



**Il respiro
dell'arte**



Foto S. Giannasca

San Gimignano (SI)

INDICE

Premessa	pag 3
Salute e inquinamento	pag 4
Ecosistemi e inquinamento	pag 4
Qualità dell'aria e patrimonio culturale	pag 5
La relazione tra i materiali e il ph	pag 5
Gli inquinanti	pag 6
Modelli e forme di degrado	pag 6
Una centralina a Villa Necchi Campiglio	pag 7
Caramel: un progetto europeo di ricerca	pag 8
Come proteggere il patrimonio culturale	pag 9
Le politiche per la tutela della qualità dell'aria: cosa chiede il FAI all'Unione Europea	pag 10
Ma chiediamo di più	pag 11
Cosa facciamo noi nei nostri Beni	pag 12
Cosa puoi fare tu: piccole attenzioni per ridurre l'inquinamento atmosferico	pag 13
I principali agenti inquinanti	pag 14
Bibliografia	pag 15

L'aria è una risorsa primaria e la sua qualità è fortemente deteriorata dalle attività umane come quelle legate al campo industriale e agricolo, alla produzione di energia, al trattamento dei rifiuti, agli impianti di riscaldamento, al traffico veicolare, aereo e navale - solo per citare qualche esempio.

Nell'Unione Europea, l'elevato livello di inquinamento atmosferico comporta la morte prematura di almeno 400.000 persone all'anno, arrivando a 6 milioni di decessi su scala globale, con una perdita di 110 milioni di tonnellate di raccolto cerealicolo¹.

Il FAI-Fondo Ambiente Italiano ritiene necessario un maggiore impegno dell'Unione Europea in una politica più severa per migliorare la qualità dell'aria, al fine di ottenere effetti positivi anche sul patrimonio culturale, soggetto a gravi danni a causa degli inquinanti presenti in atmosfera. Infatti, questa particolare ottica mostra - con evidenza - l'interazione tra inquinanti e danni irreversibili, che provoca ripercussioni non solo sulla salute umana, ma anche sugli animali, sulla biosfera e sulla materia non biologica, come monumenti e beni architettonici, da preservare e monitorare.

Castello di Masino - Caravino (TO)
Tempietto neogotico e viale delle spire



SALUTE E INQUINAMENTO

L'inquinamento atmosferico modifica la composizione dell'aria per la presenza di sostanze capaci di alterare le normali condizioni ambientali e di costituire un pericolo per gli ecosistemi, la salute e anche per il patrimonio artistico-culturale.

L'impatto dell'inquinamento dell'aria sulla **qualità della vita** è rilevante, provocando l'insorgenza di molte malattie, fra cui asma e altri problemi respiratori, in particolar modo negli individui più vulnerabili come bambini, anziani e malati; ha, inoltre, effetti importanti sulle malattie cardio-vascolari. Come dichiarato dall'organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (Ottobre 2013), può portare allo sviluppo di patologie cancerogene di cui è stato dichiarato la causa ambientale principale². In **Europa**, nel 2010 l'inquinamento è stato la prima causa di mortalità con più di 400.000 morti premature, superando di 10 volte i decessi provocati da incidenti stradali. Sempre nel 2010, i costi esterni – giorni lavorativi persi e costi sanitari elevati - sono stati valutati tra i 330 e i 940 miliardi di Euro comportando, inoltre, una perdita di produttività stimata intorno ai 15 miliardi di Euro³. Si calcola che i costi diretti per

la società dovuti all'inquinamento atmosferico, compresi i danni alle colture ed edifici, ammontino a circa 23 miliardi di Euro l'anno.

ECOSISTEMI E INQUINAMENTO

L'inquinamento atmosferico non danneggia solo la salute umana, ma influenza tutti gli **ecosistemi terrestri**; infatti, due terzi dei siti dell'Unione Europea (UE), protetti dalla Rete Natura 2000, sono attualmente in grave pericolo per le piogge acide e l'eutrofizzazione delle acque che causano la moria della componente biotica (flora e fauna) (E/R Ambiente). Considerando il contesto italiano, l'ultimo rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) del 2013 individua nella **Pianura Padana** una delle aree più inquinate d'Europa, con livelli di smog sistematicamente al di sopra delle soglie stabilite: nel 2012 i valori di PM₁₀ (*Particulate Matter* – particelle microscopiche aventi dimensioni di 10 µm, altamente nocive per le vie respiratorie) hanno superato i limiti per 117 giorni (rispetto ai 35 consentiti), mentre il biossido di carbonio (CO₂) è stato superiore agli standard per 99 volte (5 volte il numero massimo consentito), con una media di concentrazione annua del 38% sopra la soglia.



Pianura Padana: una delle aree più inquinate d'Europa

QUALITÀ DELL'ARIA E PATRIMONIO CULTURALE

Non solo la salute umana, degli animali e degli ecosistemi terrestri è minata dall'inquinamento atmosferico, **ma anche la salute dei monumenti**. Infatti, il patrimonio culturale-architettonico delle città europee è conservato in larga misura in ambiente esterno, quindi si trova direttamente esposto agli agenti ambientali e il suo stato di conservazione dipende in maniera diretta dalle interazioni che si instaurano tra i materiali compositivi dei manufatti architettonici e l'ambiente. Tra queste, le principali cause sono imputabili all'acqua e agli agenti inquinanti. L'acqua e l'aria, infatti, costituiscono i veicoli attraverso i quali le sostanze inquinanti sono in grado di raggiungere le superfici dei manufatti artistici e, in particolare, architettonici.

La relazione tra i materiali e il pH

I materiali utilizzati nelle architetture storiche sono molteplici e tra quelli maggiormente diffusi vi sono: graniti, porfidi, calcari, travertini, arenarie, marmi, ardesie, per quanto riguarda le pietre naturali; materiali ceramici, con una particolare diffusione dei mattoni, intonaci di rivestimento, e stucchi, tra i materiali lapidei artificiali. Hanno, poi, ancora importanza come materiali per l'architettura il legno, il vetro e alcune leghe metalliche.

Inoltre, i materiali lapidei, siano essi naturali che artificiali, possono essere grossolanamente suddivisi in due classi da un punto di vista compositivo: materiali silicatici (composti, in maggior percentuale, da silicio - Si) e materiali carbonatici. Questi ultimi, composti principalmente da carbonato di calcio (CaCO_3), sono da considerare i materiali maggiormente sensibili all'azione degli agenti inquinanti

atmosferici⁴, come si può riscontrare in alcuni edifici storici, quali il Duomo di Milano, la cattedrale di Saint Paul a Londra, il Partenone di Atene e Notre Dame a Parigi.

In merito, è stata raccolta un'ampia bibliografia, soprattutto nella seconda metà del Novecento, riguardante gli agenti inquinanti e la loro azione sui materiali che costituiscono le architetture. È possibile, quindi, fornire uno spunto riassuntivo affermando che **ogni composto chimico, in grado di abbassare il pH di una soluzione acquosa, gioca un ruolo nel meccanismo di corrosione dei materiali a base di carbonato di calcio**. Più i materiali sono porosi e più risultano sensibili a tali fenomeni, a causa della maggiore quantità di soluzioni acide in grado di assorbire all'interno della loro microstruttura porosa, fin nella profondità della massa del materiale lapideo.



Villa Necchi Campiglio (MI): esempio di corrosione rinvenuto sulle colonne del giardino



Villa Necchi Campiglio (MI): evidenza di incrostazioni nere sui muri del Bene FAI

Gli inquinanti

I maggiori responsabili dell'abbassamento del pH nelle soluzioni, che in seguito alle precipitazioni atmosferiche bagnano le facciate dei monumenti, sono gli **ossidi di zolfo** (SO_2 e SO_3) e di **azoto** (NO_x). Il **biossido di carbonio** (CO_2), anche conosciuto come anidride carbonica, ha un minor effetto sul pH, ma è alla base dei fenomeni carsici e gioca un ruolo speciale nella corrosione dei materiali carbonatici. Nonostante la CO_2 sia un componente naturale dell'atmosfera, essa deve essere considerata un inquinante a causa dell'incontrollato aumento della sua concentrazione, nel corso dell'ultimo secolo, dovuta alle attività umane, in particolare alle emissioni delle combustioni sia in ambiente industriale che domestico.

L'inquinamento da **metalli pesanti**, in particolare dei composti di **ferro (Fe)**, **cromo (Cr)**, **vanadio (V)** e **piombo (Pb)**, è in grado di accelerare le cinetiche di degrado sui materiali lapidei. Inoltre, gli aerosol che contengono i metalli pesanti costituiscono dei nuclei di aggregazione per le molecole di vapore acqueo. Oltre a ciò, sono stati recentemente studiati gli effetti di alcuni composti organici presenti in atmosfera come inquinanti - fra i quali: **acido benzoico**, **naftalene**, **acido decanoico**, **fenantrene**, **metilcarbazolo** - per quanto concerne l'impatto sui materiali per l'architettura, ma per comprenderne pienamente il loro ruolo nei processi di degrado sono necessari ancora molti approfondimenti di ricerca.

Modelli e forme di degrado

È importante sapere che la morfologia degli elementi architettonici e della loro superficie cambia in funzione dell'azione degli agenti di degrado e l'ICOMOS (*International Council of Monuments and Sites*), in merito, fornisce un glossario nel quale sono classificati i termini utili



Venezia: colonna in ambiente outdoor sottoposta a fenomeni di degrado da inquinamento. Ben visibili le croste nere

per definire le morfologie del degrado⁵. Molti modelli e forme di degrado differenti sono coinvolti in una serie di meccanismi chimici e tra essi si possono osservare: la **polverizzazione**, le **croste nere**, le **efflorescenze**, dovute a sali solubili, e i **depositi di materiale particellare**. Le osservazioni che possono essere condotte sulle superfici architettoniche, anche da un comune cittadino, individuano facilmente le zone sottoposte a degrado, mentre la sua intensità è di più difficile lettura. Infatti, se consideriamo per esempio il fenomeno delle croste nere, queste si formano normalmente in zone protette dal dilavamento diretto delle precipitazioni atmosferiche (superfici in sottosquadro), alternandosi a zone bianche dilavate; queste ultime, pur presentando un colore chiaro, spesso vicino al colore naturale della pietra, non per questo sono necessariamente sane, ma spesso risultano interessate da fenomeni corrosivi che hanno asportato la materia originale oltre al particellato, responsabile appunto della formazione delle croste nere. Queste croste, generalmente di colore nero, ma anche grigio-giallastre o brunastre, sono prevalentemente costituite da gesso in una

percentuale che oscilla dal 60 al 90%, con notevoli eccezioni, mentre il carbonio elementare e il carbonio organico sono contenuti in piccola percentuale. Conoscere i rapporti tra le loro concentrazioni è importante, in quanto la bibliografia assegna la presenza di carbonio elementare (*Elementar Carbon* - EC) all'esistenza di particelle incombuste nelle emissioni, mentre il carbonio organico (*Organic Carbon* - OC) rappresenterebbe la deposizione atmosferica, derivante dalla somma dei processi di tipo biologico e dei trattamenti di conservazione. Inoltre, attraverso lo studio stratigrafico delle formazioni superficiali rinvenibili sui monumenti, è possibile studiare l'andamento dell'inquinamento nel corso del tempo, e -

mettendo in evidenza alcune caratteristiche composizionali e microstrutturali degli strati profondi - si è in grado di fare delle correlazioni con i livelli passati d'inquinamento, mentre le caratteristiche degli strati più esterni si collegano ai livelli d'inquinamento recente. I metalli sono, poi, soggetti a corrosione anche in una cosiddetta atmosfera "pulita", ovvero con una bassa concentrazione di inquinamento, però è significativo notare che, in presenza di inquinanti e di certe tipologie di sali, la velocità di corrosione aumenta straordinariamente. Nel caso dei materiali bronzei, i quali - fra i beni culturali - numericamente parlando costituiscono una parte minoritaria di notevolissima espressione artistica, la

UNA CENTRALINA A VILLA NECCHI CAMPIGLIO

Villa Necchi Campiglio, uno dei 50 Beni salvati in tutta Italia dal FAI - Fondo Ambiente Italiano, ospita, dal 23 dicembre 2013, una delle due stazioni di monitoraggio che sono state collocate a Milano, di cui una all'interno e l'altra all'esterno dell'Area C, per uno studio sulla qualità dell'aria, che rientra nell'ambito di un lavoro di ricerca dell'Università degli Studi di Milano e del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La seconda centralina, posizionata fuori dall'Area C, è a Torra Sarca, presso l'edificio U36 dell'Università degli Studi di Milano Bicocca.

Le due stazioni di rilevamento permetteranno, monitorando per i prossimi 3 anni le concentrazioni delle polveri totali sospese (PTS), di evidenziare le differenze nella qualità dell'aria, fuori e dentro l'Area C. Le politiche di limitazione del traffico veicolare, recentemente adottate da numerose amministrazioni comunali, possono infatti portare anche a un miglioramento della qualità dell'aria nelle aree interessate e questo è quanto si intende rilevare.

Presso le stazioni di monitoraggio sono esposti alcuni provini in pietra con lo scopo di raccogliere campioni di depositi atmosferici su cui eseguire le analisi chimiche e le indagini diagnostiche.

Le analisi vengono svolte presso il Laboratorio di Chimica dell'Atmosfera dell'Università degli Studi di Milano Bicocca e nei laboratori dell'Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali del CNR (Consiglio Nazionale di Ricerca). Il progetto di ricerca è iniziato nel Dicembre 2013 e terminerà nel Dicembre 2015.



preoccupazione circa il loro degrado si ritrova già nel passato. In merito, ci sono testimonianze accertate riguardanti le osservazioni di alcuni studiosi, relative al degrado delle opere bronzee esposte all'aperto sin dal XIX secolo, come conseguenza dell'inquinamento atmosferico, anche se per lungo tempo la patina di corrosione è stata considerata da alcuni come protettiva e di grande valore estetico.

Solo nei primi anni '60, si è cominciato a prendere consapevolezza del problema della conservazione dei beni bronzei, grazie all'interessamento per la condizione dei cavalli bizantini esposti nell'attico della Basilica Marciana a Venezia e sottoposti agli attacchi degli inquinanti atmosferici. In seguito all'alterazione, la colorazione dei bronzi cambia e molto spesso le superfici bronzee, esposte all'ambiente *outdoor* (esterno), alternano zone azzurre a zone di colore molto scuro, dove la patina di corrosione azzurra è costituita prevalentemente da solfati di rame.

Ci sono, poi, evidenze certe dell'attacco di inquinanti, come l'**acido solforico (H_2SO_4)**, anche su materiali artistici (cuoi, tessuti e materiali cartacei) che solitamente sono impiegati in ambienti interni (*indoor*). Un esempio pratico è fornito dal cuoio, quale materiale proteico, su cui l'acido solforico può accumularsi e rompere i legami peptidici delle proteine, producendo una polvere rossastra (*red rot*).

Sulla carta è ben documentato il ruolo dell'Ozono O_3 che ossida la cellulosa, anche se la cinetica della reazione è - fortunatamente - piuttosto lenta. Anche l'acido solforico idrolizza la cellulosa trasformandola in glucosio e scindendo, quindi, i legami che tengono unito il polisaccaride. Le fibre divengono, di conseguenza, fragili e alla fine la carta si polverizza. Questo fenomeno avviene se l'acido solforico è aggiunto come sbiancante nella pasta della carta, anche se la genesi dell'acido è imputabile all'inquinamento esterno.

Caramel: un progetto europeo di ricerca

Il **progetto CAMEL** (2001-2003) è stato finanziato nell'ambito del 5° programma della Ricerca dell'Unione Europea, con l'obiettivo di studiare il particolato atmosferico (*Particulate Matter* - PM), responsabile di molte forme di degrado sulla superficie dei monumenti - in particolare - la componente carboniosa (distinta in Carbonio Elementare (EC) e Carbonio Organico (OC)), focalizzandosi sulla relazione tra la concentrazione delle particelle in atmosfera e la velocità di deposizione sulle superfici dei monumenti. **Queste particelle sono i costituenti maggioritari dei cosiddetti aerosol (sistemi di particelle solide disperse in un gas) e rappresentano, nel contempo, un vettore e un ambiente di evoluzione per gli inquinanti** che vengono in contatto con i monumenti.

Le particelle studiate sono state, quindi, sottoposte a una completa caratterizzazione dal punto di vista della loro composizione chimica, della loro distribuzione dimensionale e del loro profilo stagionale, in modo da identificarne le sorgenti. Il progetto ha, inoltre, inteso stilare un indice di apprezzamento estetico delle superfici architettoniche, in funzione del differente interessamento dei livelli di deposizione particellare, anche mediante una serie di interviste a personale specializzato nel campo della conservazione dei monumenti.

Il progetto ha dimostrato come la fonte principale del particolato sia attualmente il traffico veicolare, dove le particelle carboniose formano la frazione principale dell'aerosol urbano, dopo il drastico abbattimento delle componenti solforate, grazie alle politiche intraprese nelle ultime tre decadi. Le particelle di

nerofumo (particolato carbonioso), invece, costituiscono una porzione importante delle croste “storiche”, studiate in tutta l’Europa occidentale, anche se esse assumono abito, morfologia e distribuzione differenti in funzione della localizzazione del monumento, del materiale con il quale è stato realizzato e di altre variabili. Dal punto di vista dell’impatto visivo, l’inquinamento atmosferico, oggi, assume le sembianze di una patina dal colore caramello, più chiara e sottile di quelle che si formavano una ventina di anni addietro.

COME PROTEGGERE IL PATRIMONIO CULTURALE

La materia aggredita e deteriorata dall’inquinamento atmosferico richiede cure e interventi, in modo d’assicurare la conservazione del bene.

I lavori di conservazione dovrebbero essere progettati al fine di minimizzare gli effetti del degrado sui materiali, strutturando l’intervento nelle seguenti fasi: pulitura, consolidamento e protezione superficiali.

- Nella **fase di pulitura** vengono rimossi i materiali che il progetto di conservazione ha individuato come dannosi per la salvaguardia e la corretta leggibilità del

bene, minimizzando ogni possibile danno collaterale alle superfici;

- nella **fase di consolidamento superficiale** viene applicato un prodotto in forma fluida che ha lo scopo di restituire al materiale le forze di coesione perdute, in seguito all’azione dei meccanismi di degrado;
- nello **stadio di protezione superficiale** si applica un prodotto idrorepellente al fine di limitare l’interazione fra l’acqua e le soluzioni acide.

Il costo totale di questa serie di processi è enorme e non facile da stimare, sia per quanto riguarda un mero conto economico sia e soprattutto per quanto concerne un costo culturale⁶; infatti, **è importante ricordare che quando un manufatto architettonico è perduto lo è per sempre, in quanto non esiste alcun intervento di conservazione in grado di restituirlo alla fruizione dei cittadini.**

L’osservazione costante e il monitoraggio rappresentano l’unica possibile risposta per proteggere e preservare i monumenti e l’ambiente, che li circonda e li conserva, intervenendo il più efficacemente possibile fin tanto che i danni sono minimi, in modo tale che l’intervento possa essere ancora relativamente semplice da progettare con costi sostenibili.



Test di pulitura su rilievo marmoreo: parte di sinistra bianca e pulita, parte di destra nera e sporca

LE POLITICHE PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA: COSA CHIEDE IL FAI ALL'UNIONE EUROPEA

In occasione dell'incontro del 18 Dicembre 2013, a Bruxelles, la Commissione Europea ha deciso di adottare nuove misure al fine di ridurre l'inquinamento atmosferico, attraverso il cosiddetto "Pacchetto Aria Pulita", puntando – in particolar modo – sull'ulteriore riduzione delle emissioni nocive, provenienti dal settore industriale, agricolo, dei trasporti e degli impianti energetici.

L'obiettivo principale è la salvaguardia della salute umana, dell'ambiente e anche del patrimonio storico-artistico, mediante l'attuazione – nel breve e medio periodo - di alcune norme strategiche, quali⁷:

- il raggiungimento - nel breve periodo - degli obiettivi esistenti e di nuovi entro il 2030, per migliorare la qualità dell'aria, sostenendo la ricerca e l'innovazione e promuovendo la cooperazione internazionale;
- la revisione della **Direttiva sui Limiti Nazionali di Emissione** (*National Emission Ceilings - NEC*), al fine di fissare livelli nazionali più rigorosi inerenti ai sei principali inquinanti (vedi Tabella 1);
- introduzione di una **nuova direttiva per ridurre l'inquinamento provocato dagli impianti di combustione di medie dimensioni** (come il caso di impianti che forniscono energia a edifici appartenenti a uno stesso isolato o a edifici di grandi dimensioni o a piccoli impianti industriali).

In merito all'adozione del "**Pacchetto Aria Pulita**", gli obiettivi concreti da rispettare e portare a compimento sono i seguenti:

- evitare decessi prematuri a causa dell'inquinamento atmosferico;
- salvare dall'inquinamento atmosferico provocato dall'azoto (N) gli ecosistemi terrestri, per una superficie pari a 123.000

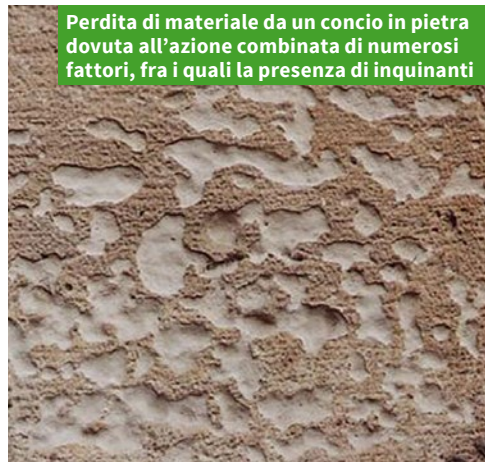
km² (area equivalente a più della metà della superficie della Romania);

- salvare dall'inquinamento atmosferico provocato dall'azoto (N) le zone protette dalla Rete Natura 2000, per una superficie pari a 56.000 km² (area superiore alla superficie dell'intera Croazia);
- salvare dal processo di acidificazione gli ecosistemi terrestri forestali, per una superficie pari a 19.000 km².

Rispettare questi obiettivi porterebbe a dei benefici che si rispecchierebbero anche sulle economie nazionali, arrivando – da un lato - a risparmiare dai 40 a 140 miliardi di Euro in esternalità e ottenendo - dall'altro lato - benefici diretti al pari di 3 miliardi di Euro, grazie all'incremento di produttività della manodopera, a minori costi sanitari, all'aumento delle rese agricole e a minori danni agli edifici.

L'avvio di questo circolo virtuoso contribuirebbe, anche, a creare l'equivalente di circa 100.000 nuovi posti di lavoro, in quanto, grazie al minor numero di giorni lavorativi persi per motivi di salute, si registrerebbe un incremento in termini di produttività e competitività, stimando così un impatto netto - potenzialmente - positivo sulla futura crescita economica.

Perdita di materiale da un concio in pietra dovuta all'azione combinata di numerosi fattori, fra i quali la presenza di inquinanti



MA CHIEDIAMO DI PIÙ

- adottare una Direttiva NEC che porti a raggiungere entro il 2030 gli obiettivi previsti dal **7° Programma d'Azione per l'Ambiente**, ovvero “livelli di qualità dell'aria che non siano causa di un impatto significativo o rischioso per la salute umana e l'ambiente”;
- rispettare gli standard di salute prescritti dall'**OMS**;
- raggiungere - nel medio e breve periodo (2020-2025) - gli **obiettivi di riduzione delle emissioni** (in seguito alla revisione della Direttiva NEC), adottati nell'ambito del 7° Programma Strategico per l'Ambiente. (*n.b.*: gli obiettivi da adottare per il 2020 sono livelli molto più significativi di quelli previsti dal Protocollo di Goteborg e dalla Strategia Tematica sull'Inquinamento dell'Aria del 2005);
- **rafforzare i valori limite della qualità dell'aria** stabiliti dall'Unione Europea, sulla base delle più recenti evidenze scientifiche e le raccomandazioni dell'OMS;
- inserire nella Direttiva NEC **ulteriori inquinanti nocivi** presenti in aria, ponendo particolare attenzione verso il mercurio (Hg);
- supportare il rafforzamento, a livello Europeo, di “**misure di controllo alla fonte**” per ridurre le emissioni degli inquinanti atmosferici, con particolare attenzione verso l'inquinamento prodotto: dalla combustione degli impianti di medie dimensioni, dal riscaldamento domestico, dalle navi, dai trasporti, dai veicoli di cantiere e dal settore agricolo (ammoniaca – NH₃, metano – CH₄, PM);
- assicurarsi che gli **impianti di combustione** facciano uso delle migliori tecniche disponibili, secondo le norme, e rientrino in un sistema di autorizzazione integrata e monitoraggio efficienti;
- rendere più coerenti le **norme europee in materia** (Direttiva NEC e Direttiva sulla Qualità dell'Aria), cercando di conseguire entro il 2030 gli obiettivi del 6° e 7° Programma d'Azione per l'Ambiente;
- migliorare la possibilità di ottenere l'**esecuzione della Direttiva NEC**, includendo un'espressa previsione del diritto di ricorso giurisdizionale per i cittadini.

COSA FACCIAMO NOI NEI NOSTRI BENI

■ EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Abbiamo avviato un percorso di riduzione dell'impatto ambientale nei nostri Beni, in particolare dei consumi energetici. Tra gli interventi già in esercizio:

_ A Villa Necchi Campiglio è stato introdotto un impianto di derivazione delle acque di falda ad uso di condizionamento nel quadro di una ristrutturazione tecnica di tutta l'impiantistica della Villa, comprendente anche il rinnovamento dell'impianto idraulico e sanitario, volto al risparmio idrico ed energetico.

_ Al Bosco di San Francesco d'Assisi è stato realizzato un chiosco informativo ad alta efficienza energetica con materiali naturali (legno e sughero), permettendo un isolamento termico della struttura; nel Centro Visitatori di Santa Croce è stato predisposto un impianto di riscaldamento a pannelli radianti, alimentato da una pompa di calore con sonde geotermiche.

_ Alla Cavallerizza, sede nazionale del FAI a Milano è stata introdotta una regolazione intelligente sia dell'aria condizionata, per i mesi caldi, sia del riscaldamento, per i mesi freddi, per efficientare i consumi grazie a innovativi sistemi di monitoraggio.

■ EDUCAZIONE AMBIENTALE

Produciamo materiale divulgativo e realizziamo programmi e progetti per le scuole di ogni ordine e grado.

■ INTERESSE E SUPPORTO VERSO LA RICERCA SCIENTIFICA

Villa Necchi Campiglio è stata scelta per il posizionamento di una stazione di monitoraggio per lo studio della qualità dell'aria, da parte dell'Università degli Studi di Milano Bicocca.

■ INCENTIVO ALL'UTILIZZO DEI MEZZI PUBBLICI

Tramite un accordo fra FAI e ferrovie TRENORD, è possibile usufruire di un pacchetto di 29,00 Euro, comprendente viaggio, visita e pranzo, al fine di scoprire i beni del FAI di Villa e Collezione Panza e di Villa Necchi Campiglio.



COSA PUOI FARE TU: PICCOLE ATTENZIONI PER RIDURRE L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

TRASPORTI E MOBILITÀ

- privilegiare all'auto privata il **mezzo pubblico** come metrò, tram e autobus; scegliere la **bicicletta**, infatti in molte città ci sono i *bike sharing* e l'offerta di piste ciclabili è in crescita;
- organizzare dei **car pooling**, per ottimizzare l'uso dell'auto privata caricando più passeggeri possibili;
- utilizzare il **car sharing**, ovvero "le auto in condivisione" - se proprio il mezzo individuale è necessario - permettendo di utilizzare auto elettriche o certificate Euro4.



SE INVECE USI LA TUA AUTO, PER LIMITARE L'INQUINAMENTO PUOI:

- spegnere il **motore** del veicolo in caso si stia fermi più di 30 secondi;
- **non accelerare** e guidare in modo fluido, con un risparmio del 30% sul consumo di carburante;
- **ridurre la velocità**, riuscendo a risparmiare il 20% di carburante;
- cercare di restare fermi **al semaforo**, senza avanzare se non necessario, per ridurre i consumi;
- usare l'**aria condizionata** solo se necessaria, in quanto incrementa i consumi del 15%;
- **smontare**, se non servono, **porta sci e porta carichi**, perché aumentano l'attrito dell'aria e comportano consumi aggiuntivi di circa l'8%.

IN CASA E IN UFFICIO

- **riscaldamento**: attenzione a non superare i 19°-20°C e ridurre la dispersione termica isolando le finestre con doppi vetri ed eliminando gli spifferi. L'uso dei *camini* dev'essere limitato e non deve sostituire l'uso del riscaldamento prodotto dai caloriferi;
- **illuminazione artificiale**: le luci devono essere spente quando non sono necessarie, infatti ogni minuto di non accensione di una lampadina tradizionale fa risparmiare fino a 13 grammi di CO₂. Acquistare, inoltre, lampadine a basso consumo (più durature) per il risparmio energetico;
- **elettrodomestici**: scegliere la classe A++ (classe energetica massima) e fare attenzione ai loro tempi di utilizzo.

I PRINCIPALI AGENTI INQUINANTI

INQUINANTI	FONTI PRINCIPALI	FONTI MINORI
SO₂ Anidride Solforosa	Combustione industriale (55%)	Combustione non industriale (27%)
NO_x Ossidi di azoto	Trasporto su strada (67%)	Combustioni (17%)
COV Composti Organici Volatili	Uso di solventi (60%)	Trasporto su strada (15%)
CH₄ Metano	Processi di estrazione e di distribuzione dei combustibili (42%); trattamento e smaltimento dei rifiuti (31%)	Agricoltura (24%)
CO Monossido di Carbonio	Trasporto su strada (73%)	Combustione non industriale (20%)
CO₂ Anidride Carbonica (23%)	Combustioni (40%); trasporto su strada (33%)	Produzione di energia; trasformazione di combustibili
N₂O Protossido di Azoto	Agricoltura (46%)	Combustione non industriale (27%)
NH₃ Ammoniaca	Agricoltura (92%)	Trasporto su strada (7%)
CO₂ eq Anidride Carbonica Equivalente (21%)	Combustioni (37%); trasporto su strada (30%)	Produzione di energia; trasformazione di combustibili
Precursori O₃ Ozono	Trasporto su strada (38%); uso di solventi (33%)	
Totale Acidificanti (16%)	Trasporto su strada (45%)	Agricoltura (27%); combustioni
PM_{2,5} e PM₁₀ (Particulate Matter) e PTS – Polveri Totali Sospese	Trasporto su strada (dal 62 al 65%)	Combustione non industriale (dal 13 al 17%)

TABELLA 1

1_ *Time to Act, to Reduce Short-Lived Climate Pollutants*, Climated and Clean Air Coalition (CCAC), United Nations Environment Programme (UNEP), 2014.

2_ Fonte Organizzazione Mondiale della Sanità-OMS (*World Health Organisation*, WHO); Cfr Rapporto sulla qualità dell'aria EEA (*European Environment Agency*).

3_ Cfr. Commissione Europea, 15/10/2013, Press releases database: "If you think the economy is more important than the environment, try holding your breath while counting your money".

4_ Cfr. Winkler E. M., *Stone in Architecture*, Springer Verlag (1997).

5_ Cfr. International Council on Monuments and Sites, *ICOMOS-ISCS: Illustrated glossary on stone deterioration patterns* *Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre*.

6_ Cfr. Doytchinov S., Screpanti A., Leggeri G., *Effects of Air Pollution on Materials, Including Historic and Cultural Heritage Monuments*, EAI Speciale II-2012 Knowledge, Diagnostics and Preservation of Cultural Heritage.

7_ Cfr Commissione Europea, "Clean Air Policy"

BIBLIOGRAFIA

Bonanni P., Cacace C., Giovagnoli A. & Gaddi R., *Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sui beni di interesse storico-artistico esposti all'aperto*, collaborazione fra APAT (Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia ambientale, Servizio Inquinamento Atmosferico e Ambiente Urano) e ICR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro), pp. 837-849, Roma;

Bonanni P., Daffinà R., Gaddi R., Silli V., Cirillo M., Cacace C. & Giovagnoli A., *Inquinamento e degrado dei beni culturali - I risultati dello studio sperimentale APAT-ICR per la valutazione del danno dei beni storico-artistici esposti all'aperto*, collaborazione fra APAT (Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia ambientale, Servizio Inquinamento Atmosferico e Ambiente Urano) e ICR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro), pp. 63-74, Roma
Winkler E. M., *Stone in Architecture*, Springer Verlag (1997). ISBN-13: 978 0387576268;

International Council on Monuments and Sites, *ICOMOS-ISCS: Illustrated glossary on stone deterioration patterns Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre*, http://www.icomos.org/publications/monuments_and_sites/15/pdf/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary_Stone.pdf
Doytchinov S., Screpanti A., Leggeri G., *Effects of Air Pollution on Materials, Including Historic and Cultural Heritage Monuments*, EAI Speciale II-2012 Knowledge, Diagnostics and Preservation of Cultural Heritage

LETTURE CONSIGLIATE

Amoroso G. & Fassina V., *Stone Decay and Conservation: Atmospheric Pollution, Cleaning, Consolidation and Protection*, Elsevier Science, Materials Science Monograph (1983) ISBN-13: 978 0444421463;

Bonazza A., Messina P., Sabbioni C., Grossi C. M., Brimblecombe P., *Mapping the impact of climate change on surface recession of carbonate buildings in Europe. The Science of the Total Environment*, Volume 407, Issue 6, 1 March 2009, pp. 2039-2050;

Brimblecombe P., *The Big Smoke: A History of Air Pollution in London since Medieval Times*, Routledge Revival (2012), ISBN-13: 978 0415672030;

Camuffo D., *Microclimate for Cultural heritage*, 2nd Edition, *Conservation, restoration and maintenance of Indoor and Outdoor Monuments. Developments in atmospheric Science*, Elsevier (2013), ISBN-13: 978 0444829252;

PACT 33 Belgium 1991 a cura di: Hicks S., Miller U., Nilsson S. & Vuorela I., *Proceeding of the European Workshop Ravello*, Dicembre 1989 e 1990. *Airborne Particles and Gases, and their Impact on the Cultural Heritage and its Environment*.

Klokkernes T. *The Influence of Air-Pollution on Ancient Monuments, Buildings and Museum Objects*;
Sabbioni C., Brimblecombe P. & Cassar M., *The Atlas of Climate Change on European Cultural Heritage*, Anthem Press (2010), ISBN-13: 978 1843317982;

Varotsos c., Tizanis C. & Cracknell A., *The enhanced deterioration of the cultural heritage monuments due to air pollution*, Environmental Science and Pollution Research, July 2009, Volume 16, Issue 5, pp. 590-592

SITOGRAFIA

Arpa, Rapporto *Qualità dell'Aria delle Province di Milano e Monza Brianza* (2010);

http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/pdf/RQA-2010/RQA_MIMB_2010.pdf;

Climated and Clean Air Coalition (CCAC), *Time to Act, to Reduce Short-Lived Climate Pollutants*, United Nations Environment Programme (UNEP), 2014, <http://www.unep.org/ccac/>;

European Environment Agency (EEA), *Rapporto sulla qualità dell'aria*, (2013);

<http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013>;

E-R Ambiente (23/10/2013), *Inquinamento: inquinamento atmosferico - Cosa fa la Regione*,

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/aria-rumore-elettromog/temi/inquinamento-atmosferico>;

European Commission (2013), *Cleaner air for all*, <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/air/en.pdf>;

European Commission (Bruxelles, 17/12/2013), *Press releases database: Commission helps make city journeys easier and greener*,

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-1255_en.htm?locale=en;

European Commission (18/12/2013), *Environmental: Air*, http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm

European Environmental Bureau (Bruxelles, 18/12/2013), *Press release: News - Air package welcomed but no early Christmas present for air pollution victims*,

<http://www.eeb.org/EEB/?LinkServID=36ED337E-5056-B741-DB9AC516D463DCCA>

European Commission (Bruxelles, 18/12/2013), *Press releases database: Environment: New policy package to clean up Europe's air*, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-1274_en.htm;

European Environmental Agency (30/12/2013), *A summary of the Year of Air - what we know about air pollution in 2013*,

<http://www.eea.europa.eu/highlights/a-summary-of-the-year>;

LaMiaAria, *Effetti dell'inquinamento atmosferico sui materiali*, <http://www.lamiaaria.it/tutto-su/gli-effetti-sui-materiali/effetti-dell%27inquinamento-atmosferico-sui-materiali.aspx>

LaMiaAria, *Gli effetti sui materiali lapidei*, <http://www.lamiaaria.it/tutto-su/gli-effetti-sui-materiali/gli-effetti-sui-materiali-lapidei.aspx>;

LaMiaAria, *Gli effetti sui metalli*, <http://www.lamiaaria.it/tutto-su/gli-effetti-sui-materiali/gli-effetti-sui-metalli.aspx>

Romaitalia | ab (11/09/2012), *L'inquinamento che uccide I monumenti*;

<http://www.romaitaliaab.it/inquinamento-che-uccide-i-monumenti/>

World Health Organization (11/09/2013), *Air quality and health*,

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>



www.fondoambiente.it

www.icvbc.cnr.it

A cura di Antonio Sansonetti per il ICVBC/CNR e
Costanza Pratesi per il FAI - Fondo Ambiente Italiano
Revisione editoriale Elena Bon
Con la collaborazione di Genitori Antismog, Milano
Dati aggiornati a marzo 2014