



MAPEC\_LIFE  
(LIFE12 ENV/IT/000614)

**Monitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico  
sui bambini a supporto delle politiche di sanità pubblica**

## Layman's Report





# L'inquinamento atmosferico

L'inquinamento atmosferico è il **principale fattore di rischio ambientale** per la salute in Europa; riduce la durata di vita delle persone e contribuisce alla diffusione di gravi patologie quali malattie cardiache, problemi respiratori e cancro. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (**IARC**) nel 2013 ha dichiarato

che l'**inquinamento atmosferico** e il **particolato atmosferico** sono **cancerogeni** per l'uomo e causano il cancro del polmone.

Ancora oggi, la maggior parte delle persone che vivono in città continua a essere esposta a **livelli di particolato atmosferico** che l'**OMS non ritiene sicuri**.



## + PAROLE DIFFICILI

### Il particolato atmosferico

(il famoso PM) è l'insieme delle particelle solide e liquide che si trovano sospese in atmosfera. Viene classificato in base alla grandezza delle particelle (PM10 = particelle con diametro inferiore a 0,010 millimetri, PM0,5= particelle con diametro inferiore a 0,005 millimetri).



## I bambini

I bambini sono più vulnerabili degli adulti agli effetti degli inquinanti aerei, per diverse ragioni: fanno molta più attività fisica, passano più tempo all'aperto e respirano una maggiore quantità di aria per unità di peso rispetto agli adulti. I bambini, inoltre, hanno alcuni organi, tra cui i polmoni, ancora non completamente sviluppati e i meccanismi di difesa dell'organismo non pienamente efficienti.



## Effetti Precoci

L'esposizione agli inquinanti dell'aria ha diverse conseguenze sulla salute dell'uomo, molte delle quali già ampiamente studiate. Alcuni effetti, invece, rimangono ancora da indagare in modo approfondito, in particolare nei bambini. Si tratta di **effetti biologici precoci**, che dimostrano la capacità di una sostanza di provocare un danno alle cellule di un organismo. Lo studio di questi effetti nei bambini è di grande interesse per **individuare marcatori di danno biologico** che possono essere predittivi dell'insorgenza di patologie croniche in età adulta.

D'altro canto, è importante considerare anche che alcuni fattori legati allo stile di vita possono influenzare gli effetti dell'inquinamento atmosferico, modulando la risposta dell'organismo, sia aggravando che attenuando il danno. Tra questi un ruolo importante hanno l'alimentazione, l'attività fisica e l'esposizione ad altri inquinanti all'interno delle case, come per esempio il fumo passivo.



### + PAROLE DIFFICILI



**Gli effetti biologici precoci** avvengono nelle cellule prima che una malattia si manifesti.

**I marcatori di danno biologico** sono quegli effetti biologici che rappresentano un campanello d'allarme per lo sviluppo di una malattia.

# Perché?



Per valutare la presenza di effetti biologici precoci, come il danno al DNA, nelle cellule della mucosa buccale di bambini in età scolare e capire se tali effetti sono legati:

- ▶ alla concentrazione di alcuni inquinanti dispersi in aria;
- ▶ alla capacità del PM di provocare danni al DNA di cellule trattate in laboratorio;
- ▶ alle caratteristiche demografiche e socio-economiche, all'esposizione ad altri inquinanti e agli stili di vita, incluse le abitudini alimentari, dei bambini.



Per ottenere una stima del rischio di avere effetti biologici precoci dovuti all'esposizione a inquinanti atmosferici e ad altri fattori.



Per fornire informazioni utili a progettare interventi educativi e politiche ambientali che mirino al contenimento dei rischi per la salute.

Il Progetto MAPEC\_LIFE

(LIFE12 ENV/IT/000614)

## Monitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico sui bambini a supporto delle politiche di sanità pubblica

Il progetto MAPEC\_LIFE è stato approvato nel 2013 dalla Commissione Europea e finanziato dal programma LIFE+, il fondo per l'ambiente dell'Unione Europea.



# Dove?

Il progetto MAPEC\_LIFE, uno studio di coorte multicentrico, si è svolto in 5 città italiane (Brescia, Lecce, Perugia, Pisa e Torino) a diverso grado di inquinamento atmosferico.



# Chi?

## Il Progetto MAPEC\_LIFE

(LIFE12 ENV/IT/000614)

# Quando?

Sette partner italiani hanno partecipato al progetto: l'Università degli Studi di Brescia (coordinatore dello studio), le Università di Perugia, di Pisa, del Salento e di Torino, il Comune di Brescia e il Centro Servizi Multisetoriale e Tecnologico (CSMT Gestione) di Brescia.



Inizio progetto

GEN 2014

Prima campagna

OTT 2014

FEB 2015

Rilevazioni ambientali e dei marcatori cellulari

Seconda Campagna

APR 2015

GIU 2015

Rilevazioni ambientali e dei marcatori cellulari

Terza Campagna

OTT 2015

FEB 2016

Rilevazioni ambientali e dei marcatori cellulari (solo Brescia)

Fine progetto

DIC 2016

# Come?

**Per raggiungere gli obiettivi previsti, il progetto ha considerato diversi aspetti:**

**1. ANALISI QUALITÀ ARIA:**  
valutazione della qualità dell'aria a cui i bambini sono stati esposti.

**2. QUESTIONARI:**  
raccolta delle informazioni sulle esposizioni domestiche, sulle caratteristiche socio-demografiche e sugli stili di vita dei bambini.

**3. ANALISI CELLULE MUCOSA BUCCALE:**  
valutazione della presenza di danno al DNA nelle cellule dei bambini.

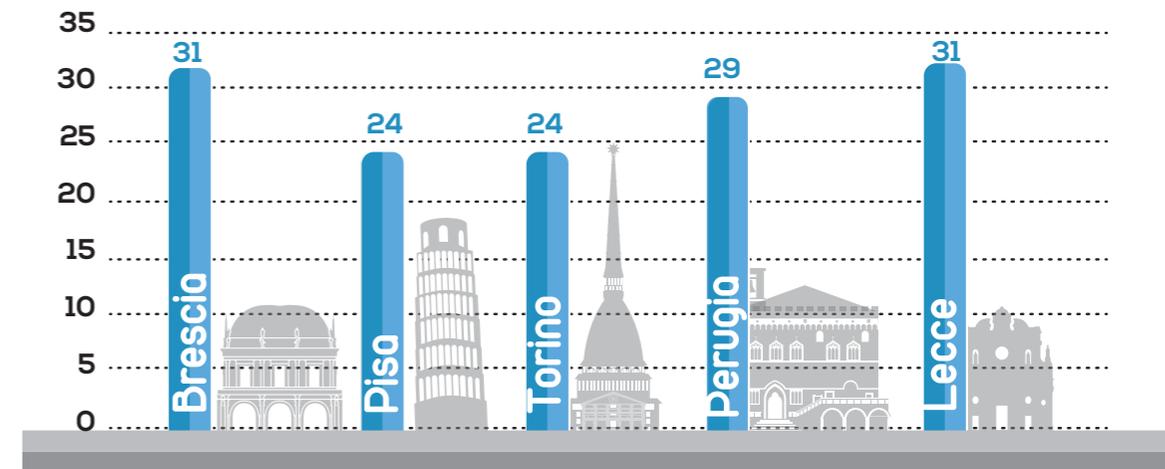
**4. EDUCAZIONE:**  
creazione e distribuzione di un pacchetto didattico educativo per bambini e insegnanti.



*Analisi del rischio*



# Scuola e Bambini



Classi coinvolte in ogni città

Con l'aiuto degli Uffici Scolastici Regionali e Provinciali, sono state individuate 4-6 scuole in ogni città (26 scuole in tutto), dislocate sul territorio urbano. I ricercatori, con la collaborazione delle dirigenze scolastiche e degli insegnanti, hanno organizzato degli incontri con i genitori degli alunni, per illustrare lo studio e invitare alla partecipazione. Nella ricerca sono stati inclusi circa 250 bambini di età compresa tra i 6 e gli 8 anni in ogni città, per un totale di 1.149 bambini reclutati nell'intero studio.

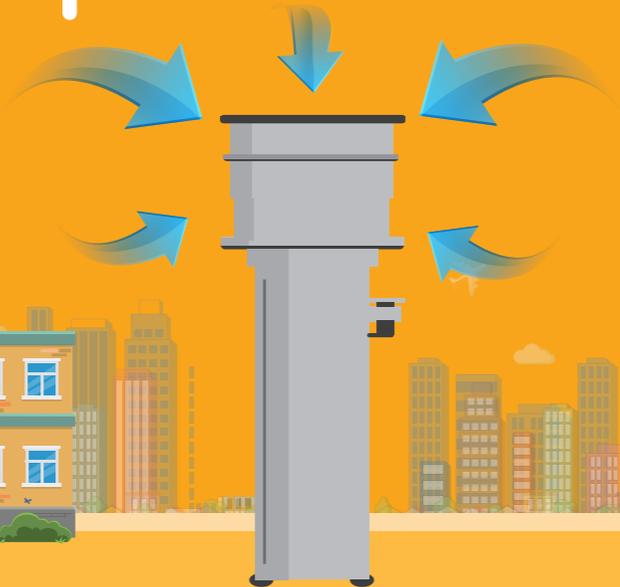


Prima di iniziare, il progetto è stato approvato dai **Comitati Etici competenti per le 5 città**.

Tutti i dati sono stati raccolti e analizzati nel rispetto della normativa vigente.



# Analisi della qualità dell'aria



## Prelievo di particolato atmosferico

Un campionatore di aria posizionato nei cortili delle scuole ha raccolto il particolato atmosferico ultrafine (PM 0.5) negli stessi giorni in cui è stato effettuato il prelievo delle cellule dei bambini. Il particolato è stato quantificato e analizzato per misurare la concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e nitro-IPA, composti che hanno effetti negativi (mutageni e genotossici) sul DNA.

## Raccolta dati centraline

Sono stati raccolti e analizzati i dati relativi ai livelli degli inquinanti aerodispersi misurati nel periodo di campionamento dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente nelle 5 città.

### + PAROLE DIFFICILI



**Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** costituiscono una vasta classe di composti organici la cui caratteristica strutturale è la presenza di due o più anelli benzenici uniti tra loro. Gli IPA si formano durante la combustione incompleta di materiale organico contenente carbonio, come carbone, legno, prodotti petroliferi e rifiuti, e si rilevano nei fumi delle combustioni autoveicolari. Gli idrocarburi policiclici aromatici nitrati (Nitro-IPA) sono caratterizzati dalla presenza di uno o più gruppi nitro (NO<sub>2</sub>) che sostituiscono gli idrogeni presenti nelle strutture degli IPA.



## Domanda

Quanto è inquinata l'aria delle città coinvolte?



## Risposta

Grazie agli interventi messi in atto nelle città italiane e europee, i livelli di inquinamento dell'aria stanno diminuendo.

Ci sono, tuttavia, ancora evidenti differenze dovute alla zona geografica e alle condizioni climatiche, che determinano picchi di esposizione al di sopra dei limiti previsti dalla normativa.

Lo studio ha confermato il legame tra la concentrazione degli inquinanti e la stagione: i livelli sono risultati più alti in inverno rispetto alla primavera, tranne per l'ozono che invece è più concentrato nella stagione calda.

### + PAROLE DIFFICILI



La **mutagenicità** è la capacità di un agente chimico o fisico di indurre mutazioni genetiche. La **genotossicità** è un termine più ampio che comprende, oltre alle mutazioni, altri effetti dannosi sul materiale genetico. La **mutagenesi ambientale** è la ricerca, l'identificazione e la caratterizzazione di agenti chimici e fisici capaci di produrre **effetti mutageni e genotossici** in vari organismi vegetali e animali, compreso l'uomo.



# Analisi dell'aria



## Domanda

Se metto il particolato raccolto a contatto con cellule in laboratorio che effetti ha?

È tossico?

Due diverse linee cellulari umane (bronchiali e alveolari) sono state trattate in laboratorio per valutare gli effetti dei campioni di aria sulla crescita e sulla vitalità delle cellule.

Danneggia il DNA?

Le stesse cellule sono state usate per valutare la capacità del particolato di provocare danni al DNA, mediante due diversi test: il test del micronucleo (MN) e il test della cometa.

Provoca mutazioni?

Cellule batteriche sono state trattate in laboratorio per valutare se i campioni di aria provocano mutazioni al DNA (test di Ames).



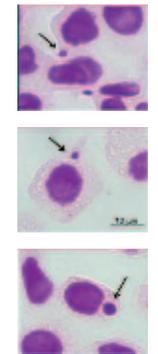
## Risposta

I campioni di particolato atmosferico ultrafine raccolti sono in grado di danneggiare le cellule trattate in laboratorio, ma in modo lieve.

I campioni raccolti in inverno hanno avuto effetti maggiori di quelli raccolti in primavera. La capacità di provocare mutazioni al DNA sembra essere legata alla presenza di IPA e nitro-IPA.

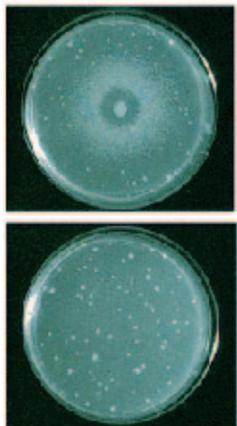
### + PAROLE DIFFICILI

I **micronuclei** sono piccoli nuclei accessori, morfologicamente identici al nucleo principale ma di dimensioni ridotte, rilevabili nelle cellule che hanno subito un danno al DNA.



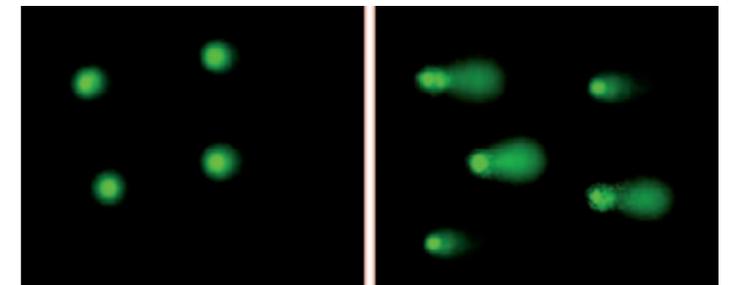
### + PAROLE DIFFICILI

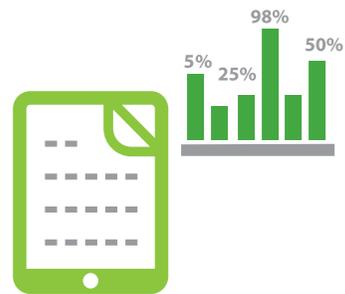
Il **test di Ames** (o test di reversione in *Salmonella typhimurium*) è un test utilizzato per valutare la capacità di una sostanza chimica di determinare mutazioni al DNA delle cellule batteriche.



### + PAROLE DIFFICILI

Il **test della cometa**, noto anche come elettroforesi su singola cellula, è un test di genotossicità per l'identificazione di danni causati al DNA di una cellula a seguito dell'esposizione a una determinata sostanza.





# I questionari

Ai genitori dei bambini reclutati, è stato chiesto di compilare un questionario per raccogliere informazioni sull'esposizione ad altri inquinanti all'interno delle case, sull'alimentazione, sull'attività fisica e su altri aspetti degli stili di vita dei bambini.

## Domanda



Quali caratteristiche hanno i bambini coinvolti nello studio?



## Risposta

I bambini reclutati per il progetto MAPEC\_LIFE hanno queste caratteristiche:

- sono per metà maschi e per metà femmine;
- hanno genitori con un elevato livello di istruzione;
- 1 bambino su 8 è esposto a fumo passivo in casa;
- 1 bambino su 3 è in sovrappeso o obeso;
- 1 bambino su 2 ha un'alimentazione che non segue i principi della dieta mediterranea.





# Analisi delle cellule della mucosa buccale



## Domanda

Le cellule dei bambini sono danneggiate?

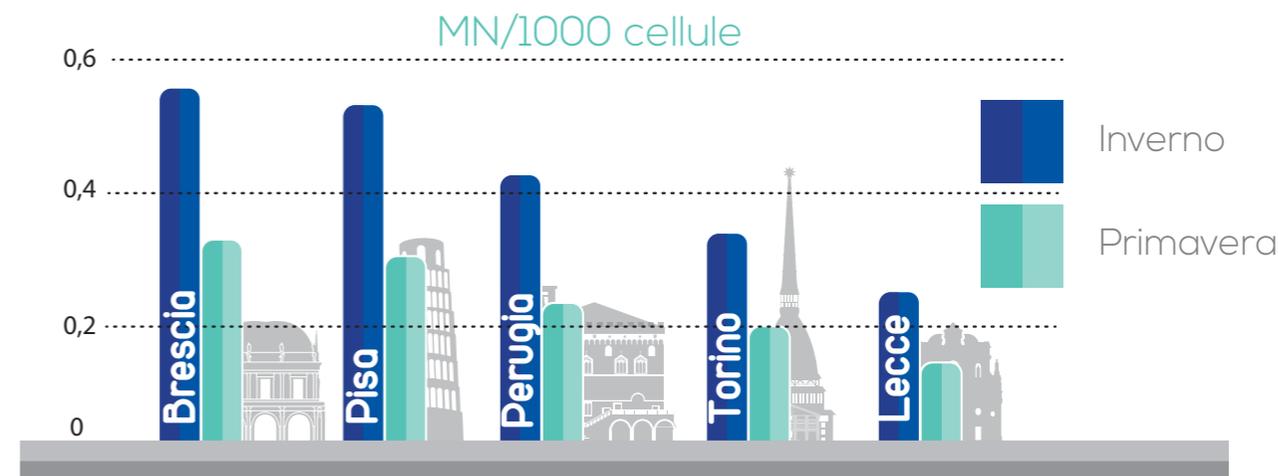
Le cellule della mucosa buccale di tutti i bambini reclutati sono state raccolte, spazzolando l'interno della guancia con uno spazzolino da denti, e osservate al microscopio per valutare la presenza di micronuclei.



## Risposta

Il livello di effetto biologico nelle cellule dei bambini è mediamente basso: la maggior parte dei bambini non ha micronuclei nelle cellule.

Inoltre, la variabilità dell'effetto è molto forte, sia tra bambini diversi, sia nelle cellule dello stesso bambino analizzate in stagioni diverse. È stata tuttavia rilevata una differenza di effetto nei bambini residenti nelle 5 città: i bambini di Brescia hanno un maggior numero di micronuclei rispetto agli altri. Seguono i bambini di Pisa, con livelli molto vicini a quelli di Brescia, poi i bambini di Perugia, di Torino e di Lecce. Queste differenze si mantengono in primavera, anche se l'effetto biologico si dimezza in questa stagione.



## Domanda

La presenza di micronuclei nelle cellule dei bambini è influenzata dalla qualità dell'aria?



## Risposta

Si è visto che, tra tutti gli inquinanti valutati, le concentrazioni di benzene, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> e ozono nell'aria e di IPA nel particolato ultrafine influiscono moderatamente sulla quantità di micronuclei presenti nelle cellule dei bambini. Per gli altri inquinanti non è stata evidenziata associazione significativa con la presenza di micronuclei nelle cellule dei bambini.



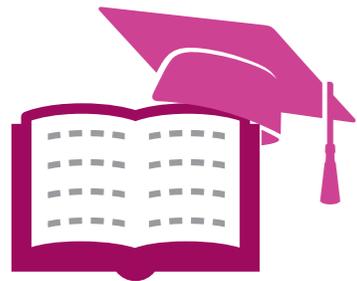
## Domanda

La presenza dei micronuclei nelle cellule dei bambini è influenzata dalle caratteristiche e dagli stili di vita dei bambini?



## Risposta

Dall'analisi dei questionari è emerso che alcuni fattori sono associati alla frequenza di micronuclei nelle cellule dei bambini: un'alimentazione sana, che segue i principi della dieta mediterranea, riduce il danno al DNA, mentre l'esposizione a fumo passivo e il sovrappeso lo aggravano.



# Educazione

I contatti con le scuole sono stati l'occasione per spiegare ai bambini i concetti fondamentali alla base del progetto: inquinamento atmosferico, effetti sulla salute e sulle cellule, strategie di prevenzione e stili di vita sani.

Sono stati prodotti ausili didattici (schede informative per gli adulti, cartone animato e video games per i bambini). Tali ausili, risultati gradevoli ed efficaci in uno studio di valutazione, sono disponibili sul sito.



Cartone animato



gioco.mapec-life.eu  
Ausili didattici



Video giochi

[www.mapec-life.eu](http://www.mapec-life.eu)

Un piano educativo e comunicativo integrato

## Brochure



Schede informative



### Inquinamento dell'aria

L'inquinamento dell'aria nelle città italiane si presenta con diversa intensità a seconda delle stagioni e delle aree geografiche.

## Ricapitoliamo



### Particolato atmosferico

Il particolato atmosferico ha provocato effetti tossici e danni al DNA, anche se modesti, nelle cellule trattate in laboratorio.

## Insieme



### Effetto biologico precoce

L'effetto biologico precoce, evidenziato nelle cellule dei bambini come presenza di micronuclei, è mediamente basso, rispetto ad altre popolazioni indagate.

#### Tale effetto è influenzato da:

- **Stagione:** l'effetto biologico misurato in inverno è decisamente maggiore rispetto alla primavera.
- **Caratteristiche dei bambini:** l'alimentazione sana attenua l'effetto mentre l'esposizione a fumo passivo e il sovrappeso lo aggravano.

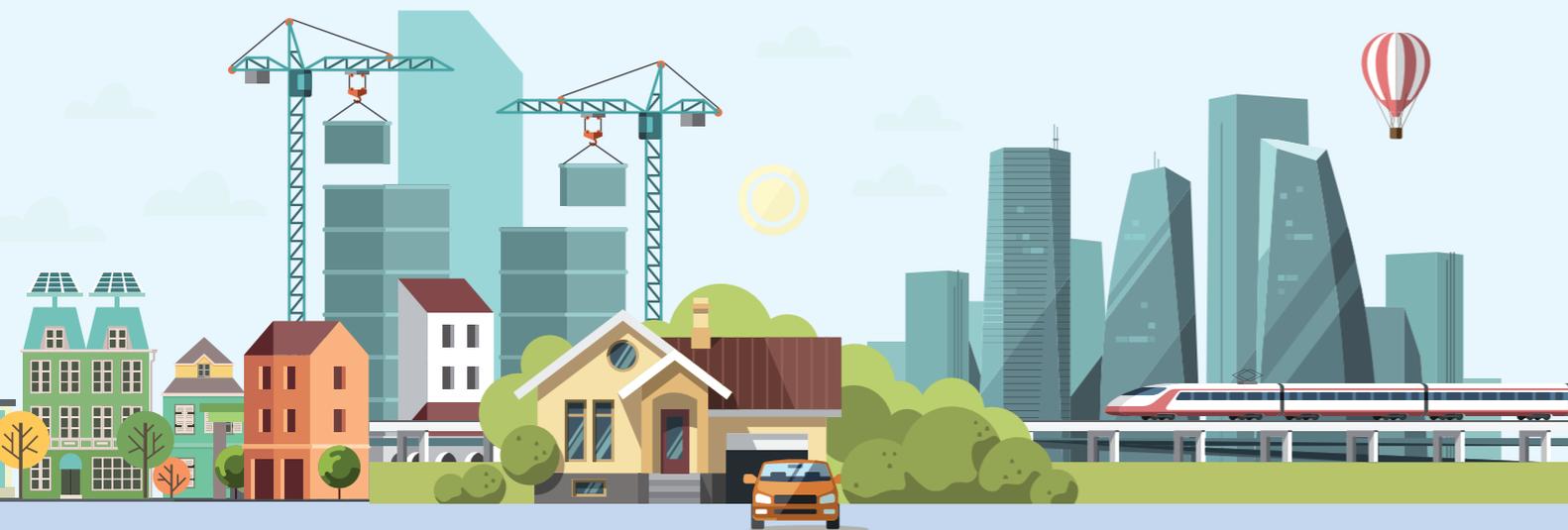
➤ **Città:** i bambini di Brescia e Pisa hanno mostrato un effetto maggiore dei bambini di Perugia, Torino e Lecce.

➤ **Concentrazioni di benzene, PM2,5, SO<sub>2</sub>, ozono e IPA:** l'aumento delle concentrazioni di questi inquinanti è moderatamente associato ad un aumento di micronuclei nelle cellule dei bambini.



## Concludendo

In conclusione, anche se i bambini indagati mostrano un livello di danno al DNA nelle cellule buccali complessivamente modesto, va tenuto presente che anche livelli bassi di marcatori di effetto biologico possono essere una spia di possibili futuri effetti nocivi sulla salute.



### Coordinatore del progetto



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

[www.unibs.it](http://www.unibs.it)

Contatti: Prof. Umberto Gelatti  
[umberto.gelatti@unibs.it](mailto:umberto.gelatti@unibs.it)

### Partner del progetto



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA

[www.unipg.it](http://www.unipg.it)



UNIVERSITÀ DI PISA

[www.unipi.it](http://www.unipi.it)



UNIVERSITÀ DEL SALENTO

[www.unisalento.it](http://www.unisalento.it)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

[www.unito.it](http://www.unito.it)



Comune di Brescia

[www.comune.brescia.it](http://www.comune.brescia.it)



centro servizi multisettoriale e tecnologico

[www.csmt.it](http://www.csmt.it)

“Per saperne di più”, visita il sito

[www.mapec-life.eu](http://www.mapec-life.eu)

[www.facebook.com/mapec.life](https://www.facebook.com/mapec.life)

[twitter.com/MAPECLIFE](https://twitter.com/MAPECLIFE)

#### The MAPEC\_LIFE Study Group

**Università degli Studi di Brescia:** J. Boniotti, E. Ceretti, L. Covolo, F. Donato, D. Feretti, A. Festa, U. Gelatti, R. Levaggi, R.M. Limina, G. Mazzoleni, S. Nembrini, N. Steimberg, G.C.V. Viola, C. Zani, I. Zerbini. **Università degli Studi di Perugia:** C. Fatigoni, S. Levorato, S. Monarca, M. Moretti, T. Salvatori, S. Vannini, M. Villarini. **Università di Pisa:** B. Bruni, E. Caponi, A. Carducci, B. Casini, G. Donzelli, G. Palomba, M. Verani. **Università del Salento:** F. Bagordo, A. De Donno, M. De Giorgi, G. Devoti, T. Grassi, M. Guido, A. Idolo, F. Serio, M.R. Tumolo, T. Verri. **Università degli Studi di Torino:** Sa. Bonetta, Si. Bonetta, E. Carraro, M. Gea, G. Gilli, C. Pignata, T. Schilirò, V. Romanazzi. **Comune di Brescia:** S. Bonizzoni, C. Furia. **CSMT Gestione:** A. Bonetti, P. Colombi, L. Gaffurini, L. Zagni.

Il progetto di ricerca descritto in questo report è stato co-finanziato dal Programma LIFE+, il fondo per l'ambiente della Commissione Europea (LIFE12 ENV/IT/000614)



[mapec-life.eu](http://mapec-life.eu)