

NANOTECH HISTORY

Manipolazione molecolare

Richard Feynman nel 1959 in *"There's plenty of space at the bottom"* propone l'idea che le sostanze siano manipolabili a scala molecolare.

Nanotecnologie a effetto fotocatalitico

Akira Fujishima nel 1967 scopre il comportamento fotocatalitico del biossido di titanio sotto l'effetto dell'irraggiamento luminoso. La fotocatalisi combinata alla presenza d'acqua è in grado di conferire alle superfici proprietà di autopulizia.

Questa scoperta può essere considerata il primo passo verso lo sviluppo dei materiali autopulenti, ad oggi sempre più di interesse per il mondo dell'edilizia, grazie ai numerosi vantaggi pratici ed economici offerti.

Nanotecnologie a effetto loto

Materiali nanotecnologici che mimano il comportamento delle foglie di loto (da cui il nome "effetto loto") e impediscono la formazione di depositi incrostanti sulla propria superficie grazie ad un comportamento fortemente idrofobo. Ciò avviene grazie alla forma geometrica della superficie, caratterizzata a livello microscopico da picchi e valli che non permettono alle molecole solide e liquide di attaccarsi alla superficie (studio congiunto Duke University, MIT, Università di Trento 2013)



RIVESTIMENTI AUTOPULENTI E INTELLIGENTI

Verso uno sviluppo sostenibile e innovativo dell'architettura:
l'applicazione delle nanotecnologie dal biossido di titanio
all'effetto loto

di Annalisa Andaloro



L'integrazione dei materiali nanotecnologici a funzionamento fotocatalitico per impieghi edilizi ed architettonici ha avuto inizio già alcuni decenni fa, anche se è proprio a partire dagli anni duemila che si è assistito ad una maggiore diffusione di materiali di rivestimento caratterizzati da superfici funzionalizzate ad hoc con impieghi dei più svariati. Il principio di funzionamento di questi materiali si basa sulla presenza di particelle di biossido di titanio di dimensione nanometrica al proprio interno, le quali da un lato agiscono come fotocatalizzatori, essendo in grado di decomporre molte molecole nocive presenti sia negli ambienti esterni che interni in sottoparti progressivamente più piccole (sfruttando l'energia luminosa nello spettro UV e visibile), dall'altro invece conferiscono alla superficie interessata una particolare proprietà fisica, la superidrofilia. Ciò significa che l'angolo di contatto dell'acqua ha valori molto bassi, ovvero le molecole d'acqua tendono a "spalmarsi" uniformemente su tutta la superficie, formando un film continuo in grado di lavare via sia le particelle preventivamente decomposte dall'effetto fotocatalitico, che quelle di dimensioni superiori che non abbiano subito il processo di ossidazione. Infatti, essendo il biossido di titanio un ossido metallico, esso è in grado di degradare chimicamente certe specie chimiche, quali NOx e VOCs, ma non può ad esempio decomporre il particolato proveniente dalle attività industriali e dal traffico automobilistico (meglio noto come PM10 e PM2.5).

Tuttavia, l'effetto autopulente risulta notevole anche nel caso del particolato, principale responsabile dello sporco in facciata che viene facilmente scalzato e portato via dalle superfici di involucro in occasione degli eventi meteorici. L'esempio più noto di applicazioni di questo genere è quello del cemento fotocatalitico, il cui funzionamento è basato sull'integrazione di particelle nanometriche di biossido di titanio nella pasta cementizia. I primi brevetti riguardanti questo prodotto risalgono già agli anni 90 del secolo scorso, ma l'esempio forse più celebre di applicazione su vasta scala è la chiesa Dives in Misericordia, ultimata nel 2003 a Roma, su progetto dell'architetto Richard Meier.

Altro progetto di larga fama che ha impiegato lo stesso prodotto è la Cité de la Musique et des Beaux Arts a Chambéry, in Francia. L'impiego delle nanotecnologie in edilizia, non è

utile soltanto a mantenere l'aspetto estetico nel tempo per quanto riguarda le superfici esposte agli agenti atmosferici ed all'inquinamento, ma anche ad assicurare migliori condizioni abitative negli ambienti interni, siano essi ad uso abitativo, produttivo e/o terziario. Infatti, negli ultimi anni, le ceramiche con rivestimento fotocatalitico hanno visto una sempre più larga diffusione per impieghi indoor, grazie alla capacità del coating nanotecnologico di degradare molte delle molecole responsabili dei cattivi odori, operando una forte azione antibatterica, deodorante e disinfettante. Pertanto, sia le ceramiche che, in aggiunta, le pitture basate su questo stesso principio di funzionamento, stanno trovando sempre più ampio consenso da parte del pubblico sia nelle abitazioni (locali adibiti a servizi igienici e cucine) che nelle strutture ricettive (anche di tipo sanitario) e negli stabilimenti produttivi, particolarmente del settore alimentare, in cui garantire un altissimo livello di igiene risulta un parametro fondamentale per la scelta dei materiali di rivestimento. Negli ultimi anni i rivestimenti fotocatalitici hanno trovato impiego anche su alcuni tipi di rivestimento di facciata, quali ad esempio pannelli prefabbricati per pareti microventilate, nonché su malte e rasanti da applicare sia come intonaco che, in strati più sottili, come protezione dell'isolamento a cappotto.

Altra applicazione di sicuro interesse, per quanto meno legata al settore dell'architettura, è il rivestimento delle gallerie urbane ed autostradali soggette ad intenso traffico con pitture autopulenti. In questi casi, il vantaggio è certamente minore, poiché le superfici difficilmente ricevono tutta l'energia luminosa necessaria per la foto attivazione, ma la presenza di un rivestimento a comportamento fortemente idrofilo congiuntamente alla capacità fotocatalitica consentono di lavare le superfici delle gallerie con estrema facilità, consentendo il mantenimento del bianco con una minima manutenzione, ovvero con semplice lavaggio ad acqua e senza necessità di intervenire manualmente o con spazzole.

Ciò consente ai gestori delle opere infrastrutturali di mantenere ben fruibili e sicure anche le gallerie soggette ad intenso traffico con un minimo investimento sulla manutenzione ordinaria, molto ridotto, sia in termini di tempo che di costo, rispetto al totale e più tradizionale ripristino del bianco tramite una nuova pitturazione. Ad esempio, rivestimenti fotocatalitici sono stati recentemente impiegati nella galleria di Monza (MB), nello svincolo di Segrate (MI) della Nuova Tangenziale Est di Milano, nonché in diversi altri casi in Italia e all'estero.

Se per le superfici opache il mantenimento di un buono stato di pulizia ha implicazioni immediate quasi esclusivamente legate al piano estetico-architettonico, nel caso delle superfici d'involucro trasparente esso va certamente ad influenza-

GLI IMPIEGHI INDOOR MIGLIORANO LE CONDIZIONI ABITATIVE

re il mantenimento delle caratteristiche ottiche originali nel corso del tempo. Già da alcuni anni, alcuni noti produttori di vetro per edilizia hanno iniziato ad impiegare i prodotti nanotecnologici a base di biossido di titanio per il coating dei loro prodotti, dando origine al prodotto "vetro autopulente", commercializzato in Italia e nel resto del mondo ormai da diversi grandi nomi del settore. L'impiego del vetro autopulente consente, da un lato, di mantenere il comfort visivo degli ambienti interni, dall'altro minimizza la necessità di accesso in facciata per effettuare le operazioni di pulizia, che in taluni casi vengono effettuate anche su base settimanale o giornaliera.

Con particolare riferimento agli edifici di elevata altezza e forma complessa, che presentano nella quasi totalità dei casi un involucro interamente vetrato, è importante sottolineare che tali edifici sono spesso climatizzati tramite sistemi impiantistici ad elevato grado di controllo e regolazione, in cui un ridotto apporto luminoso a causa dell'ombreggiamento generato da un vetro non pulito non è di immediata compensazione ma piuttosto

NANOTECH A CONFRONTO: IDROFILIA VS EFFETTO LOTO

stende a comportare maggiori dispendi energetici (ad esempio richiedendo l'illuminazione artificiale degli ambienti interni anche in una bella giornata di sole). Numerosi studi hanno infatti dimostrato come l'accumulo di polvere e depositi di sporco sulle superfici trasparenti comporti un notevole abbattimento della trasmissione luminosa, alterando quindi la prestazione originale dell'involucro.

Una valida alternativa ai materiali fotocatalitici a base di biossido di titanio è rappresentata dai materiali nanotecnologici che sfruttano il cosiddetto effetto loto per repellere i liquidi, e conseguentemente impedire la formazione di depositi incrostanti. Ciò avviene grazie alla forma geometrica della superficie, caratterizzata a livello microscopico da picchi e valli che non permettono alle molecole solide e liquide di aderire.

Una ricerca congiunta della Duke University, del MIT e del Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Trento ha consentito di ricreare in laboratorio una foglia artificiale multifunzionale a base di grafene un materiale rigido e molto resistente (http://www.ing.unitn.it/~pugno/Pubblicazioni_italian/27-LeScienze-Loto.pdf).

Grazie alla collaborazione trasversale tra ricercatori del ramo della scienza dei materiali e tecnologi dell'architettura, è già stato possibile ottenere notevoli progressi nell'applicazione

dei materiali funzionali nanotecnologici per la realizzazione di materiali da costruzione e componenti edilizi innovativi e tutto ciò fa ben sperare riguardo alle prospettive future per l'applicazione delle nanotecnologie all'architettura.

Negli ultimi anni, il dibattito sulle applicazioni delle nanotecnologie per l'autopulizia delle superfici si sta intensificando, e nuove prospettive sembrano emergere anche dal settore fotovoltaico.

Essendo stato ampiamente dimostrato da campagne di misura e numerosi studi come il rendimento degli impianti fotovoltaici sia soggetto a significativi decrementi in intervalli temporali brevi a causa dello sporco, risulta di immediata comprensione come i prossimi passi della ricerca si muoveranno in questa direzione. L'obiettivo è quello di mantenere la resa nel corso degli anni per garantire la produzione energetica da fonti rinnovabili sempre ai massimi livelli possibili, riducendo inoltre gli impatti ambientali legati alla necessaria pulizia degli impianti.

L'interesse verso le nanotecnologie come possibilità per uno sviluppo più sostenibile dell'architettura, è provato anche dall'approvazione e finanziamento, a livello europeo, di progetti di ricerca che coinvolgono diversi partner accademici e industriali, per la creazione e messa a punto di prodotti innovativi che possano consentire una migliore gestione del patrimonio costruito ed un risparmio di risorse legate alla manutenzione ordinaria.

A titolo d'esempio basta citare il progetto PICADA, che ha portato allo sviluppo di diverse varietà di rivestimenti di facciata, quali rivestimenti traslucidi e pitture fotocatalitiche, con lo scopo di offrire una soluzione per l'abbattimento degli inquinanti in atmosfera. Tale progetto, che ha visto la collaborazione di ben 8 partner a livello europeo, sia dal mondo della ricerca che dell'industria, ha prodotto risultati davvero soddisfacenti.

Attualmente, un altro progetto europeo, denominato PHOTOPAQ, che vede alcuni dei partner in comune con il precedente, è in corso di sviluppo ed è stato finanziato con fondi europei per il quinquennio 2010-2015.

Gli obiettivi di questo progetto sono maggiormente focalizzati alla dimostrazione delle possibilità di purificazione dell'aria offerte dai materiali fotocatalitici, ma i risultati attesi potranno certamente apportare dei benefici estendibili anche all'involucro edilizio in termini di progresso tecnologico.

VERSO IL 2020 PROSPETTIVE PER IL FOTOVOLTAICO AUTOPULENTE

SVILUPPO DELLE NANOTECNOLOGIE

ANNI NOVANTA

Integrazione di particelle nanometriche di biossido di titanio nella pasta cementizia.

AUTOPULENTE

CEMENTO FOTOCATALITICO



2002

CITÉ DE LA MUSIQUE ET DES
BEAUX ARTS A CHAMBERY,
IN FRANCIA

**CERAMICHE CON RIVESTIMENTO
FOTOCATALITICO**



**RIVESTIMENTI
INDOOR**

**ANTINQUINANTE
E ANTIBATTERICA**

Capacità del coating nanotecnologico di degradare molecole responsabili dei cattivi odori, operando una forte azione antibatterica, deodorante e disinfettante.

**ALTO LIVELLO
D'IGIENE**

PITTURE FOTOCATALITICHE

Usate nelle abitazioni (locali adibiti a servizi igienici e cucine), nelle strutture ricettive, di tipo sanitario, di stabilimenti produttivi, del settore alimentare.



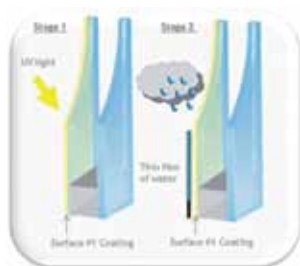
RIVESTIMENTI DI FACCIATA

ANNI 2000
PANNELLI PREFABBRICATI
PER PARETI
MICROVENTILATE

IN CHIAVE SOSTENIBILE 1990/2020

Un rivestimento a comportamento fortemente idrofilo e la capacità foto catalitica consentono di lavare le superfici delle gallerie con estrema facilità.

**MINIMA
MANUTENZIONE**



PITTURE AUTOPULENTI



ANNI 2000

SVINCOLO DI SEGRATE, NUOVA
TANGENZIALE EST MILANO

Mantiene il comfort visivo degli ambienti interni e minimizza la necessità di accesso in facciata.

ANNI 2000

Prodotti nanotecnologici a base di biossido di titanio per il coating del vetro.

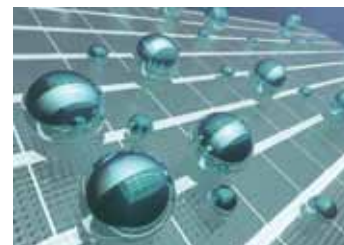
VETRO AUTOPULENTE

**CONSERVA
PRESTAZIONE
ENERGETICA
DELL'INVOLUCRO**

Ricerca congiunta Duke University, MIT, Università di Trento ha realizzato una "foglia artificiale" multifunzionale a base di grafene, materiale rigido e resistente.

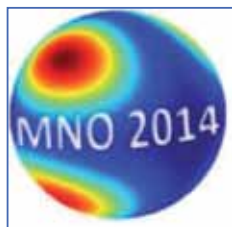
**IDROFOBIA E
IDROFILIA**

TECNOLOGIA EFFETTO LOTO



2020

Focalizzato alla dimostrazione delle possibilità di purificazione dell'aria offerte dai materiali fotocatalitici



Benefici estendibili anche all'involucro edilizio.

PROGETTO EUROPEO PHOTOPAQ

2020

Mutuata dalle foglie di loto, pianta acquatica, che hanno la capacità di essere idrorepellenti e mantenersi pulite

**RIDUZIONE
DELL'INQUINAMENTO
AMBIENTALE**