



**LEGAMBIENTE  
LAZIO**

**PER SALVARE IL COLOSSEO,  
PEDONALIZZIAMO SUBITO I FORI.**



**ROMA, 14 MAGGIO 2010  
BLITZ E DOSSIER DI LEGAMBIENTE**



**LEGAMBIENTE  
LAZIO**

**PER SALVARE IL COLOSSEO, PEDONALIZZIAMO SUBITO I FORI.**

**I gas di scarico delle automobili stanno sbriciolando il Colosseo. Nonostante sia il più importante monumento del mondo, l'Anfiteatro Flavio rimane ancora oggi un prestigioso spartitraffico.**

Servono scelte immediate e radicali. **L'unica ricetta possibile è la pedonalizzazione di Via dei Fori Imperiali e dell'intera area**, non c'è tempo da perdere per salvare l'area archeologica dei Fori, quei monumenti sono patrimonio dell'umanità tutelato dall'Unesco.

**Per questo Legambiente torna al Colosseo, con un blitz e un nuovo dossier** con tutti i dati raccolti negli anni dagli ambientalisti, le conseguenze dello smog sui monumenti e le proposte per salvare il Colosseo.





## **LEGAMBIENTE LAZIO**

### **PREMESSA**

**I gas di scarico delle automobili stanno sbriciolando il Colosseo. Nonostante sia il più importante monumento del mondo, l'Anfiteatro Flavio rimane ancora oggi un prestigioso spartitraffico.**

Alcune componenti dell'antico monumento mutano da carbonato di calcio in solfato di calcio, sotto l'effetto dell'inquinamento. E' questo in sostanza che i tecnici della Soprintendenza archeologica di Roma confermano con le loro parole, un fatto di una gravità inaudita.

Il fenomeno non è purtroppo nuovo, si conosce dagli anni Ottanta: era il 1978, quando il soprintendente archeologico di Roma denunciò le drammatiche condizioni dei monumenti romani corrosi dall'inquinamento. E il passare del tempo non fa che peggiorare la situazione, visto l'avanzare inesorabile del processo.

### **AL COLOSSEO ORDINARIO SMOG PER DECINE DI ANNI I DATI RILEVATI DA LEGAMBIENTE DAL 2000 AD OGGI**

Legambiente per l'occasione ha però analizzato nuovamente tutti i dati rilevati nel corso degli anni, nell'ambito di monitoraggi dell'inquinamento atmosferico<sup>1</sup>, per l'area del Colosseo, di Via dei Fori Imperiali, del Colosseo. **I risultati sono chiarissimi, il Colosseo è assalito dall'inquinamento atmosferico e acustico, provocato dal traffico impazzito della Capitale.**

**Era il 2000, quando Legambiente con la campagna Salvalarte monitorò in modo specifico la situazione dell'inquinamento dell'Anfiteatro Flavio, con risultati molto preoccupanti.** Già allora oltre a detenere il primato del monumento italiano più visitato (nel 1998 i visitatori erano oltre 2,3 milioni, alla fine del 2009 sono stati quasi 5 milioni), **il Colosseo aveva anche quello dello spartitraffico più prestigioso, con le polveri<sup>2</sup> totali (PST) che, secondo il laboratorio mobile di Syremont, facevano registrare picchi di 170 microgrammi per metro cubo, il biossido di azoto che più volte superava i 100 microgrammi per metro cubo e il biossido di zolfo oltre 10 microgrammi per metro cubo.**

---

<sup>1</sup> I dati relativi alle polveri sono stati rilevati con un analizzatore di massa di aerosol, costituito da un sensore a diodo Laser, una pompa a vuoto ed una sonda isocinetica. Lo strumento permette di fornire in pochi minuti i dati relativi alla qualità dell'aria nei diametri standar di PM1.0, PM2.5, PM7, PM10 e TSP.

<sup>2</sup> **Le polveri sono costituite da un'ampia varietà di sostanze solide e liquide: ossidi, solfati, cloruri, carbonati, silicati, zolfo ed altri composti di metalli e combustibili.** Le polveri sono potenzialmente responsabili di irritazione ad occhi e vie respiratorie e **si trasformano in mezzi di trasporto degli altri inquinanti.** Responsabili anche dell'aumento di casi di tosse e convulsioni, aggravano le condizioni di soggetti che soffrono di asma o altri sintomi cardio-respiratori. **La deposizione delle polveri acide è il principale agente di degrado dei monumenti.**



## LEGAMBIENTE LAZIO

**Tabella 1. I RISULTATI DELLE ANALISI DI SALVALARTE 2000<sup>3</sup>**

città	SO2 (anidride solforosa) Attenzione:125 µg/mc Allarme: 250 µg/mc	NO (ossido di azoto)	NO2 (biossido di azoto) Attenzione:200 µg/mc Allarme:400 µg/mc	PTS (polveri totali sospese) Attenzione:150 µg/mc Allarme: 300 µg/mc	O3 (ozono) Attenzione:180 µg/mc Allarme: 360 µg/mc
<b>ROMA Colosseo</b>	3 (10)	102,7 (>250)	49,7 (100)	76,8 (170)	14,1 (50)

*Monitoraggi effettuati dai Laboratori mobili Syremont per dieci giorni 24 h su 24*

Un nuovo monitoraggio delle polveri sottili PM10 effettuato dai tecnici di Legambiente evidenziò anche nel Febbraio **2002** valori ben al di sopra dei limiti di legge per la salute umana, certamente pericolosi per i nostri monumenti (vedi tabella 2): **al Colosseo, il valore medio registrato era di 205 microgrammi per metro cubo, mentre a mezzogiorno già si raggiungeva un picco di ben 300 microgrammi per metro cubo; a piazza Venezia, dall'altro lato di Via dei Fori Imperiali, la situazione non migliorava molto con un valore medio di 119 microgrammi per metro cubo ed un picco di 139 microgrammi per metro cubo.**

**Tabella 2. Dati PM10 (Febbraio 2002)**

Data	Luogo	Media (microgrammi/metrocubo)	Max (microgrammi/metrocubo)
28/02/02	Colosseo	205	300 (ora 12.10)
28/02/02	Piazza Venezia	119	139 (ora 11.21)

*Dati ed elaborazioni Legambiente Lazio*

Lo stesso monitoraggio effettuato un anno dopo, nell'Aprile del **2003**, evidenziava una situazione molto simile (vedi tabella 3): **polveri sottili al Colosseo con una media di 126 microgrammi per metro cubo ed un picco di 201 microgrammi per metro cubo e a piazza Venezia con una media di 110 microgrammi per metro cubo ed un picco di 137 microgrammi per metro cubo.**

**Tabella 3. Dati PM10 (11/15 aprile 2003)**

Luogo	Vento	Traffico	Media (µg/mc)	Max (µg/mc)
Colosseo	medio - forte	medio	126	201 (ora 9,40)
Piazza Venezia	medio - forte	medio	110	137 (ora 10.00)

*Dati ed elaborazioni Legambiente Lazio*

<sup>3</sup> I valori espressi sono le medie orarie della concentrazione degli inquinanti. Tra parentesi i valori di picco.



## LEGAMBIENTE LAZIO

**Nel 2003, l'allarme polveri nell'area non diminuiva nemmeno in piena estate.** Alla fine di Luglio, il giorno dopo l'annuncio dell'inchiesta della Procura della Repubblica sullo smog, Legambiente Lazio presentò un dossier con i dati rilevati in 10 punti della città (vedi tabella 4). **Tra questi spiccavano proprio il Colosseo con una concentrazione massima di 302 microgrammi per metro cubo di PM10 e p.zza Venezia a 182 microgrammi per metro cubo. Ancora più serio il dato per le polveri totali sospese (TSP) dove il Colosseo arrivava sino a 394 microgrammi per metro cubo e p.zza Venezia a 233 microgrammi per metro cubo.**

**Tabella 4. Dati PM10 (Luglio 2003)**

Inquinante	Luogo	Max (µg/mc)
PM10	Colosseo	302 (ore 16.00)
PM10	Piazza Venezia	182 (ore 15.45)
TSP	Colosseo	394 (ora 16,10)
TSP	Piazza Venezia	233 (ora15.45)

*Dati ed elaborazioni Legambiente Lazio*

Nell'estate dell'anno successivo **2004** la musica era sempre la stessa, ma stavolta Legambiente andò a verificare la situazione nella tardissima serata. Si evidenziò un fenomeno per il quale la deposizione delle polveri, in assenza di venti o precipitazioni, aumentava durante la giornata: **le automobili le producevano smog dai tubi di scappamento che si accumulava nell'atmosfera che i cittadini e i monumenti "respirano", facendo aumentare le concentrazioni nell'arco orario della giornata.** In una tranquilla notte di Luglio i valori erano assurdi: **al Colosseo si misuravano ben 376 microgrammi per metro cubo per le PM10 e addirittura 426 microgrammi per metro cubo per le TSP**, mentre a piazza Venezia i valori si attestavano a 142 microgrammi per metro cubo per le PM10 e 200 microgrammi per metro cubo per le TSP.

**Tabella 5. Dati campionamenti serali PM10 (Luglio 2004)**

Luogo	Data	Ora	PM 10 Max (µg/mc)	TSP Max (µg/mc)
Colosseo	18/07/04	1.40	376	426
Piazza Venezia	17/07/04	22.40	142	200

*Dati ed elaborazioni Legambiente Lazio*

**A Roma d'altronde un giorno su cinque l'aria è fuorilegge per le micidiali polveri sottili che contiene, con 151 occasioni di superamento dei limiti normativi dall'inizio del nuovo anno contro i 169 dello stesso periodo del 2009.** In sostanza la situazione è la stessa dello scorso anno, per fortuna a causa soprattutto della continua pioggia, diminuiscono i picchi più elevati ma lo smog



## LEGAMBIENTE LAZIO

rimane sempre elevato. Sono 25 i superamenti registrati nella centralina della rete ARPA a Cinecittà, 22 a Corso Francia e Preneste, 20 Tiburtina e Fermi, 14 a Cirpo e 12 a Magna Grecia. La centralina di fondo urbano (Villa Ada) ha infatti in pratica gli stessi superamenti, mentre salgono i numeri nelle centraline di Cipro, Preneste e Cinecittà.

**Tab. 6. Numero giorni superamento Pm10 nelle centraline a Roma  
Maggio 2010 / Maggio 2009**

Centralina	PM10 Numero giorni superamento al 10 Maggio 2009	PM10 Numero giorni superamento al 10 Maggio 2010	Diff
Cinecittà	17	25	↑
Francia	29	22	↓
Preneste	19	22	↑
Tiburtina	29	20	↓
Fermi	28	20	↓
Cipro	10	14	↑
Arenula	14	9	↓
Magna Grecia	12	12	=
Villa Ada	5	4	↓
Bufalotta	6	3	↓
<b>Totali</b>	<b>169</b>	<b>151</b>	↓

*Elaborazione Legambiente Lazio su dati ARPA Lazio*

### **DECIBEL ASSORDANTI DAL TRAFFICO**

**Gli ultimi rilevamenti effettuati da Legambiente nel 2008 chiariscono anche un altro aspetto: il problema, anche sul fronte del rumore non sono gli sporadici concerti, ma anche in questo caso è il traffico automobilistico a creare pesante rumore e vibrazioni. Al Colosseo i valori sono sempre fuorilegge: al mattino si raggiungono gli 82,1 decibel dB(A), che all'ora di pranzo diventano 77,2 dB(A) e nel tardo pomeriggio ritorna a 80,1 dB(A). Stessa storia a piazza Venezia, dove nella fascia oraria 12/14 si registrano 77,3 dB(A) e nella fascia oraria 18/20 si arriva a 78,5 dB(A).**

**Tabella 7. Dati rumore (2008)**

Luogo	Fascia oraria 7.00/9.00	Fascia Oraria 12.00/14.00	Fascia oraria 18/ 20
Piazza Venezia	n.e	77,3	78,5
Via labicana (colosseo)	82,1	77,2	80,1

*Dati ed elaborazioni Legambiente Lazio*



## **LEGAMBIENTE LAZIO**

Nel **2010**, a fine gennaio, a circa tre mesi dall'approvazione dell'ultima nuova Delibera del Comune di Roma in materia di inquinamento acustico, Legambiente Lazio è tornata a verificare la situazione del rumore in quindici luoghi, sparsi in tutta la città, rilevando dati gravi e preoccupanti. **Considerando i valori medi, Via Labicana di fronte al Colosseo è tra i luoghi più fracassoni di Roma, con 79,4 decibel dB (A). con un picco molto significativo di 98,2 dB(A).**

**Tabella 8. La Capitale del rumore (2010).**

<b>Luogo</b>	<b>Data e fascia oraria</b>	<b>Valore Medio</b>	<b>Valore Max</b>
VIA LABICANA/COLOSSEO	26/01/10 h. 11,30-11,45	79,4 dB (A)	98,2 dB (A)

*Dati ed elaborazioni Legambiente Lazio*



**LEGAMBIENTE  
LAZIO**

### **GLI EFFETTI DELLO SMOG SUI MONUMENTI**

**L'inquinamento atmosferico è tra i principali nemici dei beni monumentali, archeologico, architettonici e dell'arte in generale.**

**Le croste nere sono la più diretta, tangibile ed evidente conseguenza del traffico automobilistico.** Si formano per il deposito di particelle carboniose -da qui il loro colore nero- emesse dai tubi di scappamento delle auto. Vanno ad accumularsi in quelle parti del monumento non direttamente battute dalla pioggia capitelli, panneggi. **Oltre a deturpare esteticamente edifici e statue, le croste nere sono anche sede di una reazione chimica che determina la trasformazione della pietra in gesso, solfato di calcio, causata dalla presenza in atmosfera di anidride solforosa. Ecco allora che la pietra si sfalda, si sfarina, diventa fragile e solubile.**

Se nelle parti non battute dalla pioggia si formano le croste nere, **quelle più esposte sono soggette a dilavamento, causato dalle piogge acide per la presenza in atmosfera di anidride carbonica e anidride solforosa. Le parti del monumento colpite appaiono consumate, erose, con aspetto gessoso.**

Anche le vibrazioni sono un altro degli effetti devastanti del traffico automobilistico, che fa oscillare i monumenti, intaccando la stabilità di strutture e rivestimenti.

“Il degrado naturale cui sono soggette le opere d’arte è fortemente accelerato dall’inquinamento ambientale” afferma l'APAT (Agenzia Nazionale per la protezione dell’Ambiente) nel 2006 nello studio condotto con l'Istituto Centrale del Restauro dal titolo “L’impatto dell’inquinamento atmosferico sui beni di interesse storico-artistico esposti all’aperto”.

Le principali forme di alterazione e degrado subite da un materiale lapideo sono state classificate e definite nelle Raccomandazione NORMAL pubblicate per iniziativa del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dell’Istituto Centrale per il Restauro. Quelle generalmente più frequenti sono:

- **alterazione cromatica:** è la variazione naturale dei parametri che definiscono il colore generalmente estesa a tutto il litotipo interessato;
- **macchia:** pigmentazione localizzata della superficie correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale sia alla presenza di materiale estraneo (acqua, prodotti di ossidazione di materiali metallici, sostanze organiche, vernici ecc.);
- **erosione:** asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa alveolizzazione; formazione di cavità di forma e dimensioni variabili, dette alveoli, spesso interconnesse e con distribuzione non uniforme;
- **disgregazione:** decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti;
- **esfoliazione:** formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie;
- **scagliatura:** distacco di parti di forma irregolare e spessore consistente e non uniforme, dette scaglie, spesso in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario;



## LEGAMBIENTE LAZIO

- **distacco**: soluzione di continuità tra strati superficiali del materiale (ad esempio un intonaco), sia tra loro che rispetto al substrato; comporta generalmente la caduta degli strati stessi;
- **mancanza**; perdita di elementi tridimensionali (braccio di una statua, ansa di un'anfora, brano di una decorazione a rilievo, ecc.);
- **lacuna**; assenza di parti con sviluppo prevalentemente bidimensionale (parte di un intonaco e di un dipinto, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc.);
- **concrezione o incrostazione**; accrescimento compatto generalmente di estensione limitata, sviluppato sia parallelamente sia perpendicolarmente alla superficie deposito superficiale; accumulo di materiali estranei di varia natura, quali polvere, terriccio, guano, ecc.; ha spessore variabile, generalmente scarsa coerenza e scarsa aderenza al materiale sottostante;
- **crosta**: modificazione dello strato superficiale del materiale lapideo. Di spessore variabile, generalmente dura, distinguibile dalle parti sottostanti per le caratteristiche morfologiche e, spesso, per il colore, può distaccarsi anche spontaneamente dal substrato che, in genere, si presenta disgregato e/o polverulento;
- **efflorescenza**: formazione di sali, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie;
- **patina biologica**: strato sottile, omogeneo, costituito quasi esclusivamente da microrganismi; variabile per consistenza, colore e adesione al substrato in relazione alle condizioni ambientali;
- **colonizzazione biologica**: presenza di organismi vegetali sul substrato, riconoscibili microscopicamente (alghe, funghi, licheni, muschi, piante superiori);
- **deformazione**: variazione della sagoma o della forma che interessa l'intero spessore del materiale;
- **rigonfiamento**: sollevamento superficiale localizzato del materiale di forma e consistenza variabili;
- **fratturazione o fessurazione**: soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti.

Il rischio per le opere d'arte è rappresentato principalmente dagli alti livelli di inquinanti sia gassosi (biossido di zolfo e ossidi di azoto) e sia solidi (particolato atmosferico), sprigionati dai tubi di scappamento del traffico automobilistico e dal riscaldamento domestico.

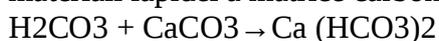
*Gli inquinanti atmosferici (dallo studio dell'APAT già citato)*

**Tra le sostanze inquinanti, quelle considerate maggiormente aggressive per i materiali lapidei sono:**

L'**anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>); è un componente naturale dell'atmosfera e non è generalmente considerata un inquinante nel senso stretto ma un gas clima- alterante. L'attività degradativa della CO<sub>2</sub> si manifesta quando, reagendo con l'acqua presente in atmosfera, dà origine ad una soluzione di acido carbonico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) secondo la seguente reazione:



L'acido carbonico reagisce con il carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>), che è la componente fondamentale dei materiali lapidei a matrice carbonica



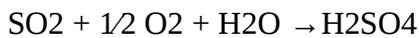


## LEGAMBIENTE LAZIO

**e la reazione porta alla formazione del bicarbonato di calcio (Ca (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) altamente solubile, con conseguente dissoluzione della matrice carbonatica costitutiva.**

I **composti dello zolfo**; lo zolfo è un elemento relativamente abbondante e nell'atmosfera è presente principalmente come anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), acido solfidrico (H<sub>2</sub>S) e solfati (SO<sub>4</sub>) presenti negli aerosol.

Le principali sorgenti di emissione dello zolfo sono i processi di combustione che riguardano i combustibili solidi e liquidi fossili (carbone e petrolio) ed i processi di fusione di minerali non ferrosi, in cui il rame dà il maggior contributo seguito da piombo e zinco. In tutti questi processi lo zolfo, contenuto come impurezza o come solfuri, viene ossidato ad SO<sub>2</sub>. **La presenza del biossido di zolfo nell'atmosfera è la causa principale dei processi di solfatazione che interessano principalmente le superfici dei materiali lapidei e bronzei e che porta alla degradazione ed alla parziale perdita del materiale superficiale dell'opera.** Le reazioni che caratterizzano il meccanismo della solfatazione nel caso dei manufatti lapidei, possono essere schematizzate nel seguente modo:



oppure



L'interazione tra acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e carbonato di calcio, come mostrato nelle reazioni riportate, porta alla formazione di solfato di calcio biidrato, CaSO<sub>4</sub> • 2H<sub>2</sub>O (gesso) facilmente dilavabile dalle piogge. **L'azione negativa del gesso sulla pietra lapidea è soprattutto determinata dal suo diffondersi, penetrare e cristallizzare all'interno dei pori del materiale, causandone la disgregazione. Il gesso depositato sulla superficie inoltre, provoca la formazione di dure croste gessose, che, inglobando particellati neri e pigmentati, producono non soltanto un effetto deturpante, ma sotto-superficiale.**

**Ossidi di azoto** (NO<sub>x</sub>); sono tutti i composti tra l'azoto e l'ossigeno nei vari stati di ossidazione; questi si formano nei processi di combustione ad alte temperature. In generale gli ossidi di azoto si ossidano nell'atmosfera ad acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) che esplica la sua azione corrosiva depositandosi sulle superfici dei materiali. Il meccanismo più probabile per la formazione dell'acido nitrico è l'ossidazione del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) in triossido di azoto (NO<sub>3</sub>) in presenza di ozono (O<sub>3</sub>) (generato, a sua volta, per dissociazione fotolitica di NO<sub>2</sub> in presenza di O<sub>2</sub>): L'acido nitrico esercita un'azione corrosiva sui materiali calcarei e sui silicati aggregevoli a pH acidi, secondo la seguente reazione:



**I nitrati che si formano possono avere un effetto disgregante sui materiali, legato a meccanismi di migrazione e cristallizzazione.**

Il **particolato atmosferico** ricopre un ruolo fondamentale nei processi di degrado dei materiali lapidei, in particolare, rappresenta la principale causa dell'annerimento delle superfici esposte all'aperto. Le Polveri Sospese Totali (PST) sono un insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che restano in sospensione nell'aria a causa delle ridotte dimensioni, che variano da pochi nanometri a qualche micrometro. Tali particelle possono essere primarie, se vengono emesse come tali dalle sorgenti



## LEGAMBIENTE LAZIO

naturali ed antropiche e secondarie, se si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera. Del particolato atmosferico si distinguono diverse frazioni, in particolare il PM10 caratterizzato da particelle di diametro aerodinamico inferiore a  $10\mu\text{m}$ ; il PM2.5 con particelle di diametro aerodinamico inferiore a  $2.5\mu\text{m}$ ; il PM1 costituito da particelle di diametro aerodinamico inferiore a  $1\mu\text{m}$ . Tra le specie che costituiscono il particolato si ricordano: gli ioni inorganici, provenienti da aerosol secondario fine e costituiti per esempio da  $\text{NO}_3^-$  (nitrato),  $\text{NH}_4^+$  (ammonio) e  $\text{SO}_4^-$  (solfato), **la componente crostale, la componente carboniosa, composta da carbonio organico ed elementare e gli aerosol marini**. Il particolato sospeso è costituito anche dalla componente biologica caratterizzata da particelle biologiche vitali e non vitali che depositandosi sul substrato lo arricchiscono di nutrienti e contaminanti.

**Gli ioni inorganici** L'ossidazione di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) e di anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ) è la principale fonte di particolato secondario perché porta alla formazione di specie condensabili (acido solforico e acido nitrico) che tendono a reagire con composti basici come l'ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) producendo dei sali (come il nitrato e il solfato d'ammonio). La componente crostale La componente crostale è principalmente costituita da carbonati e silicati; le particelle generate da erosione o sospensione del terreno ne sono molto ricche.

La componente carboniosa delle particelle è costituita da carbonio elementare (EC), e molecole organiche (OC). Questi composti sono presenti in grande quantità nelle polveri atmosferiche, specialmente in quelle di origine antropica. Il carbonio elementare (EC) si presenta in forma amorfa o come grafite: quest'ultima è la componente in grado di assorbire la radiazione solare che si trova più abbondantemente nel particolato. Il carbonio organico (OC) deriva soprattutto dall'ossidazione di prodotti di combustione, quali i VOCs (Volatile Organic Compounds) e dalla loro successiva condensazione, dissoluzione in fase acquosa, adsorbimento (soprattutto su particelle di EC) o assorbimento. Le particelle carboniose sono particelle sferiche di dimensione variabile da meno di  $1$  a  $10\mu\text{m}$ , spesso con presenza di zolfo, vanadio e nichel, prodotte in maggioranza dai processi di combustione dei combustibili fossili. Esse sono contenute prevalentemente nella frazione fine del particolato atmosferico (PM10) e sono presenti in concentrazioni elevate nelle aree urbane; sono state spesso ritrovate quali componenti delle croste nere che ricoprono i monumenti.

**Aerosol marino** Gli insediamenti urbani sul mare o in vicinanza di una linea costiera possono risentire degli effetti dell'aerosol marino. I principali elementi che costituiscono l'aerosol marino sono sodio (Na), cloro (Cl), calcio (Ca) e zolfo (S), mentre le forme cristalline più spesso riscontrate sono cloruro di sodio ( $\text{NaCl}$ ), cloruro di potassio ( $\text{KCl}$ ), e solfato di calcio ( $\text{CaSO}_4$ ). La formazione di inquinanti atmosferici del tipo  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (solfato di sodio) sembra essere dovuta proprio a reazioni tra cloruro di sodio ( $\text{NaCl}$ ) di origine marina e acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) di origine antropogenica.

**La componente biologica** Le particelle biologiche vitali sono costituite da elementi unicellulari o da piccoli aggregati di cellule, da forme vegetative, stadi di resistenza o di riproduzione. Nell'aria le forme vegetative vitali sono in genere rare, perché poco resistenti alle radiazioni ultraviolette emesse dalla luce solare, alla disidratazione ed agli sbalzi termici; le forme di resistenza e di riproduzione sono invece frequenti e la loro concentrazione varia in funzione del contesto ambientale, delle condizioni meteorologiche, del periodo stagionale e del microclima. Le particelle biologiche comprendono anche forme di diffusione non più vitali e frammenti di vegetali e di animali; il loro ruolo nel degrado delle superfici è riconducibile non solo allo 'sporco' ma anche ad un arricchimento di sostanze organiche che influenza quindi la diversità di biodeteriogeni in grado di svilupparsi su materiali lapidei, di natura inorganica.



## **LEGAMBIENTE LAZIO**

**Nell'ambito dello studio APAT IRC citato, furono effettuati rilevamenti sia a Milano che a Roma (presso l'Istituto Superiore di Sanità): i risultati emersi evidenziano che la misura colorimetrica (indice di annerimento) della brillantezza di campioni esposti alla deposizione di Particolato Sospeso Totale (PST) dà luogo a decrementi pressoché lineari della brillantezza rispetto al tempo (...).**

**PIOGGE ACIDE.** L'acidità delle piogge è causata soprattutto dall'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), dagli ossidi di azoto NO<sub>x</sub> (NO e NO<sub>2</sub>) e di zolfo (SO<sub>x</sub>) immessi nell'atmosfera in seguito a processi di combustione. Il principale bersaglio delle piogge acide risulta essere la pietra calcarea: l'acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), presente nelle piogge acide, corrode il carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>) e lo trasforma in solfato di calcio (CaSO<sub>4</sub>), cioè in gesso (materiale solubile, chiaramente meno resistente della pietra), così le acque di precipitazione lo rimuovono ed espongono la superficie ancora integra ad ulteriori aggressioni. L'attacco del carbonato di calcio avviene secondo la reazione chimica:  
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

**La reazione è favorita da varie sostanze catalizzatrici come la polvere, il carbone, gli ossidi di vanadio o di ferro che sono spesso presenti nello smog.**

La presenza di acido carbonico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) nella pioggia è un altro fattore che concorre al deterioramento dei materiali calcarei: esso, penetrando nelle porosità della pietra, solubilizza il carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>), che si ricristallizza sulla superficie dopo l'evaporazione dell'acqua, in seguito al ristabilirsi di un nuovo equilibrio carbonato-bicarbonato.

**LE NORME IN MATERIA.** La legislazione italiana riguardante le problematiche relative all'inquinamento atmosferico è mirata alla tutela della salute umana e degli ecosistemi naturali e non tocca la salvaguardia del patrimonio storico - artistico; sola eccezione, in Italia, sono le opere d'arte esposte all'interno dei musei per le quali con il Decreto Legislativo n.112 del 1998 si affronta, con art. 150, il problema della qualità dell'aria all'interno e le implicazioni dell'ambiente esterno sulle opere conservate. **Per trovare riferimenti alla salvaguardia del patrimonio storico - artistico esposto ad inquinanti occorre appellarsi alla normativa europea; ed in particolare alle direttive del 1996 (la numero 62) e del 1999 (numero 30) e al V° programma quadro del quadriennio 1998-2002 che definisce una prima disciplina sull'argomento, identificando anche dei valori soglia per i diversi inquinanti.**

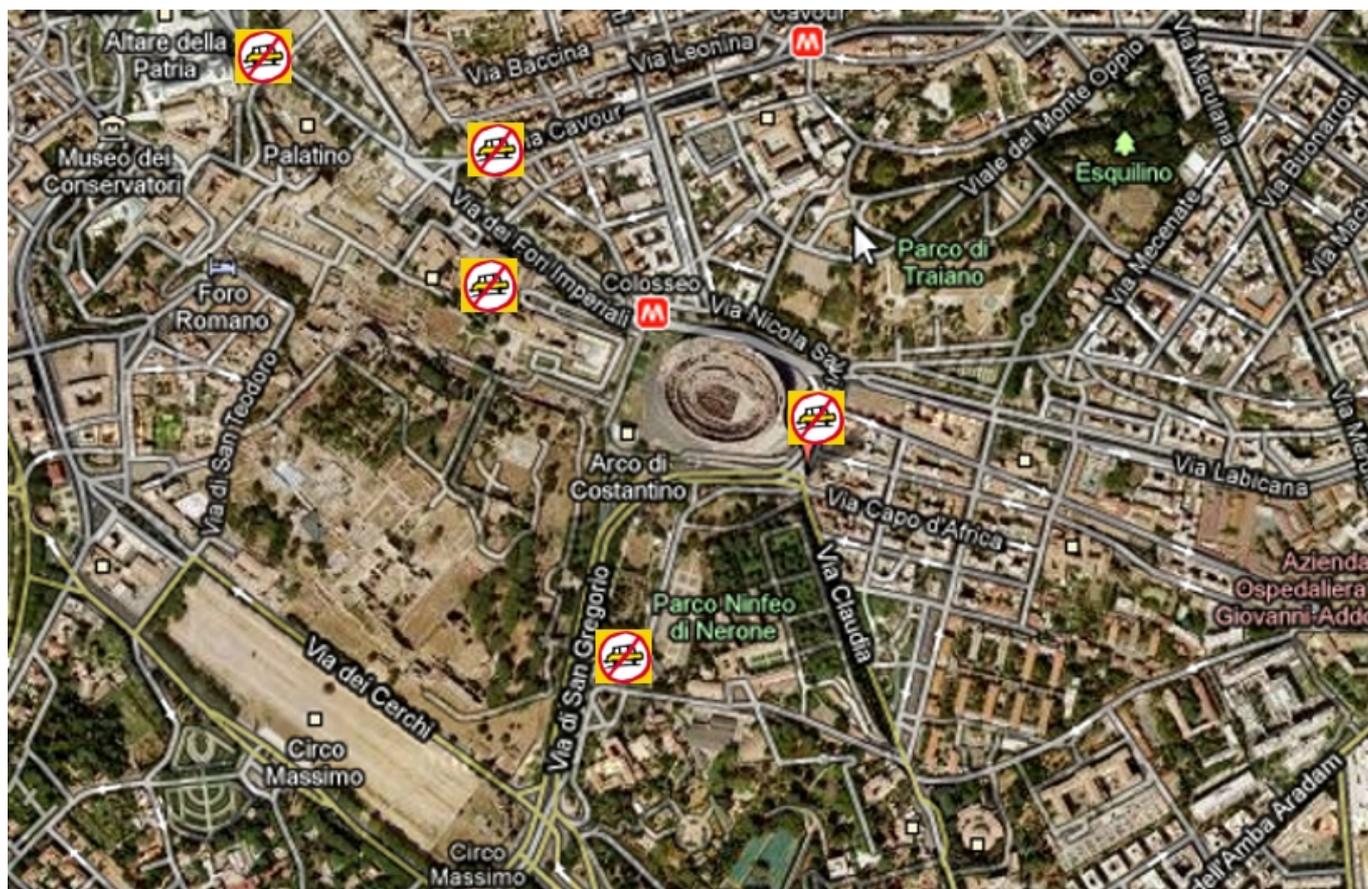


## LEGAMBIENTE LAZIO

### *LE PROPOSTE DI LEGAMBIENTE.*

**Il Colosseo è in pericolo, lo smog lo sta divorando lentamente ma inesorabilmente, non è il momento di discutere, ma di cacciare subito via le automobili dai Fori Imperiali.** La situazione è ancora peggiore di quanto sapevamo, lo smog assale il Colosseo e i monumenti producendo una reazione chimica a catena che ne sbriciola parti importanti, ormai i tecnici parlano di 'cancro della pietra' e di 'metastasi', sono parole che pesano come macigni su chiunque ha a cuore la nostra meravigliosa città.

**Da trent'anni si discute della pedonalizzazione, dal progetto di parco archeologico di Benevolo del 1988 al progetto Fori di Cederna. L'impegno di Argan prima e Petroselli poi portò all'eliminazione della via del Foro Romano, che divideva il Campidoglio dal Foro Repubblicano e l'unione del Colosseo all'Arco di Costantino, realizzando la continuità dell'area archeologica. E' il momento di ridare fiato a quelle meravigliose idee, Roma se lo merita.**



Furono quelli gli anni nei quali nacquero le prime chiusure domenicali della via dei Fori Imperiali, con decine di migliaia di cittadini che parteciparono in massa a quelle straordinarie occasioni e alle visite guidate ai monumenti archeologici. Il "progetto Fori" prevedeva il ripristino del tessuto sottostante la via dei Fori. Un appello preparato da Cederna e dall'archeologo Coarelli fu sottoscritto da 240 studiosi italiani e stranieri: **con la chiusura al traffico e con il recupero del grande**



## **LEGAMBIENTE LAZIO**

**complesso archeologico, si otterrebbe “un parco archeologico senza pari al mondo, comprendente i Fori Imperiali, il Foro Romano, e il Colosseo, e quindi uno straordinario spazio per la ricreazione e la cultura, tale da permettere un rapporto vitale e non retorico con il nostro passato”.**

**Mentre si pensa agli inutili parchi a tema, il vero patrimonio artistico e turistico della città si sta sbriciolando. Serve una risposta immediata, l'allarme è troppo serio, nel cuore dell'area archeologica del centro di Roma la manutenzione ed il restauro non basteranno alla valorizzazione delle antichità, è necessario intervenire in modo profondo e definitivo, a partire da una scelta di pedonalizzazione dei Fori.** Le risposte ci sono, vanno attuate subito: metropolitane, nuovi tram e nuovi treni, car sharing e bike sharing, elettrificazione del servizio di trasporto pubblico nel centro storico.

I fatti di questi giorni confermano anche che è del tutto inutile il commissariamento dell'area archeologica romana: dopo un anno e mezzo permane evidentemente il rischio di crolli, con bilanci ridicoli per il patrimonio da tutelare, che addirittura per il Colosseo sarebbero di soli 800.000 euro per il 2010, in attesa di sponsor privati. Piuttosto che limitare l'azione avviata dalle Soprintendenze bisognerebbe risolvere le annose pastoie che la rallentano, anche aprendo ai privati su alcune specifiche cose, ma preservando innanzitutto il ruolo pubblico che non è solo legato alla fruizione quanto piuttosto alla tutela.

**Giulio Carlo Argan, Sindaco di Roma trent'anni fa, coniò nel 1978 lo slogan “O i monumenti o le automobili”. E nel marzo 1981, il Sindaco Luigi Petroselli concluse la seconda conferenza urbanistica comunale dicendo “Io credo che non giovi ad alcuno (...) volare basso su Via dei Fori Imperiali, anche perché si rischia di restare inquinati”. E' il momento di raccogliere questo appello.**

**Subito l'avvio della pedonalizzazione di Via dei Fori Imperiali, un segnale forte per la città. La chiusura al traffico privato (auto e moto) di Via dei Fori Imperiali, dell'intera piazza del Colosseo (anche dal lato di Via Labicana) e di Via di San Gregorio è la prima fase della chiusura completa di tale asse viario al momento della realizzazione della linea C.**

Dopo il positivo esperimento estivo di alcuni anni fa, attraverso il quale 100.000 persone hanno partecipato alle manifestazioni culturali e ben il 64% dei romani si è dichiarato favorevole alla pedonalizzazione, questa ipotesi proprio in questi giorni torna ad essere concreta: **realizziamo la pedonalizzazione dell'intera area a partire dalla prossima estate 2010, cogliendo l'occasione dei mesi di Giugno, Luglio e Agosto (a scuole chiuse) per tarare il sistema di mobilità dell'intero quadrante.**

Nel Centro storico va anche realizzato il sistema di percorsi e aree pedonali più volte annunciato e approvato nel PGTU sin dal 1999, liberando dalle automobili e riqualificando piazze, strade e percorsi, ad esempio lungo le direttrici caratterizzanti il rione Trastevere, quali P.zza S. Cecilia, P.zza in Piscinula, P.zza Tavani Arquati, P.zza De Renzi, P.zza S. Giovanni Malva; stesso discorso per le connessioni alla direttrice Portico d'Ottavia - Via dei Giubbonari, P.zza Costaguti, P.zza Cairoli, V. S. Maria in Monticelli, P.zza S. Paolo alla Regola, P.zza Trinità dei Pellegrini, P.zza Monte di Pietà.