



LA FOTOCATALISI

AL SERVIZIO DELL'AMBIENTE

I NUOVI MATERIALI ECOATTIVI PER L'EDILIZIA PUBBLICA E PRIVATA

IL PROBLEMA DELL'ARIA

Il problema dell'inquinamento atmosferico sta assumendo proporzioni drammatiche.

Secondo i dati dell'Agenzia regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) della Lombardia, la principale fonte d'inquinamento da PM10 è costituita dal traffico stradale, causa del 77% delle emissioni totali (dati riferiti al 1998). Secondo le stime ottenute per il Comune di Milano, che contribuisce a circa il 24% delle emissioni provinciali, il traffico conta per l'83% e il riscaldamento per il 16%.

Il PM10 da traffico (combustione dei motori a scoppio) deriva principalmente dagli autoveicoli diesel; in particolare, quasi la metà del PM10 emesso allo scarico è prodotto dai veicoli merci pesanti. Gli autoveicoli a benzina (auto, merci leggeri, motocicli) rispondono nel complesso del 21% delle emissioni totali. Per essere più precisi, le auto non catalizzate sono responsabili per il 9,4%, quelle catalizzate per il 9,3%, ciclomotori e motocicli catalizzati e non per l'1,6%, i mezzi diesel nel loro complesso per l'80%. Questi dati sono in parte modificati da valutazioni successive, ma resta il fatto che gran parte del PM10 deriva dalle emissioni di mezzi diesel e tra questi, i più inquinanti sono i pullman e i mezzi pesanti.

Non è dato sapere quale sia la differenza di emissioni tra mezzi diesel catalitici e non, perché le valutazioni sono fatte per tipologia di carburante, senza riuscire a distinguere esattamente l'incidenza tra mezzi di un tipo o dell'altro.

Dati forniti dal dott. Crosignani primario epidemiologo dell'Istituto Nazionale Tumori di Milano, sono inquietanti: se l'inquinamento (il PM10) venisse eliminato raggiungendo i valori di base di 10 ug/m³ o venisse contenuto a 30 ug/m³ si avrebbe come effetto immediato la diminuzione rispettivamente di 304 o 181 decessi per anno.

Negli anni successivi, il risparmio di vite umane aumenterebbe man mano, arrivando a ridurre la mortalità tra i 1983 e i 1252 decessi all'anno (mortalità a lungo termine). Basterebbe ridurre della metà l'inquinamento per limitare notevolmente gli episodi di bronchite acuta nei bambini (6100 casi in meno), i ricoveri annuali per cause respiratorie (440 in meno) e cardiache (710 in meno), gli attacchi d'asma nei bambini (5537 in meno) e negli adulti (2785 in meno), oltre ai giorni di lavoro persi a causa di un'indisposizione legata all'inquinamento (675.957).

Il problema dell'inquinamento nelle città, e non solo, è peraltro noto per le conseguenze devastanti di degradazione delle superfici degli edifici, dei monumenti e di ogni infrastruttura esposta.

Una facciata di un edificio esposto al traffico veicolare ha una durata media di 3 anni. Il nero fumo aggredisce le superfici giorno dopo giorno facendole diventare grigie. Le pareti delle nostre abitazioni, come quelle dei locali pubblici necessitano di una continua manutenzione per poter essere esteticamente gradevoli. I sottopassi, le gallerie che per legge devono avere un valore cromatico sufficiente per garantire un'adeguata luminosità, sono sottoposti a costi di manutenzione altissimi, con conseguenze anche fastidiose per i periodici cantieri preposti alla riqualificazione delle pareti interne.

Anche i vetri dei palazzi necessitano di continua ripulitura e sono normalmente oggetto di alti costi di manutenzione.

La principale causa di degrado, in questi casi, è da individuarsi proprio nella deposizione di composti organici colorati sulla loro superficie. Le polveri inorganiche aderiscono alla superficie del materiale in presenza di un'interfaccia organica o di macroporosità.

L'opinione pubblica chiede risposte pronte e contromisure efficaci, chiamando in causa le pubbliche amministrazioni nella loro veste istituzionale e le aziende private impegnandole nel non semplice compito di trovare soluzioni ed elaborare progetti. Soluzioni e progetti che si traducano in risposte concrete, che abbiano attuazioni pratiche e non rimangano sterili discussioni. Soluzioni e progetti che sappiano guardare oltre le misure e i provvedimenti presi finora, che sappiano essere al passo con i tempi.

La ricerca e la tecnologia sono in grado oggi di arrivare a un risultato ben oltre i palliativi conosciuti, dimostrando effettivamente come l'inquinamento e lo sporco possa essere combattuto semplicemente e a bassi costi.

Il merito di questo traguardo va alla **fotocatalisi**, reazione chimica che imita la fotosintesi clorofilliana degli alberi nel assorbire e trasformare le sostanze inquinanti in elementi non nocivi.

LA FOTOCATALISI E IL SUO SVILUPPO

La fotocatalisi è il fenomeno naturale in cui una sostanza, detta fotocatalizzatore, attraverso l'azione della luce (naturale o prodotta da speciali lampade) modifica la velocità di una reazione chimica. In presenza di aria e luce si attiva un forte processo ossidativo che porta alla decomposizione delle sostanze organiche ed inorganiche inquinanti che entrano a contatto con tali superfici. Non vi è dubbio che la fotocatalisi vada assumendo un ruolo sempre più primario nei processi biologici e nelle attività di controllo ambientali.. Il bisogno di un ambiente più pulito e di una migliore qualità della vita esortano a pensare ad un uso eco-compatibile della luce e del sole ed in questo contesto la fotochimica applicata ai materiali di costruzione potrebbe trasformarsi in una soluzione molto interessante tanto da diventare parte integrante della strategia mirante a ridurre l'inquinamento ambientale attraverso l'uso di materiali di costruzione che contengono fotocatalizzatori. Negli ultimi anni l'interesse scientifico e tecnico per le applicazioni della fotocatalisi è cresciuto esponenzialmente. Più di duecento studi per anno vengono pubblicati nel solo settore del trattamento di aria e acqua.

Può, ad esempio essere citata la degradazione fotocatalitica di derivati di erbicidi (Singh et al., 2003), del nitrobenzene (Bhatkande et al., 2003), di composti organici volatili (VOC) trasportati dall'aria (Wu e Chen, 2003), del bisfenolo (fukashori et al., 2003). Wu e Chen riportano che l'efficienza del Biossido di Titanio per la catalizzazione della fotolisi del benzene, dello xylene, del n-ettano, del metanolo, dell'acetone, dell'etil-etero, della formaldeide, del tricloroetilene e del percloroetilene, è stata dell'ordine di più dell'80% in 5 minuti (escludendo la formaldeide), con irradiazione da lampada al mercurio. Gli stessi autori riportano variazioni dell'efficienza in relazione a diversi quantitativi e tipi di Biossido di Titanio, all'intensità e alla tipologia di raggi ultravioletti (UV) ed altri aspetti correlati. I brevetti depositati sui prodotti fotocatalitici sono più di mille e il Giappone in questa fase fa la parte del leone. Si pensi che il mercato della fotocatalisi in Giappone, previsto per il 2005, è di 10 miliardi di dollari¹. Attualmente il mercato giapponese è suddiviso per il 61% in prodotti per esterni, 18% prodotti per interni, 11% prodotti per pavimentazione stradale, 9% filtri, 1% altre applicazioni² ma lo sviluppo delle applicazioni darà sempre più spazio al cruciale trattamento delle acque che conquisterà nei prossimi anni un terzo del mercato totale.

Il maggior programma di ricerca Europeo oggi attivo sulla fotocatalisi prende nome di Progetto **PICADA** - Photocatalytic Innovative Coverings Application for De-pollution Assessment - (applicazioni di rivestimenti fotocatalitici innovativi per la valutazione del disinquinamento) iniziato nel 2003 e destinato a protrarsi fino al 2005, le cui finalità sono il raggiungimento di una miglior comprensione dei processi di disinquinamento, la valutazione dei costi e longevità dei materiali impiegati, oltre allo sviluppo e alla commercializzazione del prodotto. Si prevede che questi nuovi materiali consentiranno di raggiungere l'obiettivo di ridurre i livelli di ossidi Azoto sotto i 21 ppb entro il 2010. L'Unione Europea ha riconosciuto l'importanza di questa tecnologia e già nel 2001 ha deciso di finanziare un progetto di ricerca che coinvolge le aziende di quattro paesi membri.

IN ITALIA?

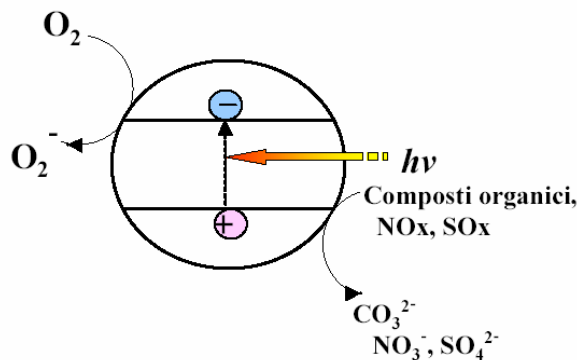
In Italia la ricerca sulla fotocatalisi segue con passo felino l'esempio giapponese. Nel corso di questi ultimi dieci anni, infatti, l'interesse scientifico ed ingegneristico sull'applicazione della fotocatalisi allo studio dei materiali semiconduttori è risultato cresciuto altrettanto esponenzialmente, rispetto al resto del mondo, cercando di trovare la soluzione per le esigenze più pratiche. I prodotti fotocatalitici in grado di abbattere l'inquinamento atmosferico sono da poco rientrati nelle **"Linee Guida per l'utilizzo di sistemi innovativi finalizzati alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento ambientale"** indicate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con decreto ministeriale del 1 aprile 2004 in attuazione della legge 16 gennaio 2004 nr. 045.

L'elenco dei Sistemi e delle Tecnologie innovative, redatto dal Ministero dell'Ambiente, riporta infatti con il Codice ST001, i materiali fotocatalitici: "malte, pavimentazioni, pitture, intonaci e rivestimenti contenenti sostanze fotocatalitiche con biossido di titanio per la riduzione di ossidi di azoto, VOC, batteri e di altri inquinanti atmosferici".

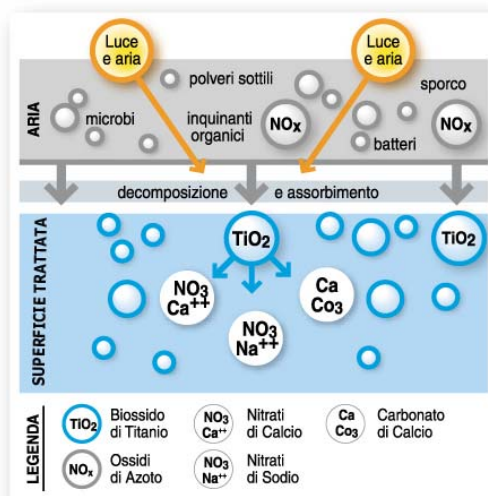
Attraverso le numerose ricerche condotte da Global Engineering e laboratori di ricerca, università e test di brillantezza, effettuati attraverso la procedura fotocatalitica, mostrano la curabilità estetica di elementi di calcestruzzo realizzati con cemento bianco contenente percentuali variabili di TiO_2 ed esposti in ambiente urbano per cinque anni. Da queste basi si è passato a considerare l'utilizzo di catalizzatori a base di TiO_2 per ridurre i pericolosi ossidi di zolfo e di azoto, attraverso simulazioni in laboratorio, arrivando ad ottenere il risultato sperato: gli inquinanti venivano trasformati in sali minerali e calcare innocui, poi dilavati.

COME FUNZIONA

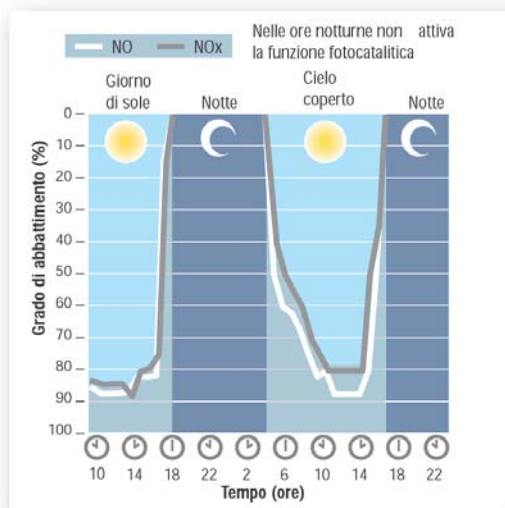
Se proviamo a scendere nel dettaglio di questa rivoluzionaria scoperta troviamo che il suo funzionamento ricalca quanto di più semplice esista in natura. La fotocatalisi imita la ben nota fotosintesi clorofilliana nel trasformare le sostanze ritenute dannose per l'uomo. Il processo chimico che sta alla sua base è infatti una ossidazione che si avvia grazie all'azione combinata della luce (solare o artificiale) e dell'aria.



I due elementi, a contatto con il rivestimento delle superfici, favoriscono infatti l'attivazione della reazione e la conseguente decomposizione delle sostanze organiche ed inorganiche (assimilabili a tutte le polveri sottili - PM10), dei microbi, degli ossidi di azoto, degli aromatici policondensati, del benzene, dell'anidride solforosa, del monossido di carbonio, della formaldeide, dell'acetaldeide, del metanolo, dell'etanolo, del benzene, dell'etilbenzene, del mexilene, del monossido e del biossido di azoto. Le sostanze inquinanti e tossiche, come mostra la figura qui sotto, vengono trasformate, attraverso il processo di fotocatalisi, in nitrati di sodio ($NaNO_3$), carbonati di sodio ($Ca(NO_3)_2$) e calcare ($CaCO_3$), innocui e misurabili in ppb (parti per miliardo). Il risultato è una sensibile riduzione degli inquinanti tossici prodotti dalle automobili, dalle fabbriche, dal riscaldamento domestico e da altre fonti.



L'efficacia della reazione fotocatalitica, dipendendo dal contributo dei raggi UV, nella innocua banda di valenza compresa tra i 300 e i 400 nanometri (μm), è massima durante le ore di maggior irradiazione solare, minima nelle ore di oscurità, tranne nel caso di adozione di lampade contenenti raggi UV che garantiscono quindi una medesima efficacia della reazione.



LA SCIENZA GARANTISCE

La letteratura scientifica negli ultimi anni, stimolata dalla ricerca e sviluppo di Global Engineering, si è soffermata nell'analizzare l'effettiva validità della fotocatalisi confermando le qualità delle superfici fotocatalizzanti e riuscendo a calcolare la capacità effettiva di riduzione dell'inquinamento in aree urbane, attraverso la simulazione matematica.

Il **Consiglio Nazionale delle Ricerche** (CNR) in una relazione tecnica dal titolo "*Malte cementizie fotocatalizzate per la riduzione dell'inquinamento atmosferico*"³ fornisce una stima della quantità di sostanze inquinanti che una superficie fotocatalitica è in grado di trasformare, partendo dalla quantità depositata fino alla riduzione per effetto della reazione stessa.

"... una superficie attiva di un metro quadrato potrebbe riuscire a depurare al 90% un metro cubo di aria in 45 secondi.

Oppure, **1 Km² di superficie attiva potrebbe muovere dall'atmosfera ben 32 Tonnellate** di inquinante per anno. Si tratta di una potenza depurativa molto significativa sotteso che nel corso di un'ora tale depurazione può essere estesa a $3600/45 = 80 \text{ m}^3$, **ossia un metro quadrato di superficie attiva rimuove il 90% dell'inquinamento contenuto in 80 m³ di aria in appena 1 ora...** Da questa constatazione nasce l'idea di impiegare il rivestimento per mezzo di malte cementizie fotocatalitiche, ossia malte contenenti composti chimici in grado di reagire molto facilmente con alcuni inquinanti causandone la rimozione per assorbimento diretto. Poiché, ad esempio, nell'area omogenea di Milano si stimano ratei di emissione annui di circa 13.000 T/anno (Stima 1998), appare evidente che la disponibilità di superfici con fotocatalizzatori potrebbe determinare condizioni particolarmente favorevoli alla rimozione degli ossidi di azoto fino a livelli compatibili con gli standard di qualità dell'aria."

Analoghe conclusioni sono riportate **dall'Università di Urbino** in cui si afferma che "...l'impiego di malte cementizie fotocatalitiche, ossia malte contenenti composti chimici in grado **di reagire molto facilmente** con alcuni inquinanti causandone la rimozione per assorbimento diretto è una applicazione di grande attualità. In questi materiali l'esposizione a radiazioni UltraVioletta (UV a lunghezza d'onda $\lambda < 400 \text{ nm}$) provoca la formazione di particelle che catalizzano reazioni di ossidazione e di riduzione rispettivamente. Tali reazioni trasformano gli inquinanti generando una nuova specie chimica a ridotto impatto ambientale..."⁴ Il migliore risultato è stato ottenuto per un idropittura

fotocatalitica che è stata in grado di abbattere il monossido di azoto (NO) di circa il 90% dopo un'ora ed in maniera totale dopo circa due ore.

Tali conclusioni sono concordi anche con altri studi effettuati dall'Università di Ferrara, dal Centro Nazionale delle Ricerche di Ispra, dall'Istituto per tecnologia delle Costruzioni (ITC), i cui risultati sono ampiamente descritti in una serie di relazioni tecniche disponibili per la consultazione.

IMPATTO AMBIENTALE DELLA REAZIONE CHIMICA

Poiché in natura nulla si crea e nulla si distrugge, anche la reazione fotocatalitica presenta dei residui che derivano dalla sua azione ossidante. Generalmente i composti che derivano dalla trasformazione degli inquinanti sono sali minerali e calcare, prodotti in quantità minima (parti per miliardo) invisibili e innocui.

Il CNR ha voluto comunque valutare le caratteristiche dei residui ambientali che verrebbero a crearsi dalla trasformazione degli inquinanti più frequenti e più pericolosi contenuti nell'aria che respiriamo.

Biossido di azoto

La degradazione del biossido di azoto forma essenzialmente nitrati solubili in acqua e, eventualmente nitriti. La quantità formata di queste specie è molto contenuta per cui esse non costituiscono problema per le acque dilavate. Nel caso di manufatti non esposti, le molecole di nitrato di calcio, risultanti dalla reazione di fotoossidazione, rimangono nella superficie fotocatalitica come sostanze inerti.

Formaldeide

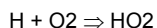
La formaldeide viene degradata a monossido di carbonio oppure a biossido di carbonio. Causa la concentrazione relativamente bassa di formaldeide, anche le concentrazioni dei prodotti formati saranno molto basse ed inferiori di circa 100 volte a quelle normalmente presenti nell'ambiente. L'eventuale ossidazione di formaldeide porterebbe alla formazione di biossido di carbonio ed a tracce di acido formico che sarebbero comunque assorbite dal substrato alcalino della superficie fotocatalitica.

Biossido di Zolfo

Il biossido di zolfo viene ossidato ad acido solforico, a sua volta immediatamente adsorbito dal substrato alcalino della superficie fotocatalitica. Il risultato è la formazione di solfato di calcio, debolmente solubile in acqua. Il solfato di calcio, comunemente conosciuto come gesso, non costituisce problema per l'ambiente.

Monossido di carbonio

L'ossidazione del monossido di carbonio porta alla formazione di biossido di carbonio, sostanza praticamente inerte. Il monossido di carbonio potrebbe anche essere ossidato dai radicali OH portando alla formazione di radicali idrogeno (H). Tali radicali reagiscono velocemente con l'Ossigeno dell'aria formando radicali idroperossido:



Quest'ultimo radicale possiede proprietà ossidanti molto più spiccate del radicale OH, per cui il monossido di carbonio potrebbe amplificare le proprietà ossidanti della superficie fotocatalitica con evidente aumento della sua capacità depurativa.

Benzene

La degradazione di benzene su superfici fotocatalitiche procede a velocità molto basse stante la scarsa reattività del benzene verso il radicale OH. Le molecole ossidate possono comunque trasformarsi in composti più semplici quali aldeidi od acidi bivalenti che non portano a nessun effetto ambientale. In alternativa, si può ipotizzare che il Benzene possa aggiungere radicali OH e trasformarsi quindi in fenolo, sostanza questa solubile in acqua e comunque di scarso interesse ambientale a causa delle basse concentrazioni risultanti.

Particolato

L'evoluzione del particolato sulle superfici fotocatalitiche è ancora oggetto di speculazione scientifica. Con ogni probabilità le particelle che costituiscono il particolato atmosferico vengono attratte sulla superficie a causa della presenza di cariche libere. Una volta sulla superficie, le particelle potrebbero reagire con i radicali liberi o con molecole di acqua e di ossigeno, degradandosi a sostanze organiche ossigenate solubili in acqua. La parte inorganica, costituita da composti già ampiamente ossidati, non dovrebbe invece alterarsi.

Possiamo quindi dedurre che i residui della fotocatalisi possono essere ritenuti assolutamente trascurabili.

VANTAGGI REALI E IMMEDIATI

Il vantaggio dell'utilizzo della fotocatalisi porta realmente il verificarsi di tre realtà:

- **Antinquinamento**
- **Antisporcamento**
- **Antibattericità**

Queste proprietà, che volutamente abbiamo esplicitato in termini pratici, sono il semplice frutto dell'ossidazione delle sostanze che entrano a contatto con una superficie fotocatalitica. Se sono sostanze inquinanti (Biossido di azoto, Biossido di Zolfo, Monossido di carbonio, particolato fine) si può parlare di reazione antinquinamento, se sono sostanze sporcanti (nerofumo, coloranti) possiamo parlare di reazione antisporcamento, se sono batteri, muffe, funghi e microrganismi, possiamo parlare di reazione antibatterica.

Analizziamo i dettagli.

ANTINQUINAMENTO

Se le proprietà dei prodotti fotocatalitici sono state largamente confermate in laboratorio, si potrebbe facilmente concludere che anche nelle applicazioni a cielo aperto lo stesso avvenga. Ma nella realtà concorrono una serie di fattori che influenzano il grado di efficienza della fotocatalisi.

A tale proposito Global Engineering che da diversi anni segue da vicino la ricerca e lo sviluppo dei prodotti fotocatalitici, facendone la principale attività, ha condotto una sperimentazione che si è rivelata essere uno dei più importanti riferimenti nell'ambito della fotocatalisi degli inquinanti urbani a livello mondiale.

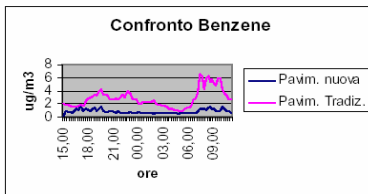
Il test è stato condotto su una superficie stradale di 3700 m² nell'hinterland milanese mediante l'applicazione di una pavimentazione cementizia fotocatalitica, sulla sede stradale e sui marciapiedi. Secondo un protocollo stilato da ARPA Lombardia, sono state svolte differenti campagne di monitoraggio *pre e post* posa del prodotto, per analizzare la concentrazione degli inquinanti nell'aria. Inoltre sono stati confrontati i dati presi dall'area trattata e quelli relativi ad un'area adiacente e simile per condizioni di traffico.

I risultati sono stati senza dubbio eccellenti, valutati e confermati da ARPA, dal CNR e dal Centro Ricerche di ISPRA dimostrando una riduzione del 62% del biossido di azoto con un'attestazione media nel periodo di due anni del 54%

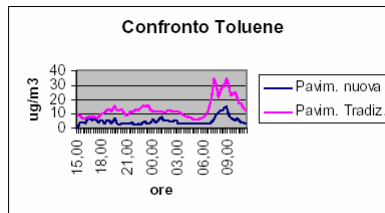
	Asfalto	Sup. Fotocatalitica	Variazione %
Media integrale	118.9	45.3	62
Area sottesa (ppb* min)	5942	2264	62

A distanza di due anni l'azienda Project Automation, accreditata presso il Ministero dell'Ambiente, ha effettuato una nuova campagna di monitoraggio per testare il perdurare dell'efficacia fotocatalitica nell'area ecoattiva di **Segrate**, e introducendo nuovi inquinanti nell'analisi, i pericolosi BTX (Benzene, Toluene, Xylene ed Etilbenzene) oltre che gli Ossidi di Azoto.

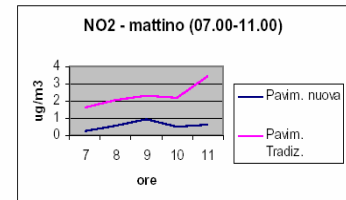
Benzene



Toluene



Ossidi di Azoto

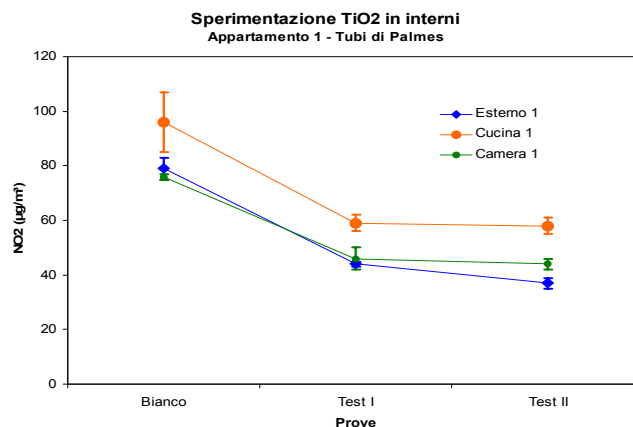


Le figure evidenziano la forte differenza riscontrata tra la concentrazione di inquinante nell'area con asfalto tradizionale (linea rosa) rispetto all'area fotocatalitica (linea blu). La relazione completa in ogni intervallo di tempo è disponibile.

INQUINAMENTO INDOOR

La fotocatalisi applicata a prodotti di uso comune (vernici, intonaco) può avere un ruolo determinante anche nell'**inquinamento indoor**, garantendo risultati che fanno ben sperare nel futuro delle progettazioni architettoniche. La composizione dell'atmosfera all'interno degli edifici è infatti fondamentalmente la stessa che troviamo all'esterno ma cambiano le quantità e i tipi di contaminanti: agli inquinanti, provenienti dall'esterno, va aggiunta tutta una serie di agenti le cui fonti sono all'interno degli edifici. materiali da costruzione, delle emissioni degli impianti di riscaldamento, condizionamento e cottura dei cibi, delle esalazioni provenienti dagli arredi, dai rivestimenti, dalle pitture murali, vernici e quant'altro. Come se non bastasse esiste il ben noto danno dal fumo di sigaretta.

Per quanto riguarda l'efficienza dei prodotti fotocatalitici negli interni, oggetto di studio in Italia, citiamo la Relazione di ARPA Lombardia (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente)⁵ che riporta i risultati di una sperimentazione condotta in due abitazioni, scelte a campione. Il risultato derivante da una campagna di 15 giorni in cui la concentrazione di inquinante sono state analizzate prima e dopo il trattamento fotocatalitico delle pareti, è di una riduzione del Biossido di Azoto (NO₂) del **37%**, ottenuta in entrambi gli appartamenti, con il solo contributo della luce proveniente dall'esterno e con lampade tradizionali.



Ulteriori test condotti dall'azienda **Barilla SpA** nelle sale di produzione dei materiali finalizzati alla realizzazione del prodotto finito hanno dato risultati entusiasmanti. L'esigenza era quella di capire come rendere un ambiente di produzione di prodotti alimentari il più asettico possibile attraverso l'utilizzo di materiali economici e semplici da applicare. Il monitoraggio dell'aria è stato effettuato prima dell'applicazione di Ecopittura fotocatalitica e dopo l'applicazione della stessa sui seguenti inquinanti NOx, SOx, VOC. E' stata inoltre testata l'efficacia antibatterica (CBT:carica batterica totale, LM: lieviti e muffe).

I risultati ottenuti sono stati senza dubbio interessanti.

VOC:	riduzione 100%
NO_x:	riduzione 49%
SO_x:	riduzione 94%
CBT(carica batterica totale):	riduzione 43%
LM (lievi e muffe):	riduzione 74%

ANTISPORCAMENTO

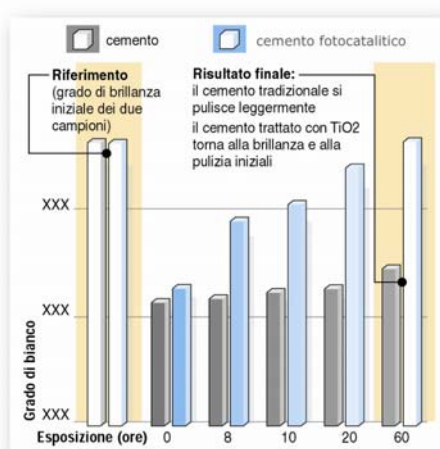
Un fattore di grande rilievo nel campo dell'architettura è la cura nella scelta dei materiali da costruzione.

L'aspetto estetico di una costruzione, di un manufatto, è in gran parte determinata dal suo grado di conservazione nel tempo. Tutti siamo in grado di confermare che qualsiasi edificio esposto alla quotidiana aggressione delle sostanze inquinanti presenti nell'aria, soprattutto in ambito urbano, provoca una pressochè immediata alterazione del colore delle superfici e a lungo andare anche il loro fisico deterioramento.

La fotocatalisi risolve questo problema.

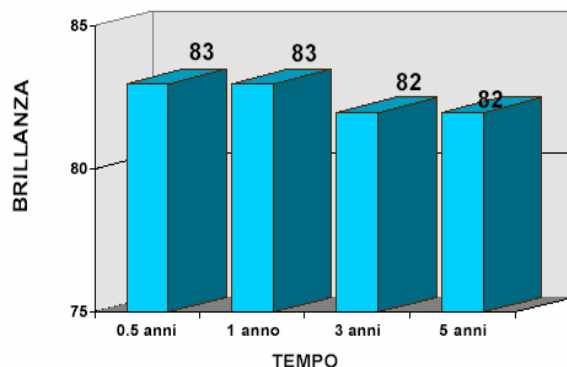
L'efficienza del sistema fotoacatalico è stata provata con successo in laboratorio in Italia. I manufatti di cemento contenenti biossido di titanio in formula specifica, trattati con inquinanti organici colorati e successivamente sottoposti a irraggiamento adeguato, hanno dimostrato, anche dopo cicli ripetuti, che le superfici recuperavano in breve tempo il loro aspetto originario, confermando che le superfici fotocatalitiche mantengono le caratteristiche colorimetriche nel tempo, anche in presenza di forti inquinanti.

La figura di seguito mostra il processo di autopulizia del cemento fotocatalitico confrontato con un cemento tradizionale. Entrambi sottoposti a una simulazione di sporcamiento (Colorante Rodamina B) solo il cemento fotocatalitico dopo 60 ore di irraggiamento è in grado di tornare al grado di bianco iniziale.



Tale significativo risultato in ambito sperimentale porta a garantire un'efficacia fotocatalitica che non si riduce nel tempo, ma rimane pressochè eterna.

In figura una simulazione di attività fotocatalitica in un periodo di cinque anni. L'efficacia è dimostrata essere inalterata nel tempo.

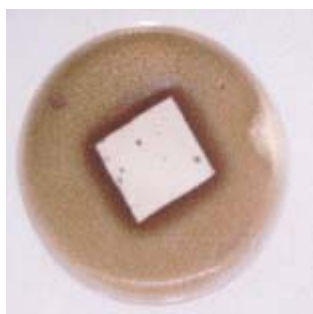


Il beneficio derivante dal fatto che le superfici sono realmente in grado di non sporcarsi può avere delle rilevanze eccezionali nell'ambito dell'architettura e dell'edilizia pubblica e privata. Pensiamo agli edifici e alla loro continua manutenzione, al grado di luminosità e quindi di sicurezza delle gallerie stradali, alle pareti delle abitazioni o degli uffici senza il nero sopra i caloriferi o intorno le grate dell'aria condizionata...

ANTIBATTERICITA'

L'efficacia fotocatalitica ha una enorme rilevanza anche in termini di reazione contro l'aggressione di batteri, muffe, funghi, microrganismi. Presso i laboratori della sezione di microbiologia della EURO QUALITY SYSTEMS S.r.l.⁶ sono state effettuate prove microbiologiche su una superficie fotocatalitica per testare la sua capacità di contrastare lo sviluppo microbico una volta applicato su una superficie muraria.

Come metodologia di riferimento è stato utilizzato il metodo ASTM 3273-82 specifico per le muffe, estendendo la valutazione anche ad altri microrganismi, impiegando quindi oltre ad *Aspergillus niger* (muffa), anche *Candida albicans* (lievito), *Escherichia coli* (batterio a forma di bastoncino gram negativo) e *Staphilococcus aureus* (batterio a forma di cocco gram positivo). Per l'esecuzione del test il prodotto fotocatalitico in esame è stato applicato su lastre di gesso da circa 3 x 3 cm e di 3 mm di spessore, queste lastre sono state appoggiate sulla superficie di un terreno adatto alla crescita dei microrganismi, intorno alla lastra è stato deposto un secondo strato di terreno contenente i microrganismi citati. La stessa operazione è stata effettuata con lastre di gesso non trattate. Tutte le piastre contenenti i terreni di coltura sono state esposte alla luce naturale di una finestra in appositi contenitori trasparenti, per permettere il passaggio della luce. I primi risultati ottenuti sono presentati nelle fotografie fatte alle piastre con le colture microbiche dopo 10 giorni.



Campione di gesso non trattato



Campioni di gesso fotocatalitico



Campione con vernice tradizionale



Campione verniciato con idropittura fotocatalitica

Si può notare che nelle piastre che contengono le lastrine di gesso non trattate i microrganismi sono cresciuti sulla superficie del terreno di coltura fino al bordo della lastrina, e in alcuni casi (*Aspergillus niger*) si può notare un inizio di crescita anche sul pezzo di gesso. Si nota invece che nelle piastre che contengono le lastrine di gesso trattate con catalizzatore i microrganismi non si sono sviluppati per un certo tratto intorno alla lastrina mostrando un alone uniforme di inibizione della crescita esercitata dalla reazione fotocatalitica.

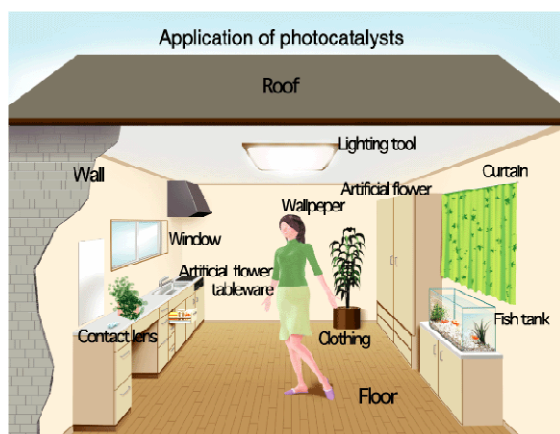
Nell'immagine di seguito si nota invece come una semplice mela sia in grado di dimostrare l'efficienza antibatterica dei prodotti fotocatalitici. Nella prima immagine una mela è inserita in un sacchetto di plastica con un campione di materiale fotocatalitico e lasciata per un mese alla luce naturale proveniente dalle finestre di un appartamento. Nella seconda immagine si nota come dopo lo stesso periodo di tempo, la mela senza l'aiuto della fotocatalisi marcisca inesorabilmente per effetto della naturale aggressione da parte dei batteri che si sviluppano nell'ambiente.



I PRODOTTI FOTOCATALITICI

La fotocatalisi dà un'opportunità eccezionale allo sviluppo di applicazioni pratiche che possano essere in grado di inserirsi nel contesto di tutti i giorni. Dalle prime timide applicazioni giapponesi di massetti autobloccanti fotocatalitici per pavimentazione, siamo arrivati oggi a prevedere una serie lunghissima di prodotti che utilizzano il concetto della fotocatalisi per migliorare l'ambiente in cui viviamo, e nel contempo essere compatibili con le necessità e lo stile del mondo moderno. L'elenco va dai Vetri fotocatalitici, rivestiti con film trasparenti al Biossido di Titanio che rendono il vetro brillante senza aloni, e purificano l'acqua all'interno dei contenitori alle che eliminano odori nell'aria e che abbattano la produzione di inquinamento negli interni, decomponendo inoltre lo sporco che si accumula sulle luci stesse, dando loro piena potenzialità illuminante. Dalle piante fotocatalitiche, ovviamente finte, ma additate di Biossido di titanio per la riduzione dell'inquinamento indoor al filtro deodorante di carta contenente TiO_2 quattro volte più attivo dei convenzionali filtri contenenti carbone attivo sviluppato dalla K.G. Pack. Dalle camere fotochimiche per abbattimento batteri al film in poliestere antispurco e antinebbia. E ancora le vernici protettive per la carrozzerie delle auto, i tessuti autopulenti, le piastrelle o le ceramiche in genere fotocatalitiche o il trattamento delle acque per effetto di filtri fotocatalitici e superficie attive...

Come si può notare dall'immagine a lato, sono molti i prodotti che potrebbero potenzialmente essere inseriti nell'uso quotidiano e che darebbero notevoli vantaggi al miglioramento dell'aria che respiriamo.



PRODOTTI GLOBAL ENGINEERING PER UNA NUOVA ARCHITETTURA ECOATTIVA

I prodotti che in Italia stanno avendo un ottimo sviluppo, un'applicazione reale e ottimi risultati, sono i prodotti per l'edilizia. L'evoluzione di tali prodotti è nata sull'esigenza di ottenere un materiale in grado di conservare le proprie caratteristiche estetiche, quindi di colore, nel tempo, non subendo le aggressioni quotidiane da parte delle sostanze che lo sporcassero. Da questo concetto, che naturalmente fonda il suo principio sulla fotocatalisi, si è ben presto allargata la sua interpretazione arrivando, dopo anni di ricerca e di sviluppo, ad ottenere vantaggi significativi anche sulla riduzione dell'inquinamento e sulle proprietà antibatteriche.

Da queste valutazioni scientifiche, corredate di attestazioni tecniche, oggi in Italia è già possibile applicare tali materiali commercializzati da Global Engineering. Essi sono:

- **Idropitture fotocatalitiche**
- **Intonaci fotocatalitici (fine o grosso), Rasante fotocatalitico.**
- **Pavimentazioni stradali fotocatalitiche**

ECOPITTURA FOTOCATALITICA

Le **idropitture** sono ciò di più semplice e al tempo stesso efficace metodo per introdurre la fotocatalisi nell'ambito dell'architettura *ecoattiva*, ovvero l'architettura che utilizza prodotti in grado di reagire attivamente per l'ambiente.

Sono oggi disponibili pitture ai **silicati di potassio, silossaniche, lavabili** ognuna indicata per tipo di superficie sia esterna sia interna, con molteplici colorazioni, purché tenui (*ndr.* per garantire la massima efficacia della fotocatalisi le superfici devono essere di colore chiaro)

Le loro applicazioni, come le loro caratteristiche fisiche, ricalcano quelle delle normali vernici comunemente utilizzate, quindi con una resa, un grado di elasticità e una traspirabilità garantite, ma in più con le proprietà fotocatalitiche. Così come le idropitture anche gli **intonaci fotocatalitici** possiedono quelle caratteristiche tipiche dei tradizionali intonaci, ma con una marcia in più.

Sono tutti realmente in grado di ridurre l'inquinamento presente in un casa, mantenere il colore nel tempo all'esterno o all'interno di un edificio, o sulla volta di una galleria, e generare processi antibatterici che si traducono in un importante riduzione degli odori e delle muffe che proliferano nell'ambiente.

Ad oggi, diverse applicazioni sono già state condotte con tali pitture per il rivestimento di stazioni ferroviarie, per l'esterno o interno di complessi residenziali, in uffici, in locali pubblici quali ristoranti o palestre, e non ultimo, negli ospedali. Alcuni uffici trattati nel 1998 con pitture fotocatalitiche e monitorati nel tempo hanno mantenuto il loro colore bianco, e non hanno sviluppato, come quelli adiacenti, fenomeni di sporco, di annerimento delle zone soprastanti i caloriferi e nessun genere di muffa.

In specifico i prodotti suddetti possiedono le seguenti caratteristiche:

- Trasformano le sostanze inquinanti in residui innocui
- Antisporco da inquinamento (indoor e outdoor)
- Permeabili al vapore acqueo
- Non infiammabili
- Resistenti alle muffe ed alla proliferazione di funghi
- Antibatterici e deodorizzanti.

L'idropittura in particolare che troviamo sul mercato è un prodotto pronto all'uso e confezionato in fusti con diverse capacità. Può essere applicata, a rullo o a pennello, o a spruzzo sulle superfici di:

- Facciate di edifici, balconi, pensiline, muri
- Elementi prefabbricati in calcestruzzo
- Calcestruzzi a vista e pietre naturali
- Finitura di ambienti semichiusi o coperti quali sottopassi, gallerie, porticati
- Finitura di ambienti interni quali cucine, bagni, uffici, vani scala, locali pubblici, locali tecnici.

(In carenza di luce naturale può essere necessario impiegare appropriati sistemi di illuminazione).

ECORIVESTIMENTO INTONACO FOTOCATALITICO

L'**Intonaco fotocatalitico** invece è ovviamente a base di calce e cemento. Applicato come rivestimento superficiale risulta efficace per la rimozione di inquinanti urbani. La sua applicazione determina lo sviluppo di processi autopulenti, antinquinanti, antibatterici. Si tratta di un prodotto ad alta traspirabilità e lavorabilità dotato di elevata conservazione del grado colorimetrico, contenente in massa un fotocatalizzatore in grado di ossidare, in presenza di luce e aria, le sostanze inquinanti presenti nell'ambiente. È un prodotto premiscelato in polvere composto da calce, cemento fotocatalitico, inerti calcarei e quarzo a granulometria selezionata e additivi speciali secondo una formulazione proprietaria. Pronto all'uso, da mescolare solo con 19 % di acqua. Si applica come un normale intonaco e secondo la granulometria dell'inerte può essere fino o grosso, e a seconda dell'applicazione può essere utilizzato come rasante.

Le pavimentazioni sono di diverse tipologie:

- **ECORIVESTIMENTO PAVIMENTAZIONE**
Pavimentazione fotocatalitica (2 mm di spessore di prodotto a base cementizia da dare sulla pavimentazione esistente, anche su base bituminosa)
- **ECORIVESTIMENTO PAVIMENTAZIONE STRUTTURALE FOTOCATALITICA**
Pavimentazione strutturale fotocatalitica (pavimentazione comprensiva di rete di fibra rinforzante, additivi e rivestimento cementizio fotocatalitico, adatta per traffico intenso/pesante)
- **ECOPOLVERO**
Spolveri al quarzo per additivare pavimentazioni cementizie in fase di maturazione adatte a pavimentazioni industriali e dotato di ottima resistenza meccanica.
- **ECOSTAR**
Massetti autobloccanti fotocatalitici, disponibili in 150 modelli con differenti colorazioni e prestazioni.
- **ECODRENANTE FOTOCATALITICO**
Pavimentazioni drenanti fotocatalitiche (pavimentazione strutturale in colata unica di 20 cm, con proprietà drenanti, fonoassorbenti e fotocatalitiche)

La **Pavimentazione fotocatalitica** (*ndr.* prodotto utilizzato per il progetto a Segrate, Milano) è un prodotto premiscelato in polvere composto da cemento fotocatalitico di colore chiaro, inerti silicei di granulometria selezionata e additivi speciali secondo una formulazione proprietaria.

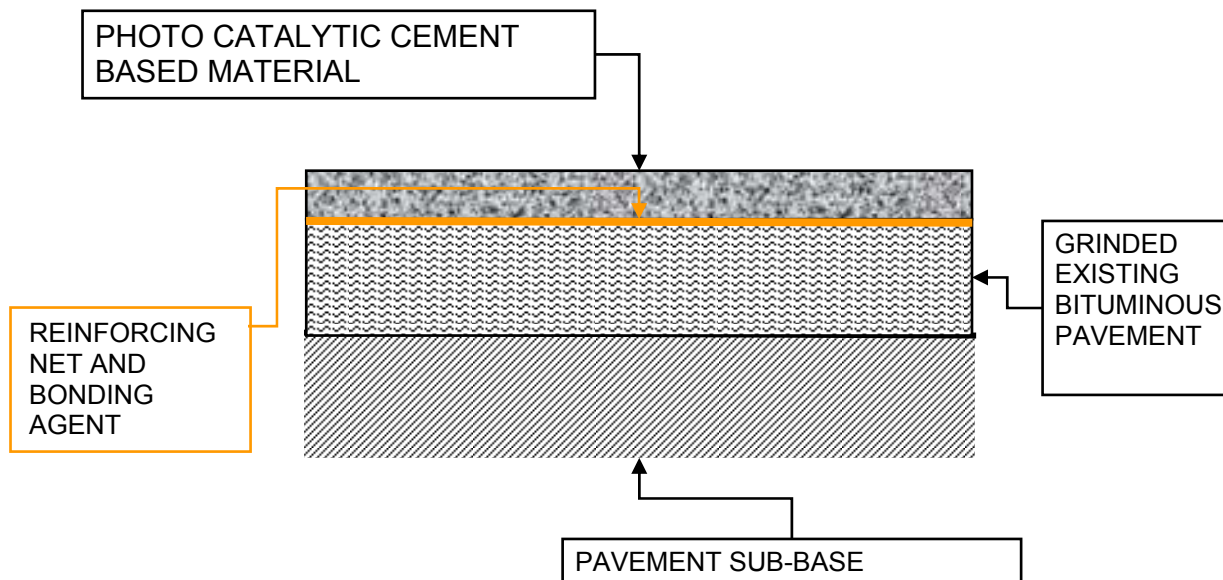
Pronta all'uso, da mescolare solo con 20 % di acqua. E' un prodotto in polvere. Non contiene acqua. Distribuito e immagazzinato a secco. Impastato accuratamente con acqua, dà luogo ad una malta adesiva che può essere applicata sulle superfici di:

- Pavimentazioni stradali in asfalto o in calcestruzzo
- Parcheggi, piazzali, piste ciclabili, marciapiedi
- Balconi, pensiline, muri
- Elementi prefabbricati in calcestruzzo
- Calcestruzzi a vista.

Per assicurare una buona adesione, particolare cura deve essere dedicata alla preparazione del sottofondo. La superficie da trattare deve essere perfettamente pulita e solida, priva di polvere, acqua, grassi e materiali incoerenti. I sottofondi devono essere irruviditi. Mescolare il prodotto con la relativa quantità di acqua aggiungendo prima il 18 - 20 % di acqua pulita (max 5 litri per sacco da 25 kg) e poi gradatamente la polvere. Mescolare e amalgamare bene l'impasto. Aggiungere eventualmente altra acqua (per ottenere una migliore fluidità in base al tipo di applicazione), mescolare ancora fino ad ottenere un impasto omogeneo esente da grumi.

Stendere la malta con spatola o con macchinari industriali a spessore sottile, raccomandato 1.5 mm circa. Attendere almeno 5 ore, in condizioni meteo normali, prima di consentire di nuovo la percorribilità della superficie trattata e 12 ore per la carrabilità di autoveicoli.

La **Pavimentazione strutturale** invece presenta una metodologia di applicazione a se stante che coincide con la preventiva scarnificazione del substrato per uno spessore di 2 cm, un'applicazione di una rete metallica (o in fibra di vetro), la stesura di un fondo di coesione efficace e la successiva applicazione del rivestimento fotocatalitico in spessore maggiore (circa 1 cm). Di seguito l'illustrazione della sezione di una pavimentazione strutturale.



Lo **spolvero al quarzo** è una miscela elaborata di cemento, quarzo e catalizzatori fotocatalitici per pavimentazioni additivi selezionati. La miscela viene spruzzata su una superficie in calcestruzzo adatta ad accoglierla, rifinita e livellata e subito prima della completa asciugatura del fondo sul quale verrà applicata. Trattasi in questo caso di una sorta di rifinitura fotocatalitica che risulta essere adatta per quelle pavimentazioni industriali soggette a forti sollecitazioni.

I **massetti autobloccanti fotocatalitici ECOSTAR®** (prodotti su licenza Global Engineering and Trade da RECORD GROUP SPA) sono elementi per pavimentazione e muratura fotocatalitici, da impiegarsi nella progettazione edilizia. Grazie alle loro caratteristiche specifiche, come:

- altissima e certificata qualità estetica e dei materiali;
- elevata resistenza agli agenti di natura chimica, fisica e meccanica;
- capacità di adattamento in ogni condizione di carico e pendenza, preservando le proprie caratteristiche nel tempo;
- costi di manutenzione praticamente nulli;
- risparmio delle risorse naturali

risultano essere particolarmente adatti per l'arredo urbano, per le pavimentazioni soggette ad intenso traffico. Sono disponibili in una vasta varietà di modelli, colorazioni.

La loro formulazione fotocatalitica permette ovviamente di avere le caratteristiche di antinquinamento, antisporcamento e antibattericità tipica dei prodotti ecoattivi.

Pavimentazioni drenanti fotocatalitiche è un conglomerato cementizio, drenante, fonoassorbente, fotocatalitico realizzato con cemento e inerti, dello spessore di 21 cm caratterizzato dalla presenza di alveoli passanti che assicurano il drenaggio verticale di 25 litri/minuto di acqua attraverso una superficie orizzontale di un decimetro quadrato, dotato di forte potere fonoassorbente e di proprietà fotocatalitiche finalizzate alla riduzione degli inquinanti nell'aria.

RIFERIMENTI BIBLIORGRAFICI NEL TESTO.

- 1 Mitsubishi Research Inc.,
- 2 Akira Fujishima (Chairman of KAST), 2003
- 3 CNR Istituto inquinamento Atmosferico, Prof. Ivo Allegrini "Malte cementizie fotocatalizzate per la riduzione dell'inquinamento atmosferico" Prot. 393/2003, Area Ricerca di Roma, 20 Mar. 2003
- 4 RELAZIONE SULLO STUDIO ESEGUITO PER LA VALUTAZIONE DELLE CAPACITÀ DI ABBATTIMENTO DI INQUINANTI AD OPERA DI MALTE CEMENTIZIE FOTOCATALITICHE Prof. Gaetano CECCHETTI (Università Degli Studi di Urbino)
- 5 Dott. V. Gianelle "Sperimentazione Intonaco fotocatalitico. Relazione finale" Prot. Int 8159, settembre 2003 Class. 4.10 ARPA Lombardia Ufficio U.O. Aria Polveri - Dipartimento sub provinciale città di Milano
- 6 EURO QUALITY SYSTEMS S.r.l. Novara, Relazione tecnica: "VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA ANTIMICROBICA E ANTIMUFFA SU UN PRODOTTO IMPIEGATO PER RIVESTIMENTI NEL SETTORE EDILIZIO". Prof. P. Zilio

BIBLIOGRAFIA

- Rossano Amadelli e Luca Samiolo (novembre 2003): "Materiali fotocatalitici in edilizia" – Relazione del Dipartimento di Chimica dell'Università di Ferrara
- Centro per le Valutazioni Ambientali dell'Università di Urbino, Gaetano Cecchetti (novembre 2003) "Relazione sullo studio eseguito per la valutazione delle capacità di abbattimento di alcuni tra i più comuni inquinanti atmosferici ad opera di malte cementizie fotocatalitiche"
- Relazione del Laboratorio di Igiene Ambientale dell'Istituto Superiore di Sanità, a firma del Prof. Giovanni Zappone (aprile 2003) "Alcune applicazioni sulle proprietà fotocatalitiche del biossido di titanio e le applicazioni per la degradazione di sostanze chimiche di vario genere"
- "Relazioni ARPA Lombardia, di Vorne Giannelle (maggio e settembre 2003):" Sperimentazione di Intonaco al biossido di titanio in ambienti interni"
- CNR Roma Istituto di Inquinamento Atmosferico Ivo Allegrini "Relazione Tecnica sulle potenzialità dei materiali al biossido di titanio"
- Italcementi CTG, Luigi Cassar (2003)"materiali cementizi fotocatalitici"
- FAST Federazione delle associazioni scientifiche e tecniche AA. VV. (2004) Atti del Convegno: "Tecniche e materiali innovativi in edilizia per abbattere l'inquinamento in città"
- Singh H.K. Muneer M., Bahnemann D. (2003): "Photocatalytic degradation of a herbicide derivative, bromacil, in aqueous suspension of titanium dioxide", Photochem. Photobiol. Sci. 2 (2): 15-16
- Bhatkhande D.S., Pangakar V.G. Beenackers A.A. (2003): "Photocatalytic degradation of nitrobenzene using titanium dioxide and concentrated solar radiation: chemical effect and scale-up". Water Res. 27 (6): 1223-1230
- Wu Y and Chen L. (2002): "Photocatalytic oxidation of airborne VOCs on TiO₂"
- Fukashori S., Ichiura H, Kitaoka T., Tanak H. (2003) " Photocatalytic decomposition of bisphenol A in water using composite TiO₂ -zeolite sheets prepared by a paper technique", Env. Sci. Technol., 37(5): 1048-1051

La riproduzione totale o parziale del presente documento è vietata.

Tutti i diritti sono riservati.

GLOBAL ENGINEERING AND TRADE SRL

VIA CAMPERIO, 9

20123 MILANO

TEL:0039-0232300400

FAX: 0039-02300322402

WWW.GLOBALENGINEERING.INFO

WWW.ECORIVESTIMENTO.IT