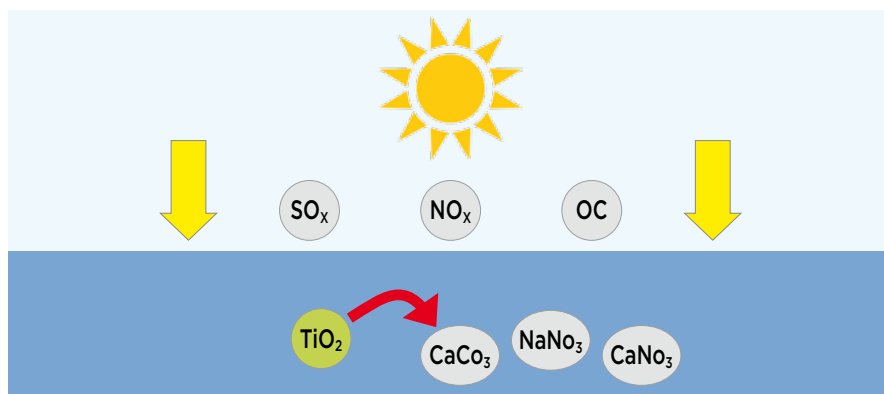


NUOVE RICERCHE PER RIDURRE L'INQUINAMENTO DELL'ARIA

SONO NUMEROSI GLI ESPERIMENTI PER RIDURRE I LIVELLI DI INQUINAMENTO. IL PROGETTO ISCAPE (IMPROVING THE SMART CONTROL OF AIR POLLUTION IN EUROPE) COINVOLGE DIVERSI PARTNER EUROPEI, ITALIA COMPRESA, CON L'OBIETTIVO DI SVILUPPARE STRATEGIE SOSTENIBILI DI CONTROLLO PASSIVO. ARPAE È FRA I PARTECIPANTI ALL'ESPERIMENTO DI BOLOGNA.

La riduzione del livello di inquinamento sta diventando sempre di più oggetto di ricerca. Nei centri urbani gli sforzi si indirizzano sia verso approcci attivi, che prevedono ad esempio la riduzione sempre crescente delle emissioni veicolari, sia verso approcci passivi ossia che migliorano la qualità dell'aria senza l'utilizzo di energia. I sistemi di controllo passivo dell'inquinamento comprendono l'introduzione nell'ambiente urbano di barriere (es. utilizzando l'architettura verde) o impiego di materiali che vengono applicati nelle zone più critiche della città in modo da modificare i meccanismi di dispersione degli inquinanti per favorirne la diluizione (caso delle barriere) o indurre assorbimento o deposizione degli inquinanti stessi in modo da favorirne la rimozione dall'atmosfera. I sistemi di controllo passivo più noti comprendono i *low boundary walls*, muretti o barriere acustiche posti fra la strada e i pedoni, alberi o siepi opportunamente studiati per modificare la dinamica della circolazione nelle strade urbane, pareti o tetti verdi, ampie aree verdi o giardini, modifiche della geometria delle strade con pochi accorgimenti architettonici. Fra le tecniche passive sono state introdotte di recente anche le vernici fotocatalitiche. Queste sono, ad esempio, composti di ossido di Titanio (TiO_2) che, attivati dalla radiazione solare nell'intervallo dell'ultravioletto, reagiscono con gli ossidi di azoto (NO_x), ossidi di Zolfo (SO_x) e sostanze organiche (OC) presenti nell'aria, anche in forma di particolato atmosferico (PM), producendo particelle inerti che aderiscono alla parete a cui le vernici sono state applicate.

Il meccanismo fisico che agisce è simile a quello della fotosintesi, come schematizzato in *foto 1*: la radiazione ultravioletta agisce sullo strato di vernice generando coppie elettrone-lacuna che a loro volta generano radicali liberi (OH) molto reattivi, che si combinano con gli inquinanti trasformandoli in particelle



1

inerti come nitrati di sodio (NaNO_3), nitrati di calcio ($\text{Ca}_2(\text{NO}_3)_2$) e calcare (CaCO_3). Sebbene l'impiego in atmosfera reale è ancora in fase sperimentale e la letteratura scientifica sull'argomento non abbia ancora raggiunto un consenso, queste vernici sono state ampiamente testate in laboratorio. I test di laboratorio o in ambienti controllati mostrano che, se applicate sui materiali usati comunemente in edilizia, come cemento, asfalto o pietre, producono un assorbimento fino al 70% dell' NO_x con cui sono in contatto (Mills, 2007). Inoltre, le reazioni possono avvenire anche con particelle di dimensioni nanometriche o micrometriche (Folli et al. 2010). Generalmente le vernici possono essere applicate in tre modi, (Magdalena and Zajac, 2016): tramite la stesura di una soluzione di TiO_2 in acqua, tramite la stesura di una miscela di TiO_2 e composti organici, o tramite il miscelamento di TiO_2 direttamente nel cemento da costruzione o nell'asfalto.

Ricerche condotte in laboratorio hanno mostrato che superfici trattate con queste vernici portano a una riduzione delle concentrazioni di NO_x dell'ordine del 60-70%. La tecnica del mescolamento nell'asfalto è stata utilizzata in diversi esperimenti e ha mostrato un'efficacia minore rispetto alle prime due. Ad esempio, in un esperimento condotto

dall'Università della Lusiana (Ballari et al., 2010) è stato mostrato un confronto fra le due tecniche. La ricerca ha mostrato come la riduzione di NO_x su superfici trattate con la tecnica del mescolamento sia dell'ordine del 3-7%, mentre su superfici verniciate con TiO_2 la riduzione sale tra il 39% e il 52%. Pochi esperimenti sono ancora disponibili in letteratura sull'efficacia delle vernici fotocatalitiche condotti all'aperto, in strada.

Un esperimento è stato condotto all'interno del tunnel Umberto I, nel centro di Roma, per valutare l'applicazione delle vernici in interni, quindi in luoghi con scarsa disponibilità di raggi UV (Guerrini et al., 2012) (*foto 2*). La locazione era stata scelta in virtù della relativa bassa varietà di elementi che agiscono: i parametri principali da considerare sono il flusso d'aria e quello dei mezzi che attraversano la galleria. Le misure, comparate con le stazioni ufficiali vicino al tunnel, evidenziarono come la riduzione dei

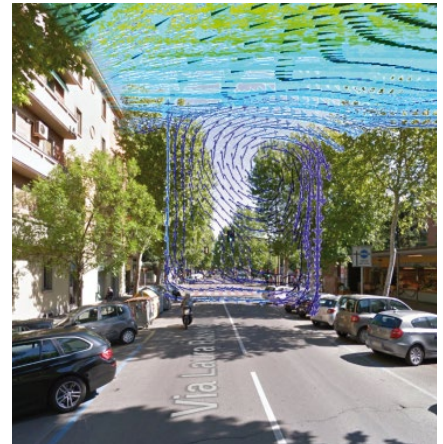
- 1 Reazione delle vernici fotocatalitiche con gli inquinanti dell'aria.
- 2 Fasi della posa della vernice all'interno della galleria (Guerrini et al., 2012).
- 3 Area del Lazzaretto (Bologna) dove è previsto l'esperimento.
- 4 Rappresentazione grafica del vortice che il vento instaura in un canyon stradale a causa della presenza dei palazzi circostanti.



2



3



4

nitriti superasse il 20%, con punte di oltre il 50% se misurate durante le campagne estive, quando la disponibilità di raggi UV aumenta anche all'ingresso del tunnel. Inoltre i picchi relativi a tutte le specie di NO_x, misurati all'esterno del tunnel, non sono stati registrati al suo interno. Il progetto europeo iSCAPE (*Improving the Smart Control of Air Pollution in Europe*), diretto dall'University College di Dublino (Ucd) e che coinvolge diversi partner europei compresa l'Italia, si pone l'obiettivo di sviluppare strategie sostenibili per ridurre l'inquinamento urbano (www.iscapeproject.eu). Tra i partner italiani vi sono l'Università di Bologna (Dipartimento di fisica e astronomia e Dipartimento di ingegneria industriale) e Arpae-Emilia Romagna. Il primo obiettivo di iSCAPE è quello di sviluppare strategie sostenibili di controllo passivo dell'inquinamento. Nel progetto sono previste campagne sperimentali rivolte all'approfondimento e verifica in ambiente urbano dell'efficacia di alcune tecniche passive per il controllo dell'inquinamento. In particolare, a Dublino (Ir) verranno testati i *low-boundary walls*, a Guilford (Uk) verrà analizzato il ruolo delle siepi nel contenimento degli inquinanti e a Vantaa (Helsinki, Finlandia) i tetti verdi per l'assorbimento degli inquinanti e l'abbassamento della temperatura interna. A Bologna verranno condotti due

esperimenti: uno volto a studiare l'influenza della vegetazione arborea nelle strade come mezzo per ridurre l'inquinamento da traffico veicolare e uno volto a verificare l'efficacia delle vernici fotocatalitiche applicate in condizioni atmosferiche reali. Quest'ultimo aspetto verrà studiato nell'area del campus universitario della facoltà di Ingegneria, in via Terracini. Si tratta di un'area di 30.000 metri quadri situata nella prima periferia nord-ovest della città (foto 3), composta da circa dieci edifici tra i quali verranno scelte alcune pareti esterne, disposte a formare un canyon. Le vernici verranno fornite dalla ditta Puretì (www.pureti.com), partner del progetto.

Gli esperimenti verranno condotti in collaborazione con Arpae-Emilia Romagna. Lo studio è stato finanziato nell'ambito del progetto *Horizon2020 Research and Innovation*, grant agreement 689954.

Beatrice Pulvirenti¹, Alessio Francesco Brunetti¹, Silvana Di Sabatino², Francesco Pilla³

¹Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIN), Università di Bologna

² Dipartimento di Fisica e Astronomia (DIFA), Università di Bologna

³ UCD School of Architecture, University College of Dublin

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

A. Mills, "Removal of nitric oxide: Modified ISO 22197-1:2007", in *Fine ceramics - Test method of air-purification performance of semiconducting photocatalytic materials*, Queen's University Belfast, 2007.

A. Folli, Pochard I., Nonat A., Jakobsen U.H., Shepherd A.M., Macphee D.E., "Engineering Photocatalytic Cements: Understanding TiO₂ Surface Chemistry to Control and Modulate Photocatalytic Performances", in *American Ceramic Society*, 2010.

M. Janus e Zajac K., "Concretes with Photocatalytic Activity", in *High Performance Concrete Technology and Applications*, inTech, 2016.

M.M. Ballari, Hunger M., Hunsken G., Brouwers H.J.H., "NOx photocatalytic degradation employing concrete pavement containing titanium dioxide", *Applied Catalysis B: Environmental*, Elsevier, 2010.

G.L. Guerrini, "Photocatalytic performances in a city tunnel in Rome: NOx monitoring results", *Construction and Building Materials*, Elsevier, 2012.