

Il condizionamento dello smarino avviene iniettando sul fronte della testa di scavo, o in altri punti della camera di scavo o della coclea, determinati prodotti schiumogeni e polimeri, bentonite ecc. Tale processo crea una sorta di “pasta” che consente di gestire agevolmente la pressione all’interno della camera di scavo. Sono, quindi, gli additivi (tensioattivi) che debbono essere abbattuti nel materiale estratto da smaltire e nelle acque interessate al processo per eliminare rischi di contaminazione per il suolo e le acque superficiali e di falda.

La Tbm è uscita dal sottosuolo dopo aver scavato ininterrottamente per circa 8 km. I lavori, salvo un’interruzione di pochi giorni, sono proseguiti con continuità nonostante il *lockdown* per la pandemia. Alla realizzazione dello scavo hanno lavorato, ininterrottamente, oltre 450 tecnici e operai specializzati della Pavimental, ditta incaricata dell’esecuzione dei lavori, e di altre 20 imprese affidatarie.

L’impatto ambientale è stato costantemente verificato dall’Arpat in conformità all’autorizzazione integrata ambientale. Al controllo istituzionale ha fatto riscontro un sistema di monitoraggio di autocontrollo in continuo degli scarichi idrici del parametro *methylene blue active substances* (sostanze attive al blu di metilene, Mbas), eseguito attraverso tre linee di una centralina di monitoraggio collegate ai due impianti di depurazione delle



2

acque reflue provenienti dal sistema di escavazione.

Sostenibilità ambientale e sicurezza

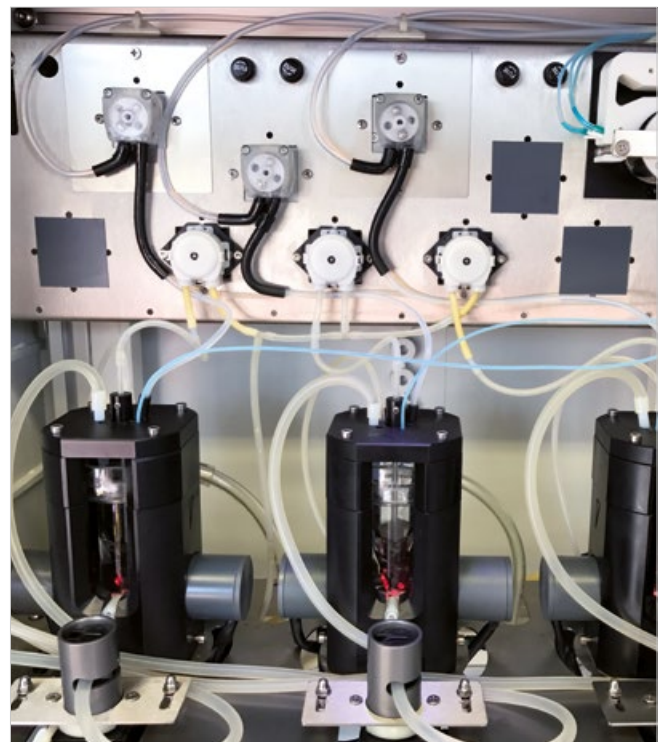
L’attenzione alla sostenibilità ambientale ha riguardato sia la fase di progettazione dell’opera sia le metodologie per il recupero, la caratterizzazione e lo smaltimento del materiale di scavo. La gestione del ciclo idrico è stata realizzata con una visione integrata sull’insieme dell’ecosistema degli acquiferi. Il monitoraggio ha visto il controllo settimanale dell’Arpat e l’installazione di un innovativo sistema di autocontrollo degli scarichi delle acque depurate, immesse poi

direttamente nei corpi idrici superficiali. Per limitare l’impatto dovuto all’elevato numero di automezzi circolanti per la movimentazione dei materiali di scavo si è optato per l’uso di nastri trasportatori esterni alla galleria.

Il materiale in uscita dal tunnel è stato stoccato in dieci vasche di deposito temporaneo, per garantire la naturale biodegradazione del tensioattivo anionico utilizzato come additivo durante lo scavo. Al termine di un determinato periodo di “maturazione”, il terreno è stato sottoposto a specifici test ecotossicologici, stabiliti dal tavolo tecnico composto da Ispra, Autostrade per l’Italia, Pavimental Spa, Irsa-Cnr, Iss e Arpat. Ogni volta che i test hanno dato un buon esito, il materiale contenuto



3



4

all'interno della vasca è stato impiegato nel rimodellamento definitivo dell'area. Quando invece è stato rilevato un superamento dei limiti degli inquinanti, verificatosi solo due volte, il materiale di scavo è stato smaltito come rifiuto. Sono stati costruiti due impianti di depurazione delle acque, che tramite una rete di fossi e vasche di accumulo, raccolgono e trattano le acque meteoriche dell'area prima dello scarico nei corpi idrici superficiali. Un impianto, quello di potenzialità minore, è di tipo chimico-fisico ed è composto da una fase di neutralizzazione, una fase di chiari-flocculazione e un passaggio finale in filtri a carboni attivi per la rimozione dei tensioattivi. L'altro impianto, di potenzialità maggiore, è di tipo chimico-fisico-biologico, ha una vasca di ossidazione biologica dei tensioattivi a fanghi attivi. In entrambe le uscite dagli impianti sono presenti i pozzetti di ispezione e prelievo dei campioni per i necessari controlli dell'Arpat e per gli autocontrolli in continuo eseguiti dalla Pavimental. Il parametro Mbas è stato determinato automaticamente ogni due ore, attraverso un'innovativa centralina per l'analisi colorimetrica del blu di metilene. Sono state stabilite soglie di ripetizione del trattamento delle acque reflue nell'impianto di depurazione, ogni volta che venivano superati i 2 ppm di Mbas. Quando il limite è stato superato lo scarico è stato interrotto e il trattamento di depurazione delle acque reflue ripetuto.

Nella cabina, dov'era alloggiata la centralina, erano presenti tre celle di analisi collegate direttamente ai depuratori: la prima al depuratore chimico-fisico, la seconda a quello biologico e la terza è stata utilizzata per le analisi "a spot" per il controllo delle acque di cantiere. Un tale sistema di monitoraggio ha dato buoni risultati in termini di prevenzione dello scarico di acque inquinate, in tempo utile alle dinamiche temporali dei lavori di scavo, evitando le lunghe attese dei risultati analitici provenienti dalle tradizionali procedure di campionamento, conferimento e analisi in laboratorio. La metodica analitica automatizzata

- 2 Uscita della Tbm. A giugno 2020 la Tbm è uscita dalla galleria dove ha lavorato per tre anni consecutivi, con una velocità di avanzamento dieci volte superiore rispetto alle tecnologie tradizionali.
- 3 Pompe di prelievo, collegate ai depuratori per l'invio dell'acqua trattata alla centralina tri-canale.
- 4 Celle di misura in continuo del parametro Mbas.

per l'auto-controllo è la stessa prevista dalla normativa Irsa-Cnr ed eseguita dagli organi di controllo. I dati del controllo di qualità hanno confermato la riproducibilità e la stabilità delle misure. La taratura delle centraline è stata eseguita sistematicamente ogni settimana, e ogni tre mesi è stato effettuato il controllo qualità, somministrando alle centraline soluzioni standard di Mbas con concentrazione pari a 2 ppm. Il confronto dei valori misurati dalle centraline è riportato in *figura 2*. Complessivamente sono state eseguite in automatico 12.527 analisi, dal 25 aprile 2017 al 22 gennaio 2021, alle quali si sono sommati i controlli settimanali dell'Arpat (*figura 3*).

Il potenziamento della A1, nel tratto Barberino del Mugello - Firenze Nord, ha visto la realizzazione di un'opera in tempi, modalità e tecnologie che ancora oggi non ha eguali in Italia ed Europa. L'apertura al traffico della galleria Santa Lucia, dal 18 marzo 2022, è un'opera autostradale

dotata delle più moderne infrastrutture per la sicurezza dei viaggiatori quali banchina, marciapiede, corpi illuminanti, impianti di ventilazione e, al di sotto della piattaforma stradale, un cunicolo di sicurezza per l'evacuazione in emergenza degli utenti. L'impatto ambientale sulle risorse idriche, dovuto all'utilizzo di additivi fangosi ad alta densità e di tensioattivi, è stato scongiurato grazie ai due depuratori e al controllo in continuo delle acque trattate prima dell'immissione nei corpi idrici superficiali.

Franco Scarponi¹, Stefano Folini², Armando Bedendo³, Italo Menegola⁴

1. Università di Bologna, consulente tecnico
2. Responsabile Ufficio Ambiente, Pavimental spa - Barberino Infrastrutture
3. Ecofield Stazione di monitoraggio
4. Direttore tecnico Area Nord Ovest, Pavimental spa

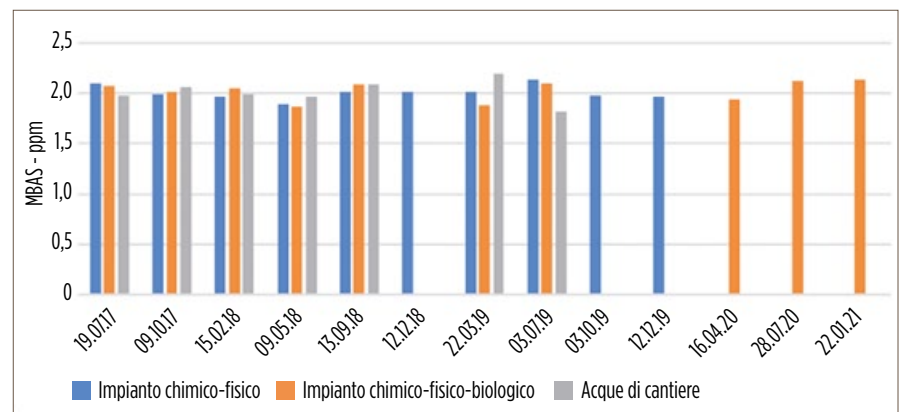


FIG. 2 DATI AUTOCONTROLLO MBAS
I dati dell'autocontrollo qualità misurati dalle centraline rispetto alla somministrazione dello standard di 2 ppm di Mbas eseguiti tra 2017 e 2021.

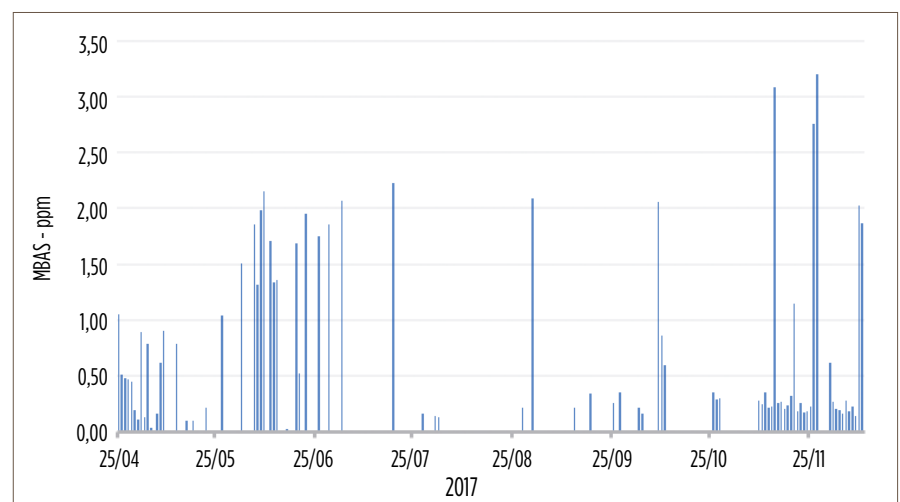


FIG. 3 DATI MBAS
Rappresentazione grafica dei dati Mbas misurati dalla centralina al punto di scarico depuratore chimico fisico dal 25/04/2017 al 11/12/2017 (625 controlli, uno ogni ora). I valori coincidenti a 2 ppm sono relativi alla soluzione standard somministrata. Invece i superamenti di questo valore corrispondono al ri-processamento delle acque reflue.