa del geotessile Harpotex

Per risolvere tale requisito prestazionale è stata proposta la tecnica della stabilizzazione meccanica della Harpo, che consiste nell'impiegare la struttura tridimensionale di confinamento riempita con materiale non coesivo. In tal modo, è possibile realizzare una piastra di altezza derivante da progetto, immediatamente transitabile, da utilizzarsi come piattaforma di lavoro (working platform) e di appoggio per i mezzi di cantiere per la realizzazione dei tratti successivi della sovrastruttura. La piattaforma così realizzata è caratterizzata da una buona drenabilità, per cui è possibile abbinarla con superfici o con pavimentazioni drenanti.

LA PROCEDURA DI PROGETTAZIONE

La procedura di progettazione seguita è quella presentata nel XXIV Convegno Nazionale Stradale, quaderno AIPCR sviluppato dal Comitato Tecnico C7/8: Pavimentazioni stradali - Le pavimentazioni per la viabilità minore, che nella parte inerente le pavimentazioni drenanti consiglia di utilizzare il metodo empirico sviluppato dall'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

La metodologia prevede, nella verifica o progettazione delle pavimentazioni flessibili, una serie di variabili di carattere generale e delle variabili intrinseche al tipo di sovrastruttura oggetto dell'analisi. Nel primo gruppo si annoverano il periodo di tempo da considerare per la vita utile della pavimentazione, il traffico espresso come numero totale cumulato di assi standard nel periodo di tempo stabilito per il progetto, il concetto



7A e 7B. La stabilizzazione meccanica attuata da Harpo

di affidabilità della progettazione, l'indicatore di degrado della pavimentazione e l'effetto delle condizioni ambientali sul degrado di una pavimentazione. Tra le variabili intrinseche si definisce il modulo resiliente efficace del sottofondo stradale e l'indicatore strutturale di resistenza (Structural Number SN) della pavimentazione.

L'indicatore strutturale SN dipende dallo spessore degli strati, dai coefficienti di equivalenza degli strati e dai coefficienti di drenaggio della fondazione e del sottofondo ed è calcolato attraverso la seguente relazione:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (1)$$

dove:

- a_1 , a_2 e a_3 = i coefficienti di equivalenza degli strati rispettivamente per la superficie, la base e la sottobase;
- D_1 , D_2 e D_3 = gli spessori rispettivamente della superficie, della base e della sottobase;
- m_2 = il coefficiente di drenaggio della fondazione;
- m_3 = il coefficiente di drenaggio del sottofondo.

I coefficienti possono essere determinati sia empiricamente dai dati ottenuti e pubblicati dell'esperimento AASHTO, oppure possono essere determinati partendo dalle proprietà dei materiali (moduli elastici). Nel nostro caso, si sono determinati utilizzando i valori empirici dei coefficienti di equivalenza pubblicati nel manuale dell'Ingegnere Civile, pag. 363, edizioni ESAC 1985.

Il valore del coefficiente dello strato stabilizzato meccanicamente è stato determinato in funzione del valore del modulo



9. L'area di parcheggio

elastico dello strato rafforzato, poiché l'azione di confinamento consente un incremento del modulo del materiale racchiuso; in funzione di questo incremento è possibile determinare il valore del coefficiente di equivalenza dello strato rafforzato. Una volta attribuiti tutti i parametri richiesti, è stato possibile determinare lo SN della sovrastruttura e, quindi, il numero di assi di progetto transitanti sull'opera.

La progettazione è da considerarsi soddisfatta se il numero di assi di progetto consentiti dalla sovrastruttura eguaglia o supera gli assi di progetto previsti per quella pavimentazione. ■

⁽¹⁾ Ingegnere, Responsabile Tecnico Settore Strade di Harpo SpA, Divisione SEIC



8. L'opera finita

DATI TECNICI

Stazione Appaltante: Assessorato ai Lavori Pubblici del Comune di Muggia

Contraente Generale ed Esecutori dei Lavori: A.T.I. Venuti Lino Srl Applicatori Società Cooperativa

Progetto esecutivo, Direzione dei Lavori e Responsabile della Sicurezza: Ing. Enrico Musacchio della Proteco Engineering

RUP: Arch. Paolo Giuseppe Lusin del Comune di Muggia

Direzione di Cantiere: Geom. Valerio Venuti

Importo dei lavori: 972.000 Euro