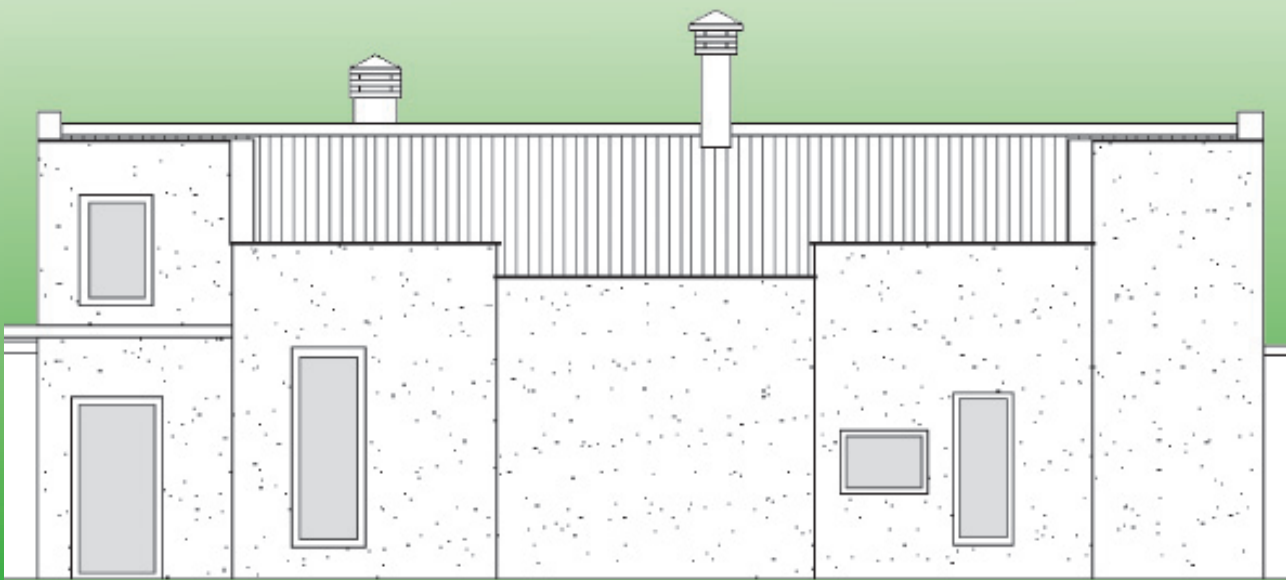




Regione Toscana

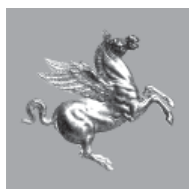
Progetto INDOOR

*Studio sul comfort e sugli inquinanti fisici
e chimici nelle scuole*



Progetto INDOOR

*Studio sul comfort e sugli inquinanti fisici
e chimici nelle scuole*



Regione Toscana

Progetto INDOOR Studio sul comfort e sugli inquinanti fisici e chimici nelle scuole

A cura di:

Regione Toscana Direzione Generale Diritti di cittadinanza e coesione sociale
Settore Servizi di Prevenzione in Sanità Pubblica e Veterinaria

Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologica - ISPO
Unità operativa di Epidemiologia Ambientale ed Occupazionale

Autori: L. Miligi (1), A. Benvenuti (1), S. Alberghini Maltoni (1), E. Balocchi (2), R. La Vecchia (2), C. Aprea (3), G. Sciarra (3), I. Pinto (3), V. Bianchimani (4), P. Cermenà (5), C. Cassinelli (6), M. Vicentini (7), F. Corsi (7), C. De Lucis (7), F. Pignatelli (7), V. Calafiore (8), F. Barghini (9), M.T. Maurello (10).

- (1) ISPO Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologica, Unità Operativa di Epidemiologia Ambientale ed Occupazionale,
- (2) Regione Toscana - Direzione generale Diritti di cittadinanza e coesione sociale
Settore Servizi di Prevenzione in Sanità Pubblica e Veterinaria
- (3) Azienda USL 7 di Siena - Laboratorio di Sanità Pubblica - Area Vasta Sud Est Toscana
- (4) Azienda USL 1 di Massa e Carrara - U.F. Igiene e Sanità Pubblica Zona Apuane
- (5) Azienda USL 10 di Firenze - U.F. Igiene e Sanità Pubblica
- (6) Azienda USL 10 di Firenze- Laboratorio di Sanità Pubblica - Area Vasta Centro Toscana
- (7) Azienda USL 2 di Lucca - Laboratorio di Sanità Pubblica - Area Vasta Nord Ovest Toscana
- (8) Azienda USL 10 di Firenze– U.F. Verifiche Impianti e Macchine
- (9) Azienda USL 11 di Viareggio - U.F. Igiene e Sanità Pubblica
- (10) Azienda USL 8 di Arezzo - U.F. Igiene e Sanità Pubblica Zona Aretina

Hanno partecipato:

G. Gragnaniello, L. Emancipato, R. Ugolini, P. G. Belli, E. Biancalana, M. Battistoni, R. Picchi - **Laboratorio Sanità Pubblica Area Vasta Nord Ovest**

M. Landini, G. Tanturli, G. Bongini, N. Graziani - **Laboratorio Sanità Pubblica Area Vasta Centro**

G. Scancarello, N. Stacchini, N. Bozzi, B. Banchi - **Laboratorio Sanità Pubblica Area Vasta Sud Est**

F. Sacchelli, M. Aquino, R. Bonfigli, P. Malfatti, P. Marraccini, S. Traversi - **Azienda USL 1 di Massa e Carrara**
L. Ricci, G. Calamusa, M. Michetti, A. Pagani - **Azienda USL 2 di Lucca**

L. Marino Merlo, M. D'Antonio, R. Carlini, G. Calistri, D. Migliacci, G. Moncini, M. Piagnoni - **Azienda USL 3 di Pistoia**

P. Casonato, M. Lotito, S. Venchiarutti, P. Bastiani - **Azienda USL 4 di Prato**

L. Gasperini, E. Grandi, A. Battaglia, M. Villano, A. Lemmi, S. Nardi, F. Pizzuti, S. Mazzola - **Azienda USL 5 di Pisa**

A. Barbieri, M. Battaglini, C. Tofanari, A. Lombardi, E. Rossi, A. Serini - **Azienda USL 6 di Livorno**

S. Ganghini, L. Taddei, F. Scricciolo, S. Tancredi - **Azienda USL 7 di Siena**

M. Pierini, A. Rasà, B. Tredici, C. Gori, S. Sensi, B. Carini, A. Becattini - **Azienda USL 8 di Arezzo**

M. Spagnesi, M. Di Cunto, M. Del Casino, G. Iseppi, S. Clani, M. Taccioli, C. Bonnal, P. Ruoppoli, L. Affigo, M. Bassetti, L. Ginanneschi, A. Serafini - **Azienda USL 9 di Grosseto**

C. Buonamici, L. Ricciarelli, C. Staderini, M. Giorgi, G. Repaci, D. Bacciotti, R. Bonucci, O. Cecchi, A. Bassini, M. Marziali, D. Balzoni, C. Giuliani, D. Niccolai - **Azienda USL 10 di Firenze**

D. Fattore, S. V. Errico, G. Pertici, A. Chesi - **Azienda USL 11 di Empoli**

S. Pieroni, R. Ceragioli, S. Lombardi, P. Lucchesi, A. Cosci, L. Bertagni - **Azienda USL 12 di Viareggio**

Impaginazione Centro stampa Giunta Regione Toscana
Stampa Pacini Editore

Tiratura 2.000 copie
Distribuzione gratuita

Indice

Premessa	5
Capitolo 1 - Metodi e materiali	9
1.1 Formazione degli operatori	9
1.2 Organizzazione	9
1.3 Individuazione del campione	9
1.4 Modalità di campionamento	10
1.5 Questionario	11
1.6 Strumenti per il campionamento e i rilievi	11
1.7 Strumenti per l'analisi dei dati	11
Capitolo 2 – Risultati	12
2.1 Aspetti igienico sanitari delle strutture	12
2.2 Ubicazione	12
2.3 Ubicazione rispetto alla normativa sul rumore	13
2.4 Caratteristiche delle strutture scolastiche	15
2.5 Interventi di manutenzione agli impianti	15
2.6 Aule	16
Capitolo 3 - Inquinamento chimico indoor e outdoor	18
3.1 Analisi del PM _{2,5}	18
3.2 Analisi delle aldeidi	23
3.3 Analisi dei BTEX	27
Capitolo 4 - Inquinanti fisici e microclima	33
4.1 Rumore	33
4.1.1 Rumore di fondo	33
4.1.2 Livello equivalente di facciata	34
4.1.3 Sforzo vocale	37
4.1.4 Tempi di riverbero	38
4.1.5 Rapporto segnale-rumore	39
4.1.6 STI: Speech Transmission Index	40
4.2 Microclima	41
4.2.1 Temperatura dell'aria	42
4.2.2 Umidità relativa	43
4.2.3 Parametri del comfort	43

Capitolo 5 - Questionario per rilevare la percezione dell'inquinamento indoor 45

Conclusioni 50

Elenco degli allegati

<i>Allegato a</i> - Protocollo per campionamento Aldeidi, BTEX e PM _{2,5}	53
<i>Allegato b</i> - Protocollo per la misura e la valutazione sulla qualità acustica degli ambienti scolastici	55
<i>Allegato c</i> - Protocollo per il rilievo del microclima	58
<i>Allegato d</i> - Questionario per rilevare la percezione dell'inquinamento indoor	60
<i>Allegato e</i> - Scheda di sopralluogo	64
<i>Allegato f</i> - Schede di campionamento	67
schede relative alle aule A, B e C	68
schede per campionamento aule A, B e C	69
schede relative alle aule D, E, F e G	76
scheda di rilievo di microclima aula D	78
scheda di rilievo di microclima aula E	83
scheda di rilievo di microclima aula F	88
scheda di rilievo di microclima aula G	93
scheda rilievi acustici	98
<i>Allegato g</i> - Grafici box-plot	102
<i>Allegato h</i> - Tabelle descrittive e di analisi	116

Premessa

L'influenza dei fattori ambientali sulla salute umana è da tempo all'attenzione della comunità scientifica e di chi lavora nell'ambito della prevenzione e sul territorio, come gli operatori di sanità pubblica; l'ambiente in cui la popolazione vive, lavora e trascorre il suo tempo libero svolge un ruolo importante sulla sua salute e sul suo benessere, anche se l'effettivo peso di questo ruolo rimane difficile da quantificare in quanto l'impatto dei fattori ambientali è, nella maggior parte dei casi, il prodotto di numerosi potenziali inquinanti, in quantità modesta e concomitanti.

La parziale assenza di dati sull'esposizione della popolazione aggiunge un ulteriore grado di incertezza per molte matrici ambientali, soprattutto se consideriamo l'ambiente interno degli edifici, ossia agli ambienti confinati, per i quali non esistono specifiche norme che limitino l'esposizione degli occupanti a fattori di rischio individuati.

Gli ambienti "confinati" o "indoor", luoghi di vita e di lavoro non di carattere industriale, sono avvertiti come luoghi esenti da potenziali rischi: in realtà in essi la popolazione ed in particolare i gruppi più vulnerabili, quali i bambini, possono essere esposti ad un prolungato contatto con inquinanti di varia natura. L'aria presente negli ambienti confinati è una delle matrici che più influisce sull'insalubrità dell'ambiente in quanto subisce alterazioni e modificazioni dovute ad una serie di fattori, tra i quali emergono la tipologia dei materiali e dei rivestimenti con cui sono costruiti gli edifici, gli arredi, la presenza di persone e i loro comportamenti, i sistemi di trattamento dell'aria e le operazioni di pulizia dei locali.

L'inquinamento "indoor", rispetto a quello "outdoor", si caratterizza per il particolare coinvolgimento degli "occupanti" degli edifici. Questi infatti se da una parte subiscono direttamente le conseguenze negative dell'inquinamento in termini di benessere e qualità della vita, dall'altra con i loro comportamenti possono essere i principali responsabili dell'alterazione della qualità dell'aria (come per es. il fumo di sigaretta).

Un altro elemento importante nella valutazione delle possibili fonti di inquinamento è l'interazione indoor-outdoor, ovvero quanto l'inquinamento esterno, come ad esempio quello derivante da traffico urbano, influisce sulle caratteristiche dell'ambiente confinato.

L'inquinamento e, più in generale, la non ottimale qualità dell'aria interna sono ritenuti responsabili di effetti negativi sul benessere degli occupanti quali: percezione di cattivi odori, sensazione di vago malessere o di disagio, irritazione degli occhi, della cute, delle mucose delle vie aeree, sindromi correlate quali la Sick Building Syndrome (SBS - sindrome dell'edificio malato) fino ad arrivare a vere e proprie malattie acute, subacute o croniche.

I principali inquinanti dell'ambiente indoor sono: il fumo di tabacco e altri agenti di natura chimica (ad es. composti organici volatili, anidride carbonica, formaldeide, polveri), fisica (es. rumore, microclima, ma in alcune situazioni anche radon) e biologica (es. funghi, batteri, acari, alghe).

Fra gli ambienti “indoor”, che comprendono abitazioni, uffici, strutture comunitarie, locali destinati ad attività ricreative, mezzi di trasporto pubblici e privati dove la popolazione italiana trascorre circa il 60% del suo tempo, rivestono particolare interesse per la sanità pubblica le strutture comunitarie. Tra queste devono essere oggetto di attenzione quelle scolastiche, uno dei luoghi dove i bambini trascorrono la maggior parte della loro vita se consideriamo che, a partire dalla scuola materna fino al termine della scuola dell’obbligo, vi passano anche otto ore al giorno per circa 200 giorni l’anno.

Numerosi organismi nazionali e internazionali si sono espressi per un maggior impegno su queste tematiche, soprattutto riguardo agli ambienti confinati frequentati dai bambini.

L’OMS ha posto come obiettivo di salute la promozione di un ambiente indoor sostenibile:

“per l’anno 2015 le popolazioni europee dovrebbero vivere in un ambiente fisico più sicuro, con esposizione ai contaminanti pericolosi per la salute a livelli non eccedenti gli standard concordati internazionalmente e avere la possibilità di vivere in un contesto fisico e sociale favorevole alla salute a casa, a scuola, nel luogo di lavoro e nei luoghi pubblici.” Health for all - Comitato regionale OMS per l’Europa, Copenhagen, 1998.

Anche la Quarta Conferenza Interministeriale “Ambiente e Salute, Il futuro dei nostri bambini” (Budapest, 2004) ha dedicato particolare attenzione ai determinanti ambientali sulla salute dei bambini ed alla maggiore vulnerabilità dei bambini alle esposizioni ambientali, auspicando un approccio mirato verso questa categoria, soprattutto per quanto riguarda gli ambienti confinati che frequentano.

A livello nazionale sull’argomento sono disponibili alcuni riferimenti normativi o linee di indirizzo, rappresentati principalmente da:

- Decreto ministeriale 8 aprile 1998 “Istituzione commissione tecnico - scientifica per l’elaborazione di proposte di intervento in materia di inquinamento indoor”;
- Linee Guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati (Accordo Stato Regioni del 27 settembre 2001).

In ambito regionale già il Piano Sanitario Regionale della Toscana 2002 – 2004 individuava l’inquinamento indoor tra gli ambiti operativi per la prevenzione collettiva ponendo il raggiungimento di obiettivi specifici fra cui ricordiamo:

- la conoscenza delle condizioni abitative e degli stili di vita della popolazione;
- la promozione di ambienti di vita sani e sicuri con riduzione dell’inquinamento domestico;
- l’incentivazione e obbligo alla costruzione e ristrutturazione di edifici e di ambienti igienicamente sani;
- la tutela del consumatore e l’incentivazione alla produzione ed al consumo di materiali e prodotti sani.

Anche il Piano Sanitario Regionale della Toscana 2008-2010, capitolo 5.2.9, individua il “Progetto Indoor” fra gli obiettivi prioritari nell’ambito della prevenzione e sicurezza degli ambienti di vita.

In Italia sono pochi gli studi volti a definire l’esposizione indoor in ambienti scolastici: l’esigenza di approfondire la conoscenza sulle condizioni di vita di questa particolare popolazione ha motivato la Regione Toscana a promuovere il “Progetto Indoor” per effettuare un’indagine su scala regionale all’interno degli edifici scolastici

allo scopo di disporre di una serie di dati orientativi sulle loro caratteristiche a livello regionale.

Obiettivi specifici del progetto sono stati:

- determinare la reale consistenza dell'inquinamento indoor e del comfort microclimatico su un numero sufficientemente ampio di edifici che rivestono carattere di interesse per la sanità pubblica;
- testare un campione di popolazione per conoscere come vengono percepite queste tematiche.

L'indagine è stata svolta negli anni 2004-2006 dai Dipartimenti della Prevenzione di tutte le Aziende unità sanitarie locali della Toscana (Aziende USL), in particolare attraverso l'attività delle Unità funzionali di Igiene Pubblica (ISP) e dei Laboratori di Sanità Pubblica di Area Vasta Centro, Sud Est e Nord Ovest, coinvolgendo circa 120 operatori, con il supporto metodologico dell'Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologica (ISPO – ex CSPO Centro per lo Studio e la Prevenzione Oncologica).

Sono stati effettuati sopralluoghi mirati, misure specifiche e la valutazione della percezione della qualità dell'ambiente indoor da parte degli occupanti.

Una prima sintesi dei risultati ottenuti è stata presentata in occasione del convegno *“Progetto Indoor: studio sul comfort e sugli inquinanti fisici e chimici nelle scuole”* tenutosi il 15 Dicembre 2006 a Marina di Massa, a cura dell'Azienda USL 1 di Massa e Carrara, capofila del progetto, insieme all'Azienda USL 10 di Firenze.

Questa pubblicazione raccoglie e descrive le caratteristiche dei materiali e dei metodi analitici utilizzati, i risultati ottenuti per singolo inquinante, per singola Azienda USL coinvolta nel progetto o per singolo possibile fattore di rischio.

La sezione allegati riporta i protocolli e le schede utilizzate per i sopralluoghi e per il campionamento, e il questionario somministrato agli occupanti per la rilevazione della percezione della qualità dell'ambiente indoor.

Capitolo 1

Metodi e materiali

1.1 Formazione

Per garantire la piena condivisione del progetto con tutti gli operatori coinvolti, sia dal punto di vista delle modalità e dei tempi che della metodologia operativa, è stato organizzato un corso di formazione specifico della durata di 60 ore preliminare allo svolgimento dell'indagine. Il corso si è svolto fra maggio e ottobre 2004, in due edizioni suddivise in tre moduli ciascuna, e ha interessato 68 discenti fra medici igienisti e tecnici di prevenzione appartenenti ai settori di igiene pubblica di tutte le Aziende USL della Toscana.

1.2 Organizzazione

L'organizzazione in gruppi di lavoro è stata determinante per la progettazione, la conduzione e la riuscita dell'indagine: è stato costituito un gruppo di lavoro regionale composto da rappresentanti dei tre Laboratori di Sanità Pubblica, delle Aziende USL 1 e 10, capofila del progetto, dell'ISPO, del settore Igiene Pubblica della Regione Toscana, e dell'Unità Funzionale Verifiche Impianti e Macchine dell'Azienda USL 10 di Firenze, che ha svolto compiti di programmazione e coordinamento, e che è stato coadiuvato dal gruppo dei referenti territoriali del progetto per ciascuna delle Aziende USL. A livello locale delle singole aziende sanitarie e delle rispettive zone sono stati individuati i tecnici di prevenzione e i medici del settore igiene pubblica incaricati di seguire operativamente il progetto. Attraverso riunioni periodiche di confronto è stato possibile elaborare strategie e strumenti di intervento standardizzati applicabili in tutte le realtà locali.

In particolare sono stati condivisi e preparati protocolli di misura e predisposte le schede da utilizzare per i sopralluoghi, i campionamenti, i rilievi di rumore e microclima. Come già detto, il progetto ha impegnato circa 120 operatori delle Aziende USL della Toscana, raggruppate secondo le tre Aree vaste Nord Ovest, Centro, Sud Est.

1.3 Individuazione del campione

Tra tutti gli edifici scolastici toscani destinati alla scuola dell'obbligo, o istituti comprensivi, in possesso di almeno 15 aule, e di più di un piano fuori terra, è stato scelto un campione casuale costituito da cinque edifici scolastici per ogni azienda sanitaria fatta eccezione per l'Azienda USL 10 di Firenze in cui ne sono stati selezionati sei, per un totale di 61 scuole, tra elementari e medie inferiori. In ogni edificio è stato effettuato un sopralluogo di verifica dei requisiti igienico sanitari ed acquisite notizie sull'edificio scolastico in merito a ubicazione in area ad alto o basso traffico, anno di costruzione, composizione degli edifici, stato di manutenzione, strutture interne, tipologia di serramenti, mobilia, banchi, modalità di riscaldamento (vedi *allegato e*) con la scheda di sopralluogo).

In ogni edificio scolastico sono state individuate tre aule in relazione alla maggiore o minore esposizione agli inquinanti esterni, denominate:

Aula A la più esposta agli inquinanti chimici;
Aula B la meno esposta agli inquinanti chimici;
Aula C valuta come influisce il fattore altezza, inteso come distanza rispetto alla fonte degli inquinanti.

In ognuna delle tre aule sono stati effettuati campionamenti per la misurazione delle concentrazioni dei seguenti inquinanti:

- Aldeide formica, acroleina ed aldeide acetica
- Benzene, toluene, xileni ed etilbenzene - BTEX
- Particolato atmosferico - PM_{2,5}

La scelta di questi inquinanti è stata determinata in considerazione della loro presenza sia nell'ambiente esterno (originati dall'inquinamento da traffico urbano e non solo) che all'interno agli edifici e per le ripercussioni che hanno sullo stato di salute.

La rumorosità degli ambienti è stata indagata rilevando negli stessi ambienti*:

- a) rumore in facciata
- b) rumore di fondo
- c) tempi di riverbero
- d) sforzo vocale dell'insegnante

* nell'Area vasta Sud Est le misure di rumore sono state effettuate solo nell'aula più esposta, i rilievi di rumore sono stati effettuati una sola volta.

Per controllare il microclima oltre all'aula A sono state individuate altre quattro aule così definite:

- Aula D ed Aula E, rispettivamente con le migliori e peggiori condizioni microclimatiche invernali
- Aula F ed Aula G, rispettivamente con le migliori e peggiori condizioni microclimatiche estive

1.4 Modalità di campionamento

In ogni aula è stato posizionato un cavalletto alto circa 120 cm, preferibilmente nell'area compresa tra la cattedra e la finestra, sul quale sono stati posizionati tutti i campionatori per la determinazione degli inquinanti interni e del microclima. Sulla finestra dell'aula sono stati posizionati i campionatori per la determinazione degli inquinanti esterni.

Il PM_{2,5} è stato misurato unicamente in aula nelle 24 ore.

I campionamenti per gli altri inquinanti chimici sono stati eseguiti:

- a) in presenza di alunni
- b) in assenza di alunni
- c) nelle 24 ore all'interno ed all'esterno dell'aula.

Tutte le misure sono state effettuate in periodo invernale e primaverile; nei mesi di gennaio-febbraio 2005 è stata effettuata la campagna dei rilevamenti invernale e da metà aprile a metà giugno 2005 quella primaverile. I rilievi di rumore sono stati effettuati una sola volta nel periodo marzo- aprile.

1.5 Questionario

E' stato preparato un questionario (*allegato d*) rivolto a studenti ed insegnanti con l'obiettivo di valutare la percezione personale dell'inquinamento e del comfort termico all'interno delle aule. Il test è strutturato in tre parti, la prima riporta domande relative alla percezione delle condizioni termiche nelle varie stagioni, la seconda riporta domande relative all'origine ed all'intensità dei rumori presenti nell'aula mentre la terza parte raccoglie informazioni circa l'eventuale presenza di sintomi irritativi con tendenza al peggioramento durante le ore di lezione. La somministrazione è avvenuta prima dei campionamenti e la compilazione è stata libera.

1.6 Strumenti per il campionamento e i rilievi

Vengono descritti negli *allegati a, b e c*.

1.7 Strumenti per l'analisi dei dati

E' stato realizzato un database relazionale in Access che ha consentito la registrazione dei dati inerenti le scuole campione.

La struttura del programma riprende l'impostazione delle schede d'intervento: scheda di sopralluogo, scheda di rilevazione microclima nelle aule e scheda relativa al questionario di percezione somministrato ai bambini.

La procedura di registrazione dell'intervento nel software ha previsto :

- a) inserimento del sopralluogo relativo alla scuola;
- b) inserimento dei dati riguardanti l'aula in esame;
- c) inserimento dei campionamenti svolti in aula;
- d) inserimento delle informazioni raccolte con il questionario sulla percezione dell'inquinamento e del comfort dell'ambiente scolastico;

Ciascun record è identificato con un codice relativo alla singola Azienda USL, scuola e aula.

Per quanto riguarda le analisi statistiche, sono state effettuate descrittive volte ad evidenziare le caratteristiche delle distribuzioni dei singoli inquinanti (media aritmetica [MA], deviazione standard [STD], media geometrica [MG] e percentili). Le distribuzioni dei dati hanno mostrato una tendenza asimmetrica che ha reso necessaria una trasformazione logaritmica.

I dati sono stati anche rappresentati graficamente mediante box-plot (*allegato g*) in cui sono stati riportati il primo quartile, la mediana, il terzo quartile e due linee che corrispondono ai valori distanti 1.5 volte dalla distanza interquartile. Tutti i valori che superano queste linee si definiscono OUTLIER. Nel nostro caso tali valori sono stati controllati e si è deciso di non escluderli dalle analisi perché ritenuti plausibili.

Per il confronto tra misurazioni in presenza ed in assenza di alunni e all'interno rispetto all'esterno delle aule, è stato applicato il t-test per dati appaiati.

Nei confronti a livello stagionale, tra scuole a diverso livello di traffico e tra le tre tipologie di aule è stato applicato il test non parametrico Kruskal-Wallis sulle mediane.

Per la valutazione dei livelli di correlazione esistenti tra le misurazioni effettuate per i vari inquinanti, sono stati calcolati i coefficienti di correlazione.

Capitolo 2

Risultati

2.1 Aspetti igienico sanitari delle strutture scolastiche

Nella prima fase operativa del progetto sono stati effettuati sopralluoghi presso gli edifici scolastici campionati; i sopralluoghi sono stati effettuati da parte dei tecnici di prevenzione delle Unità Funzionali di Igiene Pubblica nell'autunno 2004, allo scopo di:

- individuare la collocazione urbanistica degli edifici, le loro principali caratteristiche strutturali, le caratteristiche degli infissi, degli arredi, degli impianti;
- identificare le aule in cui effettuare i campioni secondo i criteri già riportati e compilare per ognuna di queste una scheda specifica con la definizione di tutte le variabili prese in considerazione.

Nell'occasione sono state inoltre acquisite notizie sull'effettuazione di interventi di tipo manutentivo, su eventuali trattamenti recenti con fitofarmaci o di disinfestazione che potessero in qualche modo influenzare le condizioni ambientali.

Per il sopralluogo alla scuola e per la descrizione delle aule erano state predisposte delle schede apposite che sono riportate nell'*allegato e*.

Nella valutazione delle caratteristiche strutturali e di vivibilità delle scuole controllate sono stati adottati come indici di riferimento quelli contenuti nel decreto ministeriale 18 dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"; il decreto ministeriale, formalmente abrogato dalla Legge 23/96 "Norme sull'edilizia scolastica" è tuttora utilizzato come indirizzo dai servizi di prevenzione nelle attività di vigilanza e controllo delle scuole in quanto non è stato mai sostituito da altra norma specifica.

Va anche considerato che buona parte dei requisiti indicati dal decreto mantengono tuttora piena validità dal punto di vista igienico sanitario, anche in seguito all'emanazione di normative più recenti su argomenti specifici (ad es. in materia di rumore).

Altro riferimento sono naturalmente i regolamenti edilizi comunali.

2.2 Ubicazione

Per quanto riguarda l'ubicazione degli edifici scolastici il decreto ministeriale 18 dicembre 1975, "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica", prevede:

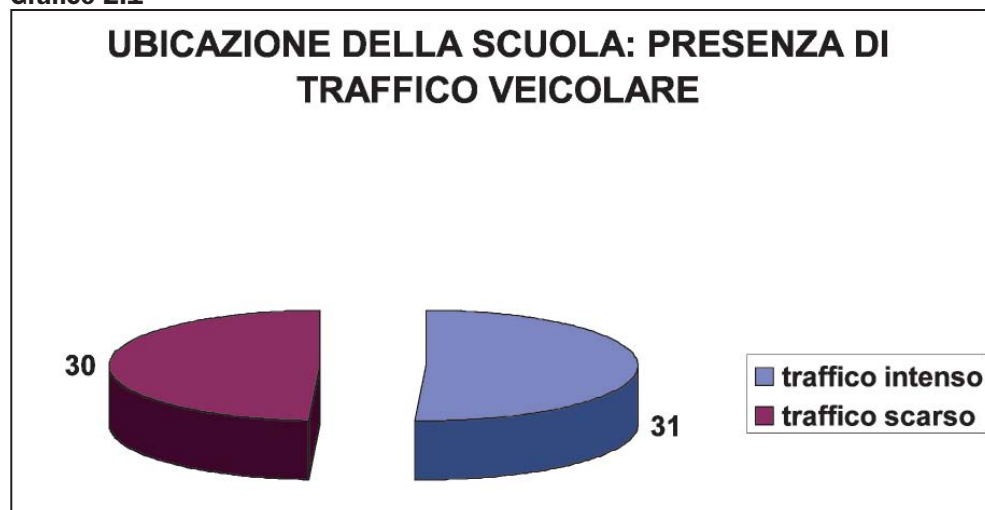
"Per quanto riguarda le condizioni ambientali, la scuola dovrà essere ubicata in località aperta, possibilmente alberata e ricca di verde, lontana da depositi di rifiuti, da strade di grande traffico, da strade ferrate e da aeroporti, da industrie rumorose e dalle quali provengano esalazioni moleste e nocive, e da tutte quelle attrezzature urbane che possono arrecare danno o disagio all'attività della scuola stessa."

L'indagine ha rilevato che gli edifici scolastici campionati risultano distribuiti uniformemente nel territorio regionale: 32 ospitano la scuola primaria, 28 la scuola secondaria di I° grado e una scuola dell'infanzia.

Le 61 scuole campionate sono ubicate per il 51% (31) in aree ad alto traffico ed il restante 49% (30) in zone a scarso traffico. Considerato che gli inquinanti da rilevare sono correlati principalmente al traffico, il criterio di valutazione seguito per assegnare le scuole in esame all'una o l'altra categoria è stato quello dell'effettiva conoscenza dei luoghi da parte dei tecnici di prevenzione, criterio più affidabile rispetto ad altri più sofisticati ma teorici.

Rispetto al traffico autoveicolare gli edifici testati sono stati equamente ripartiti tra zona ad alto traffico e zona a traffico scarso (grafico 2.1).

Grafico 2.1



2.3 Ubicazione rispetto alla normativa sul rumore

Le caratteristiche acustiche degli edifici scolastici sono oggetto di specifiche prescrizioni contenute in due diverse fonti normative: il decreto ministeriale 18 dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica" e il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici degli edifici", attuativo della legge quadro sull'inquinamento acustico, sui requisiti acustici passivi degli edifici.

I requisiti minimi previsti per i diversi elementi strutturali che contribuiscono a definire la qualità acustica delle aule sono: l'isolamento della facciata e il potere fonoisolante delle finestre, l'indice di fonoisolamento tra locali adiacenti, l'indice di rumore da calpestio dei solai. Valori di riferimento sono inoltre stabiliti per il tempo di riverbero dei locali ad uso didattico. Inoltre i criteri di classificazione acustica del territorio indicano valori di riferimento per la rumorosità massima delle aree in cui sono collocate le scuole: tali valori sono certamente la base per la valutazione della corretta progettazione dei nuovi edifici scolastici. Per quanto riguarda invece il patrimonio esistente, la normativa nazionale pare non definire obblighi precisi o percorsi per il suo progressivo adeguamento, né fissare obblighi e responsabilità in merito ai requisiti igienici degli edifici scolastici esistenti.

Ciò presuppone che è possibile concludere l'iter di autorizzazione di un progetto di ristrutturazione di un edificio scolastico esistente senza che venga svolta o richiesta alcuna verifica sulle sue caratteristiche acustiche. Tuttavia è evidente che chi ha la responsabilità della salute degli occupanti degli edifici scolastici, siano essi intesi come lavoratori o come "popolazione" scolastica, e considerati gli effetti sulla salute esercitati dalla qualità acustica degli ambienti scolastici, deve valutare la rilevanza di scostamenti significativi delle prestazioni degli edifici rispetto ai parametri stabiliti dalla normativa di riferimento.

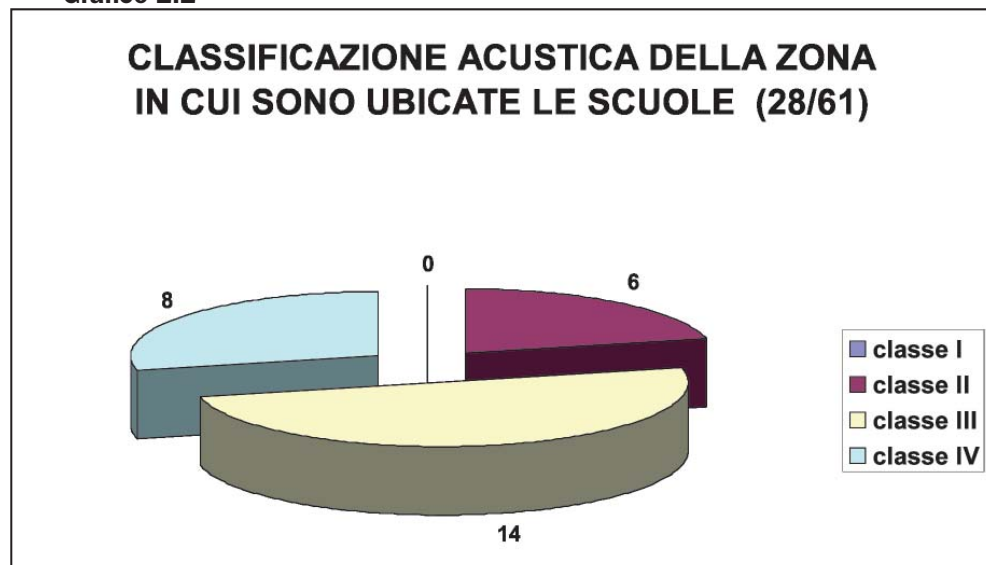
Secondo la normativa italiana, le scuole dovrebbero essere inserite in aree particolarmente protette (classe I: valore limite di immissione in orario diurno 50 dBA) o in aree destinate ad uso prevalentemente residenziale (classe II: valore limite di immissione in orario diurno 55 dBA). Anche le linee guida dell'OMS prevedono per gli spazi esterni scolastici livelli di rumore non superiori ai 55 dB.

Rispetto alla classificazione acustica del territorio prevista dalla Legge 447/95, "Legge quadro sul rumore", nei Comuni in cui è stata attuata, gli edifici risultano per lo più collocati in classe III, 8 in classe IV e solo 6 in II (grafico 2.2).

La classificazione del territorio ha regolamentato una situazione preesistente, per cui, essendo i centri abitati prevalentemente classificati in classe III e alcuni addirittura in classe IV (es. Firenze) gli edifici scolastici hanno seguito la stessa sorte tanto che, come evidenziato nel capitolo 4, il rumore in facciata supera spesso il limite previsto per la zona e quelli indicati dall'OMS nella maggior parte dei casi studiati.

Nell'approvazione di alcuni piani di classificazione acustica la Regione Toscana, d'intesa con i Comuni, ha prescritto l'individuazione dei ricettori sensibili e la classificazione dei relativi edifici in classe II, con conseguente obbligo di un piano di risanamento.

Grafico 2.2



2.4 Caratteristiche delle strutture scolastiche

A ribadire il concetto della “buona vivibilità scolastica”, concorrono i criteri riportati nel capitolo 5 del decreto ministeriale 18 dicembre 1975 “Norme relative alle condizioni di abitabilità”:

“Ogni edificio scolastico nel suo complesso ed in ogni suo spazio o locale deve essere tale da offrire a coloro che l'occupano condizioni di abitabilità soddisfacenti per tutto il periodo di durata e di uso, malgrado gli agenti esterni; queste condizioni devono garantire, inoltre l'espletamento, di alcune funzioni in caso di agenti esterni anormali.”

Tra le condizioni di abitabilità sono comprese le condizioni acustiche, le condizioni dell'illuminazione e del calore, le condizioni termoigrometriche e purezza dell'aria, le condizioni di sicurezza, e per tutte queste vengono successivamente individuati degli specifici criteri di valutazione con indicazione di limiti verificabili.

Data di costruzione

Le scuole visitate non sono di recentissima realizzazione:

5 edifici sono stati costruiti tra il 1200 e 1900, 14 tra il 1901 e il 1960, 23 tra il 1961 e 1975 e solo 12 sono posteriori al 1975, mentre per 7 delle scuole campionate manca l'informazione sulla data di costruzione.

Struttura

La maggior parte delle scuole è costituita da edifici in muratura tradizionale e in un solo caso si tratta di materiale prefabbricato. A giudizio dei tecnici che hanno effettuato i sopralluoghi le condizioni di mantenimento risultano almeno sufficienti nel 90% dei casi.

I serramenti sono per la maggior parte in metallo o in legno mentre altri materiali sono scarsamente rappresentati; i doppi vetri sono presenti in 30 scuole, verosimilmente in rapporto al rumore ambientale esterno.

Le strutture interne alle aule risultano piuttosto omogenee con pareti interne in intonaco e pavimenti in ceramica. Il riscaldamento è fornito principalmente da termosifoni; gli impianti sono alimentati prevalentemente a metano e solo in un numero limitato dei casi a gasolio. La maggior parte delle scuole ha i serramenti in metallo. E'ipotizzabile che il ricambio d'aria attraverso l'infilso chiuso sia molto limitato.

Locale per fumatori

Il locale per fumatori non risulta individuato in nessuna delle scuole visitate.

Presenza di pertinenze esterne (aree verdi/cortili)

Le aree verdi o i cortili sono presenti in circa la metà delle strutture mentre non sussistono solo in 4 casi. Gli spazi esterni sono abbastanza estesi ma solo in pochi casi (9) sono stati dichiarati interventi recenti di diserbo o disinfestazione.

Superficie delle aree esterne:

13 scuole fra 100 - 400 mq

9 scuole fra 500 - 1000 mq

7 scuole 1500 - 5000 mq

2.5 Interventi di manutenzione agli impianti

Per quanto riguarda gli interventi effettuati sulle strutture, 27 scuole sono state oggetto di manutenzione negli ultimi 5 anni, 5 negli ultimi 10 anni precedenti (tingeggiatura); l'impianto elettrico è stato dichiarato a norma in 35 casi mentre per 26 edifici non abbiamo avuto risposta: non sempre durante il sopralluogo erano presenti i dirigenti scolastici o non è stato possibile accedere alla documentazione conservata

presso l'amministrazione comunale, proprietario o gestore delle strutture. L'impianto termico e l'impianto idraulico sono stati oggetto di ristrutturazione o adeguamento in più di un terzo dei casi, mentre 18 scuole hanno subito interventi sulla copertura e altre 18 sui pavimenti.

2.6 Aule

Una scheda specifica (*allegato f*) è stata predisposta anche per le aule ed è stata compilata prima dei campionamenti chimici, del microclima e del rumore.

Le aule esaminate nel corso dello studio sono state complessivamente 279; di queste, nel corso dei sopralluoghi, sono stati presi in esame vari aspetti che riguardano sia la vivibilità dello spazio in generale, correlata a standard di qualità previsti dal decreto ministeriale 18 dicembre 1975, sia la presenza di arredi, manufatti o comunque materiali e caratteristiche dell'ambiente che si potessero correlare con gli inquinanti ambientali testati. Ad esempio è stato rilevato che oltre il 90% delle aule utilizza la tradizionale lavagna con il gesso e circa la metà delle classi campionate dispone di un attaccapanni all'interno dell'aula.

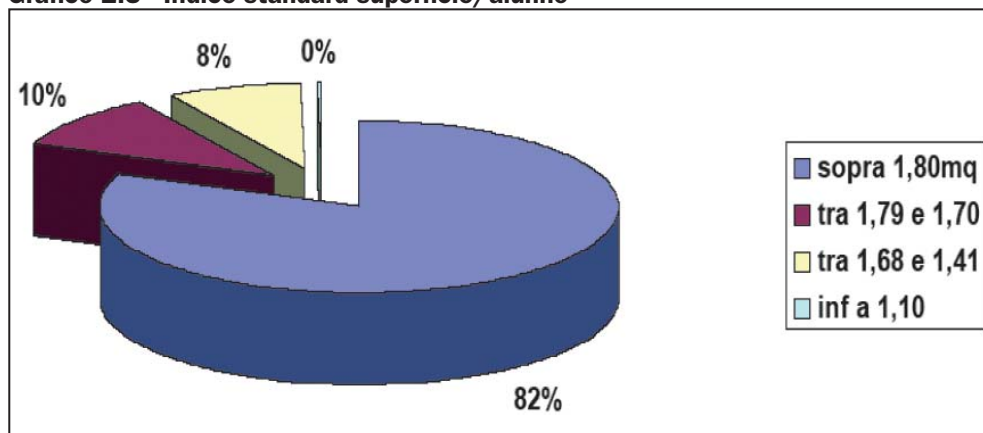
Per quanto riguarda gli spazi, i limiti individuati per la recettività delle strutture scolastiche dai parametri dettati dal decreto ministeriale 18 dicembre 1975 vogliono garantire il benessere della collettività scolastica, sia inteso come comfort scolastico (spazi idonei per le diverse attività, non rumorosi, etc.) che come attenzione ai rischi igienico sanitari (corrette capienze, idonei e facili modalità di ricambio d'aria, etc.).

L'indice di affollamento delle aule quindi è un requisito previsto dalla norma sopra detta che riveste notevole importanza sul comfort degli occupanti e che influenza sia il microclima che il rumore: è considerato ottimale un indice uguale o superiore a 1,80 mq/alunno.

Nel complesso si può dire che la situazione è soddisfacente nella maggior parte dei casi considerati in quanto sono stati riscontrati:

- indice uguale o superiore a 1,80 mq/alunno in 212 aule
- indice tra 1,79 e 1,70 mq/alunno in 27 aule
- Indice tra 1,68 e 1,41 mq/alunno in 21 aule
- Indice inferiore a 1,10 mq/alunno in 1 aula

Grafico 2.3 - Indice standard superficie/alunno



Il grafico 2.3 evidenzia le caratteristiche delle aule in termini di superficie, da cui si osserva che l'82% (212) delle classi ha una dimensione di almeno 1.80 mq per alunno.

Sono stati presi in esame anche i materiali di costruzione degli arredi, la presenza di manufatti degli alunni, i materiali d'uso ed i prodotti di pulizia, messi in correlazione con i dati ambientali rilevati.

Conclusioni

Nella maggior parte dei casi non è stato rilevato sovraffollamento delle aule e la maggior parte delle strutture sono state sottoposte ad adeguamento impiantistico e ad interventi di manutenzione, per cui complessivamente lo stato di conservazione appare buono o sufficiente.

Purtroppo l'utilizzo di edifici destinati originariamente ad altro scopo e l'investimento modesto nell'edilizia scolastica hanno consentito nella maggior parte dei casi solo interventi parziali e non risolutivi, come dimostrano anche le proroghe che si sono succedute negli anni per l'adeguamento ai requisiti di sicurezza. Gli arredi sono non recenti e di qualità modesta.

La maggior parte degli edifici dispone di spazio esterno mentre la loro ubicazione risulta critica sia per il clima acustico non adeguato che per la presenza di intenso traffico veicolare.

Capitolo 3

Inquinamento chimico indoor e outdoor

Il protocollo di misura e le schede di campionamento sono presentati negli *allegati a e f*.

3.1 Analisi del PM_{2,5}

Con il termine particolato atmosferico si intende una complessa miscela di sostanze organiche e inorganiche presenti nell'aria. Le cosiddette polveri sono costituite dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: materiali organici vegetali (pollini e frammenti di piante), materiale inorganico prodotto da vento e pioggia, dall'erosione del suolo o dei manufatti.

Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura di asfalto, pneumatici, freni e frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli dotati di motore diesel. Il traffico è inoltre responsabile della dispersione di particelle carboniose, di composti inorganici e altri inquinanti. Le dimensioni delle particelle costituiscono il parametro più importante per la descrizione del loro comportamento e della loro origine; la composizione chimica, la rimozione e la persistenza nell'atmosfera sono caratteristiche correlate con le dimensioni delle particelle.

Il particolato viene generalmente classificato a seconda del diametro aerodinamico degli inquinanti in: ultrafine (PM_{0,1}) con diametro <0,1 µm; fine (PM_{2,5}), con diametro fino a 2,5 µm; polveri più grandi (PM₁₀) con diametro fino a 10 µm¹. In generale le polveri grossolane derivano dall'aggregazione di polveri fini depositate sulle superfici e risospese dalle correnti d'aria. Quelle fini (PM_{2,5}) sono quasi sempre prodotte da processi di combustione. La composizione del particolato atmosferico è estremamente variabile e può comprendere, in relazione alla sua origine, metalli (piombo, nichel, zinco, rame, cadmio), fibre, solfati, nitrati, idrocarburi policiclici, polvere di carbone e cemento.

Negli ambienti confinati la composizione del particolato può risentire delle caratteristiche degli edifici, delle apparecchiature presenti, degli occupanti e delle attività da essi svolte. Le principali sorgenti di particolato negli ambienti confinati sono costituite da tutti gli apparati di combustione (stufe a kerosene, a gas e a legna) e dal fumo di tabacco.

Altre sorgenti secondarie sono gli spray, i fumi degli alimenti cucinati, batteri e spore, pollini, secrezioni essiccate di animali domestici (saliva, feci, urina). Particolato più grossolano proviene essenzialmente dall'esterno (polveri, frammenti biologici, muffe) attraverso il trasporto umano, la deposizione e il successivo risollevarlo.

Gli effetti biologici del particolato atmosferico dipendono dalla natura e dalle dimensioni, e quindi dal luogo di deposizione all'interno dell'albero respiratorio. Per quanto riguarda gli effetti sulla salute, sono le particelle col diametro più sottile quel-

1 Marconi A., ANN Istituto Superiore di Sanità, 2003;39(3):329-342

le che rivestono maggior interesse, in particolare il $PM_{2,5}$ e quello di diametro inferiore ($0,1 \mu m$) possono raggiungere la regione alveolare e alterare gli scambi gassosi all'interno dei polmoni.

In base ai dati epidemiologici, nel 2004 l'Ufficio Regionale per l'Europa dell'OMS ha dichiarato che non esiste un valore soglia al di sotto del quale non si evidenziano effetti, che possono essere a breve e a lungo termine, riguardanti l'apparato cardiovascolare e respiratorio². Recentemente è stata richiamata l'attenzione sugli effetti cardiovascolari legati all'esposizione al particolato indoor soprattutto sulla base di osservazioni epidemiologiche concernenti l'inquinamento dell'aria esterna.

Al momento dell'effettuazione del progetto non erano in vigore limiti per il $PM_{2,5}$ né italiani né europei. Il decreto ministeriale n. 60 del 2 aprile 2002 stabiliva a partire dal 1 gennaio 2005 un valore limite annuale di PM_{10} di $40 \mu g/m^3$ ed un valore limite giornaliero PM_{10} di $50 \mu g/m^3$ da non superare più di 35 volte all'anno per la protezione della salute umana. A partire da 1° gennaio 2010 la media giornaliera sopra detta non deve essere superata per più di 7 volte l'anno, mentre il valore limite annuale deve essere di $20 \mu g/m^3$, con riduzione percentuale annua costante, a partire dal 2005.

Per quanto riguarda il $PM_{2,5}$, l'OMS³ riporta il valore guida di $10 \mu g/m^3$ come valore medio annuale e $25 \mu g/m^3$ come valore medio nelle 24 ore. Il parlamento europeo nel settembre 2006 ha approvato un testo con il quale appoggia la proposta della Commissione di introdurre un valore massimo di concentrazione per le $PM_{2,5}$, visto che la quota di queste nelle PM_{10} è la più nociva per la salute: la nuova Direttiva Europea 11 dicembre 2007 sulla qualità dell'aria prevede per il $PM_{2,5}$ limiti a $25 \mu g/m^3$, come valore obiettivo a partire dal 2010 e come limite da raggiungere al 2015. Un altro obiettivo di $20 \mu g/m^3$, ma questa volta indicativo e non vincolante, è stato fissato per il 2020; restano in vigore i limiti attuali dei $40 \mu g/m^3$ all'anno di PM_{10} , e dei 35 giorni a $50 \mu g/m^3$.

Attualmente la normativa europea con la Direttiva 50 CE del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, stabilisce per il $PM_{2,5}$ un valore obiettivo di $25 \mu g/m^3$ dal 1° gennaio 2010 e un valore limite di $20 \mu g/m^3$ da 1° gennaio 2020.

I risultati delle misure eseguite nella Regione Toscana, suddivise in base alla stagione, sono riportati nella tabella 3.1; i valori più alti sono stati osservati nella stagione invernale. Le differenze in base alla stagione risultano statisticamente significative al Test "t" di Student per dati appaiati ($p < 0,0001$).

Tabella 3.1 – Concentrazioni aerodisperse di $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$) per stagione.

Stagione	N	Media $\pm$ DS	Media geometrica	Mediana	Min-Max
Inverno	174	62,5 $\pm$ 44,3	51,2	50,8	8,5-270,0
Primavera	172	47,8 $\pm$ 37,4	41,2	40,0	11,0-394,8

² Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, WHO - World Health Organization Copenhagen, 2006.

³ Ibidem nota 2.

Nei grafici 3.1a e 3.1b vengono riportate le concentrazioni stagionali di $PM_{2.5}$ in ciascuna delle scuole toscane campionate.

Non è stata osservata alcuna associazione statisticamente significativa tra la polverosità all'interno delle aule e l'intensità di traffico automobilistico (identificata nelle categorie qualitative scarso e intenso) e, analogamente, l'aula nella quale è stato eseguito il campionamento, non influenza i risultati nonostante che la scelta e la classificazione (aula A, aula B, aula C) sia stata fatta sulla base dell'esposizione al traffico.

Il 49,7% dei dati invernali e il 31,2% dei dati primaverili sulle singole aule supera il valore limite per le PM_{10} di $50 \mu g/m^3$. Eseguendo lo stesso confronto con il valore limite proposto per le $PM_{2,5}$ di $20 \mu g/m^3$, si osserva il 92,0% di superamenti in inverno e il 94,2% di superamenti in primavera. Se il confronto viene invece eseguito con le medie geometriche ottenute nelle singole scuole, si osserva il 50,8% di superamenti in inverno e il 25% di superamenti in primavera rispetto al valore limite per il PM_{10} , e l'86,9% in inverno e il 98,3% di superamenti per il valore limite proposto per le $PM_{2,5}$ (grafici 3.1a e 3.1b).

Grafico 3.1a

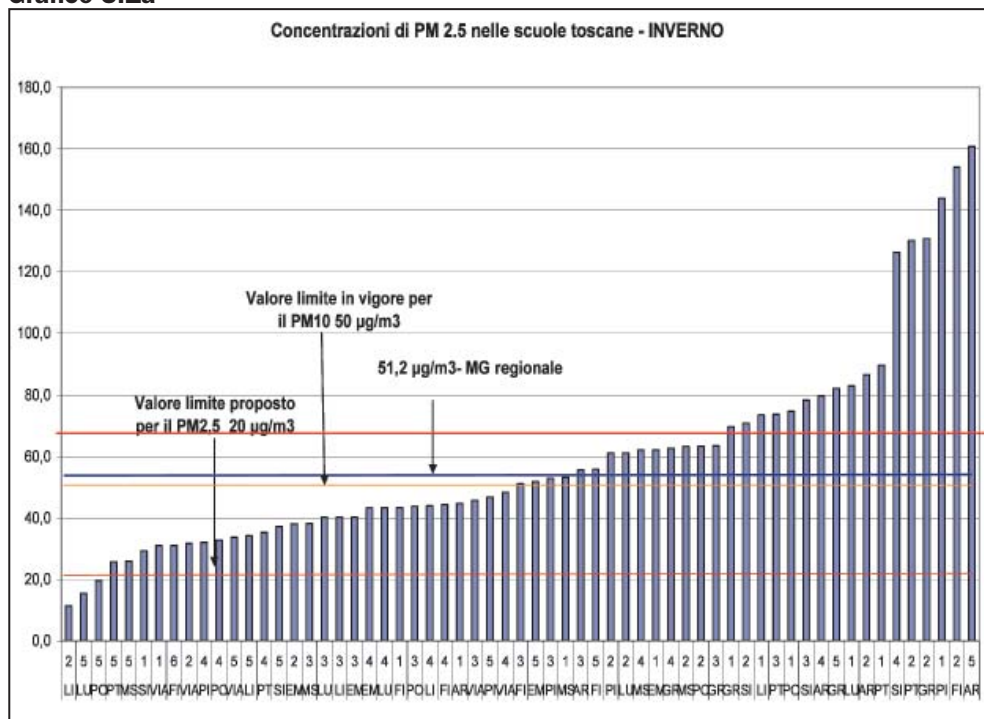
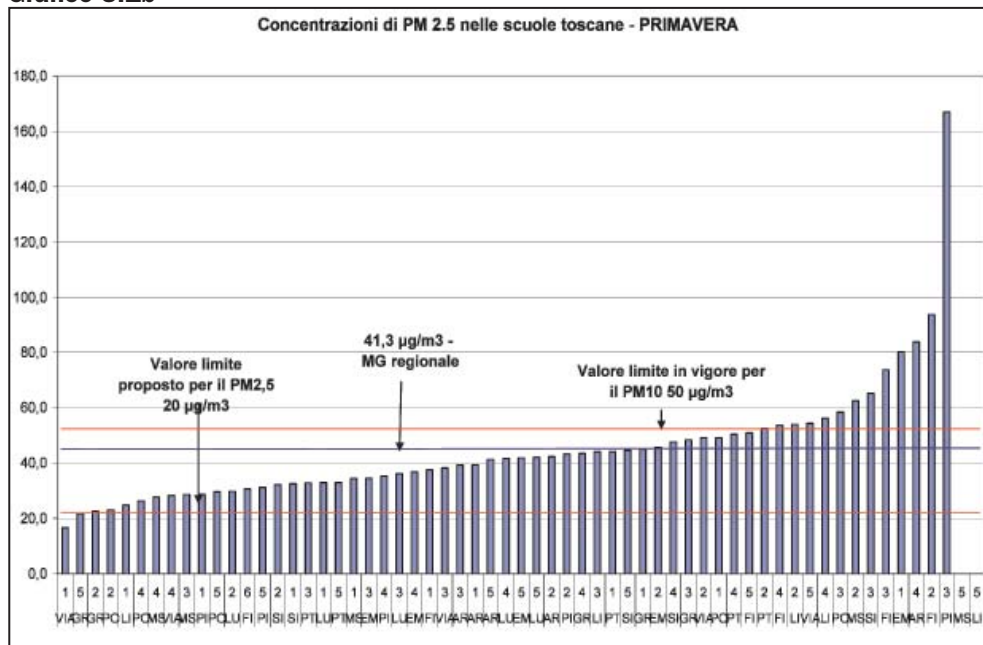


Grafico 3.1b

Se consideriamo i dati suddivisi per Area Vasta (tabella 3.2), l'influenza della stagione si mantiene statisticamente significativa ($p < 0.001$) nel caso dell'Area Vasta Sud Est e Centro, mentre la provenienza del campione incide in maniera significativa solo nelle misure invernali per l'Area Vasta Nord Ovest.

Le misure invernali nell'Area Vasta Sud Est risultano più elevate delle altre a causa dei valori osservati nelle scuole aretine e grossetane che si attestano rispettivamente su valori di media geometrica di 77,2 µg/m³ e 78,5 µg/m³ contro 59,7 µg/m³ di Siena.

Tabella 3.2 – Concentrazioni aerodisperse di PM_{2,5} (µg/m³) per area vasta di provenienza e stagione.

Area	Stagione	N	Media±DS	Media geometrica	Mediana	Min-Max
Nord	Inverno	68	53,2±47,3	40,8	42,0	8,5-270,0
	Primavera	66	49,5±53,8	39,1	37,7	11,0-394,8
Centro	Inverno	61	59,7±39,0	51,1	45,5	15,8-214,7
	Primavera	61	48,6±24,5	43,7	44,3	15,0-139,9
Sud	Inverno	45	81,2±41,7	71,3	77,0	22,0-190,0
	Primavera	45	44,6±19,0	40,9	43,0	16,0-97,0

La mancanza di una relazione statisticamente significativa con l'intensità di traffico, come risulta dalla tabella 3.3, lascia presupporre che la natura chimica delle polveri rilevate a livello indoor sia molto diversa da quella outdoor.

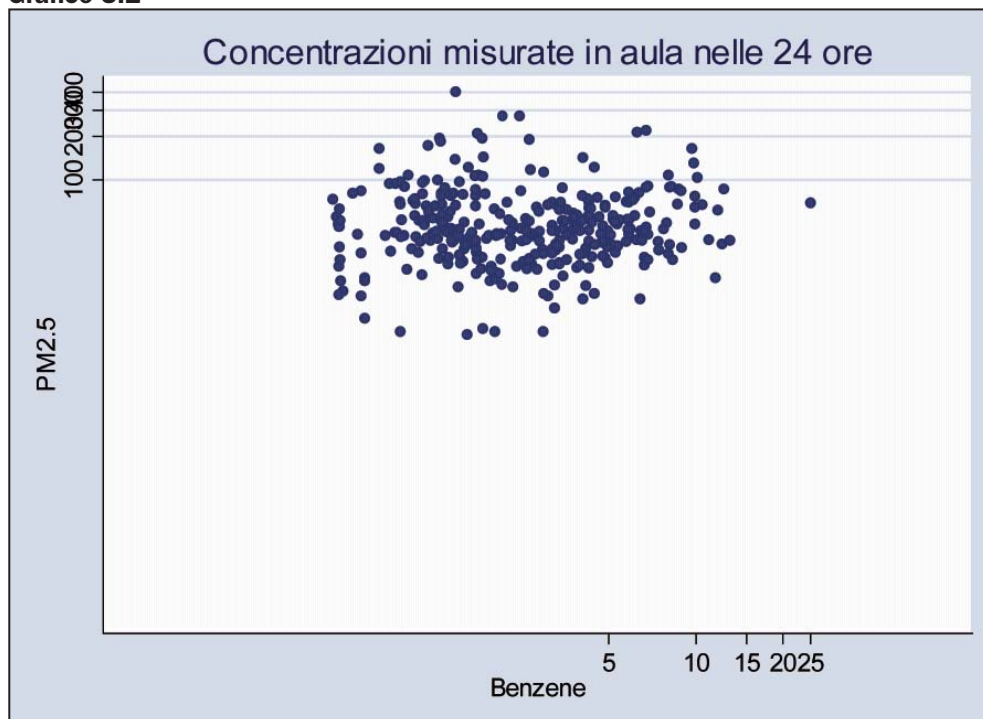
Tabella 3.3 – Concentrazioni di PM_{2,5} (µg/m³) per intensità di traffico e stagione.

	intenso				scarso				
	N	Media	DS	Mediana	N	Media	DS	Mediana	P-value*
Inverno	90	57,2	41,7	47,7	82	69,4	46,8	54,7	0,36
Primavera	93	45,6	25,8	39,9	79	50,7	47,8	41,2	0,88

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tale osservazione risulta confermata dall'assenza di correlazione tra le concentrazioni di PM_{2,5} e di benzene misurate in aula nelle 24 ore (grafico 3.2).

Grafico 3.2



Coefficiente di correlazione=0.08

L'alta polverosità riscontrata rispetto ai valori generalmente osservati nelle aule potrebbe essere collegata alla presenza di molti bambini che, muovendosi contemporaneamente, sollevano le polveri sedimentate, specialmente nell'intervallo o alla fine di ogni ora di insegnamento. Forse anche le polveri dei gessetti (solfato di calcio o carbonato di calcio) potrebbero influenzare i risultati. La caratterizzazione delle polveri sarà oggetto di una successiva fase dello studio.

3.2 Analisi delle aldeidi

Formaldeide e acetaldeide sono le aldeidi più frequentemente riscontrate in atmosfera e le loro concentrazioni ambientali variano significativamente in funzione della zona geografica considerata.

La formaldeide costituisce il composto organico volatile (VOC) più diffuso e più noto. E' un gas incolore e dall'odore acre e irritante, molto solubile in acqua e utilizzato come reattivo in molte sintesi e in molte lavorazioni: fabbricazione di resine sintetiche, colle, solventi, conservanti, disinfettanti e deodoranti, detergenti, cosmetici, tessuti. Le fonti indoor possono essere rappresentate da adesivi, vernici, impregnanti, resine, numerosi materiali da costruzione, per finitura e per arredamento (pannelli di legno compositi, truciolati, carte, tessuti sintetici, moquette, rivestimenti plastici, isolanti, schiume poliuretaniche e altri), prodotti per l'igiene e per la manutenzione della casa, insetticidi, antitarma, tarmicidi, prodotti per il bricolage. Altre fonti note sono l'evaporazione di derivati del petrolio (benzine) e i processi di combustione⁴.

La formaldeide è stata spesso indicata come la principale causa di una "scadente o cattiva qualità dell'aria indoor" e da anni è al centro dell'interesse dei ricercatori che si occupano di inquinamento in ambienti confinati. L'inquinamento viene rilevato in genere in concentrazioni superiori all'interno degli edifici rispetto all'ambiente esterno.

Gli effetti della formaldeide sul breve periodo di esposizione sono irritazioni e infiammazioni, in particolare delle vie respiratorie e delle mucose oltre a disturbi della vista, nausea ed eczemi. L'assorbimento prolungato può dare effetti genotossici e forme tumorali. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato la formaldeide come "cancerogeno per l'uomo" (gruppo 1)⁵ il gruppo di lavoro internazionale, costituitosi presso la IARC, ha stabilito che la formaldeide causa tumori naso-faringei nell'uomo, una neoplasia piuttosto rara nei paesi sviluppati. I dati disponibili hanno inoltre permesso di stabilire che esiste una limitata evidenza di associazione con il cancro della cavità nasale e dei seni paranasali ed una forte ma non sufficiente evidenza per lo sviluppo di leucemia.

La classificazione da parte della Comunità Europea della sostanza come cancerogena di categoria 3 con fase di rischio R 40 (Possibilità di effetti cancerogeni – prove insufficienti) nel 1996, recepita in Italia nell'anno successivo, ne ha in parte ridotto l'uso massiccio. Tuttavia, attualmente non è ancora disponibile un agente in grado di sostituire i molteplici usi industriali della formaldeide.

L'OMS raccomanda come linea guida per la qualità dell'aria un valore di 0,1 mg/m³ (media su 30 minuti)⁶. Le linee guida canadesi per gli ambienti residenziali, pubblicate nel 2006 relativamente alla formaldeide, riportano concentrazioni guida di 123 µg/m³ per periodi di esposizione di un'ora considerando come effetto critico l'irritazione degli occhi e concentrazioni di 50 µg/m³ per periodi di esposizione di 8 ore considerando come effetto critico sintomi respiratori per i bambini⁷. Per l'acetaldeide, il Committee on Sick House Syndrome giapponese⁸, nel report 4 pubblicato

4 Dally K.A., Hanrahan L.P., Woodbury M.A., *Formaldehyde exposure in non occupational environments*, Arch Environ Health, 36(6): 277-284, 1981.

5 *Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol*, IARC - International Agency For Research on Cancer Monographs, Vol. 88, Dicembre 2006.

6 *Air Quality Guidelines for Europe*, 2nd edition. WHO - World Health Organization - Regional Office for Europe, European series n. 91, Copenhagen 2000.

7 *Residential Indoor Air Quality Guidelines: Formaldehyde*, Canada 15 aprile 2006.

8 *Japanese Committee on Sick House Syndrome: Indoor Air Pollution*, Progress Report 4, 22 Gennaio 2002.

nel gennaio 2002, riporta un valore guida di $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per una esposizione a lungo termine considerando come endpoint di tossicità effetti sull'epitelio olfattorio nasale in ratti esposti per inalazione.

I risultati delle misure eseguite nella Regione Toscana suddivise in base alla stagione e alla tipologia di campionamento sono riportati nelle tabelle 3.4 e 3.5 rispettivamente per formaldeide e acetaldeide.

Tabella 3.4 – Concentrazioni aerodisperse di formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione e alla tipologia di campionamento

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	180	15,2 $\pm$ 6,1	13,9	14,8	2,1-39,0
Primavera	180	19,6 $\pm$ 8,0	18,0	18,3	6,0-47,4
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	179	12,6 $\pm$ 5,5	11,5	11,8	1,7-32,6
Primavera	180	18,2 $\pm$ 8,0	16,5	16,4	3,1-55,1
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	181	13,3 $\pm$ 5,1	12,3	12,6	3,3-30,1
Primavera	180	18,4 $\pm$ 7,4	17,0	16,8	6,6-50,2
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	180	3,7 $\pm$ 1,8	3,3	3,4	0,5-8,7
Primavera	178	4,8 $\pm$ 1,9	4,4	4,8	1,5-9,2

Tabella 3.5 – Concentrazioni aerodisperse di acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione e alla tipologia di campionamento

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	180	10,4 $\pm$ 7,0	8,5	8,2	1,4-46,6
Primavera	180	8,4 $\pm$ 6,6	7,0	6,6	2,2-44,1
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	179	8,9 $\pm$ 8,5	6,7	6,4	0,6-58,7
Primavera	180	10,6 $\pm$ 18,5	6,9	6,7	0,9-189,4
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	181	9,2 $\pm$ 7,6	7,4	7,3	1,0-49,0
Primavera	180	9,9 $\pm$ 14,5	7,0	6,8	1,4-146,0
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	180	2,9 $\pm$ 1,6	2,6	2,6	0,5-12,2
Primavera	178	2,6 $\pm$ 1,1	2,4	2,4	0,9-7,0

La stragrande maggioranza dei dati di formaldeide rilevati sia a livello indoor che outdoor risultano inferiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore guida canadese per gli ambienti residenziali⁹. Solo in due casi relativi a campionamenti eseguiti in assenza di alunni si osservano valori di $51,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $55,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente in una scuola dell'Area Vasta Nord Ovest e in una dell'Area Vasta Sud Est; nel primo dei due casi si osserva un valore di $50,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anche per la media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula. Al valore elevato di formaldeide è associato anche il dato più elevato di acetaldeide di $189,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $146,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente per il campionamento in aula in presenza di alunni e per la media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula. Per quanto riguarda l'acetaldeide, il valore guida giapponese di $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta superato in due casi in inverno e in 7 casi in primavera solo per i dati relativi al campionamento in aula eseguito in assenza di alunni. La media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula supera $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solo in un caso in inverno e in 4 casi in primavera.

Per la formaldeide, le differenze in base alla stagione risultano statisticamente significative al Test "t" di Student per dati appaiati ($p < 0,0001$) in presenza e in assenza di alunni, esternamente alle aule e come medie ponderate nelle 24 ore all'interno delle aule.

Da un'analisi della relazione tra concentrazioni di formaldeide in aula con alunni e condizioni atmosferiche nella classe, si osserva una correlazione tra formaldeide ed umidità relativa (coefficiente di correlazione $r = 0,43$ $p < 0,001$), mentre non risulta alcuna associazione con la temperatura ($r = 0,01$ $p = 0,93$).

Per l'acetaldeide la significatività si riscontra invece soltanto per i dati misurati all'interno delle aule in presenza di alunni. I dati di formaldeide in presenza di alunni, complessivamente considerati si mostrano influenzati dalla presenza dell'attaccapanni all'interno dell'aula nel periodo invernale con valori mediani di $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente quando l'attaccapanni è posto dentro e quando è posto fuori (*allegato g*).

Il confronto tra i dati in presenza e in assenza di alunni mostra differenze statisticamente significative per la formaldeide in entrambe le stagioni, mentre riguardo all'acetaldeide la differenza è significativa solo in inverno. Per entrambe le aldeidi e in entrambe le stagioni i dati indoor nelle 24 ore risultano statisticamente superiori dei dati outdoor.

Il traffico autoveicolare non sembra influenzare in maniera statisticamente significativa i dati indoor di formaldeide in nessuna delle due stagioni, mentre si osservano differenze significative per la formaldeide outdoor misurata nel periodo invernale tra le scuole collocate in zone a traffico intenso e a traffico scarso con valori mediani rispettivamente di $4,00$ e $3,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Analogamente a quanto visto per il $\text{PM}_{2,5}$, l'aula nella quale è stato eseguito il campionamento (aula A, aula B, aula C) non influenza i risultati (*allegato g*).

L'influenza della provenienza del campione è stata valutata confrontando i risultati ottenuti nell'ambito delle singole aree vaste. I dati dimostrano differenze statisticamente significative in dipendenza dall'area vasta in tutti i casi per quanto riguarda l'acetaldeide in entrambe le stagioni e per la formaldeide in primavera. La provenienza del campione non si mostra significativa per i campionamenti di formaldeide eseguiti in inverno in assenza di alunni e di conseguenza per le medie ponderate indoor nelle 24 ore. Le medie geometriche dei dati nelle singole aree vaste sono riportate nella tabella 3.6.

⁹ Ibidem, nota 8.

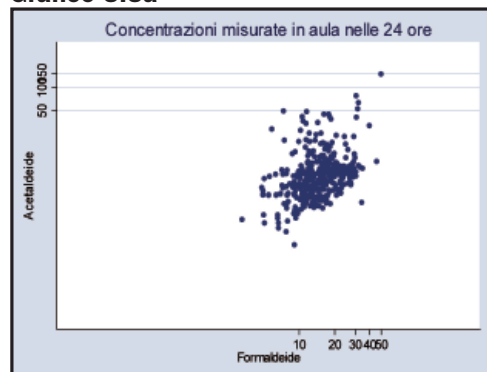
Tabella 3.6 – Concentrazioni (medie geometriche) di formaldeide e acetaldeide aerodisperse ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione, alla tipologia di campionamento e all'area vasta di provenienza

Stagione	Formaldeide			Acetaldeide		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
Campionamento in aula in presenza di alunni						
Inverno	14,2	12,1	16,3	11,6	6,8	6,9
Primavera	21,2	14,3	18,7	8,6	5,1	7,5
Campionamento in aula in assenza di alunni						
Inverno	11,2	10,6	13,2	8,4	5,3	6,1
Primavera	18,2	14,9	16,1	8,9	5,4	6,4
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula						
Inverno	12,3	11,2	14,0	9,5	5,9	6,6
Primavera	19,1	14,9	16,9	9,1	5,4	6,7
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula						
Inverno	3,9	2,8	2,9	3,3	2,1	2,3
Primavera	5,6	3,2	4,4	2,6	1,9	2,5

Le analisi di correlazione lineare eseguite tra i dati di formaldeide e acetaldeide forniscono coefficienti di correlazione nettamente migliori nei campionamenti outdoor rispetto a quelli indoor dimostrando fonti diverse per i due inquinanti all'interno delle aule (grafici 3.3a e 3.3b).

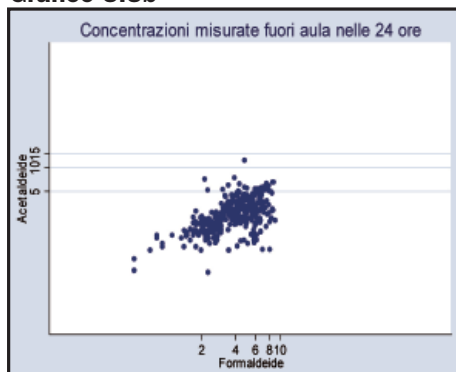
Le correlazioni per i dati outdoor risultano migliori in inverno che in primavera e diverse in dipendenza dell'area vasta.

Grafico 3.3a



$R=0,40$ $p<0.0001$

Grafico 3.3b



$R=0,58$ $p<0.0001$

3.3 Analisi di BTEX (benzene, toluene, etilbenzene e xileni)

I BTEX sono presenti nei gas di scarico autoveicolare. Il benzene, noto per le sue caratteristiche di tossicità (cancerogeno certo per l'uomo, Gruppo 1 IARC) è uno dei costituenti del petrolio ed è presente nei fumi derivanti dal traffico autoveicolare sia per combustione incompleta sia a causa della sua formazione per riarrangiamento molecolare durante il processo di combustione, di altri composti, soprattutto aromatici, presenti nel carburante¹⁰. Uno studio del CONCAWE (Conservation of Clean Air and Water Europe) afferma che le emissioni legate all'impiego di carburanti sono dovute per il 15% a perdite evaporative (1% al momento del rifornimento, 14% da serbatoio, carburatore e condotti di adduzione) e per l'85% ai gas di scarico¹¹. Il microinquinamento da benzene è presente a livello indoor, spesso in concentrazioni maggiori di quelle rilevabili all'esterno¹².

Tra le fonti indoor di BTEX nelle scuole possiamo individuare come principali il riscaldamento degli ambienti, la pulizia dei locali con detergenti contenenti residui di questi composti, la ristrutturazione dei locali con materiali capaci di emettere vapori di composti organici volatili, la fumigazione a scopo di disinfezione o disinfestazione, l'uso di pitture e solventi vari¹³. L'uso di certi materiali didattici quali pennarelli, pitture, colle, prodotti di gomma, può comportare esposizione a queste sostanze¹⁴.

Tra le principali fonti indoor di benzene possiamo individuare il fumo di sigaretta: questa sorgente peraltro non dovrebbe essere presente nei locali scolastici.

Il decreto ministeriale n. 60 del 2 aprile 2002 (recepimento della Direttiva 2000/69/CE) ha stabilito ai fini della protezione della salute umana un valore limite annuale per il benzene di 10 µg/m³ fino al 31 dicembre 2005. A partire da 1° gennaio 2010 tale limite sarà 5 µg/m³ con riduzione graduale negli anni 2006-2010.

Per quanto riguarda il toluene l'OMS¹⁵ riporta il valore guida di 260 µg/m³ come valore medio settimanale per effetti diversi dal cancro e da odore o fastidio, mentre per effetti sensoriali o di fastidio il valore guida è di 1000 µg/m³ come media di 30 minuti. Valori guida di 1447 µg/m³ per etilbenzene e xileni sono stati riportati per uffici e luoghi pubblici a Hong Kong¹⁶.

10 Imbriani M., Fiorentino M.L., Maestri L., Marsilio M.G., Ghittori S., *Indoor pollution e monitoraggio biologico di composti organici volatili (COV)*, G. Ital. Med. Lav, 18: 151-160, 1996.

11 Tims S.M., *Benzene emission from passengers cars*, CONCAWE report n. 12/83, The Hague, 1983.

12 Ibidem nota 11

Carletti R., Romano D., *Assessing health risk from benzene pollution in an urban area*, Environ. Monit. Asses. 80: 135-148, 2002.

Cocheo V., Sacco P., Boaretto C., De Saeger E., Ballista PP, Skov H., Goelen E., Gonzalez N., Saracena A.B., *Urban benzene and population exposure*, Nature 404: 141-142, 2000.

Gilli G., Scursatone E., Bono R., *Benzene, toluene and xylenes in air, geographical distribution in the Piedmont region (Italy) and personal exposure*, Sci. Tot. Environ. 148: 49-56, 1994.

13 Kim M.Y., Harrad S., Harrison R.M., *Concentrations and sources of VOCs in urban domestic and public microenvironments*, Environ. Sci. Technol. 35: 997-1004, 2001.

Schneider P, Lorinci G., Gebefugi L., Heinrich J., Kettrup A., Wichmann H.E., *Vertical and horizontal variability of volatile organic compounds in homes in Eastern Germany*, J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol., 9: 282-292, 1999.

14 Schneider P, Lorinci G., Gebefugi L., Heinrich J., Kettrup A., Wichmann H.E., *Vertical and horizontal variability of volatile organic compounds in homes in Eastern Germany*, J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol., 9: 282-292, 1999.

15 Ibidem nota 7.

16 *A guide on indoor air quality certification scheme for offices and public places. Indoor Air Quality Management Programme. The Government of the Hong Kong special administrative region, China, Settembre, 2003.*

I risultati delle misure eseguite nella Regione Toscana suddivise in base alla stagione e alla tipologia di campionamento sono riportati nelle tabelle 3.7, 3.8, 3.9 e 3.10 rispettivamente per benzene, toluene, etilbenzene e xileni.

Tabella 3.7 – Concentrazioni aerodisperse di benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione e alla tipologia di campionamento

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	179	5,8 $\pm$ 6,7	4,2	4,2	0,4-67,2
Primavera	178	5,0 $\pm$ 5,7	3,5	3,5	0,6-51,6
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	177	3,4 $\pm$ 2,9	2,5	2,7	0,5-20,9
Primavera	179	2,1 $\pm$ 1,8	1,5	1,6	0,2-10,6
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	178	4,0 $\pm$ 3,1	3,1	3,3	0,7-14,8
Primavera	177	2,7 $\pm$ 2,2	2,1	1,9	0,6-13,2
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	179	3,4 $\pm$ 2,4	2,6	2,7	0,1-12,5
Primavera	173	2,1 $\pm$ 1,8	1,6	1,6	0,3-11,4

Per il benzene, circa il 4% dei dati invernali e l'1% dei dati primaverili di media ponderata nelle 24 ore all'interno delle singole aule supera il valore di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Analogo confronto eseguito con il valore di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mostra una percentuale di superamenti rispettivamente del 25% e del 12%. Come già evidenziato per gli altri inquinanti, l'aula nella quale è stato eseguito il campionamento non influenza significativamente i risultati pertanto il confronto con i valori limite di cui sopra è stato anche eseguito con le medie geometriche ottenute nelle singole scuole: si osserva il 2% di superamenti in inverno e nessun superamento in primavera rispetto al valore di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il 25% di superamenti in inverno e l'8% di superamenti in primavera rispetto al valore di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Relativamente al toluene, la media ponderata nelle 24 ore all'interno delle singole aule supera $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solo in tre casi in primavera mentre per etilbenzene e xileni in nessun caso si supera il valore di $1447 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹⁷.

Per il benzene, le differenze in base alla stagione risultano statisticamente significative al test "t" di Student per dati appaiati ($p < 0,0001$) in assenza di alunni, esternamente alle aule e come medie ponderate nelle 24 ore all'interno delle aule. Per il toluene la stagione non influenza i dati in maniera statisticamente significativa, per l'etilbenzene le differenze in base alla stagione sono sempre statisticamente significative, infine per gli xileni si conferma l'influenza della stagione ad eccezione dei dati all'interno delle aule in assenza di alunni.

¹⁷ Ibidem, note 16 e 17

Tabella 3.8 – Concentrazioni aerodisperse di toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione e alla tipologia di campionamento

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	179	33,2 $\pm$ 69,7	15,7	15,6	0,6-555,1
Primavera	178	39,5 $\pm$ 89,6	20,4	19,6	0,5-1049,5
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	177	13,7 $\pm$ 22,6	7,2	8,1	0,1-157,8
Primavera	179	24,7 $\pm$ 66,4	11,5	10,3	0,3-662,8
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	178	18,6 $\pm$ 31,0	10,5	11,5	0,3-205,6
Primavera	177	27,0 $\pm$ 57,2	14,7	14,6	1,1-556,7
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	179	14,2 $\pm$ 60,6	6,5	6,6	0,2-808,1
Primavera	173	17,5 $\pm$ 30,9	9,3	8,9	0,7-234,4

Tabella 3.9 – Concentrazioni aerodisperse di etilbenzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione e alla tipologia di campionamento

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	179	5,0 $\pm$ 7,4	2,8	2,7	0,1-61,8
Primavera	178	17,1 $\pm$ 47,5	4,9	3,8	0,4-316,0
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	177	2,0 $\pm$ 3,3	1,2	1,2	0,0-28,3
Primavera	179	3,8 $\pm$ 9,8	1,4	1,3	0,0-80,3
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	178	2,7 $\pm$ 3,9	1,7	1,7	0,1-28,7
Primavera	177	5,8 $\pm$ 12,1	2,4	2,1	0,2-89,6
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	179	1,5 $\pm$ 1,4	1,0	1,0	0,0-8,7
Primavera	173	3,3 $\pm$ 5,6	1,6	1,3	0,2-34,6

Le concentrazioni di BTEX risultano più elevate in presenza di alunni che non in assenza degli stessi in aula e tali differenze risultano statisticamente significative ($p < 0.0001$ del t-test per dati appaiati) in entrambe le stagioni per il benzene e l'etilbenzene.

Tabella 3.10 – Concentrazioni aerodisperse di xileni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione e alla tipologia di campionamento

Stagione	N dati	Media $\pm$ DS	Media Geometrica	Mediana	Min-Max
Campionamento in aula in presenza di alunni					
Inverno	179	17,6 $\pm$ 16,9	11,6	10,9	1,4-103,5
Primavera	178	39,5 $\pm$ 79,7	17,8	16,0	0,6-569,4
Campionamento in aula in assenza di alunni					
Inverno	177	19,7 $\pm$ 49,9	6,8	7,1	0,6-352,8
Primavera	179	22,1 $\pm$ 53,2	7,7	6,3	0,2-518,2
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula					
Inverno	178	18,4 $\pm$ 35,1	9,0	9,8	1,3-267,3
Primavera	177	24,4 $\pm$ 44,7	11,2	9,9	0,9-392,0
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula					
Inverno	179	5,8 $\pm$ 4,9	4,0	4,1	0,4-26,5
Primavera	173	9,2 $\pm$ 11,4	5,7	5,3	0,8-64,6

Nella seguente tabella (3.11a e 3.11b) sono presentati tutti i dati relativi ai BTEX nella situazione invernale e primaverile e diviso per Area Vasta.

Tabella 3.11a – Medie geometriche dei dati di BTEX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione, alla tipologia di campionamento e all'area vasta di provenienza

Stagione	Benzene			Toluene		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
Campionamento in aula in presenza di alunni						
Inverno	3,9	7,7	2,0	12,0	25,8	12,5
Primavera	2,7	7,6	1,7	10,6	24,6	48,8
Campionamento in aula in assenza di alunni						
Inverno	2,6	4,5	1,1	7,2	10,7	4,1
Primavera	1,2	3,6	0,8	6,6	10,4	33,4
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula						
Inverno	3,1	5,5	1,4	10,0	14,8	6,8
Primavera	1,6	4,7	1,0	7,9	14,4	43,2
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula						
Inverno	2,6	4,6	1,3	6,6	9,5	3,9
Primavera	1,3	3,4	0,8	5,5	8,7	24,5

Tabella 3.11b – Medie geometriche dei dati di BTEX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ottenute nei campionamenti effettuati nelle singole aule delle scuole della Regione Toscana suddivisi in base alla stagione, alla tipologia di campionamento e all'area vasta di provenienza

Stagione	Etilbenzene			Xileni		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
Campionamento in aula in presenza di alunni						
Inverno	2,2	6,7	1,3	10,2	25,2	4,6
Primavera	7,7	5,6	1,8	24,8	23,2	6,9
Campionamento in aula in assenza di alunni						
Inverno	1,1	2,4	0,5	12,0	9,0	1,7
Primavera	1,8	2,0	0,6	18,0	7,2	2,1
Media ponderata nelle 24 ore all'interno dell'aula						
Inverno	1,4	3,5	0,7	12,9	13,5	2,6
Primavera	3,6	3,0	0,9	22,2	11,4	3,5
Campionamento nelle 24 ore all'esterno dell'aula						
Inverno	0,8	2,1	0,4	3,9	8,4	1,5
Primavera	2,5	1,8	0,6	7,7	7,3	2,5

La concentrazione indoor di benzene in presenza di alunni risulta aumentare al crescere del numero di alunni presenti in aula ($p=0.0034$ regressione lineare). Per benzene, etilbenzene e xileni in entrambe le stagioni i dati indoor nelle 24 ore risultano statisticamente superiori dei dati outdoor; per il toluene la differenza non si mostra statisticamente significativa in inverno a causa di valori outlier che influenzano l'elaborazione statistica.

Non abbiamo provveduto alla eliminazione degli outlier in quanto trattasi di valori che possono comunque riscontrarsi, probabilmente a causa di una sorgente puntuale e sporadica di inquinante che potrebbe essere rappresentata dall'impiego di prodotti per la pulizia o di materiali didattici contenenti residui di tale sostanza.

Come atteso, il traffico autoveicolare (scuole collocate in zone a traffico intenso e a traffico scarso) influenza in maniera statisticamente significativa i dati indoor di benzene ed etilbenzene in entrambe le stagioni (*allegato g*). L'influenza della provenienza del campione è stata valutata confrontando i risultati ottenuti nell'ambito delle singole aree vaste. I dati dimostrano differenze statisticamente significative per il benzene in dipendenza dall'area vasta in entrambe le stagioni (*allegato g*). Le medie geometriche dei dati nelle singole aree vaste sono riportati nelle tabelle 3.11.a e 3.11.b. I dati più elevati di benzene si osservano per l'area vasta Centro, nella quale incidono notevolmente i dati delle scuole di Firenze, città con elevato traffico.

Un'analisi della correlazione tra singoli inquinanti ha evidenziato un'associazione tra concentrazioni di etilbenzene, xilene, benzene e toluene.

Tale correlazione risulta più elevata tra etilbenzene e xilene con un coefficiente di correlazione pari a $r=0,62$ $p<0.0001$ e $r=0,93$ $p<0.0001$ rispettivamente in aula e fuori aula nelle 24 ore (grafici 3.4a e 3.4b).

Grafico 3.4 a

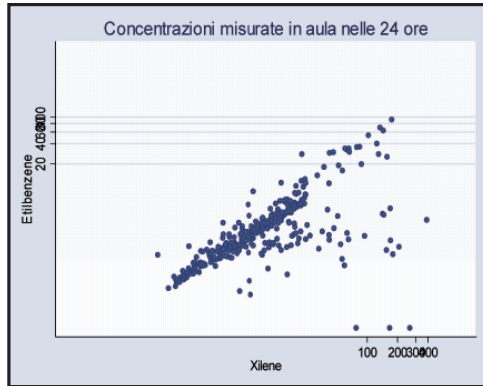
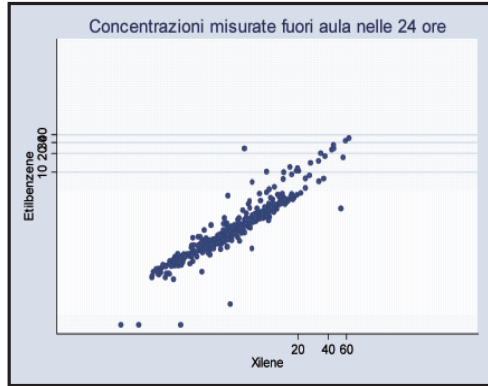


Grafico 3.4 b



Capitolo 4

Inquinanti fisici e microclima

4.1 Rumore

4.1.1 Rumore di fondo

Le misure di rumore di fondo effettuate a finestre chiuse, ad aula vuota, in posizione di centro ambiente, mentre nel resto della scuola si svolgeva la regolare attività didattica, hanno fornito i valori riportati nella tabella 4.1 e nella figura 4.1.

L'Area Vasta Centro, che presenta il maggior numero di scuole in area urbana, ha registrato i valori più alti.

Nella legislazione nazionale non esistono valori di riferimento per il rumore di fondo nelle aule scolastiche. Standard normativi internazionali, quali ad esempio quello vigente in Gran Bretagna¹⁸ o lo standard ANSI degli Stati Uniti¹⁹ riportano un valore limite di 35 dB(A).

In tali norme sono però esclusi i contributi del rumore proveniente dall'attività didattica e dall'attività svolta negli ambienti adiacenti a quello considerato, in quanto si tratta di standard che riguardano la progettazione degli edifici scolastici.

Le nostre misure, come abbiamo detto, comprendono il rumore proveniente dall'attività didattica svolta negli ambienti adiacenti e non sono quindi confrontabili con tali standard.

Il valore di 35 dB(A) è suggerito anche dall'OMS²⁰ ma esso è inteso durante l'attività didattica, ai fini di un'idonea intelligibilità della parola, considerando un livello di parlato, ad 1 m di distanza, di 50 dB(A). Sia i risultati da noi ottenuti, sia i dati riportati in letteratura²¹ mostrano valori di livello di parlato di circa 10 dB(A) maggiori, per cui, ai fini di un'idonea intelligibilità della parola, risulterebbe accettabile un livello di rumore di fondo di 45 dB(A).

Tabella 4.1 – Rumore di fondo misurato a finestra chiusa in posizione centro ambiente

Area vasta	Rumore di fondo dB(A)
Nord-ovest	44,5
Centro	47,5
Sud	44,0
Totale	45,5

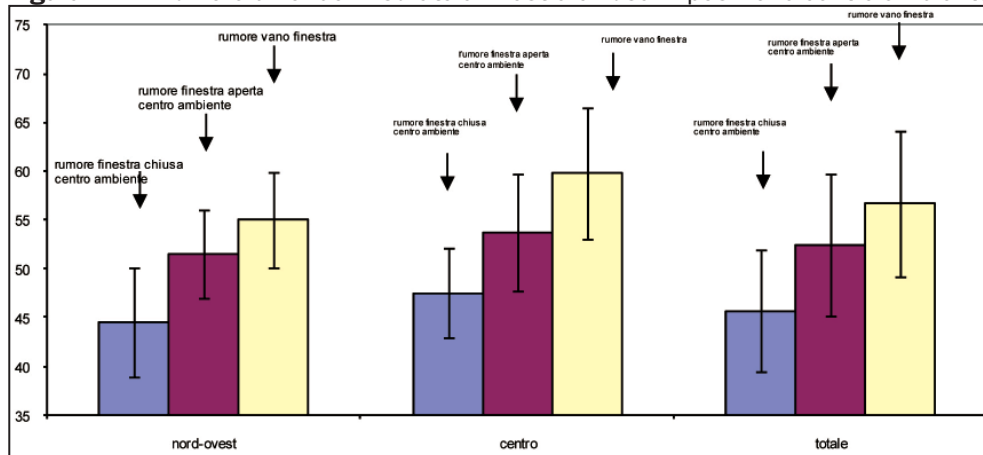
18 *Acoustic design of school*, in "Building bulletin" 93, 2003

19 *Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools*, ANSI 2002

20 *Guidelines for community noise 1999*, WHO -World Health Organization, Geneva

21 Shield B. M., Dockrell J. E., *La necessità di una buona acustica nelle aule scolastiche*, in "Acustica in ambienti scolastici", Aia 2004.

Figura 4.1 – Rumore di fondo misurato a finestra chiusa in posizione centro ambiente



4.1.2 Livello equivalente di facciata

Le misure del livello equivalente di facciata sono state effettuate all'interno del vano finestra, con la finestra aperta. I dati relativi a questo parametro non comprendono quelli relativi all'Area Vasta Sud Est in quanto i criteri di scelta delle aule adottati in tale zona sono stati leggermente diversi rispetto a quelli indicati dal protocollo di misura.

I valori ottenuti sono stati confrontati con i valori limite di immissione, stabiliti dal Decreto del presidente del consiglio dei ministri 14 novembre 1997 in funzione delle classi di destinazione d'uso del territorio, relativi al periodo diurno.

Nelle tabelle 4.2 e 4.3 si riportano, per le aule di tipo A, cioè quelle meno distanti dalla strada più trafficata, il numero di aule in cui si è registrato il superamento del valore limite di immissione e le relative percentuali di superamento.

La tabella 4.2 e la figura 4.2 riportano i dati accorpati per le Aree Vaste Nord Ovest e Centro e la tabella 4.3 riporta i dati separati. Nell'Area Vasta Centro, che presenta un maggior numero di scuole in area urbana, si è registrata una maggiore percentuale di superamenti dei valori limite di immissione rispetto all'Area Vasta Nord-Ovest.

La figura 4.3 riporta i dati in funzione della tipologia di aula (A, B, C). Solo per le aule che si trovano in zone con classificazione acustica del territorio di tipo IV i livelli sonori registrati rispettano l'andamento atteso dai criteri di scelta delle aule, ossia il livello sonoro ottenuto cresce al diminuire della distanza dalla strada più trafficata. Questo perché il rumore prevalente nelle zone in cui si trova la maggioranza di queste scuole è quello del traffico stradale, mentre probabilmente non lo è per la maggioranza delle restanti scuole. Non si evidenziano differenze significative tra i livelli registrati dalle aule di diversa tipologia (A, B, C) per le scuole ubicate in zone con classificazione acustica del territorio di classe diversa dalla IV.

Nella figura 4.4 è riportata la distribuzione dei livelli di facciata, suddivisa in classi di livelli sonori di ampiezza 5 dB(A), dove il valore indicato nel grafico è quello superiore dell'intervallo.

Infine evidenziamo che si sono registrati livelli sonori superiori al relativo valore limite di immissione in circa un terzo dei casi esaminati.

Tabella 4.2 – Aree Vaste Nord-Ovest e Centro: numero delle aule in cui si è avuto il superamento del valore limite di immissione (DPCM 14/11/97), percentuali relative e valore medio misurato per tali aule

Aree vaste Nord Ovest e Centro			
Classe acustica e valore limite diurno di immissione	n. superamenti	n. aule	% superamenti
I: aree particolarmente protette, tra cui scuole 50 dB(A)	1	1	100
II: aree prevalentemente residenziali 55 dB(A)	4	13	30,8
III: aree di tipo misto 60 dB(A)	6	17	35,3
IV: aree di intensa attività umana 65 dB(A)	4	14	28,6
totale	15	45	33,3

Tabella 4.3 – Numero delle aule in cui si è avuto il superamento del valore limite di immissione (DPCM 14/11/97), percentuali relative suddivise per area vasta

Area vasta nord ovest				Area vasta centro		
classe acustica	n. superamenti	n. aule	% superamenti	n. superamenti	n. aule	% superamenti
I				1	1	100,0
II	3	10	30	1	3	33,3
III	1	9	11,1	5	8	62,5
IV	0	5	0	4	9	55,5
totale	4	24	16,7	11	21	52,4

Figura 4.2 – Classe acustica di appartenenza

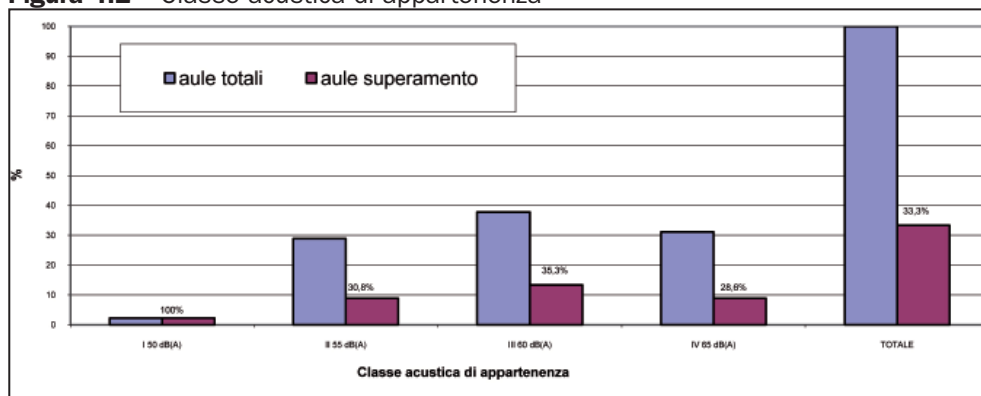


Figura 4.2 – Rumore di facciata delle aule di tipo “A”: superamento dei limiti relativi alla classe acustica di appartenenza (nord-ovest e centro; totale 45 aule). Le “aule totali” indicano la percentuale di aule appartenenti alla relativa classe di classificazione acustica; le “aule superamento” indicano la percentuale di classi, appartenenti alla specifica classe acustica, in cui si è avuto superamento dei limiti.

Figura 4.3 – Rumore di facciata per tipologia di aula (Aree Vaste Nord-Ovest e Centro; totale 135 aule)

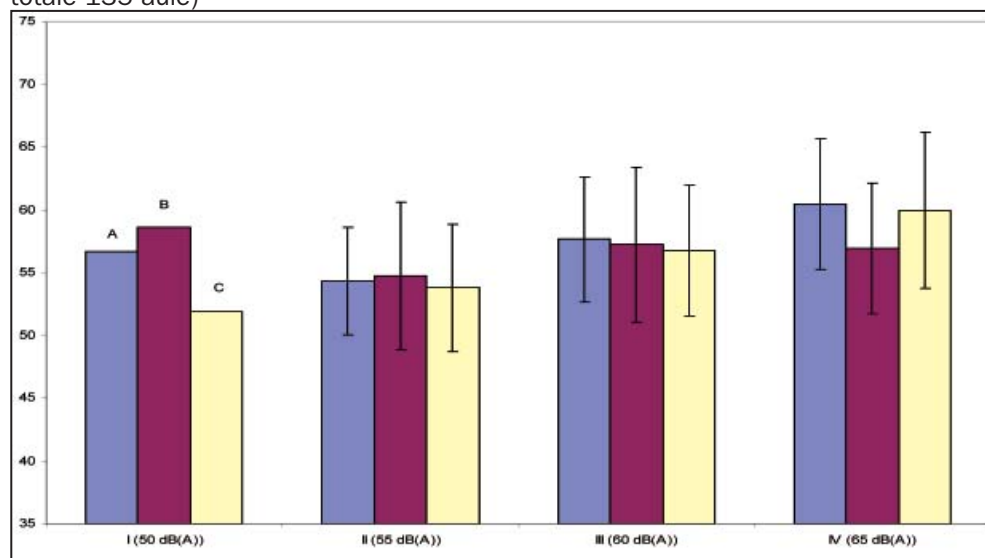
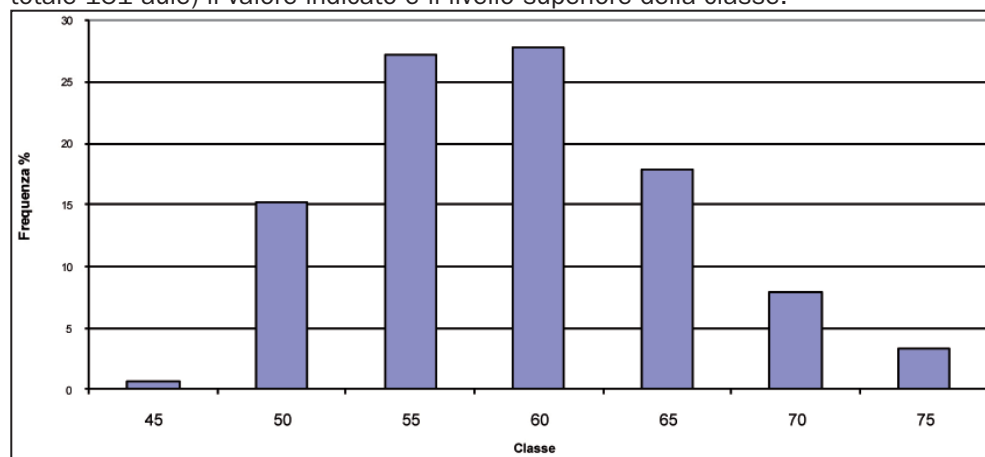
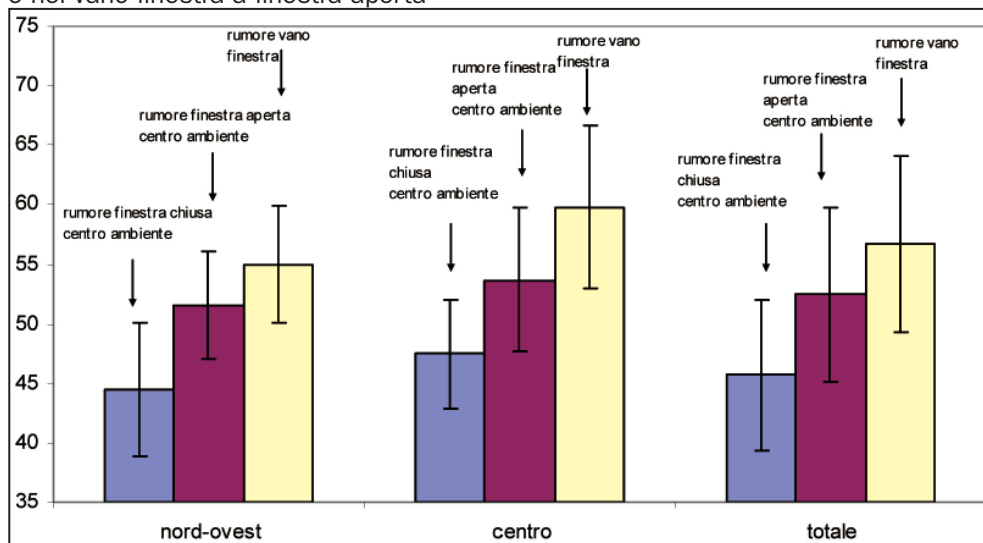


Figura 4.4 – Distribuzione dei livelli di facciata (Aree Vaste Nord-Ovest, Centro e Sud; totale 151 aule) il valore indicato è il livello superiore della classe.



Riportiamo infine un grafico (figura 4.5) in cui vengono confrontati i livelli sonori, suddivisi per Area Vasta, misurati nelle aule a finestra aperta, nel vano finestra e a centro ambiente, ed i livelli sonori misurati in centro ambiente a finestra chiusa. Gli andamenti ottenuti sono quelli attesi: i valori minori sono stati ottenuti in centro ambiente a finestra chiusa, quelli maggiori nel vano finestra a finestra aperta.

Figura 4.5 – Rumore di fondo misurato in centro ambiente a finestra chiusa ed aperta e nel vano finestra a finestra aperta



4.1.3 Sforzo vocale

Le misure dello sforzo vocale dell'insegnante, eseguite ad 1 m di distanza dall'oratore, durante la lettura di un brano standard, hanno fornito un valore medio di 70,5 dB(A). Tale valore è risultato essere, valutato secondo norme internazionali, elevato (raised), un gradino superiore al livello considerato normale, ma tuttavia non alto (loud) (ISO 9921/2003).

Non si osservano particolari differenze tra le Aree Vaste, né tra uomini (15 uomini, valore medio $71,5 \pm 3,3$ dB(A)) che tra donne (137 donne, valore medio $70,3 \pm 3,2$ dB(A)).

Il valore minimo registrato è stato 60,2 dB(A) ed il massimo 80,3 dB(A). I risultati ottenuti sono riportati nella figura 4.6, relativa ai valori medi delle 3 Aree Vaste, e nella tabella 4.4, in cui i dati sono accorpati secondo gli intervalli stabiliti dalla norma.

Figura 4.6 – Sforzo vocale misurato a 1m dall'oratore, 137 donne, 15 uomini

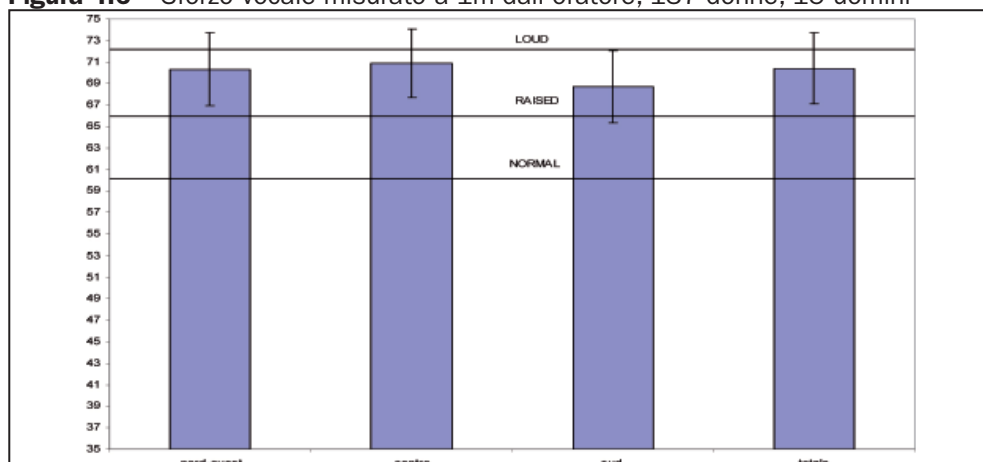


Tabella 4.4 – Sforzo vocale e relativo livello sonoro in dB(A) ad 1 m dall’oratore. Numero di insegnanti e percentuale relativa, suddivisi per classi di sforzo vocale (ISO 9921/2003)

SFORZO VOCALE ISO 9921	Livello sonoro dB(A) a 1 m dall’oratore	n insegnanti	% insegnanti
Very loud	78	4	2,6%
Loud	72	37	24,3%
Raised	66	99	65,1%
Normal	60	12	7,9%
Relaxed	54	0	0

4.1.4 Tempi di riverbero

I tempi di riverbero sono stati misurati in assenza di alunni nell’intero edificio scolastico e confrontati coi valori limite indicati dal D.M. 18 dicembre 1975, che fornisce i valori limite in funzione delle dimensioni dell’aula, per i valori misurati alla frequenze di 250, 500, 1000 e 2000 Hz. I volumi delle aule variavano da 100 a 350 m³.

Nella figura 4.7 sono riportati, per ognuna delle Aree Vaste, sia i valori medi misurati, che i valori medi di riferimento, calcolati secondo quanto indicato dal decreto.

I tempi di riverbero misurati risultano in eccesso ai valori di riferimento nella maggioranza dei casi trattati. Solo in 5 aule tutti e quattro i valori sono risultati inferiori ai valori massimi di riferimento. Nell’Area Vasta Sud-Est si sono misurati tempi di riverbero inferiori rispetto a quelli misurati nel resto della regione, pur essendo superiori ai valori limite.

Osserviamo infine che la normativa internazionale richiede, per le aule scolastiche, valori di tempo di riverbero inferiori a quelli richiesti dalla normativa italiana (vedi tabella 4.5).

Figura 4.7 – Tempi di riverbero misurati e di riferimento (calcolati)

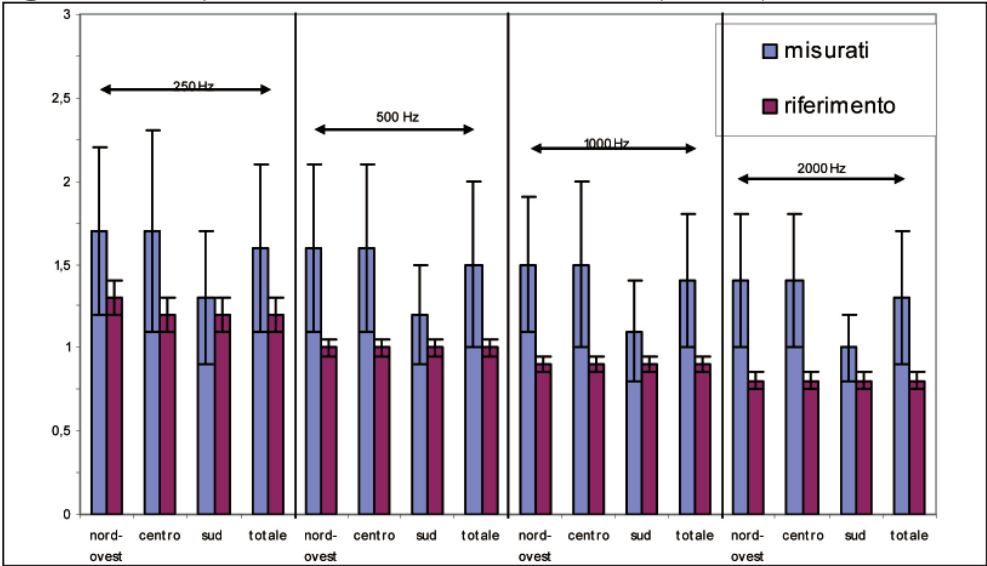


Tabella 4.5 – Tempi di riverbero secondo le normative internazionali

	Frequenze (Hz)	TR sec	Dimensione aule/ tipo scuola
OMS	500, 1000, 2000	$\leq 0,6$	
		1	aule piccole
ANSI	500, 1000, 2000	$\leq 0,6$	< 283 m ³
		$\leq 0,7$	tra 283 e 566 m ³
Gran Bretagna	500, 1000, 2000 media	$\leq 0,6$	materna, primaria
		$\leq 0,8$	Secondaria
Francia	500, 1000, 2000 media	$0,4 < TR < 0,8$	< 250 m ³
		$0,6 < TR < 1,2$	> 250 m ³

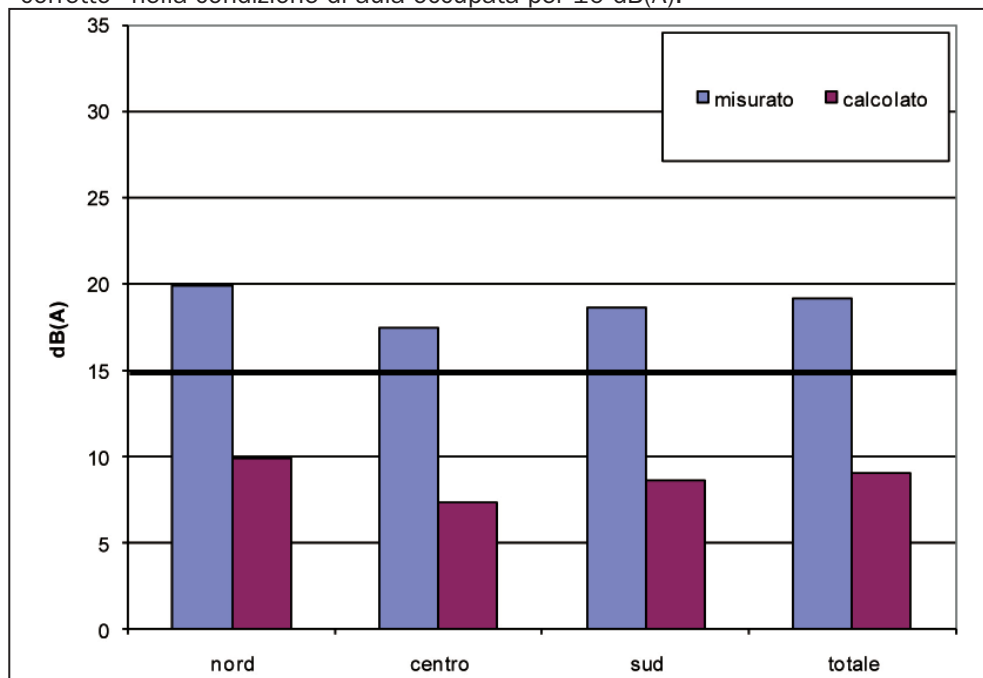
4.1.5. Rapporto segnale-rumore

Osserviamo che il rapporto segnale-rumore (SNR) indicato dall'OMS²² come quello ottimale per un'ideale intelligibilità della parola, è di 15 dB(A). E' stato quindi valutato l'SNR che si ottiene a partire dai nostri dati, in posizione centro ambiente. Per prima cosa è stato ricalcolato il valore dello sforzo vocale, considerando una distanza media di 2 metri dall'oratore. E' stata quindi fatta una ricerca in letteratura al fine di conoscere i livelli di rumore di fondo che si hanno in presenza di alunni, misurati durante attività scolastiche silenziose. Si sono trovati valori di circa 10 dB(A) maggiori rispetto a quelli da noi misurati a centro ambiente ad aula vuota. I livelli dei rumori di fondo da noi misurati sono stati quindi aumentati di 10 dB(A), ipotizzando che tale possa essere il contributo al rumore di fondo dovuto alla presenza degli alunni all'interno dell'aula. Il rapporto segnale rumore (SNR) è stato calcolato utilizzando, come rumore di fondo, sia quello misurato in centro ambiente ed aula vuota che quello ricalcolato come indicato.

Nel primo caso si è ottenuto un SNR sempre maggiore a 15 dB (A), e quindi ottimale. Con i dati ottenuti dalla simulazione si è ottenuto un SNR sempre inferiore 15 dB(A). Quindi, secondo la nostra simulazione, risulterebbe che i valori di rumore di fondo che potrebbero essere realisticamente misurati nelle nostre aule non rispettino le richieste dell'OMS ai fini di un'ideale intelligibilità della parola.

²² Ibidem, nota 21

Figura 4.8 – Rapporto segnale rumore Background noise misurato ad aula vuota e “corretto” nella condizione di aula occupata per 10 dB(A).



4.1.6 STI: Speech Transmission Index.

E' stato infine calcolato lo Speech Transmission Index (STI), un indice utilizzato per valutare l'intelligibilità del parlato, a partire dagli spettri misurati del rumore di fondo, dello sforzo vocale e del tempo di riverbero. Tale indice assume valori compresi tra 0 e 1, suddivisi secondo le 5 classi mostrate nella tabella 4.6. Tale parametro è stato valutato per 136 aule appartenenti all'Area Vasta Nord Ovest ed all'Area Vasta Centro.

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando il rumore di fondo misurato a centro ambiente a finestra chiusa. I risultati ottenuti sono mostrati in figura 4.8.

Inoltre è stata fatta una simulazione per alcune delle aule considerate, 88 aule dell'Area Vasta Nord Ovest e dell'Azienda USL di Pistoia (Area Vasta Centro).

Tale simulazione vorrebbe rappresentare una situazione più realistica di quella che è la situazione ad aula piena, quando i bambini producono essi stessi rumori di fondo e, con la loro presenza, assorbono i suoni e quindi modificano i tempi di riverbero. Il rumore di fondo è stato aumentato di 10 dB(A) ed il tempo di riverbero diminuito di 0,2 sec.

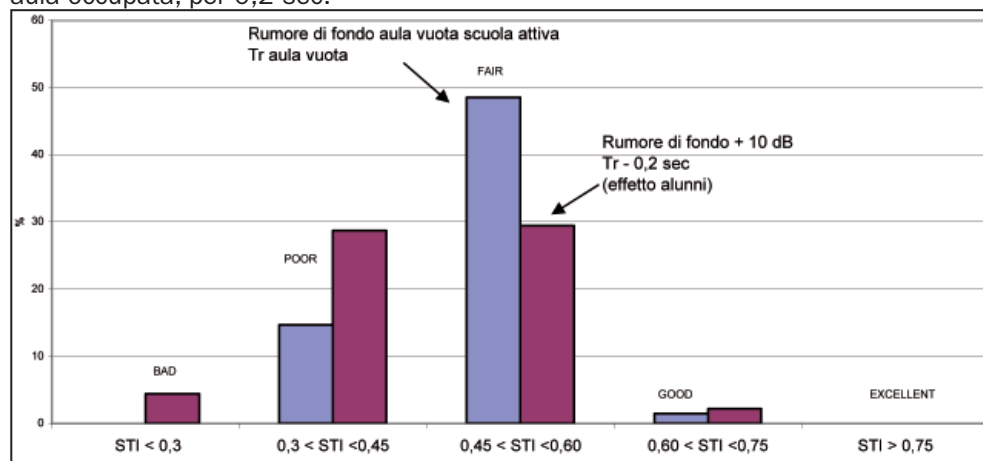
I valori così ottenuti sono stati confrontati con quelli ottenuti utilizzando come rumore di fondo il rumore misurato a centro ambiente e finestra chiusa, e sono mostrati in figura 4.9.

Nel primo caso la maggioranza delle aule sono comprese nella classe di tipo “fair”, mentre nel secondo caso, che dovrebbe rappresentare una situazione più realistica, la maggioranza delle aule è distribuita nelle classi di tipo “fair” e “poor”.

Tabella 4.6 – STI, classi di valutazione

Classificazione	Valore
Bad	$< 0,3$
Poor	$0,3 < STI < 0,45$
Fair	$0,45 < STI < 0,60$
Good	$0,60 < STI < 0,75$
Excellent	$STI > 0,75$

Figura 4.9 – STI valutati per le classi dell'Area Vasta Nord Ovest e di Pistoia (dimensione campione: 88 aule) utilizzando come rumore di fondo quello misurato ad aula vuota e quello “corretto”, nella condizione di aula occupata, per 10 dB(A). Utilizzando inoltre come tempi di riverbero quelli misurati e quelli “corretti” nella condizione di aula occupata, per 0,2 sec.



4.2 Microclima

I rilievi sono stati effettuati come previsto dal relativo protocollo riportato in allegato c.

I parametri misurati e gli indici valutati sono i seguenti:

- t_a temperatura dell'aria, in °C
- t_r temperatura media radiante, in °C
- UR umidità relativa, in %
- v_{ar} velocità relativa dell'aria, in m/s
- PMV, valore medio previsto, indice basato su 2 parametri soggettivi (*energia metabolica*, legata all'attività svolta; *resistenza termica*, legata all'abbigliamento indossato) e su parametri ambientali misurati. Il PMV fornisce una stima della risposta dell'uomo ai criteri di benessere termico. Tale parametro è espresso mediante una scala di sensazione termica a 5 punti (+2 caldo, +1 leggermente caldo, 0 neutro, -1 leggermente freddo, -2 freddo)
- PPD, percentuale prevista di insoddisfatti, predice la percentuale di persone che saranno termicamente insoddisfatte, rapportato ai valori del PMV.

4.2.1 Temperatura dell'aria

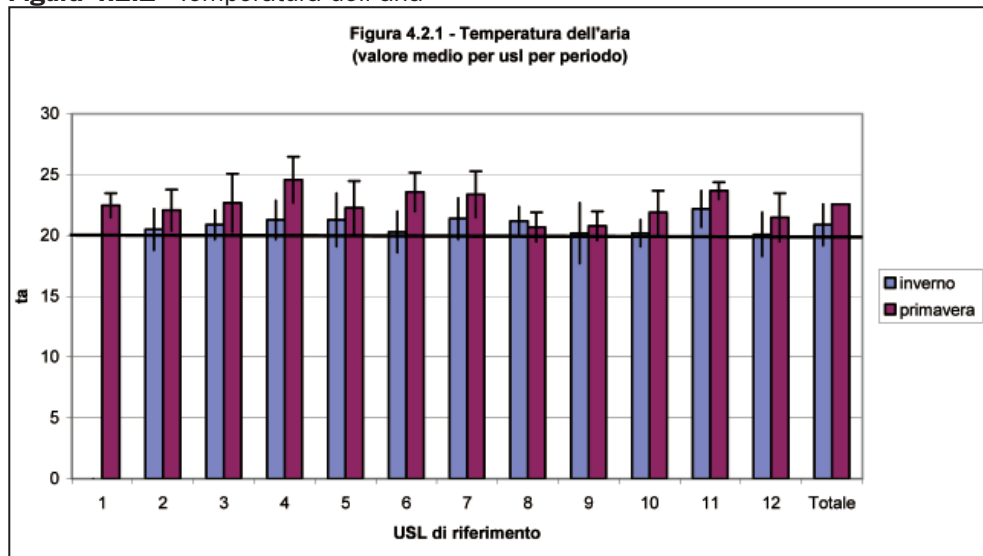
Le misure della temperatura dell'aria hanno fornito i valori riportati in figura 4.2.1. Per ogni classe è stato considerato il valore medio dell'intera mattinata, tali valori sono stati poi mediati per le singole Aziende USL. Nel grafico sono riportati i valori medi per Aziende USL riferiti al periodo invernale ed al periodo primaverile.

Per il periodo invernale non sono riportati i valori relativi all'Azienda USL1, in quanto lo strumento si è guastato all'inizio della campagna delle misure, ed i dati registrati non sono risultati attendibili. Questa osservazione vale per tutti i tipi di misure eseguite.

Per quanto riguarda la temperatura, la normativa non riporta valori di riferimento che devono essere rispettati durante l'attività didattica, coi quali confrontarsi. I valori di temperatura devono quindi essere confrontati con i valori riportati nel decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 dicembre 1975 riguardante le norme tecniche dell'edilizia scolastica che indica come valore di riferimento $22^{\circ}\text{C} \pm 2$, e col decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 26 agosto 1993 riguardante le norme per la progettazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici, ai fini del contenimento del consumo energetico, che indica, per gli edifici scolastici, il valore superiore di temperatura di 20°C con una tolleranza di 2°C . Tali riferimenti normativi, che riguardano il periodo invernale, sono quelli riportati anche nelle linee guida "Microclima, aereazione e illuminazione nei luoghi di lavoro" del coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle regioni e province autonome.

Osserviamo che tali valori sono rispettati da tutti i valori medi per Azienda USL (figura 4.2.1).

Figura 4.2.1 - Temperatura dell'aria



4.2.2 Umidità relativa

Le misure dell'umidità relativa hanno fornito i valori riportati in figura 4.2.2.

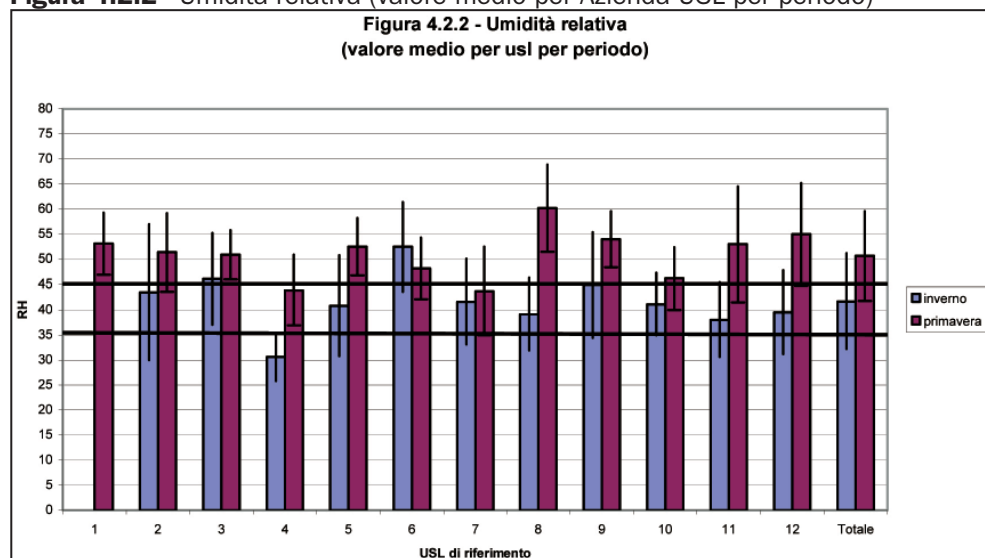
Per ogni classe è stato considerato il valore medio dell'intera mattinata, tali valori sono stati poi mediati per le singole Aziende USL. Nel grafico sono riportati i valori medi per Azienda USL riferiti al periodo invernale ed al periodo primaverile.

Anche in questo caso la normativa non riporta valori di riferimento, che devono essere rispettati durante l'attività didattica, coi quali confrontarsi. I valori di umidità relativa devono quindi essere confrontati con i valori riportati nel decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 dicembre 1975 riguardante le norme tecniche dell'edilizia scolastica che indica come valore di riferimento, per l'umidità relativa, quelli compresi tra il 35% ed il 45%.

Tali riferimenti normativi, che riguardano il periodo invernale, sono quelli riportati anche nelle linee guida "Microclima, aereazione e illuminazione nei luoghi di lavoro" del coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle regioni e province autonome.

Osserviamo che tali valori medi sono rispettati dalla maggioranza dei casi, con l'eccezione dell'Azienda USL 4 di Prato dove il valor medio dell'umidità relativa, nel periodo invernale, è del 30%, e dell'Azienda USL 6 di Livorno il cui valor medio è del 52%.

Figura 4.2.2 - Umidità relativa (valore medio per Azienda USL per periodo)



4.2.3 Parametri di comfort

I parametri di comfort, PMV e PPD, sono stati valutati a partire dai dati misurati e dai parametri relativi all'energia metabolica ed al vestiario impostati secondo quanto indicato nel protocollo di misura. I risultati ottenuti sono mostrati nelle figure 4.3 e 4.4.

Tali valori possono essere confrontati con quelli indicati dalla norma UNI EN ISO 7730/2006 corrispondenti alla categoria B. La norma individua tre categorie di ambienti termici corrispondenti a tre diversi gradi di comfort, in mancanza di indicazioni specifiche, vista la particolarità degli ambienti analizzati, abbiamo utilizzato quelli

della categoria intermedia B ($-0,5 < PMV < 0,5$; $PD < 10\%$). Tali valori sono inoltre quelli indicati dalla norma UNI EN ISO 7730/1997.

Osserviamo che il PMV è sempre inferiore allo 0,5 nel periodo invernale, e solo in 2 casi si hanno leggeri superamenti nel periodo primaverile.

Per quanto riguarda il PPD osserviamo che è superiore al 10%, solo nel periodo primaverile, nelle zone di Pistoia, Prato, Livorno, Siena ed Empoli, tali valori sono tuttavia inferiori al 15% che è il valore di riferimento per la categoria di comfort C, la più permissiva prevista dalla norma.

Figura 4.3 - PPD

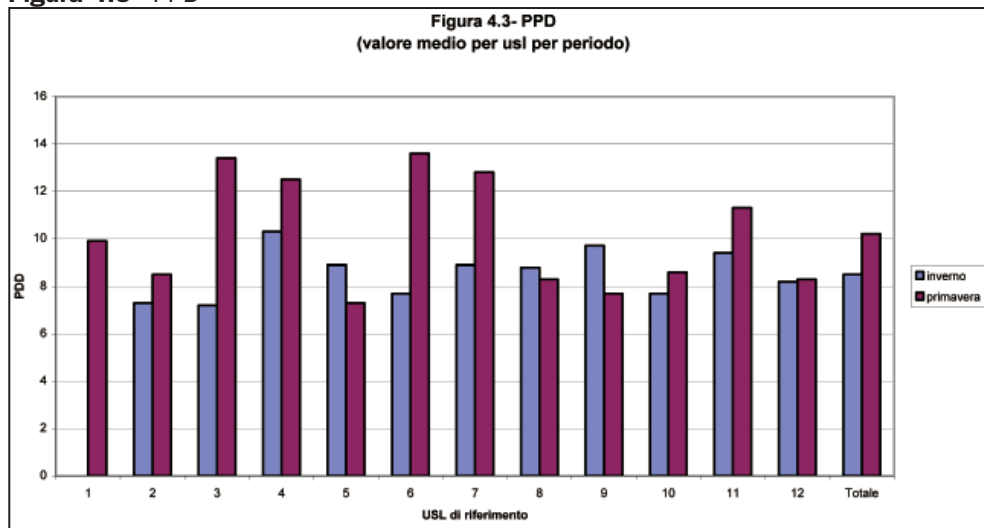
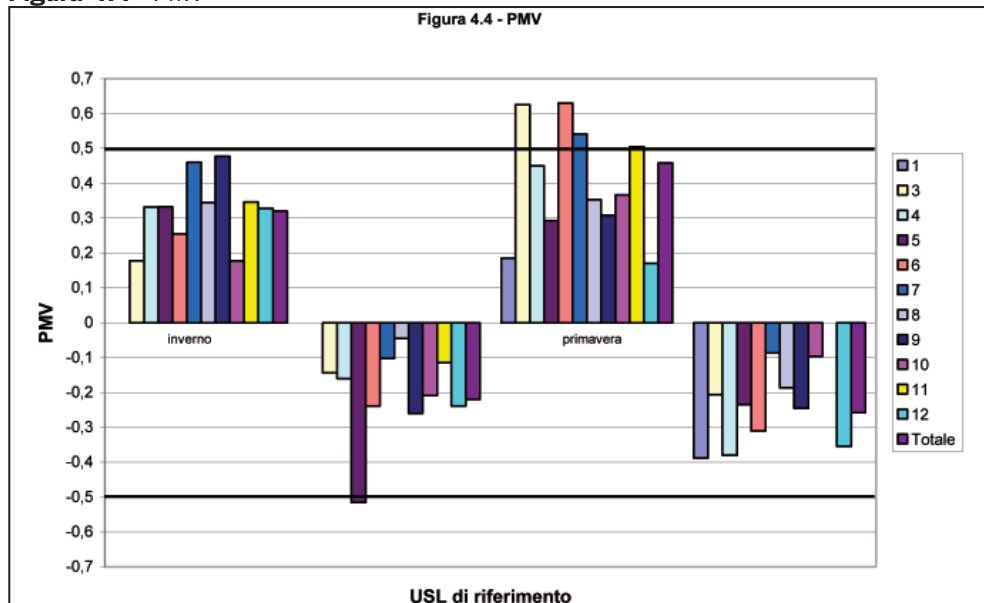


Figura 4.4 - PMV



Capitolo 5

Questionario per rilevare la percezione dell'inquinamento Indoor

Il progetto ha previsto la somministrazione di un questionario agli insegnanti ed agli alunni delle scuole campionate per raccogliere informazioni circa la loro percezione del comfort all'interno delle aule. Come già descritto nel capitolo 1, il questionario si compone di tre parti (vedi *allegato d*).

La prima parte raccoglie informazioni circa la percezione del comfort termico all'interno delle aule. È stato quindi chiesto ai soggetti se considerano la temperatura adeguata al normale svolgimento delle attività sia nella stagione invernale che primaverile.

Una seconda parte identifica l'origine e l'intensità soggettiva dei rumori nella classe. Per tale motivo è stato chiesto agli intervistati di valutare se considerano l'aula silenziosa o se avvertono rumori provenienti dall'esterno (dovuti a traffico o lavori stradali) o dalle aule adiacenti e di dare un giudizio circa la luminosità della classe, in termini di eccesso o difetto di luce, e la presenza in aula di odori particolari (aria viziata, prodotti di pulizia o fumo di sigarette).

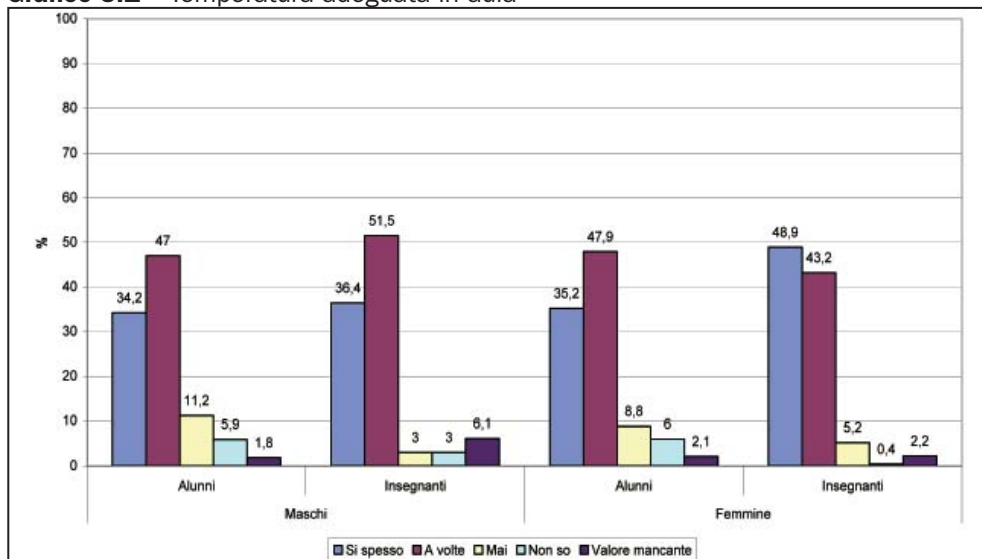
L'ultima parte raccoglie informazioni circa gli aspetti della salute. In questo caso è stato chiesto se il soggetto soffre o ha mai sofferto di:

- asma
- raffreddore allergico
- eczema
- l'eventuale presenza di sintomi irritativi agli occhi o alle vie respiratorie e se questi sintomi hanno tendenza al peggioramento durante le ore di lezione.

Hanno risposto al questionario sulla percezione dell'inquinamento indoor 3772 alunni e 302 insegnanti. Tra gli alunni intervistati l'età è compresa tra i 6 ed i 15 anni, mentre negli insegnanti l'età è tra i 30 ed i 66 anni. Circa il 50% è costituito da ragazzi ed il restante da ragazze. Tra gli insegnanti si registrano l'87% di donne ed il 17% di uomini. Nel complesso l'ambiente scolastico risulta confortevole per il 73% degli intervistati, risultano insoddisfatti il 17,1% degli insegnanti ed il 14,8% degli alunni.

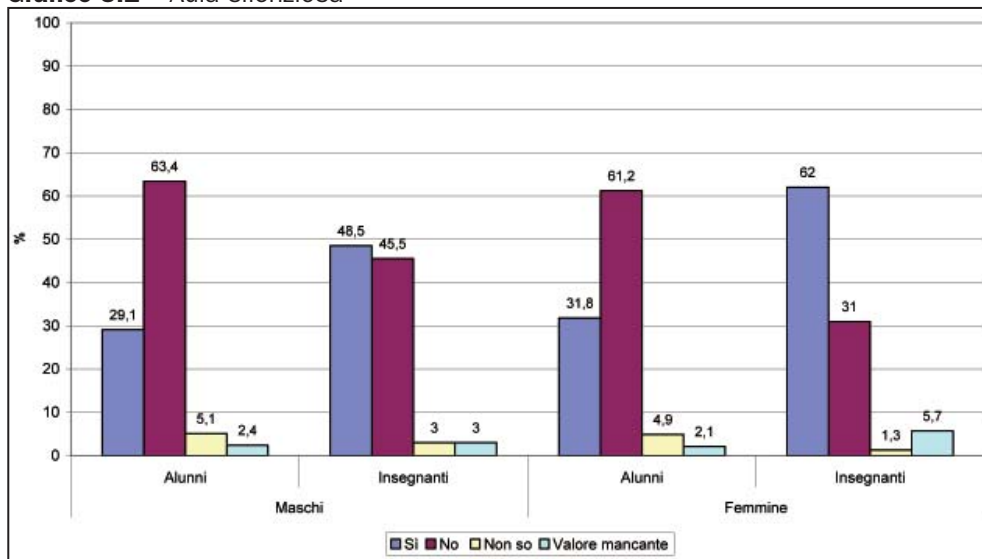
Il grafico 5.1 mostra la valutazione soggettiva del comfort termico in aula. Per circa il 9% degli intervistati la temperatura non è mai adeguata al normale svolgimento delle lezioni. Durante i mesi invernali, con il riscaldamento acceso, il 17% degli intervistati dichiara che in aula c'è troppo caldo. L'aria nella classe risulta spesso secca per il 16,5% degli alunni ed il 24,8% degli insegnanti.

Grafico 5.1 – Temperatura adeguata in aula



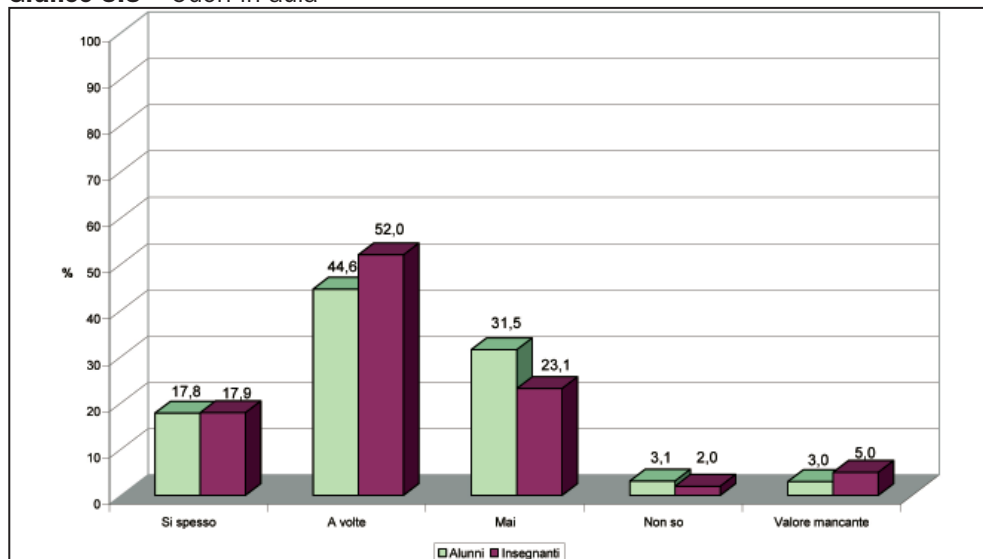
Per quanto riguarda la percezione dei rumori, il 60% degli intervistati considera l'aula non silenziosa (grafico 5.2). Per circa il 30% dei soggetti vi sono spesso rumori provenienti dalla strada o da aule adiacenti.

Grafico 5.2 – Aula silenziosa

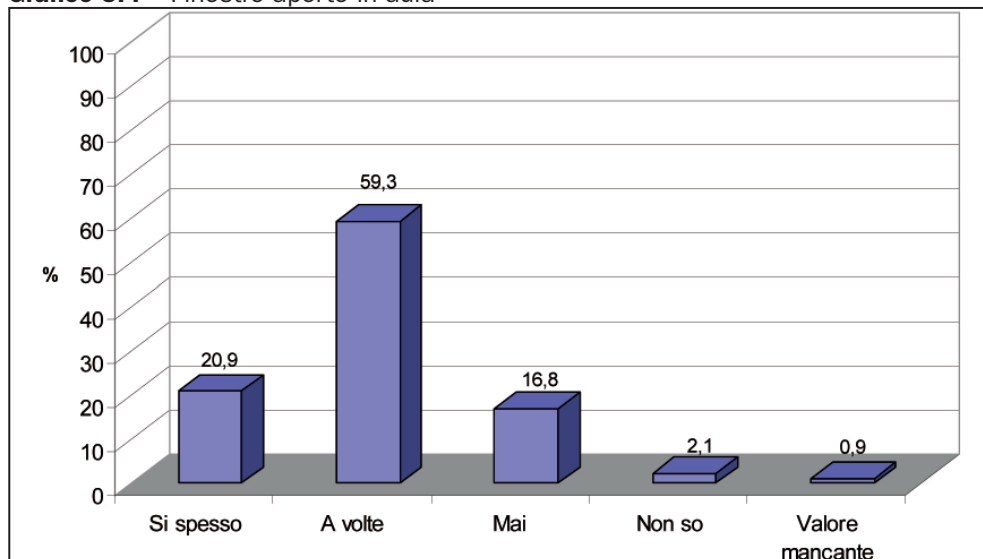


Il 12% dei ragazzi dichiara di sentire bene la voce dell'insegnante solo a volte.

Nel questionario viene anche chiesto se gli intervistati percepiscono odori fastidiosi. Il 17% afferma di avvertire odori frequentemente (grafico 5.3).

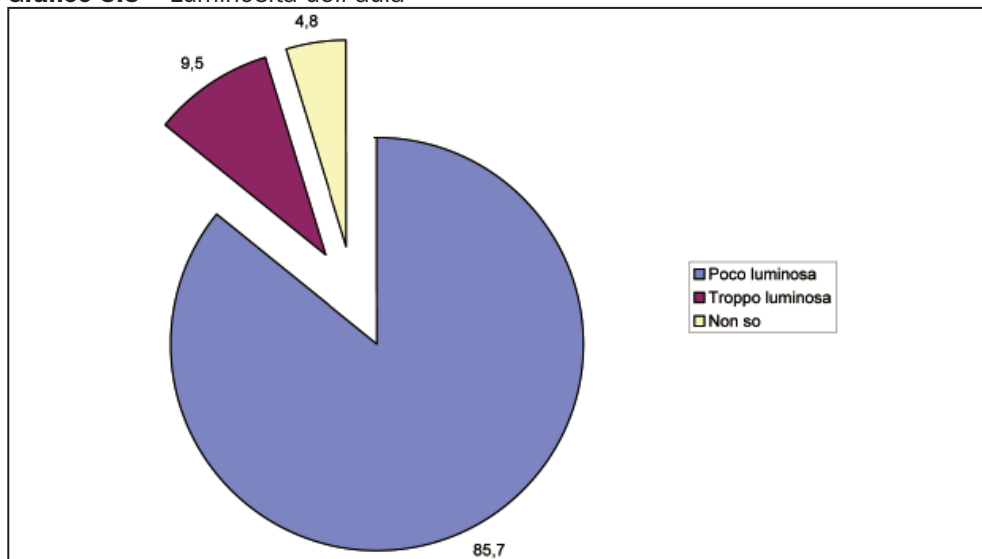
Grafico 5.3 – Odori in aula

Di questi il 21% ne attribuisce la causa ad aria viziata, il 17% a prodotti di pulizia ed un 5% a fumo di sigaretta. Il 16% degli intervistati afferma che le finestre, durante i mesi invernali, non vengono mai aperte (grafico 5.4).

Grafico 5.4 – Finestre aperte in aula

Alle domande relative alla luminosità dell'aula, il 16,9% dei soggetti ha risposto che l'aula non è adeguatamente illuminata, nell'86% dei casi l'aula viene considerata troppo buia (grafico 5.5).

Grafico 5.5 – Luminosità dell'aula

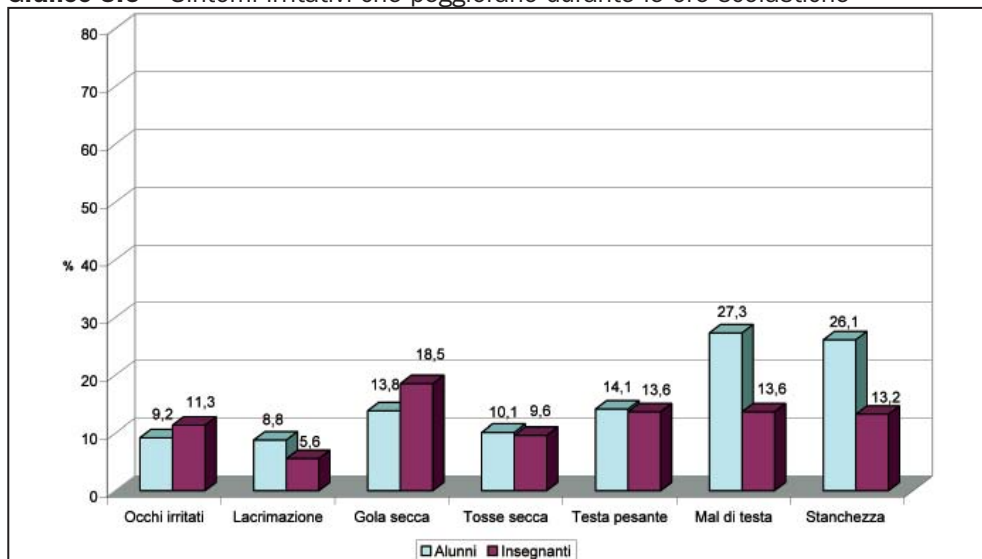
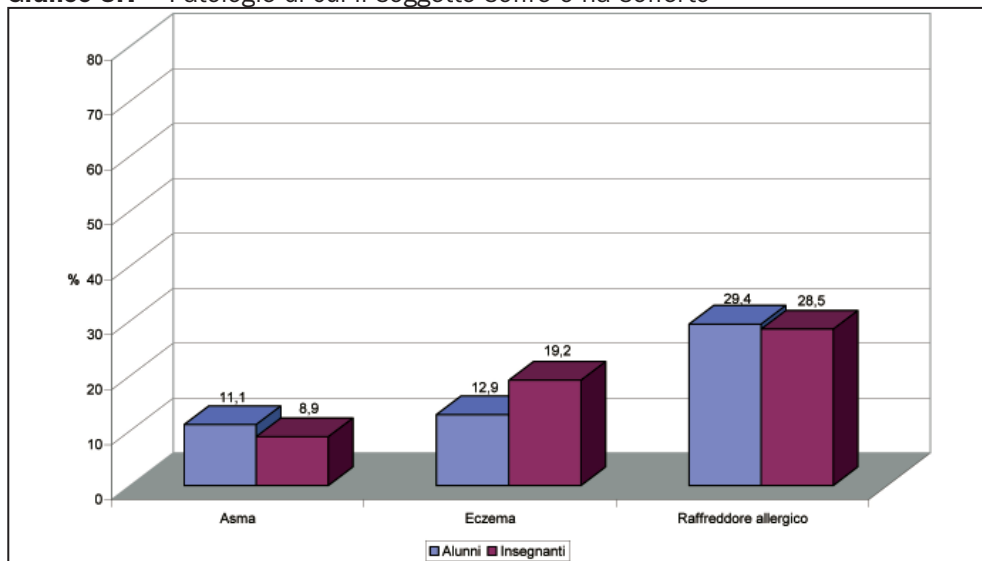


Le aule risultano non adeguatamente pulite per il 14.5% degli alunni e per il 5% degli insegnanti.

L'ultima parte del questionario indaga la proporzione di patologie associate all'apparato respiratorio o alla pelle e di sintomi irritativi con peggioramento durante le ore scolastiche.

Il grafico 5.6 riporta la proporzione di soggetti che soffrono di sintomi irritativi agli occhi o alle vie respiratorie che si presentano o aumentano durante le ore scolastiche. Le irritazioni agli occhi riguardano circa il 10% degli intervistati, mentre il malessere maggiormente indicato si riferisce al mal di testa e stanchezza avvertito da circa il 27% degli alunni, e dal 13% degli insegnanti.

Per quanto riguarda le domande sulle patologie di cui il soggetto soffre o ha sofferto, si rileva che l'asma risulta presente nell'11% degli intervistati, con percentuale maggiore negli alunni rispetto agli insegnanti, il raffreddore allergico viene riportato dal 29% dei soggetti e l'eczema dal 13%, più frequente negli insegnanti rispetto agli alunni (grafico 5.7).

Grafico 5.6 – Sintomi irritativi che peggiorano durante le ore scolastiche**Grafico 5.7** – Patologie di cui il soggetto soffre o ha sofferto

Conclusioni

In Italia sono pochi gli studi volti a definire l'esposizione indoor in ambienti scolastici, pertanto i risultati del Progetto Indoor, che ha interessato 61 scuole e circa 3700 alunni e 300 insegnanti distribuiti in tutto il territorio regionale, sono rilevanti sia per quanto riguarda possibili interventi di prevenzione sia per la ricerca epidemiologica, pur con i limiti citati in premessa.

Dai dati raccolti tramite sopralluoghi si evidenzia una situazione scolastica dove complessivamente lo stato di conservazione appare buono o sufficiente, anche se spesso gli edifici erano destinati ad altro scopo, con arredi non recenti e di qualità modesta. Risulta critica invece l'ubicazione della scuola sia per il clima acustico che per la presenza di traffico.

Una prima lettura dei risultati evidenzia, in accordo con altri studi scientifici che il livello di inquinanti quali aldeidi e BTEX è più elevato in ambiente indoor rispetto all'esterno.

I valori più elevati di aldeidi e BTEX riscontrati nelle aule in presenza di bambini lascia presupporre che la presenza stessa, le attività svolte e i materiali didattici impiegati siano una fonte di inquinamento da non trascurare. A questo proposito la significativa influenza della presenza dell'attaccapanni posto all'interno dell'aula sui dati invernali di formaldeide in presenza di alunni, pone il problema dei residui di tale inquinante negli abiti che meriterebbe un ulteriore approfondimento. Analogamente dovrebbe essere approfondita la presenza di BTEX, soprattutto toluene e xileni, nei prodotti impiegati a scopo didattico e per la pulizia dei locali che potrebbero spiegare alcuni dati eccessivamente elevati riscontrati per questi due inquinanti all'interno delle aule sia in presenza che in assenza di alunni.

La non significativa influenza del tipo di aula (A, B, C) nel determinare la concentrazione di tutti gli inquinanti chimici misurati lascia presupporre un inquinamento diffuso nell'ambiente scolastico indipendentemente dalla posizione delle aule rispetto all'esposizione a traffico autoveicolare.

Per i BTEX e per le aldeidi è stata osservata una differenza significativa tra le misurazioni invernali e primaverili, con valori maggiori in inverno. Per il benzene indoor, l'associazione statisticamente significativa con la variabile "traffico" è confermata dalla buona correlazione con la concentrazione outdoor. L'associazione con la variabile "traffico" non si riscontra invece per aldeidi, toluene e xileni e la correlazione con i rispettivi dati outdoor risulta scarsa mettendo in evidenza la prevalente origine indoor di questi inquinanti.

I risultati più critici sono quelli relativi al particolato atmosferico: i livelli osservati di $PM_{2,5}$ risultano molto elevati, specialmente nella stagione invernale. La mancanza di associazione statisticamente significativa tra le polveri presenti all'interno delle aule e l'intensità del traffico esterno, fatta secondo la classificazione qualitativa in traffico intenso o scarso, lascia ipotizzare che la natura chimica delle polveri possa essere diversa da quella outdoor (polvere inorganica, polvere dei gessetti, ecc.) e ciò è avvalorato dalla mancata correlazione con le concentrazioni di benzene che invece è influenzato dalla variabile traffico esterno. Rimane da approfondire la natura chimica del $PM_{2,5}$, indispensabile anche per individuare i possibili rischi specifici per la salute.

Riguardo al rumore lo studio ha messo in evidenza, per quanto riguarda i tempi di riverbero, valori nella grande maggioranza dei casi in eccesso rispetto ai valori di riferimento. Per quanto riguarda le misure del rumore in facciata, effettuate nel vano finestra aperta, si sono registrati superamenti del livello di classificazione acustica del territorio in circa 1/3 dei casi. Il rumore di fondo nelle aule, misurato ad aula vuota, non evidenzia situazioni anomale. Lo sforzo vocale dell'insegnante è risultato un gradino superiore (raised) al livello considerato normale (normal), tuttavia non alto (loud).

Per quanto riguarda il microclima nelle aule, la situazione generale è da considerarsi soddisfacente in quanto i parametri misurati non si discostano generalmente dagli standard di riferimento, definendo una situazione generale di comfort, anche se la percezione dei ragazzi che hanno risposto al questionario evidenzia degli aspetti critici che vanno ulteriormente indagati.

Dal questionario relativo alla percezione individuale del rischio emerge un livello di soddisfazione di alunni ed insegnanti, per quanto riguarda le condizioni complessive interne all'aula, del 73%.

Nonostante questo vengono segnalate diverse cause di disagio tra cui viene maggiormente citata l'inadeguatezza della temperatura per il normale svolgimento delle lezioni, soprattutto dovuta ad eccesso di caldo in inverno con il riscaldamento acceso. Altro problema risulta essere l'inadeguata pulizia delle aule che vengono considerate eccessivamente polverose e spesso con aria viziata, a causa della rara apertura delle finestre.

Altro motivo frequente di disagio è l'eccesso di rumore all'interno delle aule, proveniente sia dall'interno che dall'esterno, che rende difficile per i ragazzi poter seguire il normale svolgimento delle lezioni.

Sulla qualità dell'aria interna ha influenza naturalmente anche la gestione degli ambienti scolastici, quindi la distribuzione delle aule, il ricambio dell'aria nel corso della giornata, le modalità di pulizia (frequenza, prodotti impiegati, metodiche utilizzate) e l'applicazione del divieto di fumo.

L'analisi dei dati ha evidenziato alcune criticità, per cui si è reso necessario approfondire le indagini. E' stata pertanto approvata una seconda fase del Progetto Regionale Indoor allo scopo di:

- caratterizzare dal punto di vista qualitativo le polveri fini riscontrate negli ambienti scolastici;
- estendere le stesse indagini alle abitazioni;
- determinare la presenza dei principali allergeni in entrambe gli ambienti.

In conclusione bisogna ricordare che i bambini, ma anche gli adolescenti, possono essere più suscettibili a tutta una serie di agenti, compresi quelli di natura ambientale. E' necessario quindi fare il meglio in termini preventivi; questo comporta l'identificazione precoce dei possibili rischi e la pronta traduzione di queste conoscenze in politiche di intervento.

La prosecuzione del progetto potrà fornire chiarimenti importanti sulla composizione delle polveri, su altri fattori di inquinamento (allergeni, pollini, altri inquinanti chimici) e anche sull'ambiente domestico.

Allegato a

Protocollo per il campionamento di Aldeidi, BTX e PM_{2,5}

Dove si campiona

Si campiona in ogni aula a fianco della cattedra, lato finestra, oppure al banco utilizzato dall'insegnante. Posizionare uno o più cavalletti sui quali saranno collocati tutti i campionatori per la determinazione degli inquinanti interni. Sulla finestra saranno collocati due campionatori per la determinazione degli inquinanti fuori della scuola. La stessa zona viene utilizzata per le misure di microclima. Probabilmente sarà opportuno delimitare l'area di campionamento con nastro bianco e rosso, almeno quando l'area non è presidiata.

Le sonde vanno installate ad una altezza da terra di 120 cm.

Che cosa si campiona

Le sostanze da campionare sono:

- ☐ aldeide formica, acroleina ed aldeidi acetica,
- ☐ benzene, toluene, xileni ed etilbenzene,
- ☐ polveri PM_{2,5}.

Le aldeidi ed i BTEX si campionano sia all'interno dell'aula che all'esterno, mentre il PM_{2,5} si campionano solo all'interno delle aule.

Per quanto tempo si campiona

Campionamento aldeidi:

- per l'interno aula utilizzare due radielli collocati sul cavalletto, il primo deve coprire l'orario scolastico (ad esempio dalle ore 8 alle ore 14) e l'altro l'orario post scolastico (ad esempio dalle ore 14 alle ore 8 del giorno dopo), in modo da avere anche la concentrazione sulle 24 ore;
- per l'esterno aula campionare con un radiello per 24 ore (ad esempio dalle ore 8 alle ore 8 del giorno dopo) collocato sulla finestra verso l'esterno.

Campionamento BTEX:

- per l'interno aula utilizzare due radielli collocati sul cavalletto; il primo deve coprire l'orario scolastico (ad esempio dalle ore 8 alle ore 14) e l'altro l'orario post scolastico (ad esempio dalle ore 14 alle ore 8 del giorno dopo), in modo da avere anche la concentrazione sulle 24 ore;
- per l'esterno aula campionare con un radiello per 24 ore (ad esempio dalle ore 8 alle ore 8 del giorno dopo) collocato sulla finestra verso l'esterno la mattina dei campionamenti e tolto la mattina dopo.

Campionamento PM_{2,5}

- Per l'interno aula, attaccare il campionatore al cavalletto e collegare la pompa al campionatore verificando la distanza dalla presa elettrica per collegare la pompa e la necessità di dotarsi di prolungha a norma; campionare per 24 ore (ad esempio dalle ore 8 alle ore 8 del giorno dopo).

Con che cosa si campiona

Per le polveri fini ($PM_{2,5}$) si effettua il campionamento attivo con testa specifica per $PM_{2,5}$ e pompa che garantisca un flusso di 4 l/min per 24 ore.

- pompe SKC AIR CHECK SAMPLER Model 224-PCXR4
- membrane SKC in PTFE di 37 mm di diametro e porosità 2 microm
- selettore PEM 2,5 (personal environmental monitor) model 200 - MSP corporation (utilizzabili con flusso 4 litri/minuto)

I BTEX si campionano con radielli a desorbimento termico e le aldeidi con radielli 2,4-dinitrofenilidrazina.

Allegato b

Protocollo per la misura e le valutazioni sulla qualità acustica degli ambienti scolastici

1. Misura rumore di fondo aula vuota scuola attiva

1.1 Strumentazione:

calibratore classe I, fonometro integratore ed analizzatore in tempo reale in classe I

1.2 Condizioni di misura

Assenza di alunni e di personale docente all'interno dell'aula. Gli stessi dovranno essere sufficientemente lontani dall'aula per non influenzare in maniera significativa le misure di rumore di fondo. Le misure vanno effettuate nel corso dell'espletamento della regolare attività didattica all'interno dell'istituto. Escludere eventi eccezionali che possano influenzare le rilevazioni di rumore (es. lavori stradali, attività ricreative non abituali, feste etc.)

1.3 Posizione microfono

Centro aula su cavalletto posto a 1.20 m dal suolo e a distanza di almeno 1 m da altre superfici riflettenti

1.4 Grandezze e tempi di misura

Time history di 15 minuti (1 campione al secondo).

1.5 Dati da annotare

Tipologia di sorgenti di rumore esterne all'aula distintamente percepibili nel corso della misura (es attività interne, traffico etc.);

Orario di inizio e fine misura;

Condizioni ambientali (secondo quanto prescritto dpcm 16/03/98)

1.6 Finestre

La misura va ripetuta a finestre aperte e chiuse.

N.B. Se nel locale vi sono più finestre, vanno aperte tutte.

2. Misura Laeq di Facciata.

2.1 Condizioni di misura

Questa misura deve essere effettuata immediatamente prima o dopo o simultaneamente (nel caso si disponga di due fonometri) a misura 1 Rumore di fondo aula vuota scuola attiva.

Assenza di alunni e di personale docente all'interno dell'aula. Gli stessi dovranno essere sufficientemente lontani dall'aula al fine di non influenzare in maniera significativa le misure di rumore di fondo. Le misure vanno effettuate nel corso dell'espletamento della regolare attività didattica all'interno dell'istituto. Escludere eventi eccezionali che possano influenzare le rilevazioni di rumore (es. lavori stradali, attività ricreative non abituali, feste etc.)

2.2 Posizione microfono.

Scegliere in relazione alla convenienza logistica tra:

- a) interno vano finestra/balcone a finestra/balcone aperto, posizionandolo al centro finestra/balcone;
- b) in posizione esterna in corrispondenza ad aula oggetto di valutazione. Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa (in tal caso andrà apportata correzione di -3 dB). Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato ad almeno 3 metri da superfici riflettenti. Altezza dal suolo: 3 metri

N.B. Si adotta la modalità b) solo se non è possibile adottare quella a).

2.3 Grandezze e tempi misura

Time history di 15 minuti (1 campione al secondo).

2.4 Dati da annotare

Tipologia di sorgenti di rumore esterne all'aula distintamente percepibili nel corso della misura (es attività interne, traffico etc.);

orario di inizio e fine misura

condizioni ambientali (secondo quanto prescritto dal dpcm 16/03/98)

posizione misura scelta: a) b) con planimetria schematica posizione microfono.

3. Rumore ambientale aula piena scuola attiva

La misura serve a valutare la qualità acustica dell'aula in relazione alla fonazione degli insegnanti ed alle condizioni di ascolto degli studenti. In particolare viene valutato "lo sforzo sonoro dell'insegnante" durante il normale espletamento della lezione, per poi confrontarlo con lo "sforzo sonoro normale" come definito da ISO 9921-1/2003. e l'indice SIL (Speech Interference Level) (ISO 9921-1/2003).

3.1 Strumentazione

Calibratore classe I, fonometro integratore ed analizzatore in tempo reale in classe I

3.2 Posizione microfono

Centro aula su cavalletto posto a 1.20 metri dal suolo e a distanza di 1 metro dalla bocca dell'insegnante in posizione frontale rispetto ad esso.

3.3 Parametri e metodi di misura

3.3.a) Sforzo vocale $L_{S,A, 1m}$

Definizione (ISO 9921): Livello equivalente continuo pesato A di pressione sonora (dBA) misurato a distanza di 1 m in posizione frontale rispetto alla bocca di chi parla.

Metodica di misura

Time history di 15 minuti (1 campione al secondo) e precisamente si misura per il tempo che dura la lettura dei seguenti brani.

- Il folletto Bambilla per le scuole elementari e materne dove possibile.
- Luna e Gnac per le scuole medie.
- Analisi spettrale in banda di ottava.

3.3.b) rumore fondo con aula piena

Si registra L99 e L95 in banda di ottava.

3.4 Parametri di valutazione

Confronto tra livelli misurati e valori di riferimento “sforzo sonoro normale” come definito da ISO 9921-1/2003.

SIL (Speech Interference Level) ISO 9921-1/2003.

4. Tempo di Riverbero

4.1 Strumentazione misura

Calibratore classe I.

Fonometro integratore ed analizzatore in tempo reale in classe I.

Sorgente sonora omnidirezionale o pistola.

4.2 Condizioni e metodi misura

Conformemente ad UNI EN ISO 3382 (2001).

La misura deve essere effettuata con aula vuota e possibilmente con scuola non attiva. Qualora la scuola sia attiva la rumorosità prodotta deve avere un impatto minimo sul rumore di fondo dell'aula oggetto di valutazione.

4.3 Numero misure

Almeno 3 misure ripetute in 3 differenti posizioni in corrispondenza delle posizioni occupate dagli studenti (microfono posto a 120 cm da terra) con sorgente posta in corrispondenza cattedra.

Il microfono va posto ad almeno 1 metro da superfici riflettenti.

Il numero di posizioni di misura va incrementato in relazione al volume dell'aula, come specificato da UNI EN ISO 3382 (2001).

Allegato c

Protocollo per il rilievo del microclima

Si usa la centralina microclimatica, tipo Babuc A e le seguenti sonde:

- sonda psicrometrica ventilata per la misura di temperatura di bulbo secco ed umido;
- sonda globotermometrica;
- sonda anemometrica a filo caldo, con possibilità di valutare l'intensità locale di turbolenza.

Le misure vengono effettuate in cinque aule per ogni scuola, scelte secondo i seguenti criteri, indicati per ordine di importanza:

- aula A, la più esposta, la meno distante dalla strada più trafficata, posta al piano terreno o (se non possibile) al primo piano, col maggior numero di finestre che si aprono sulla strada più trafficata;
- aula D, E, locali con le migliori e le peggiori condizioni microclimatiche invernali;
- aula F, G, locali con le migliori e le peggiori condizioni microclimatiche estive.

Le peggiori e le migliori condizioni microclimatiche sono stimate in base alla esposizione solare, alla maggiore o minore apertura fenestrata, alla presenza di solai non coibentati, alla posizione dei termosifoni, alla presenza di tende per schermare l'irraggiamento solare, alla segnalazione del personale della scuola.

Nel periodo invernale (gennaio – febbraio) devono essere campionate le aule A, D, E; nel periodo primaverile (aprile – maggio) devono essere campionate le aule A, F, G. A seconda dei casi, le aule D ed E e le aule F e G potranno coincidere.

La misura viene effettuata posizionando la centralina microclimatica a fianco della cattedra lato finestra e le sonde installate ad una altezza di 120 cm da terra.

Le norme tecniche di riferimento sono le seguenti:

- Norma UNI EN ISO 7730 (1997): “Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico”;
- Norma UNI EN ISO 7726 (2002): “Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche (ergonomia degli ambienti termici)”.

Gli indici di comfort, che nel nostro caso sono il PMV e il PPD, sono determinati stimando l'attività (energia metabolica) e l'abbigliamento (resistenza termica) e misurando i seguenti parametri ambientali: temperatura dell'aria, temperatura media radiante (mediante globotermometro), velocità relativa dell'aria (anemometro) e pressione parziale del vapor d'acqua (utilizzando uno psicrometro per la misura dell'umidità relativa).

Per quanto tempo si campiona

Poiché le condizioni microclimatiche variano nell'arco della giornata, sia in estate che in inverno, in dipendenza di vari parametri, la scelta del tempo di misura diventa significativa. Verranno effettuate quindi misure nell'arco dell'intera mattinata (anche laddove siano utilizzati a tempo pieno per ogni aula). Questo prevede un impegno maggiore, perché sarà necessario tornare nella scuola a campionare, ma semplifica

l'intervento perché non è necessario spostare la centralina microclimatica nelle tre aule nell'arco della stessa mattinata e soprattutto ciò consente di monitorare direttamente la variabilità microclimatica in una stessa aula per l'intera giornata.

Quindi, riassumendo:

1 campionamento in continuo per tutto l'orario scolastico (8.30 -13.30) in ogni aula scelta

E' importante registrare le variazioni dei parametri che influiscono sulla misura (es: posizione termosifoni, o altro sistema; accesi o spenti, regolazione del funzionamento; posizione del sole nella mattinata, finestratura dell'aula, eventuale schermaggio con tende o altro; apertura finestre o porta per tempi significativi; stato di occupazione dell'aula). Questo serve sia per controllo interno dei risultati della misura che per approfondimenti successivi, nella valutazione dei dati sul territorio regionale. Nella scheda di aula vi è una tabella sulla quale vengono annotate in maniera semplice le variazioni.

Scelta dei parametri per la centralina microclimatica.

Fermo restando la possibilità, nel post processing dei dati, di modificare i parametri e ricalcolare il PMV e PPD, è necessario inserire inizialmente gli stessi su tutto il territorio regionale.

La scelta tipo è la seguente (condizioni particolari che portano a scelte diverse vanno segnalate):

- rate di acquisizione : 1 campione ogni 20 secondi
- metabolismo: 1,4 Met
- abbigliamento estivo: 0,5 clo
- abbigliamento invernale: 1 clo

Allegato d

Questionario per rilevare la percezione dell'inquinamento Indoor

Codice aula ☐☐☐☐

Codice questionario soggetti ☐☐

Scuola _____

Classe _____

Dati inerenti chi risponde al questionario

Anni _____

Maschio ☐ Femmina ☐ Alunno ☐ Insegnante ☐

Rispondendo alle seguenti domande ci potrai aiutare a capire quanto ti sia gradito l'ambiente della scuola che frequenti. Ti chiediamo quindi di indicare quali dei seguenti disagi rilevi negli ambienti scolastici e con quale frequenza.

Nella tua aula:

Ci sono **correnti d'aria** Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

La **temperatura** è adeguata all'attività svolta?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

È troppo caldo quando il riscaldamento è acceso d'inverno

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

È troppo freddo d'inverno

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

C'è troppo caldo nella stagione in cui il riscaldamento è spento

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Pensi che l'**aria** sia troppo secca?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Avverti **odori fastidiosi**?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Se hai risposto sì, spesso o a volte

Di fumo (di sigaretta) Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Perché l'aria è viziata Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Uso di prodotti per la pulizia Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Altro, specificare _____

Codice aula ☐☐☐☐

Codice questionario soggetti ☐☐

Le **finestre** solitamente vengono aperte?

In Inverno Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Se hai risposto mai puoi dirci il motivo ?

se invece hai risposto sì o a volte ti chiediamo di specificare se:

per tutto il giorno ☐

per poche ore ☐

per qualche minuto ☐

Nella stagione più calda

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Se hai risposto mai puoi dirci il motivo?

se invece hai risposto sì o a volte ti chiediamo di specificare se:

per tutto il giorno ☐

per poche ore ☐

per qualche minuto ☐

La tua aula é **silenziosa**?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Se hai risposto no:

- Si avvertono molti rumori provenienti dalla strada che ti causano disturbo?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Se hai risposto sì, spesso ci puoi dire che tipo di rumori?

Traffico urbano sì ☐ no ☐ non so ☐

Cantieri, lavori stradali sì ☐ no ☐ non so ☐

Rumori dall'impianto interno

(riscaldamento, ventilatori) sì ☐ no ☐ non so ☐

Altro, specificare _____

Codice aula ☐☐☐☐

Codice questionario soggetti ☐☐

Si avvertono molti rumori provenienti dalle aule vicine o dalla mensa?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

La voce dell'insegnante si sente bene dal tuo banco?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Per farvi sentire, quando siete interrogati o fate delle domande, dovete alzare la voce?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Solitamente parlate tutti insieme?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

La **tua aula** é:

luminosa (luce solare) sì ☐ no ☐ non so ☐

poco luminosa (la luce elettrica é quasi sempre accesa)

sì ☐ no ☐ non so ☐

eccessivamente luminosa (per mancanza di tende o perché

si regolano male) sì ☐ no ☐ non so ☐

Ti sembrano **puliti** i locali della tua scuola ?

Sì, Spesso ☐ A volte ☐ Mai ☐ Non so ☐

Quali ti sembrano i meno puliti?

ASPETTI LEGATI ALLA SALUTE

Ti chiediamo ora se soffri o hai mai sofferto di:

Asma sì ☐ no ☐ non so ☐

Raffreddore allergico sì ☐ no ☐ non so ☐

Eczema/dermatiti allergiche sì ☐ no ☐ non so ☐

Codice aula ☐☐☐☐Codice questionario soggetti ☐☐

Hai mai avuto qualcuno dei seguenti sintomi durante gli ultimi mesi che ti compaiono o peggiorano quando stai a scuola?

Occhi irritati	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Lacrimazione	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Naso irritato	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Naso che cola	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Gola secca	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Tosse secca	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Testa pesante	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Pelle irritata	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Prurito diffuso (sulla pelle)	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Mal di testa	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Stanchezza eccessiva	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐
Difficoltà di concentrazione	Sì, Spesso ☐	A volte ☐	Mai ☐	Non so ☐

In conclusioni come ti senti nell'ambiente della tua aula ?

Ci sto bene (è confortevole) sì ☐ no ☐ non so ☐

Se hai risposto no ci puoi spiegare come mai?

Data_____

Allegato e **Scheda di sopralluogo**

Sopralluogo effettuato il _____ da _____ in qualità di _____

presso la Scuola _____ ubicata in _____

Via _____ N _____

Alunni N. _____ Personale docente e non N. _____

Il sopralluogo è stato effettuato alla presenza del Sig. _____

Qualifica _____

Contesto in cui è posto l'edificio ☐ zona ad intenso traffico veicolare
☐ zona a traffico veicolare scarso
☐ zona verde/rurale
☐ zona artigianale/industriale
zona di PRG _____
classificazione acustica della zona _____

Presenza nel raggio di 100 m di elettrodotti (*) ☐ SRB ☐ cabina di trasformazione ☐

Note _____

Tipologia edificio prefabbricato ☐ muratura ☐

Anno di costruzione _____

Anno in cui sono stati effettuati i seguenti interventi:

Tinteggiatura/trattamenti (es. antimuffa) locali _____ Prodotti usati _____

Ampliamento locali _____ Adeguamento impianto elettrico _____ Adeguamento
impianto termico _____ Adeguamento impianto idraulico _____ Interventi sulla
copertura _____

Interventi sui pavimenti _____ Interventi sui servizi igienici _____ Altro _____

Numero piani fuori terra _____

Numero aule Piano Seminterrato _____ Numero aule Piano Interrato _____

Numero aule Piano Terreno _____ Numero aule Piano Primo _____

Numero aule Piano Secondo _____ Numero aule Piano Terzo _____

Presenza vespaio ☐ Presenza scannafosso ☐

Rivestimento pareti esterne: intonaco ☐ mattoni ☐ pannelli (**) ☐

Condizioni di manutenzione: buone ☐ sufficienti ☐ pessime ☐

Note _____

Manto di copertura : laterizio ☐ pannelli/lastre (**) ☐ lastrico solare ☐
presenza di coibentazione (**) ☐

Note _____

Serramenti: legno ☐ metallo ☐ PVC ☐ truciolato/laminato ☐ presenza di doppi vetri ☐

presenza di persiane ☐ presenza di avvolgibili ☐

Condizioni di manutenzione buone ☐ sufficienti ☐ pessime ☐

Note _____

Pertinenze: aree verdi ☐ mq _____ cortili ☐ mq _____ pavimentati Si ☐ No ☐

Abitualmente usate dagli alunni Si ☐ No ☐

Abitualmente trattate con: erbicidi ☐ fungicidi ☐ insetticidi ☐

Numero trattamenti annui _____

Data ultimo trattamento per disinfestazione _____

Prodotti usati _____

Data ultimo trattamento per derattizzazione _____ prodotti usati _____

Condizioni di manutenzione: buone ☐ sufficienti ☐ pessime ☐

Note _____

Rivestimento pareti interne:

intonaco ☐ pannelli in laminato/truciolato ☐ pannelli in legno ☐

altro _____

Rivestimento pavimenti: ceramica, gres ☐ legno ☐ linoleum ☐

anno di posa in opera _____

altro _____

Condizioni di manutenzione buone ☐ sufficienti ☐ pessime ☐

Riscaldamento termosifoni ☐ ventilconvettori ☐

altro _____

Centrale termica: interna all'edificio scolastico ☐ posizione dello scarico _____

esterna ☐ altezza scarico rispetto ad altezza edificio scolastico _____

distanza dello scarico dalle aperture/prese d'aria più vicine _____

Combustibile _____ Potenzialità Kcal _____

Data ultimo controllo fumi _____

Note _____

Esiste nell'edificio un locale per fumatori si ☐ no ☐

Gli Operatori

* indicare il voltaggio

** indicare nelle note il materiale di cui è costituito

N.B. allegare planimetria della scuola su cui vanno indicate le aule scelte per i rilievi e campionamenti

Allegato f

Scheda di campionamento

Data _____

AUSL _____

Scuola _____

Campionamenti eseguito da _____

Aule scelte A, B, C, D, E secondo i criteri riportati nelle indicazioni per la compilazione.

Firma dei tecnici che hanno eseguito il campionamento

NOTE _____

Schede relative ad aule A, B e C

Indicazioni per la compilazione

Nelle caselle riportate in alto su ogni foglio deve essere indicato :

- nelle prime due il numero della propria ASL (es. Viareggio inserirà 12, Massa 01);
- nella terza il numero della scuola (da 1 a 5) alla quale sono riferiti i dati, è necessario che ogni ASL attribuisca il numero (da 1 a 5) alle proprie scuole e le indichi nei diversi tempi in cui vengono fatti i rilievi (es. inverno, estate) sempre con lo stesso numero;
- nella quarta una lettera da (da A ,B o C) che indica l'aula in esame tenendo presente quanto segue.

Barrare la casella invernale o estivo a seconda del periodo di campionamento.

Le aule A B C sono quelle in cui verranno effettuati i campionamenti chimici.

Nell'aula A viene rilevato contemporaneamente anche il microclima.

Aula A rappresenta quella più esposta all'inquinamento chimico.

I criteri per la scelta sono rappresentati dai seguenti parametri in ordine di importanza:

1. la meno distante dalla strada più trafficata
2. posta a piano terreno e, dove non fosse possibile, al primo piano
3. con il maggior numero di finestre che si aprono sulla strada più trafficata
4. con il maggior numero di alunni
5. con la maggiore età degli alunni.

Aula B rappresenta la meno esposta agli agenti chimici e rumore esterno. I criteri per la scelta sono rappresentati dai seguenti parametri in ordine di importanza:

1. più distante dalla strada più trafficata
2. posta allo stesso piano dell'aula A
3. con il maggior numero di aperture dell'aula A, che però si aprono sulla strada meno trafficata
4. con il maggior numero di alunni
5. con la maggiore età degli alunni.

Aula C valuta il gradiente altezza rispetto alla fonte degli inquinanti. I criteri per la scelta sono rappresentati dai seguenti parametri in ordine di importanza:

1. collocata ad un piano superiore rispetto alle due precedenti
2. con il maggior numero di finestre che si aprono sulla strada più trafficata
3. con il maggior numero di alunni
4. con la maggiore età degli alunni.

★ Indicare il numero di alunni presenti in aula al momento del rilievo del microclima

* Descrivere i materiali o le tipologie riscontrate

◆ Posizionare in planimetria i numeri identificativi delle finestre, il calcolo della superficie illuminante si ottiene dalle dimensioni dell'intero infisso (muro-muro).

Schede per campionamento aule A, B, C.

Data _____

AUSL _____

Scuola _____

Campionamenti eseguito da _____

Firma dei tecnici che hanno eseguito il campionamento

NOTE _____

☐☐☐☐ Invernale ☐ Estivo ☐ classe _____ sezione _____

AULA A ☐ B ☐ C ☐

SCHEMA DELL'AULA CON INDICAZIONE DELLA COLLOCAZIONE DEI SISTEMI DI CAM-
PIONAMENTO (ALTEZZA DAL PAVIMENTO CIRCA 1,2 METRI)

Riportare (indicando la scala usata) : superficie ed altezza del locale, posizione
delle aperture,arredi e termosifoni.

☐☐☐☐ Invernale ☐ Estivo ☐

AULA A ☐ **B** ☐ **C** ☐

Classe e Sezione _____ Numero alunni* _____ Età Alunni _____

Superficie mq _____ Volume mc _____ Piano _____ Esposizione _____

Rivestimento pavimenti: ceramica linoleum ☐ marmo ☐ *altro _____

Tipologia pareti esterne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Tipologia pareti interne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Rivestimento pareti interne: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐

*altro _____

Soffitto: superficie mq _____ forma _____

Rivestimento soffitto: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐ *altro _____

Controsoffitto: sì ☐ no ☐ altezza mt _____ forma _____

Materiali controsoffitto: fibra minerale ☐ doghe di alluminio ☐

gesso a formelle ☐ *altro _____

Finestre

tradizionali ☐ vasistas ☐ *altro _____

legno ☐ alluminio ☐ ferro ☐ *altro _____

◆ Finestra 1 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 2 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 3 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 4 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 5 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Presenza di doppi vetri sì ☐ no ☐

☐☐☐☐ Invernale ☐ Estivo ☐

Protezione dall'irraggiamento

Esterna: persiane ☐ avvolgibili ☐ *altro _____

Interna: veneziane ☐ tende ☐ *altro _____

Arredi

Banchi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Sedie numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Armadi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Lavagna tipo _____ gesso ☐ pennarelli ☐

Attaccapanni si ☐ no ☐

*Presenza di manufatti degli alunni _____

*Prodotti usati dagli alunni _____

Riscaldamento radiatori si ☐ no ☐ fancoils si ☐ no ☐

presenza di termostato si ☐ no ☐

*Sistemi e prodotti usati per la pulizia _____

☐ ☐ ☐ ☐

 Invernale ☐ Estivo ☐ classe ____ sezione ____

Radiello desorbimento termico (determinazione BTX)

a) Campionamento interno in presenza di alunni		
Numero identificazione		Lotto
Inizio ora _____	Fine ora _____	Tempo totale (minuti) _____
Temperatura iniziale (°C) _____		Temperatura Finale (°C) _____
Umidità iniziale (%) _____		Umidità finale (%) _____
b) Campionamento interno dopo orario scolastico		
Numero identificazione		Lotto
Inizio ora _____	Fine ora _____	Tempo totale (minuti) _____
Temperatura iniziale (°C) _____		Temperatura Finale (°C) _____
Umidità iniziale (%) _____		Umidità finale (%) _____
c) Campionamento esterno		
Numero identificazione		Lotto
Inizio ora _____	Fine ora _____	Tempo totale (minuti) _____
Temperatura iniziale (°C) _____		Temperatura Finale (°C) _____
Umidità iniziale (%) _____		Umidità finale (%) _____

Radiello 2,4 - dinitrofenilidrazina (determinazione aldeidi)

a) Campionamento interno in presenza di alunni		
Numero identificazione		Lotto
Inizio ora _____	Fine ora _____	Tempo totale (minuti) _____
Temperatura iniziale (°C) _____		Temperatura Finale (°C) _____
Umidità iniziale (%) _____		Umidità finale (%) _____
b) Campionamento interno dopo orario scolastico		
Numero identificazione		Lotto
Inizio ora _____	Fine ora _____	Tempo totale (minuti) _____
Temperatura iniziale (°C) _____		Temperatura Finale (°C) _____
Umidità iniziale (%) _____		Umidità finale (%) _____
b) Campionamento esterno		
Numero identificazione		Lotto
Inizio ora _____	Fine ora _____	Tempo totale (minuti) _____
Temperatura iniziale (°C) _____		Temperatura Finale (°C) _____
Umidità iniziale (%) _____		Umidità finale (%) _____

☐☐☐☐

Invernale ☐ Estivo ☐

Campionamento particolato (PM 2.5) della durata di 24 ore

Numero pompa		
Numero identificazione campione		Lotto membrana
Inizio ora _____	Fine ora _____	Tempo totale (minuti) _____
Flusso iniziale (ml/minuto)		Flusso finale (ml/minuto)*
Volume campionato (litri)		

* da valutare a cura del laboratorio

Condizioni meteorologiche Sereno ☐ Nuvoloso ☐ Pioggia ☐

Registrare le condizioni iniziali e le variazioni interne all'aula compilando la Tabella 1 solo per l'AULA A

☐☐☐☐ Invernale ☐ Estivo ☐

Tabella 1 Solo per Aula A

Condizioni iniziali		Finestre *	Porte *	Protezione Irraggiamento ♦	Riscaldamento ■
Variazioni					
Inizio	fine				

■ segnare A = acceso
S = spento

* segnare A = aperta
C = chiusa

♦ segnare P = presente
A = assente

Schede relative ad aule D,E,F e G

Indicazioni per la compilazione

Nelle caselle riportate in alto su ogni foglio deve essere indicato:

- nelle prime due il numero della propria ASL (es. Viareggio inserirà 12, Massa 01);
- nella terza il numero della scuola (da 1 a 5) alla quale sono riferiti i dati, è necessario che ogni ASL attribuisca il numero (da 1 a 5) alle proprie scuole e le indichi nei diversi tempi in cui vengono fatti i rilievi (es. inverno, estate) sempre con lo stesso numero;
- nella quarta una lettera, da D a G, che indica l'aula in esame tenendo presente quanto segue.

Le aule D, E, F, G sono quelle in cui viene rilevato il microclima.

La scelta delle aule (2 per il rilievo invernale e 2 per il rilievo estivo) va fatta, quando possibile, tenendo conto delle indicazioni fornite dal personale sul grado di comfort o di discomfort delle varie aule. In alternativa o a completamento di tali indicazioni ne sono di seguito fornite altre utili per la scelta.

L'aula D è quella che presenta le migliori condizioni invernali:

1. esposta Sud – Sud-Est
2. con una parete esterna
3. con la minor superficie fenestrata
4. che non sia direttamente sotto il tetto
5. con infissi in buone condizioni di manutenzione
6. con funzionamento idoneo del riscaldamento.

L'aula E è quella che presenta le peggiori condizioni invernali:

1. esposta a Nord – Nord-Ovest
2. con il maggior numero di pareti esterne
3. con la maggior superficie fenestrata
4. posta direttamente sotto il tetto
5. in cui il riscaldamento non funzioni in modo idoneo.

L'aula F è quella che presenta le migliori condizioni estive:

1. esposta a Nord – Nord-Ovest
2. con finestre su pareti diverse
3. con protezione verso l'irraggiamento
4. che non sia sotto il tetto.

L'aula G è quella che presenta le peggiori condizioni estive:

1. esposta a Sud, Sud-Est
2. con il maggior numero di finestre poste su un'unica parete
3. posta direttamente sotto il tetto
4. priva di protezione verso l'irraggiamento.

Non necessariamente queste condizioni sono rappresentate da 4 distinti locali; ci possono essere situazioni in cui 2 soli locali sono rappresentativi delle condizioni estreme riportate oppure una di queste aule o entrambe possono coincidere con quelle in cui è stato fatto il campionamento (B e C). E' importante comunque, anche se i locali coincidono, che venga compilata al momento del rilievo la scheda aula D o E o F o G , in quanto così viene identificato il criterio di scelta (migliore o peggiore, inverno o estate) necessario per effettuare le correlazioni con i valori riscontrati dalla centralina, in fase di elaborazione dei dati.

☐ indicare il numero di alunni presenti in aula al momento del rilievo del microclima

* Descrivere i materiali o le tipologie riscontrate

☐ ☐ Posizionare in planimetria i numeri identificativi delle finestre: il calcolo della superficie illuminante si ottiene dalle dimensioni dell'intero infisso (muro-muro).

Scheda di rilievo di microclima aula D

Data _____

AUSL _____

Scuola _____

Classe _____ Sezione _____

Condizioni meteorologiche:

Sereno ☐☐ Nuvoloso ☐☐ Pioggia ☐

Registrare le condizioni iniziali e le variazioni interne all'aula

compilando la TAB.1

Rilievo eseguito da _____

Firma dei tecnici che hanno eseguito il rilievo

□□□□□ Invernale classe _____ sezione _____

AULA D - SCHEMA DELL'AULA CON COLLOCAZIONE DEI SISTEMI DI RILIEVO (ALTEZZA DAL PAVIMENTO CIRCA 1,2 METRI)

Riportare (indicando la scala usata): superficie ed altezza del locale, posizione delle aperture, arredi e termosifoni.

☐☐☐☐☐ Invernale

AULA D Classe e Sezione _____ Numero alunni ☐ _____ Età Alunni _____

Superficie mq _____ Volume mc _____ Piano _____ Esposizione _____

Rivestimentopavimenti:ceramica • linoleum • marmo • *altro _____

Tipologia pareti esterne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Tipologia pareti interne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Rivestimento pareti interne: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐

*altro _____

Soffitto: superficie mq _____ forma _____

Rivestimento soffitto: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐

*altro _____

Controsoffitto: si ☐ no ☐ altezza mt _____ forma _____

Materiali controsoffitto: fibra minerale ☐ doghe di alluminio ☐

gesso a formelle ☐ *altro _____

Finestre

tradizionali ☐ vasistas ☐ *altro _____

legno ☐ alluminio ☐ ferro ☐ *altro _____

☐☐ Finestra 1 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 2 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 3 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 4 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 5 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Presenza di doppi vetri si ☐ no ☐

☐☐☐☐ Invernale

Protezione dall'irraggiamento

Esterna: persiane ☐ avvolgibili ☐ *altro _____

Interna: veneziane ☐ tende ☐ *altro _____

Arredi.

Banchi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Sedie numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Armadi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Lavagna tipo _____ gesso ☐ pennarelli ☐

Attaccapanni si ☐ no ☐

*Presenza di manufatti degli alunni _____

*Prodotti usati dagli alunni _____

Riscaldamento radiatori si ☐ no ☐ fancoils si ☐ no ☐

Presenza di termostato si ☐ no ☐

*Sistemi e prodotti usati per la pulizia _____

□□□□□ Invernale classe _____ sezione _____

Tabella 1

Condizioni iniziali		Finestre *	Porte *	Protezione Irraggiamento ♦	Riscaldamento ■
Variazioni					
Inizio	fine				

■ segnare A = acceso
S = spento

* segnare A = aperta
C = chiusa

♦ segnare P = presente
A = assente

Scheda di rilievo di microclima aula E

Data _____

AUSL _____

Scuola _____

Classe _____ Sezione _____

Condizioni meteorologiche:

Sereno ☐ ☐ Nuvoloso ☐ ☐ Pioggia ☐

Registrare le condizioni iniziali e le variazioni interne all'aula
compilando la TAB.1

Rilievo eseguito da _____

Firma dei tecnici che hanno eseguito il rilievo

☐☐☐☐☐ Invernale

classe _____ sezione _____

AULA E - SCHEMA DELL'AULA CON INDICAZIONE DELLA COLLOCAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAMENTO (ALTEZZA DAL PAVIMENTO CIRCA 1,2 METRI)

Riportare (indicando la scala usata) : superficie ed altezza del locale, posizione delle aperture,arredi e termosifoni.

☐☐☐☐ Invernale

AULA E Classe e Sezione _____ Numero alunni★ _____ Età Alunni _____

Superficie mq _____ Volume mc _____ Piano _____ Esposizione _____

Rivestimento pavimenti: ceramica ☐ linoleum ☐ marmo ☐ *altro _____

Tipologia pareti esterne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Tipologia pareti interne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Rivestimento pareti interne: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐

*altro _____

Soffitto: superficie mq _____ forma _____

Rivestimento soffitto: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐ *altro _____

Controsoffitto: sì ☐ no ☐ altezza mt _____ forma _____

Materiali controsoffitto: fibra minerale ☐ doghe di alluminio ☐

gesso a formelle ☐ *altro _____

Finestre

tradizionali ☐ vasistas ☐ *altro _____

legno ☐ alluminio ☐ ferro ☐ *altro _____.

◆ Finestra 1 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 2 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 3 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 4 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 5 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Presenza di doppi vetri sì ☐ no ☐

☐☐☐☐ Invernale

Protezione dall'irraggiamento

Esterna: persiane ☐ avvolgibili ☐ *altro _____

Interna: veneziane ☐ tende ☐ *altro _____

Arredi

Banchi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Sedie numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Armadi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Lavagna tipo _____ gesso ☐ pennarelli ☐

Attaccapanni si ☐ no ☐

*Presenza di manufatti degli alunni _____

*Prodotti usati dagli alunni _____

Riscaldamento radiatori si ☐ no ☐ fancoils si ☐ no ☐

Presenza di termostato si ☐ no ☐

*Sistemi e prodotti usati per la pulizia _____

☐☐☐☐ Invernale classe _____ sezione _____

Tabella 1

Invernale ☐ Estivo ☐

Condizioni iniziali		Finestre ✱	Porte ✱	Protezione Irraggiamento ✧	Riscaldamento ■
Variazioni					
Inizio	fine				

■ segnare A = acceso
S = spento

✱ segnare A = aperta
C = chiusa

✧ segnare P = presente
A = assente

Scheda di rilievo di microclima aula F

Data _____

AUSL _____

Scuola _____

Classe _____ Sezione _____

Condizioni meteorologiche:

Sereno ☐☐ Nuvoloso ☐☐ Pioggia ☐

Registrare le condizioni iniziali e le variazioni interne all'aula compilando la TAB.1

Rilievo eseguito da _____

Firma dei tecnici che hanno eseguito il rilievo

☐☐☐☐☐☐ Estivo

classe _____ sezione _____

AULA F - SCHEMA DELL'AULA CON INDICAZIONE DELLA COLLOCAZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAMENTO (ALTEZZA DAL PAVIMENTO CIRCA 1,2 METRI)

Riportare (indicando la scala usata): superficie ed altezza del locale, posizione delle aperture, arredi e termosifoni.

☐☐☐☐ Estivo

AULA F Classe e Sezione _____. Numero alunni* _____. Età Alunni _____

Superficie mq _____ Volume mc _____ Piano _____ Esposizione _____

Rivestimento pavimenti: ceramica ☐ linoleum ☐ marmo ☐ *altro _____

Tipologia pareti esterne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Tipologia pareti interne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Rivestimento pareti interne: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐

*altro _____

Soffitto: superficie mq _____ forma _____

Rivestimento soffitto: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐

*altro _____

Controsoffitto: sì ☐ no ☐ altezza mt _____ forma _____

Materiali controsoffitto: fibra minerale ☐ doghe di alluminio ☐ gesso a formelle ☐

*altro _____

Finestre

tradizionali ☐ vasistas ☐ *altro _____

legno ☐ alluminio ☐ ferro ☐ *altro _____

◆ Finestra 1 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 2 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 3 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 4 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 5 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Presenza di doppi vetri sì ☐ no ☐

☐☐☐☐ Estivo

Protezione dall'irraggiamento

Esterna: persiane ☐ avvolgibili ☐ *altro _____

Interna: veneziane ☐ tende ☐ *altro _____

Arredi

Banchi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Sedie numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Armadi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Lavagna tipo _____ gesso ☐ pennarelli ☐

Attaccapanni si ☐ no ☐

*Presenza di manufatti degli alunni _____

*Prodotti usati dagli alunni _____

Riscaldamento radiatori si ☐ no ☐ fancoils si ☐ no ☐

Presenza di termostato si ☐ no ☐

*Sistemi e prodotti usati per la pulizia _____

□□□□□ Estivo classe _____ sezione _____

Tabella 1

Condizioni iniziali		Finestre *	Porte *	Protezione Irraggiamento ♦	Riscaldamento ■
Variazioni					
Inizio	fine				

■ segnare A = acceso
S = spento

* segnare A = aperta
C = chiusa

♦ segnare P = presente
A = assente

Scheda di rilievo di microclima aula G

Data _____

AUSL _____

Scuola _____

Classe _____ Sezione _____

Condizioni meteorologiche:

Sereno ☐☐ Nuvoloso ☐☐ Pioggia ☐

Registrare le condizioni iniziali e le variazioni interne all'aula compilando la TAB.1

Rilievo eseguito da _____

Firma dei tecnici che hanno eseguito il rilievo

☐☐☐☐☐ Estivo

classe _____ sezione _____

AULA G - SCHEMA DELL'AULA CON INDICAZIONE DELLA COLLOCAZIONE DEI
SISTEMI DI RILEVAMENTO (ALTEZZA DAL PAVIMENTO CIRCA 1,2 METRI)

Riportare (indicando la scala usata): superficie ed altezza del locale, posizione delle
aperture,arredi e termosifoni.

☐☐☐☐ Estivo

AULA G Classe e Sezione _____ Numero alunni★ _____ Età Alunni _____

Superficie mq _____ Volume mc _____ Piano _____ Esposizione _____

Rivestimentopavimenti:ceramica • linoleum • marmo • *altro _____

Tipologia pareti esterne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Tipologia pareti interne: muratura ☐ *pannelli _____

*altro _____

Rivestimento pareti interne: intonaco ☐ pvc ☐ legno ☐

*altro _____

Soffitto: superficie mq _____ forma _____

Rivestimentosoffitto:intonaco☐pvc☐legno☐*altro _____

Controsoffitto: si ☐ no ☐ altezza mt _____ forma _____

Materiali controsoffitto: fibra minerale ☐ doghe di alluminio ☐

gesso a formelle ☐ *altro _____

Finestre

tradizionali ☐ vasistas ☐ *altro _____

legno ☐ alluminio ☐ ferro ☐ *altro _____

◆ Finestra 1 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 2 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 3 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 4 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Finestra 5 superficie vetrata mq _____ superficie apribile mq _____

Presenza di doppi vetri si ☐ no ☐

☐☐☐☐ Estivo

Protezione dall'irraggiamento

Esterna: persiane ☐ avvolgibili ☐ *altro _____

Interna: veneziane ☐ tende ☐ *altro _____

Arredi

Banchi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Sedie numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Armadi numero _____ legno ☐ metallo ☐ truciolare/laminato ☐

*altro _____

Lavagna tipo _____ gesso ☐ pennarelli ☐

Attaccapanni si ☐ no ☐

*Presenza di manufatti degli alunni _____

*Prodotti usati dagli alunni _____

Riscaldamento radiatori si ☐ no ☐ fancoils si ☐ no ☐

Presenza di termostato si ☐ no ☐

*Sistemi e prodotti usati per la pulizia _____

□□□□□ Estivo classe _____ sezione _____

Tabella 1

Condizioni iniziali		Finestre *	Porte *	Protezione Irraggiamento ♦	Riscaldamento ■
Variazioni					
Inizio	fine				

■ segnare A = acceso
S = spento

* segnare A = aperta
C = chiusa

♦ segnare P = presente
A = assente

Scheda rilievi acustici

ASL _____

Scuola _____

AULA A ☐ B ☐ C ☐

Rilievo eseguito da _____

MATERIALE PARETI:

☐ intonaco ☐ intonaco e pvc

Superficie: _____ m²

☐ pvc mq intonaco
mq pvc

☐ legno ☐ intonaco e legno
mq intonaco
mq legno

☐ altro _____

PORTE

Superficie: _____ m²

☐ legno
☐ alluminio
☐ ferro

☐ altro _____

1. Misura Rumore di Fondo Aula Vuota Scuola Attiva ☐ ☐ ☐ ☐

Inizio misura hh:min: _____ Fine misura hh:min _____ data _____

Strumentazione impiegata:

Fonometro Integratore ☐ Marca _____ Modello _____Analizzatore spettro ☐ Marca _____ Modello _____

Condizioni misura

☐ Aula vuota

Sorgenti rumorosità esterne scuola ben percepibili:

☐ Traffico ☐ Voci ☐ Lavori☐ Altro _____

Sorgenti rumore interno scuola ben percepibili

☐ Calpestio ☐ Spostamento tavoli ☐ Musica ☐ Voci ☐ Impianti☐ Altro _____

Posizione di misura	Leq (dBA) Misura1	Leq (dBA) Misura 2	Leq (dBA) Misura3
Centro aula con cavalletto a 1.20 metri dal suolo. Spostare banchi e superfici interferenti ad almeno 1.5 metri da cavalletto	*	*	*
Finestre aperte (campioni di 3 minuti ciascuno)			
Finestre chiuse(campioni di 3 minuti ciascuno)			

* Questi campi saranno compilati dal Laboratorio

Condizioni meteo:

sereno/nuvoloso/pioggia

Temperatura esterna (°C)

%Umidità

Vento: _____

2. Misura Laeq di Facciata ☐☐☐☐

Inizio misura hh:min: _____ Fine misura hh:min _____ data _____

Strumentazione impiegata:

Fonometro Integratore ☐ Marca _____ Modello _____

Analizzatore spettro ☐ Marca _____ Modello _____

Condizioni misura

☐ Aula vuota

Sorgenti rumorosità esterne scuola ben percepibili:

☐ Traffico ☐ Voci ☐ Lavori

☐ Altro _____

Sorgenti rumore interno scuola ben percepibili

☐ Calpestio ☐ Spostamento tavoli ☐ Musica ☐ Voci ☐ Impianti

☐ Altro _____

Posizione di misura	Leq (dBA) Misura 1	Leq (dBA) Misura 2	Leq (dBA) Misura 3
Interno vano finestra (campioni di 3 minuti ciascuno)			
Interno vano balcone a 1.20 m dal suolo			
Esterno a 1 m dalla facciata			
Esterno a 3 m superfici riflettenti			

Condizioni meteo:

sereno/nuvoloso/pioggia

Temperatura esterna (°C)

%Umidità

Vento: _____

3. Rumore ambientale aula piena scuola attiva

Inizio misura hh:min: _____ Fine misura hh:min _____

Strumentazione impiegata:

Fonometro Integratore ☐ Marca _____ Modello _____

Analizzatore spettro ☐ Marca _____ Modello _____

Ascoltatori:

N. bambini presenti _____ Età media bambini _____ N. stranieri _____

N. bambini con problemi udito _____

Distanza dei bambini da insegnante: Min: _____ (cm) Max _____ (cm)

Oratore:

Insegnante: ☐ Maschio ☐ Femmina ☐ Età _____ ☐ Problemi vocali

Sorgenti rumorosità esterne aula ben percepibili:

☐ Traffico ☐ Voci ☐ Lavori
☐ Altro _____

Sorgenti rumore interne scuola ben percepibili

☐ Calpestio ☐ Spostamento tavoli ☐ Musica ☐ Voci ☐ Impianti
☐ Altro _____

Posizione di misura	Leq (dBA) Misura1	Leq (dBA) Misura 2	Leq (dBA) Misura3
A 1 metro dalla bocca dell'insegnante posizione frontale a 1.20 m dal suolo: lettura brano			
A 1 metro dalla bocca dell'insegnante posizione frontale a 1.20 m dal suolo: fondo con bambini (test comprensione)			

Condizioni meteo:

sereno/nuvoloso/pioggia

Temperatura esterna (°C)

%Umidità

Vento: _____

4. Tempo di riverbero

Condizioni misura: scuola funzionante: si/no

Sorgente usata: ☐ pistola ☐ m sorgente omnidirezionale

Planimetria con indicazione punti di misura

Condizioni meteo:

sereno/nuvoloso/pioggia

Temperatura esterna (°C)

%Umidità

Vento: _____

Allegato g

Grafici BOX-PLOT

Questo allegato raccoglie i grafici box-plot relativi alla rappresentazione delle singole misurazioni effettuate per inquinante, Area Vasta e stagione. Per ogni inquinante si hanno quattro grafici relativi alle singole misurazioni (a=in aula con alunni b=in aula senza alunni c=in aula nelle 24ore d=fuori aula nelle 24 ore), escluso il $PM_{2,5}$ per il quale si ha solo una misurazione.

Il **box-plot**, è una rappresentazione grafica per descrivere la distribuzione di un campione tramite semplici indici di dispersione e di posizione.

Viene rappresentato tramite un rettangolo diviso in due parti, da cui escono due segmenti. Il rettangolo (la “scatola”) è delimitato dal primo e dal terzo quartile, $q_{1/4}$ e $q_{3/4}$, e diviso al suo interno dalla mediana, $q_{1/2}$. I segmenti (i “baffi”) sono delimitati dal minimo e dal massimo dei valori.

In questo modo vengono rappresentati graficamente i quattro intervalli ugualmente popolati delimitati dai quartili.

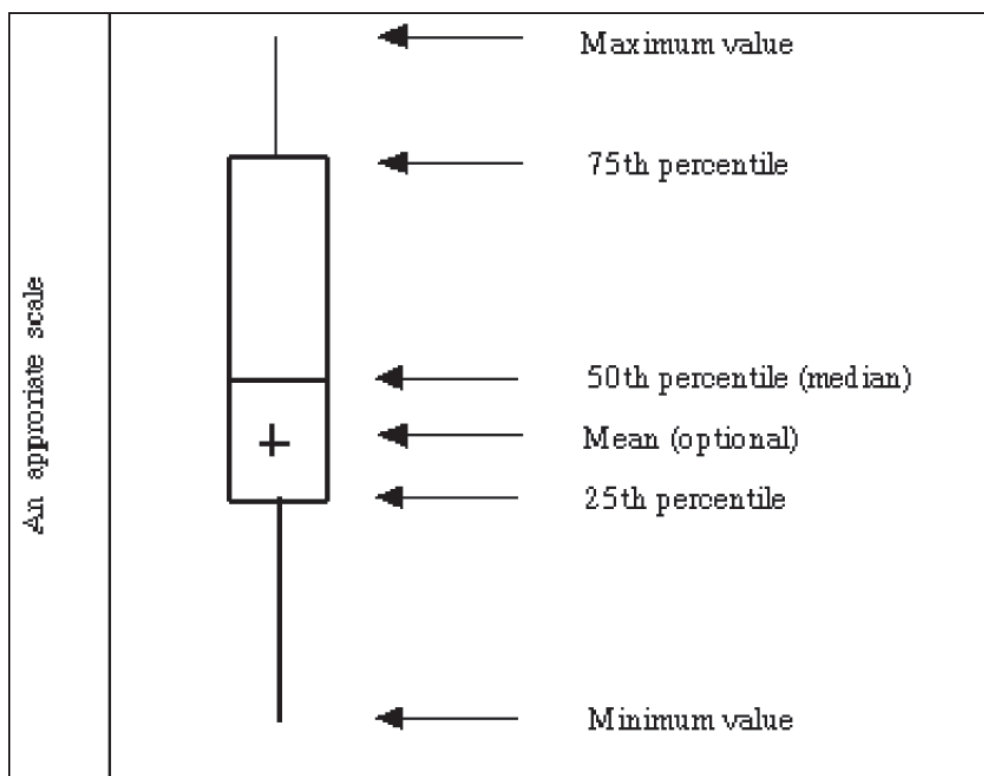


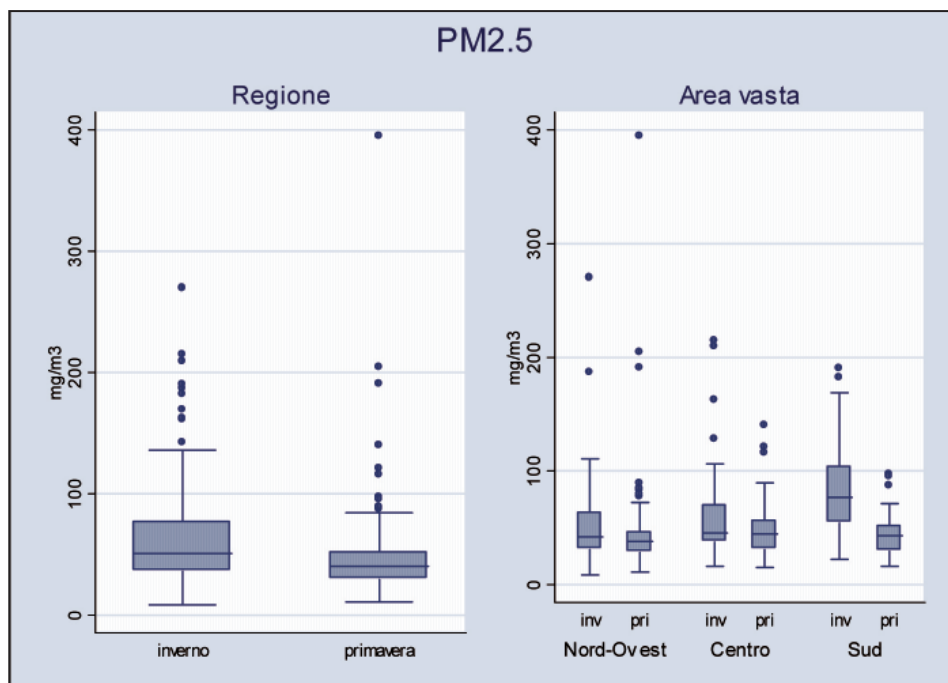
Figura g1 – PM_{2.5}

Figura g2a - Formaldeide

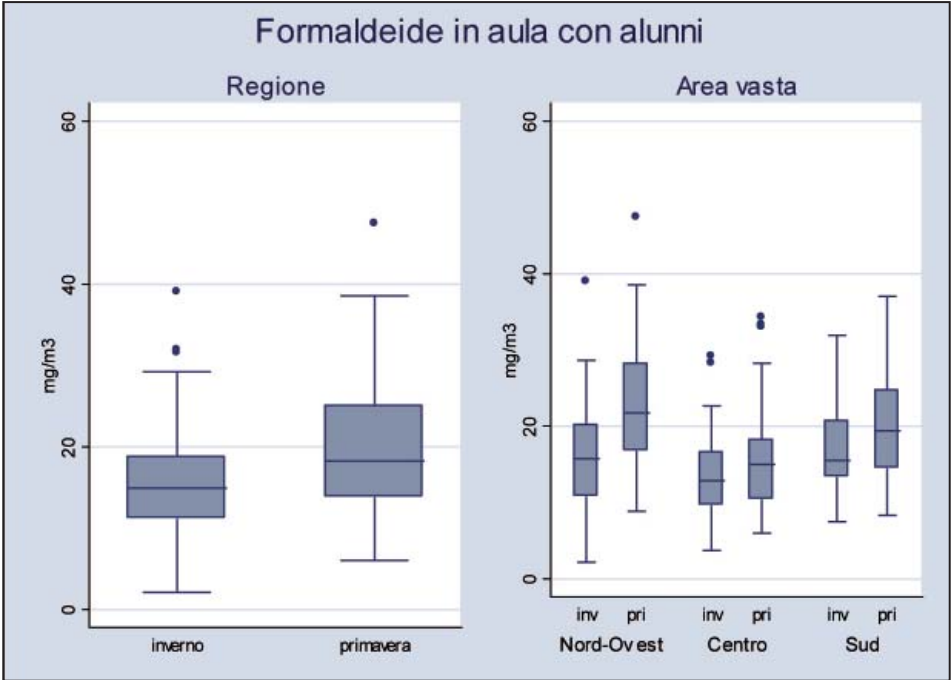


Figura g2c – Formaldeide

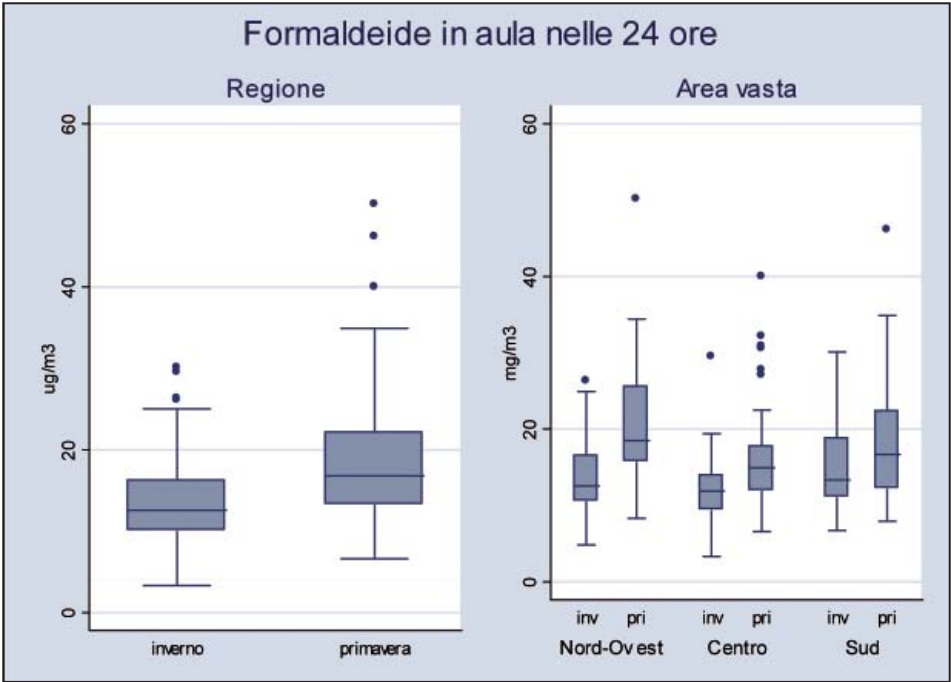


Figura g2b - Formaldeide

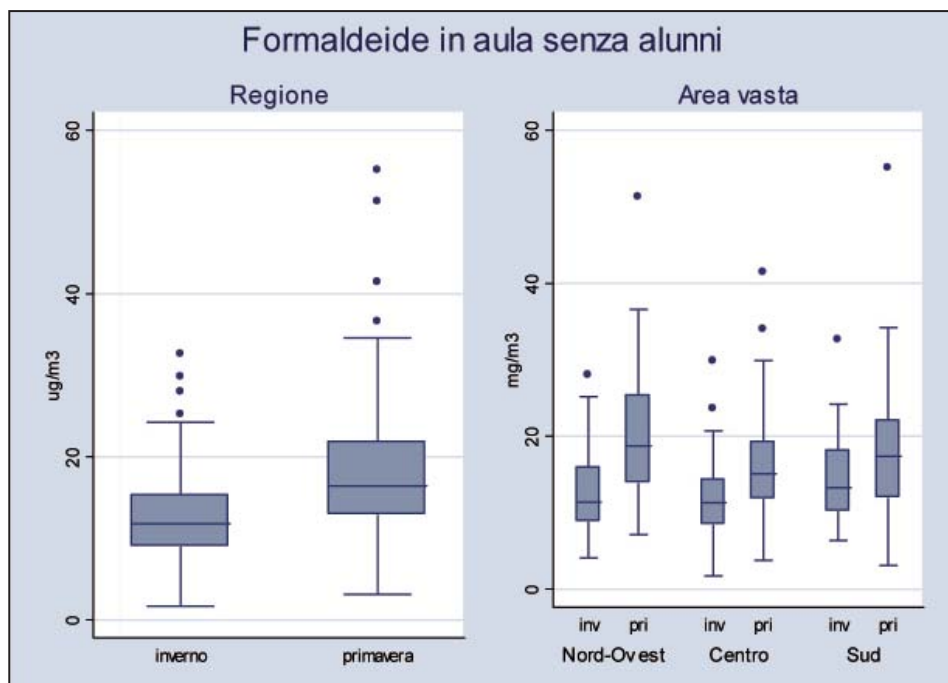


Figura g2d - Formaldeide

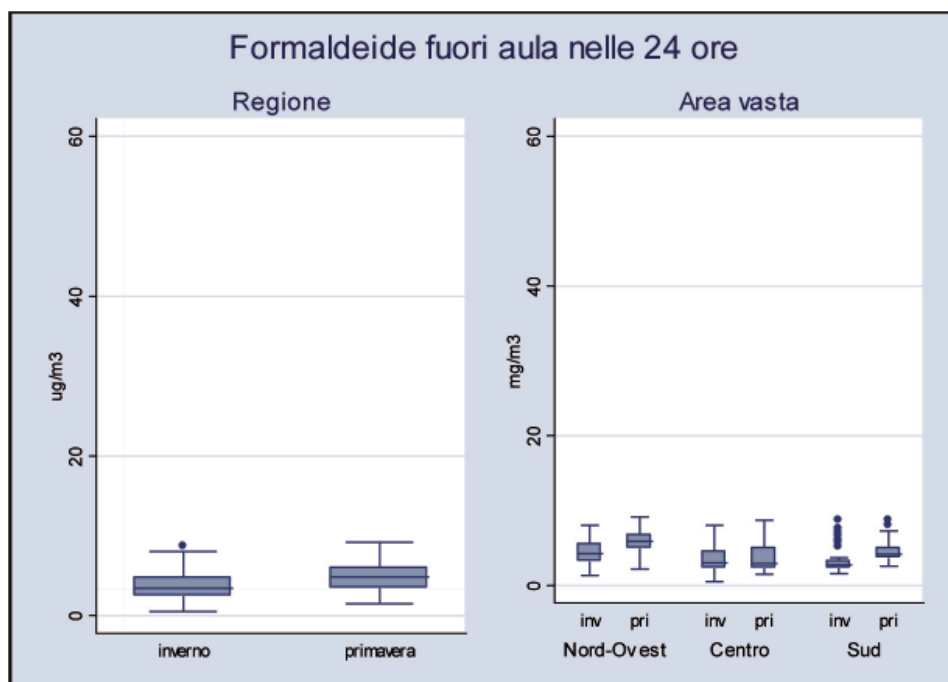


Figura g3a - Acetaldeide

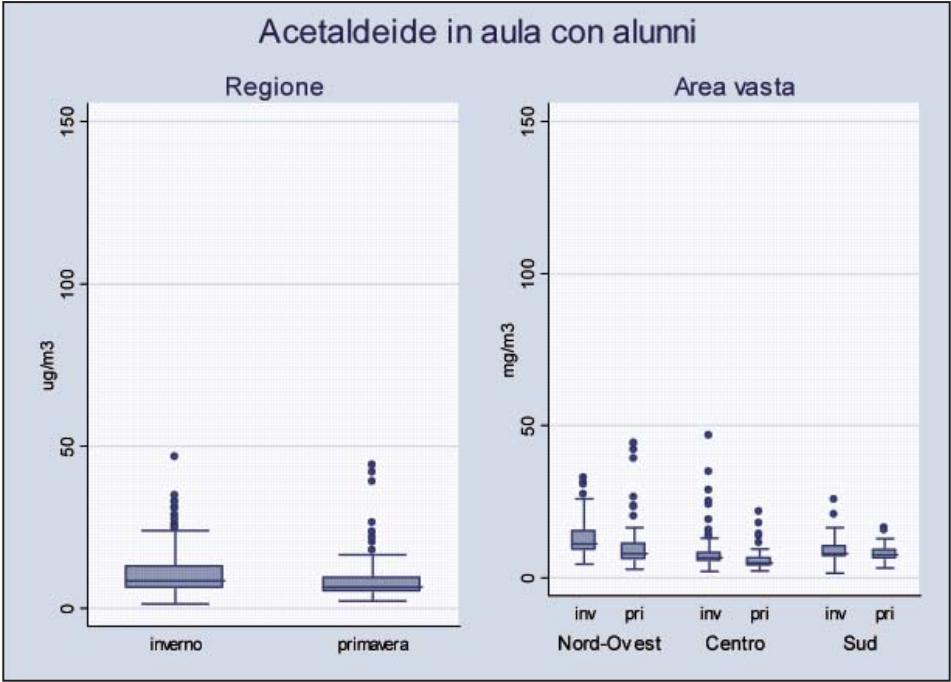


Figura g3c - Acetaldeide

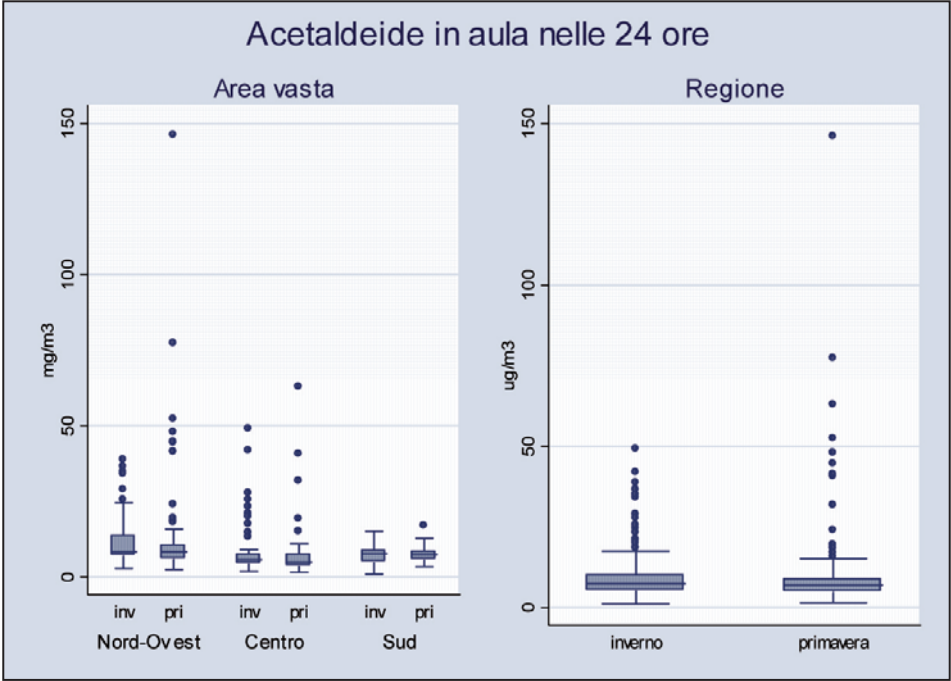


Figura g3b – Acetaldeide

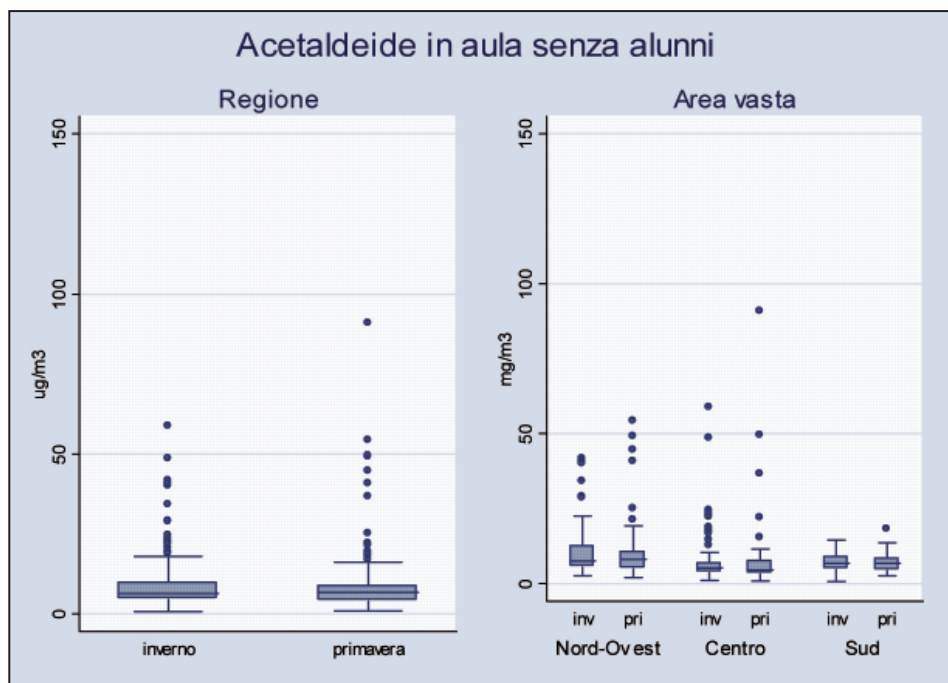


Figura g3d - Acetaldeide

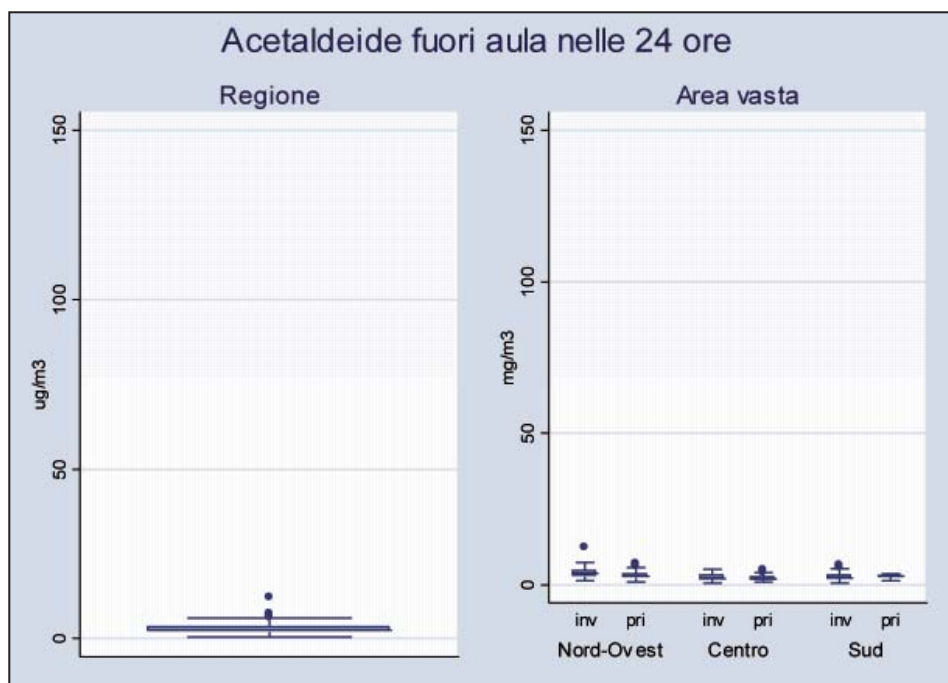


Figura g4a – Benzene

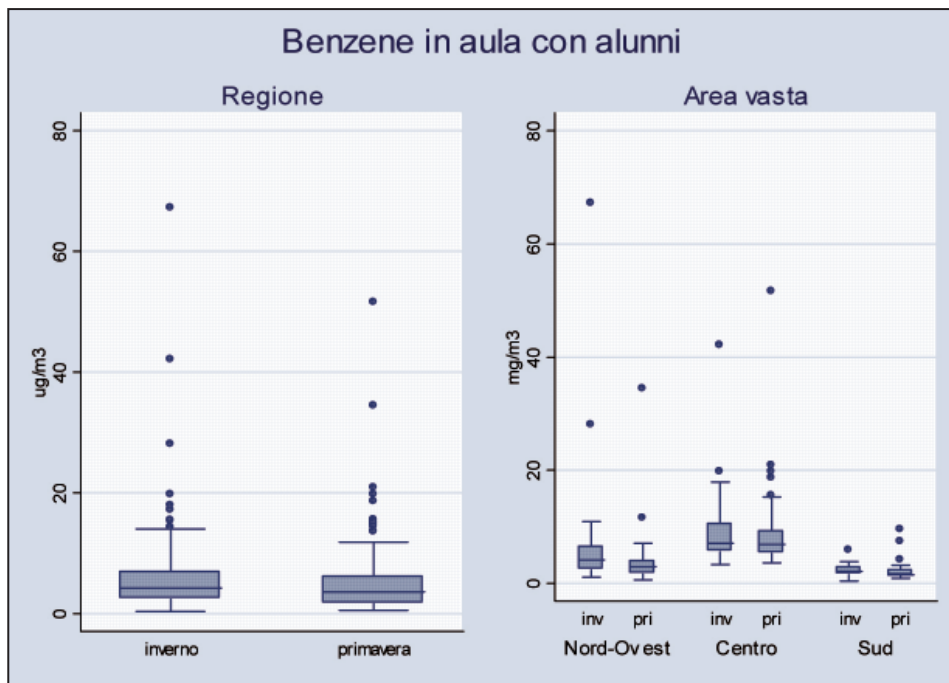


Figura g4c - Benzene

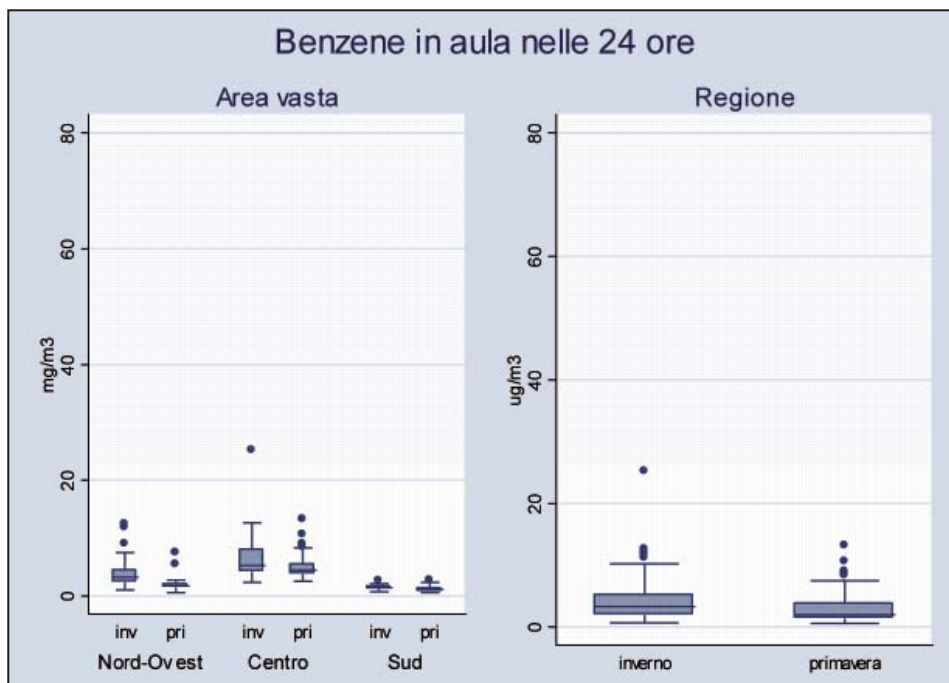


Figura g4b – Benzene

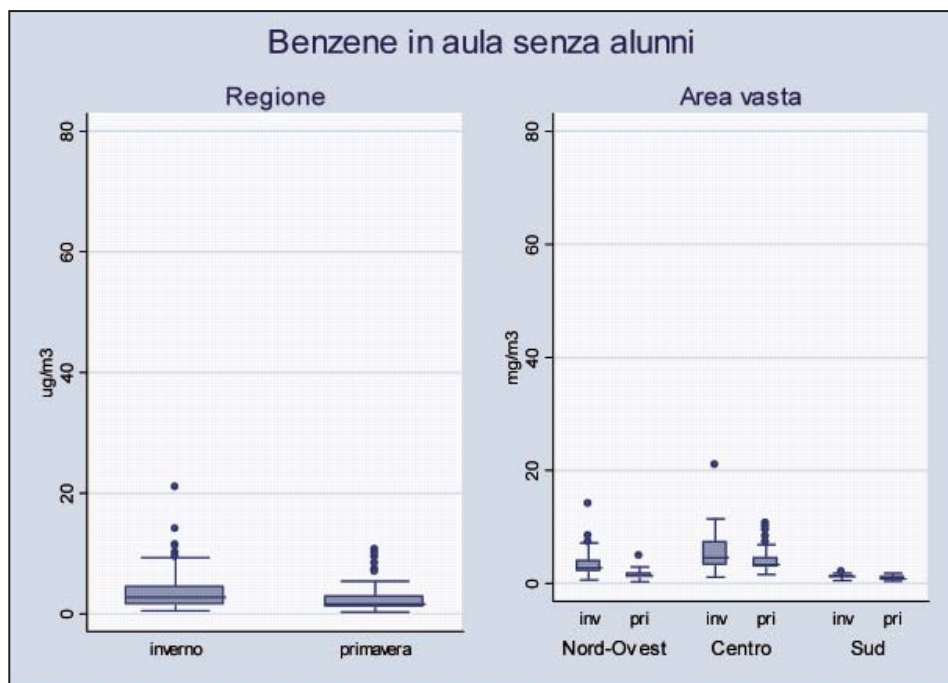


Figura g4d - Benzene

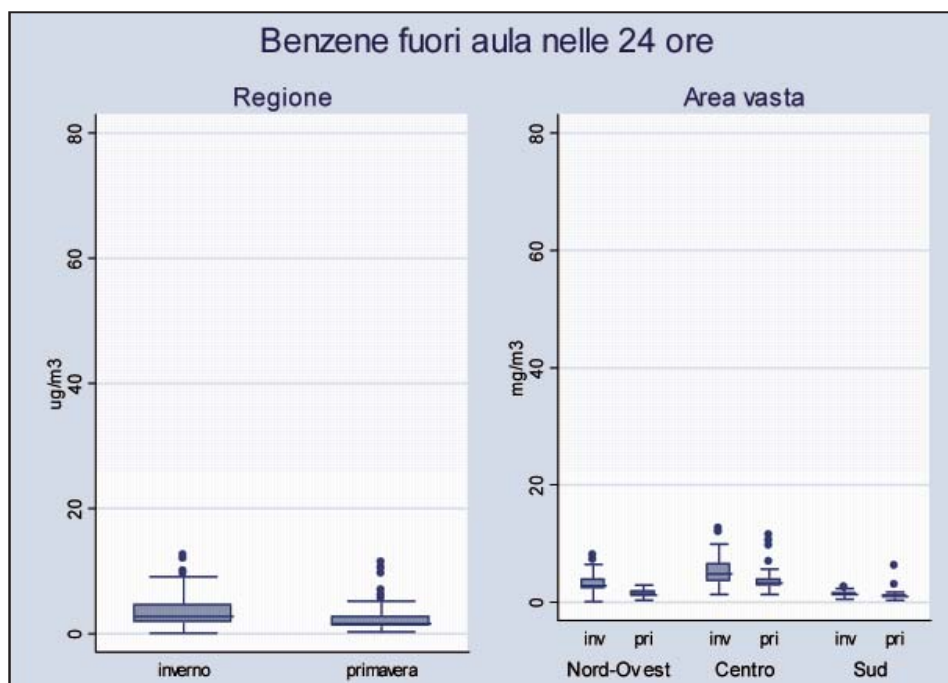


Figura g5a - Etilbenzene

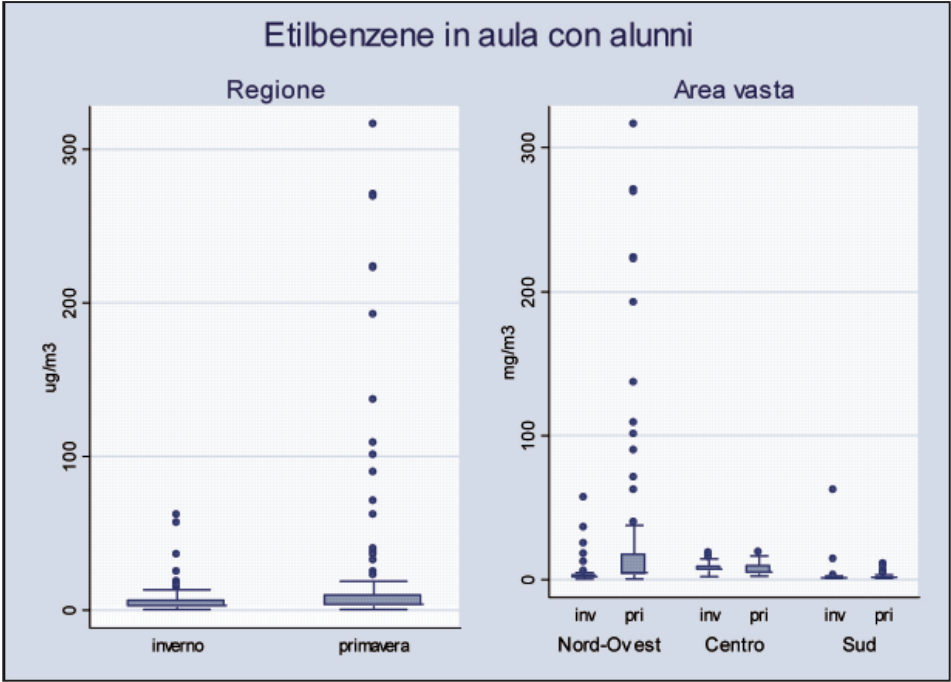


Figura g5c - Etilbenzene

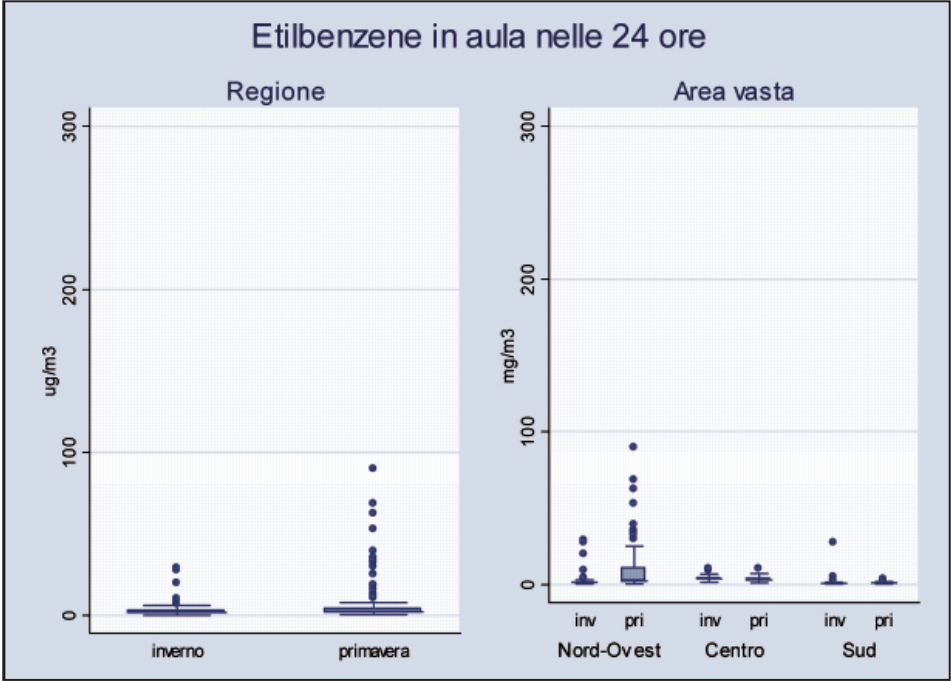


Figura g5b - Etilbenzene

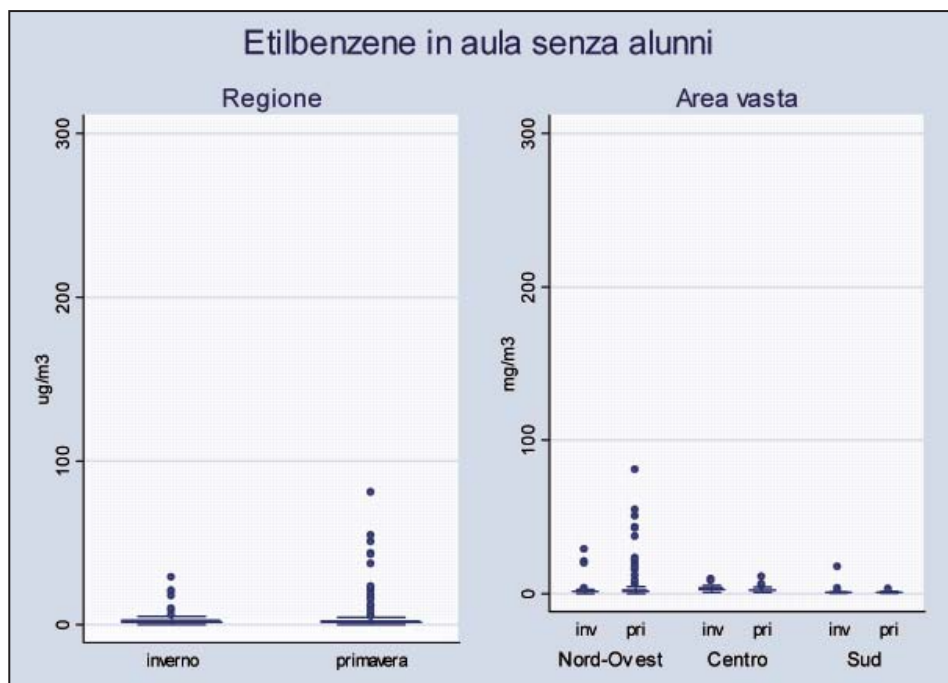


Figura g5d - Etilbenzene

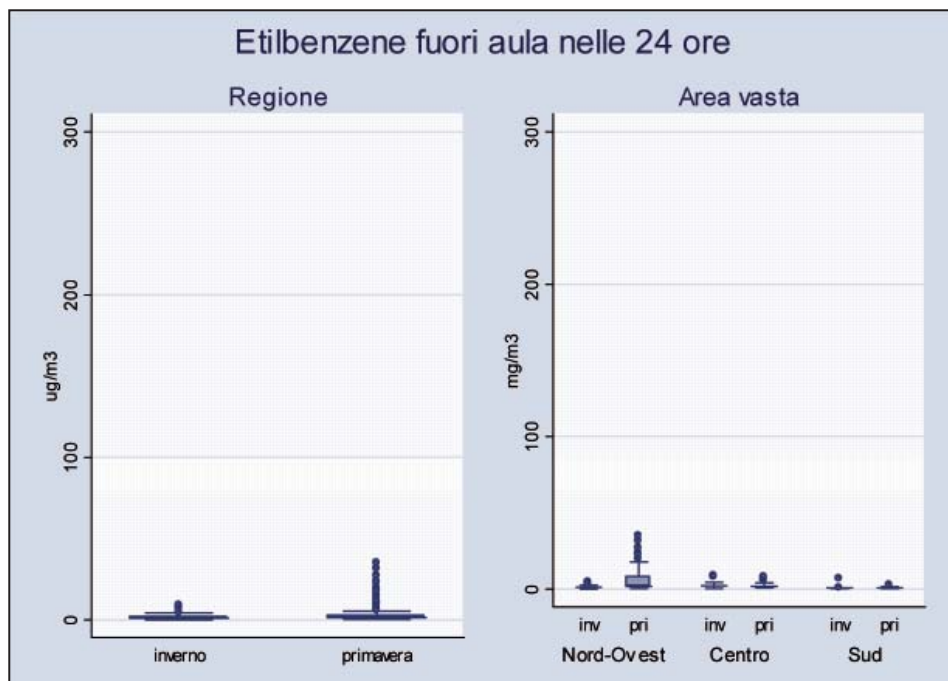


Figura g6a - Toluene

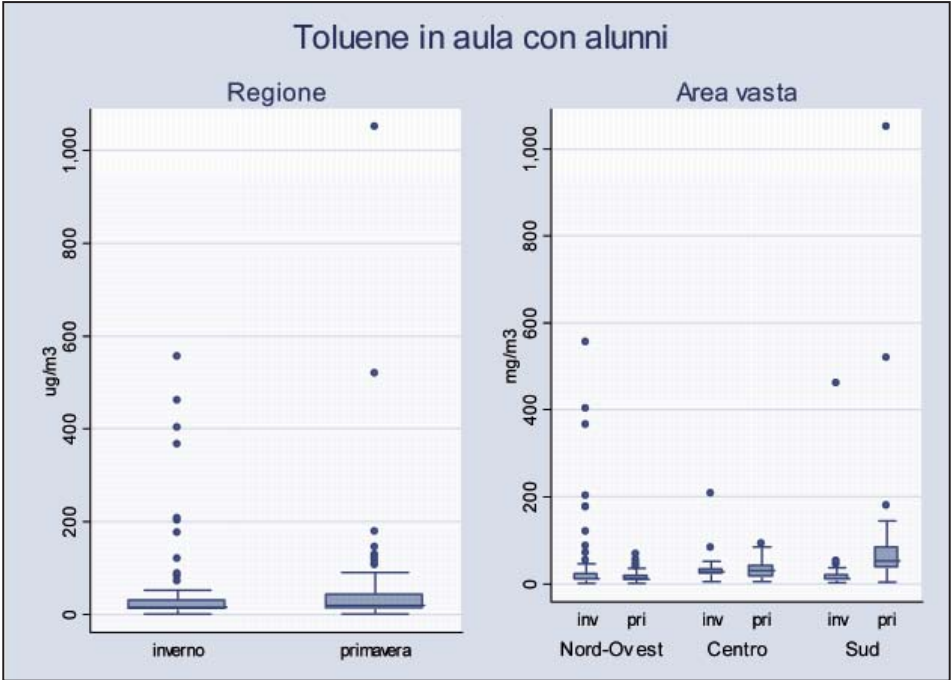


Figura g6c - Toluene

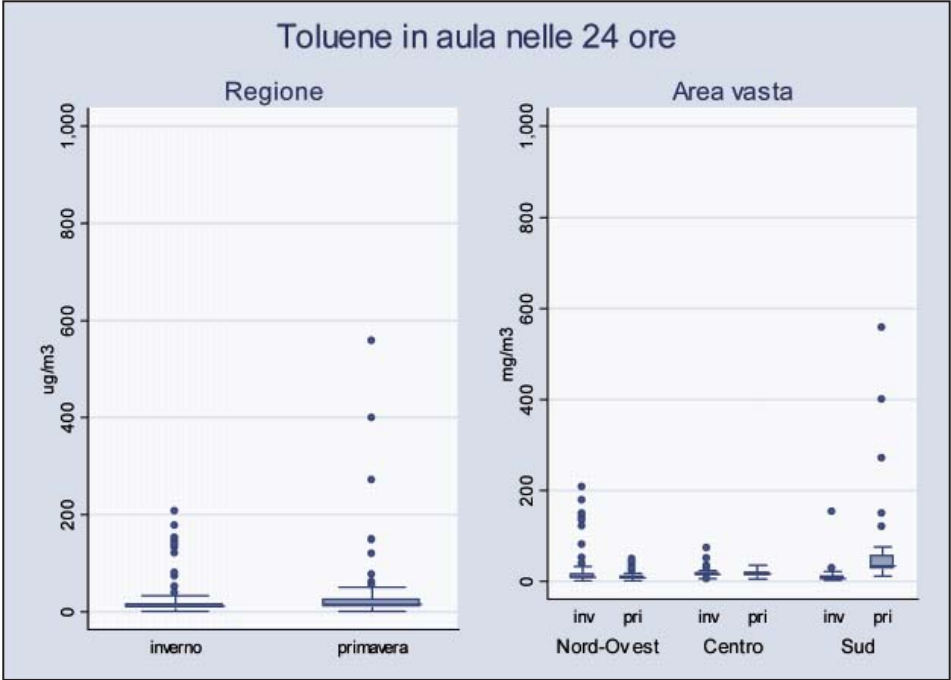


Figura g6b - Toluene

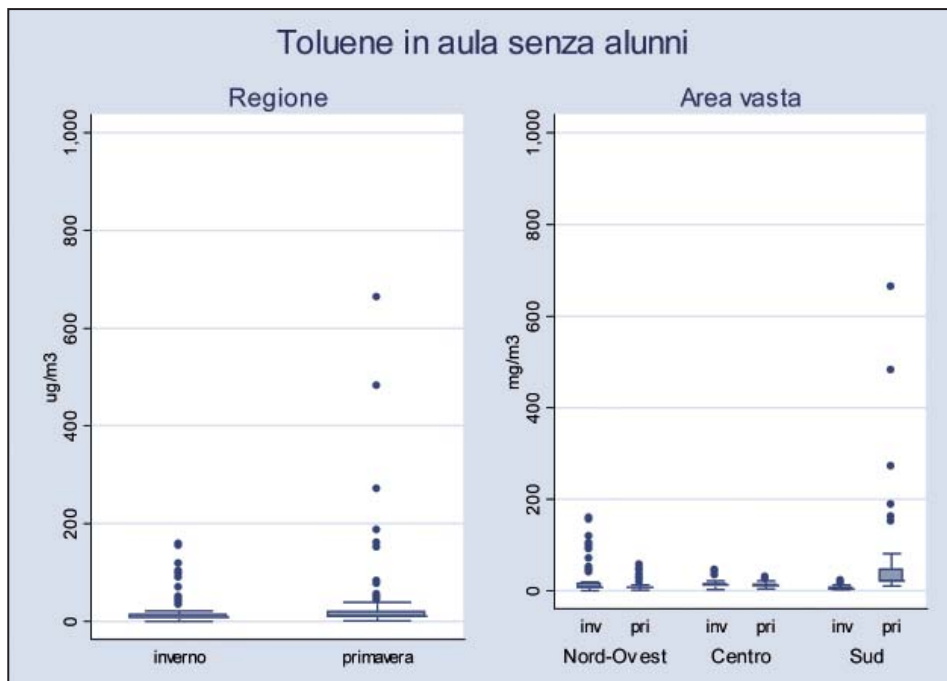


Figura g6d - Toluene

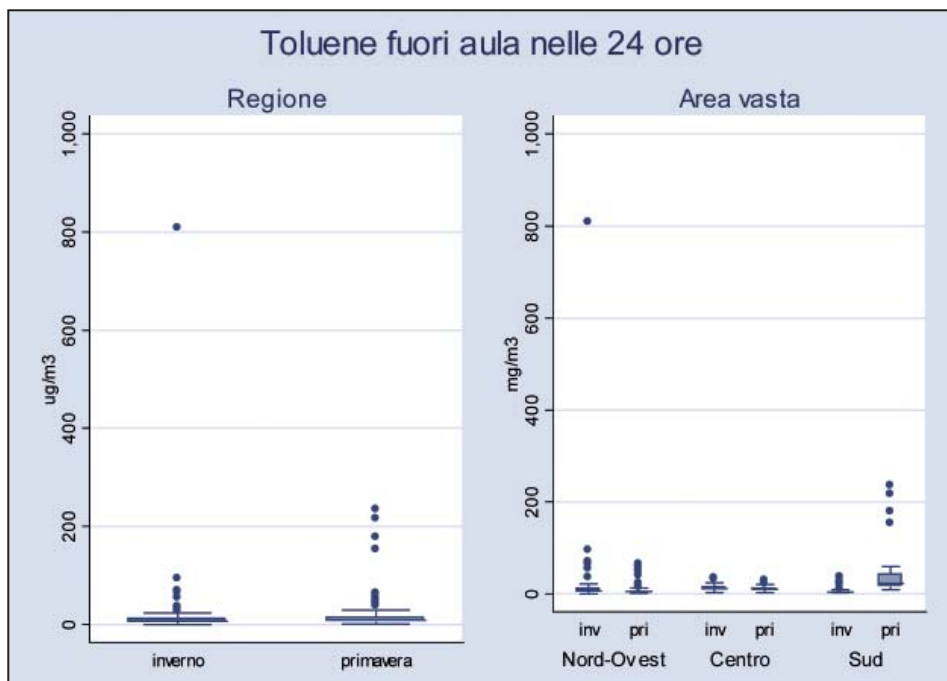


Figura g7a - Xilene

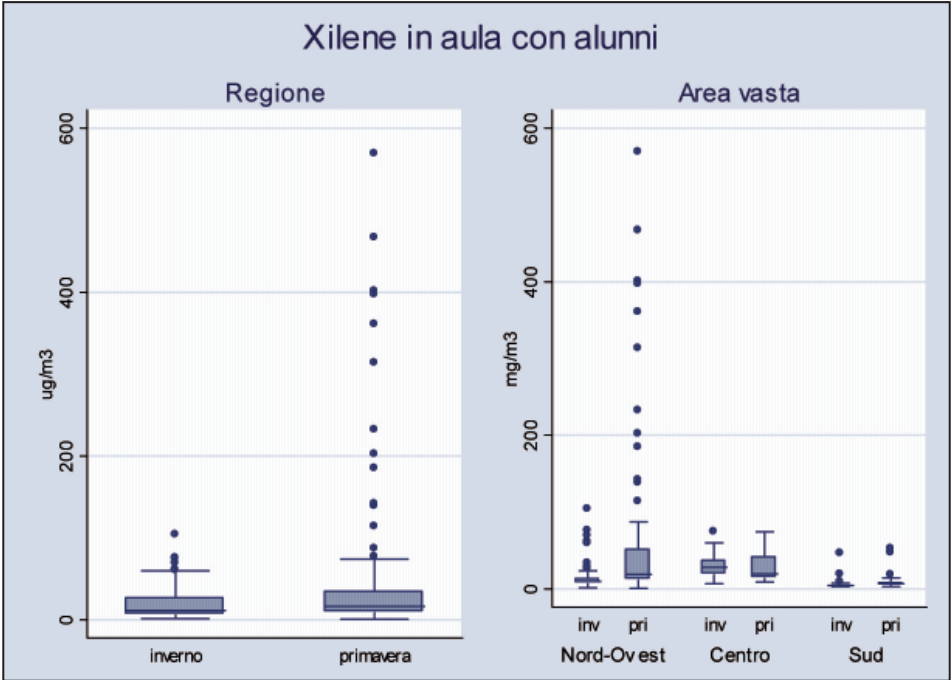


Figura g7c - Xilene

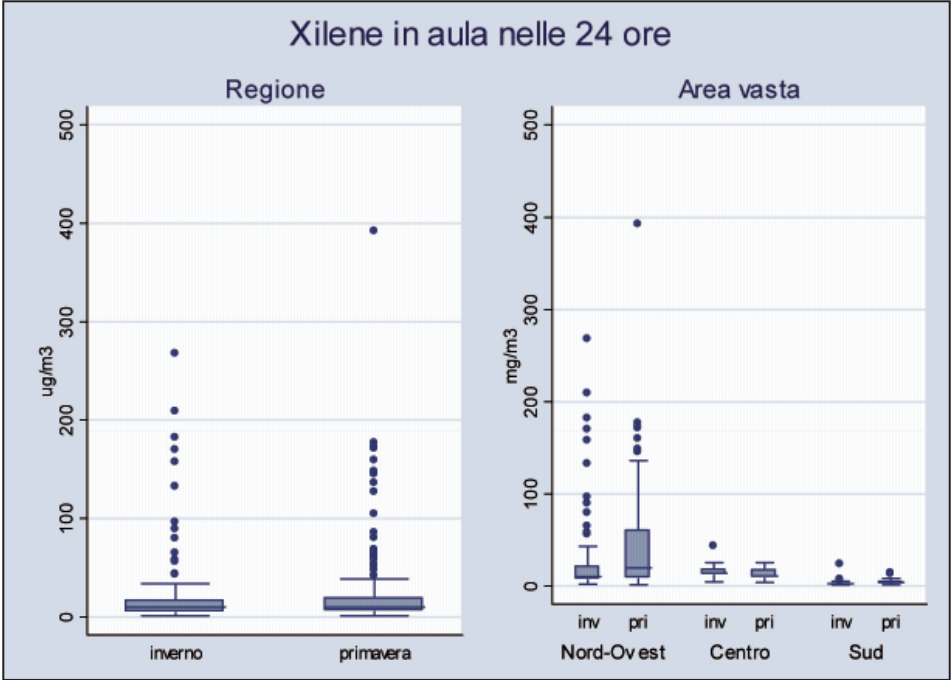


Figura g7b - Xilene

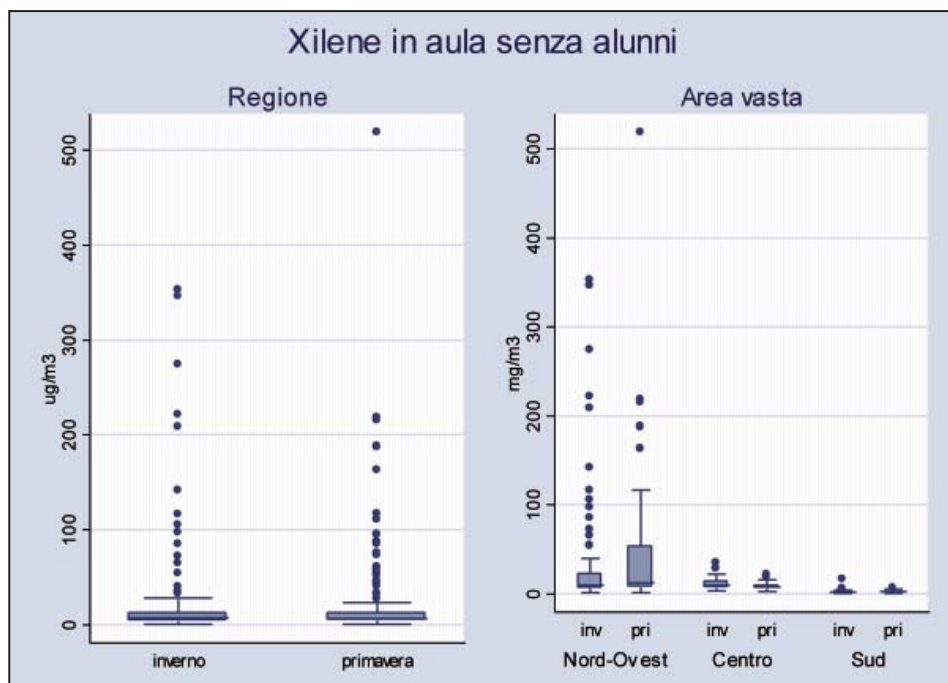
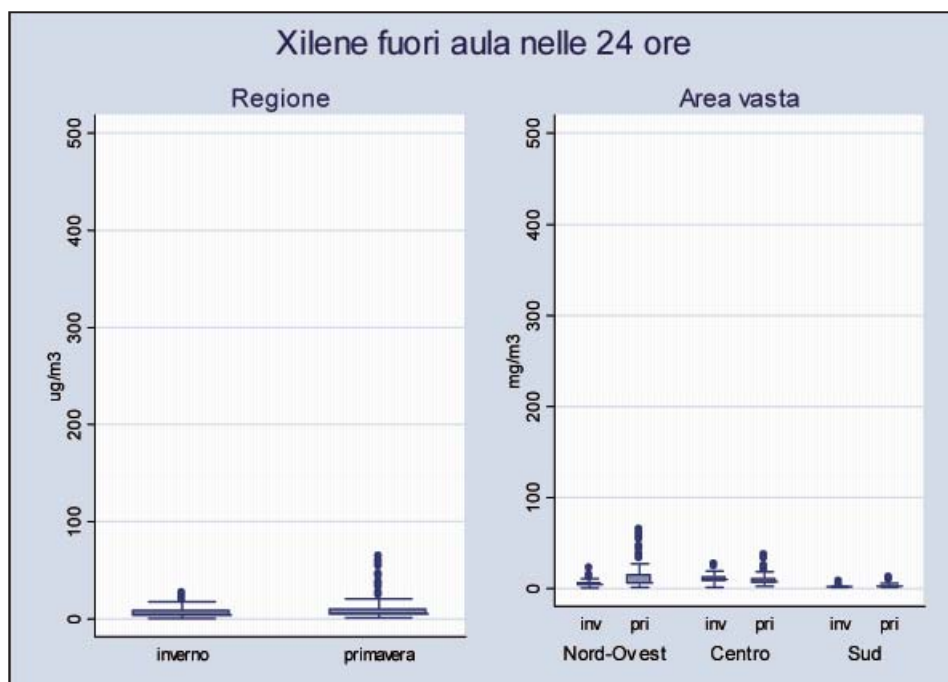


Figura g7d - Xilene



Allegato h

Tabelle descrittive – Per ogni sostanza chimica, per ogni Area Vasta e per singola Azienda USL sono riportati i principali indici descrittivi della distribuzione.

Numero di osservazioni raccolte, media geometrica, media aritmetica, deviazione standard e percentili.

Descrittive complessive e per stagione.

Tabelle di analisi – In queste tabelle sono riportate le descrittive per singolo inquinante e per categorie di alcune variabili prese in esame.

Il valore p si riferisce al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana, per valutare la significatività delle differenze nelle mediane delle misure in gruppi messi a confronto.

Tabelle descrittive

Tabella h1 - Descrittive concentrazioni di PM_{2,5} in µg/m³

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	26	42,0	54,4	50,3	269,4	95,8	73,0	40,5	26,2	15,7	9,0
	LU	28	37,1	41,4	18,4	83,0	77,1	51,5	38,0	28,7	13,0	9,0
	PI	26	52,5	70,9	79,7	394,8	204,2	63,8	41,3	35,7	24,0	22,4
	LI	24	36,9	51,8	58,7	270,0	190,5	47,5	37,7	24,6	9,4	8,5
	VIA	30	35,8	40,9	20,2	88,1	84,4	50,8	37,4	28,3	11,0	9,0
Centro	PT	28	50,6	58,8	34,8	162,1	127,9	81,8	41,9	35,0	26,6	15,8
	PO	30	38,3	43,3	21,2	88,4	85,5	56,3	42,0	25,6	16,3	15,0
	FI	34	55,4	64,1	43,6	214,7	209,3	67,0	51,2	38,3	27,9	25,7
	EM	30	45,8	49,4	22,2	139,9	75,2	55,9	45,4	33,2	26,6	24,7
Sud	SI	30	50,6	57,5	32,4	161,0	118,0	67,0	46,5	39,0	22,0	22,0
	AR	30	60,1	69,9	42,1	190,0	182,0	80,0	57,5	44,0	26,0	24,0
	GR	30	51,7	61,4	36,3	169,0	142,0	78,0	56,5	34,0	17,0	16,0
TOTALE		346	46,0	55,3	41,7	214,7	120,7	66,2	44,0	32,9	18,5	9,0

Tabella h2a - Descrittive concentrazioni di FORMALDEIDE in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in aula con alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	18,9	20,1	6,6	30,8	30,2	26,4	18,7	16,3	8,3	5,9
	LU	30	21,3	23,0	9,3	47,4	39,0	26,9	20,6	15,7	11,4	8,9
	PI	30	15,6	17,2	6,9	30,0	29,1	20,5	16,5	11,7	5,8	5,4
	LI	28	15,2	16,6	6,9	33,3	30,3	21,6	15,5	10,9	8,0	7,4
	VIA	30	16,2	18,8	9,2	38,6	36,1	24,5	19,2	10,4	6,6	2,1
Centro	PT	28	16,5	17,8	7,1	34,3	33,0	20,7	16,4	13,6	8,9	7,3
	PO	30	11,2	12,1	4,6	22,7	19,9	15,4	11,1	8,2	5,1	4,0
	FI	34	12,2	13,2	5,1	29,2	22,5	16,2	13,2	9,3	6,7	3,7
	EM	30	13,6	15,2	7,1	33,3	27,2	19,9	14,2	9,2	5,8	5,5
Sud	SI	30	16,5	17,5	6,2	33,7	28,9	22,2	16,6	11,6	8,8	8,3
	AR	30	17,8	18,9	7,0	37,0	32,0	23,5	16,7	13,3	11,4	11,4
	GR	30	18,1	19,0	5,6	28,5	26,7	24,8	18,4	14,9	11,8	7,5
TOTALE		360	15,8	17,4	7,4	37,5	31,0	21,9	16,2	12,0	7,3	5,1

Tabella h2b - Descrittive concentrazioni di FORMALDEIDE in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in aula senza alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	13,3	14,3	5,6	30,5	25,4	17,0	12,7	9,7	8,3	5,6
	LU	30	16,8	18,6	9,0	51,3	32,1	22,9	16,4	12,1	8,7	6,4
	PI	30	12,4	14,3	7,7	33,7	31,7	18,4	13,1	9,3	4,7	4,6
	LI	28	11,4	13,6	7,9	32,6	28,4	17,7	11,9	6,9	4,3	4,1
	VIA	30	19,0	20,4	7,4	36,5	34,6	25,2	20,1	15,3	8,2	8,2
Centro	PT	28	13,9	15,5	7,8	34,0	29,9	18,5	13,2	10,3	6,9	6,7
	PO	29	11,9	12,7	4,7	23,6	23,5	14,4	12,4	9,4	8,0	3,8
	FI	34	11,7	12,7	4,6	20,7	20,7	15,5	13,4	8,5	5,3	3,2
	EM	30	13,1	14,9	7,3	41,4	27,8	18,1	14,8	11,2	4,9	1,7
Sud	SI	30	14,4	15,9	6,9	32,6	28,3	20,7	14,9	10,8	6,5	3,1
	AR	30	14,2	15,5	6,5	34,2	26,9	19,1	13,8	9,7	7,3	6,7
	GR	30	15,2	16,8	9,0	55,1	26,3	19,7	14,8	11,4	8,1	6,3
TOTALE		359	13,8	15,4	7,4	36,5	29,7	19,5	14,0	10,1	6,3	3,8

Tabella h2c - Descrittive concentrazioni di FORMALDEIDE in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	14,7	15,5	5,1	28,6	24,0	18,0	15,2	11,6	9,1	5,1
	LU	30	18,4	19,7	8,3	50,2	31,7	24,1	16,9	13,9	12,1	10,6
	PI	30	13,1	14,7	6,9	30,6	29,7	18,7	13,8	10,7	4,9	4,8
	LI	28	13,1	14,7	7,2	32,2	28,7	17,1	12,9	9,1	5,5	4,9
	VIA	30	18,6	20,0	7,2	34,4	33,5	25,0	18,4	15,4	8,3	7,8
Centro	PT	28	14,5	15,9	7,5	32,2	30,9	18,1	13,2	11,1	8,0	7,9
	PO	31	11,9	12,4	3,8	22,5	19,3	14,6	11,0	9,8	7,3	6,6
	FI	34	12,0	12,8	4,0	19,8	18,6	15,9	13,5	9,3	6,4	3,3
	EM	30	13,6	15,0	7,0	40,0	27,1	17,9	15,1	11,4	5,1	5,0
Sud	SI	30	15,2	16,3	6,2	30,1	29,3	21,4	15,1	11,4	7,9	7,0
	AR	30	15,0	16,2	6,4	34,9	26,2	20,2	14,9	10,5	9,1	7,9
	GR	30	16,1	17,3	7,5	46,2	26,3	20,7	15,8	12,6	9,3	6,7
TOTALE		361	14,5	15,8	6,8	34,9	29,3	18,9	14,8	11,1	7,2	4,9

Tabella h2d - Descrittive concentrazioni di FORMALDEIDE in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fuori aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	5,2	5,4	1,4	8,5	7,8	6,2	5,4	4,5	2,8	2,4
	LU	30	4,8	5,0	1,7	8,8	8,2	5,9	4,9	3,8	2,3	2,2
	PI	30	4,0	4,5	2,0	8,4	8,2	5,9	4,1	3,2	1,4	1,3
	LI	28	4,0	4,5	1,8	7,4	7,3	5,8	4,5	2,7	1,7	1,5
	VIA	30	5,7	5,9	1,4	9,2	7,7	6,8	6,0	4,8	3,6	3,0
Centro	PT	28	3,0	3,5	1,8	7,2	6,9	4,7	3,0	2,0	1,1	0,9
	PO	29	3,3	3,8	1,9	8,0	6,9	5,2	3,2	2,2	1,6	1,5
	FI	34	2,5	3,0	1,9	8,6	8,4	3,2	2,5	2,2	0,8	0,5
	EM	30	3,4	3,9	1,8	8,7	6,1	5,4	3,8	2,6	0,7	0,5
Sud	SI	30	3,0	3,1	0,9	4,8	4,7	3,8	2,9	2,4	1,8	1,7
	AR	30	4,3	4,6	1,8	8,7	8,0	6,0	4,2	3,1	2,5	1,8
	GR	29	3,5	4,0	2,0	8,7	8,0	5,4	3,3	2,3	1,7	1,6
TOTALE		358	3,8	4,2	1,9	8,7	7,7	5,7	4,1	2,6	1,6	0,8

Tabella h3a - Descrittive concentrazioni di ACETALDEIDE in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in aula con alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	9,1	9,9	4,1	18,6	18,5	12,7	9,6	6,8	3,7	3,6
	LU	30	13,8	16,1	8,9	38,9	32,8	23,2	14,8	9,1	5,6	4,6
	PI	30	11,3	15,4	12,5	44,1	44,0	23,0	10,3	5,8	3,4	2,7
	LI	28	8,3	8,8	3,0	17,1	12,9	10,4	8,7	7,3	3,6	3,6
	VIA	30	8,3	9,1	4,1	20,1	16,6	11,4	8,2	5,8	4,5	3,8
Centro	PT	28	6,7	8,2	5,7	24,9	21,6	8,8	6,3	4,5	2,2	2,2
	PO	30	5,5	6,3	3,8	19,0	15,5	7,6	5,6	3,5	2,8	2,6
	FI	34	4,8	5,1	2,2	13,8	9,5	5,9	4,8	3,6	2,9	2,8
	EM	30	7,1	9,3	9,1	46,6	28,6	9,1	6,3	5,0	2,1	2,1
Sud	SI	30	7,5	8,4	4,4	25,6	14,2	10,6	7,2	5,6	2,5	2,5
	AR	30	6,1	7,2	3,6	15,5	14,1	8,8	7,6	4,8	1,9	1,7
	GR	30	8,1	9,2	4,3	20,6	16,4	12,1	8,6	6,5	3,2	1,4
TOTALE		360	7,7	9,5	7,0	41,8	23,6	11,0	7,6	5,2	2,9	1,9

Tabella h3b - Descrittive concentrazioni di ACETALDEIDE in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in aula senza alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	5,7	7,4	9,2	54,3	12,7	7,8	5,4	3,7	3,1	2,7
	LU	30	13,5	22,5	36,7	189,4	98,0	18,9	10,9	7,7	6,0	3,8
	PI	30	10,9	16,6	15,3	49,0	44,5	28,9	8,4	5,8	2,9	2,6
	LI	28	6,5	7,3	3,1	12,7	11,4	9,8	7,6	4,5	2,6	2,0
	VIA	30	8,6	10,1	6,4	28,7	25,1	11,6	8,1	5,8	3,9	3,2
Centro	PT	28	5,2	9,7	18,4	90,9	49,4	5,2	4,1	3,3	2,6	1,6
	PO	29	4,2	4,7	2,1	10,4	8,9	5,8	4,4	3,2	1,8	0,9
	FI	34	4,6	5,2	3,1	16,6	11,6	6,6	4,6	3,2	1,8	1,6
	EM	30	8,3	12,9	13,7	58,7	48,5	15,3	7,5	5,7	1,7	1,0
Sud	SI	30	6,6	7,3	3,4	18,1	14,6	8,9	6,9	4,2	3,3	2,9
	AR	30	5,7	6,6	2,9	12,8	11,9	8,5	7,0	4,6	2,6	0,6
	GR	30	6,4	7,0	2,9	13,5	13,1	8,2	6,8	4,7	3,3	1,7
TOTALE		359	6,8	9,8	14,4	64,3	28,7	9,2	6,6	4,1	2,6	1,6

Tabella h3c - Descrittive concentrazioni di ACETALDEIDE in µg/m3 in aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	6,7	8,0	7,3	44,4	13,9	8,2	6,5	5,0	3,3	2,9
	LU	30	13,9	20,5	27,9	146,0	77,1	19,3	12,2	8,3	5,6	4,3
	PI	30	11,3	16,3	14,4	47,8	44,5	28,7	8,3	5,8	4,0	2,9
	LI	28	7,5	8,0	2,5	13,8	10,4	9,7	8,4	7,0	3,1	2,4
	VIA	30	8,6	9,9	5,6	25,4	23,8	11,6	8,1	5,8	4,3	3,3
Centro	PT	28	5,5	8,8	13,1	62,8	40,5	5,6	4,6	3,4	2,6	1,9
	PO	31	4,5	4,9	2,1	9,0	8,8	6,7	5,0	3,1	2,1	1,4
	FI	34	4,8	5,2	2,6	14,6	10,9	6,1	4,7	3,5	2,3	2,0
	EM	30	8,4	12,2	11,8	49,0	41,7	15,0	7,0	5,8	1,8	1,8
Sud	SI	30	7,1	7,6	2,9	16,8	12,3	8,9	7,6	5,4	3,8	3,4
	AR	30	5,9	6,7	2,8	12,6	11,9	8,8	7,2	4,0	2,5	1,0
	GR	30	7,0	7,6	2,9	15,0	12,4	8,6	7,6	5,5	3,3	1,6
TOTALE		361	7,2	9,7	11,5	52,2	25,4	9,2	7,2	4,7	2,8	1,8

Tabella h3d - Descrittive concentrazioni di ACETALDEIDE in µg/m3 fuori aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	2,8	3,1	1,2	6,2	4,8	3,9	2,9	2,0	1,2	1,2
	LU	30	3,7	4,0	1,4	7,0	6,5	4,8	3,9	3,3	0,9	0,9
	PI	30	2,8	3,4	2,3	12,2	7,3	3,8	2,8	1,6	1,2	1,0
	LI	28	2,6	2,8	1,2	5,4	5,2	3,4	2,7	1,9	1,5	1,4
	VIA	30	3,0	3,3	1,4	5,7	5,5	3,9	3,1	2,2	1,4	1,1
Centro	PT	28	2,1	2,2	0,8	3,7	3,6	3,1	2,0	1,5	1,0	1,0
	PO	29	2,0	2,2	1,0	5,0	4,5	2,7	2,0	1,5	1,1	0,9
	FI	34	1,8	2,0	1,0	4,9	4,7	2,3	1,6	1,3	1,1	0,5
	EM	30	2,1	2,3	1,0	4,2	4,0	2,9	2,3	1,7	0,9	0,7
Sud	SI	30	2,1	2,3	0,7	3,4	3,4	2,9	2,2	1,7	1,4	0,5
	AR	30	2,8	3,0	1,2	6,4	5,6	3,4	2,8	2,4	1,2	1,1
	GR	29	2,4	2,5	0,8	4,6	4,5	2,9	2,3	2,0	1,6	1,4
TOTALE		358	2,5	2,8	1,3	6,5	5,3	3,4	2,5	1,7	1,1	0,9

Tabella h4a - Descrittive concentrazioni di BENZENE in µg/m3 in aula con alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	3,6	4,8	5,1	28,0	10,9	4,7	3,5	2,3	1,2	1,2
	LU	30	4,1	4,6	2,3	10,2	9,6	5,8	3,8	2,9	1,6	1,6
	PI	30	4,1	7,2	12,8	67,2	34,4	6,6	3,2	2,3	1,3	0,8
	LI	28	2,3	2,7	1,6	5,9	5,5	4,1	2,7	1,2	1,1	0,6
	VIA	30	2,7	3,3	2,3	9,7	7,9	4,3	2,3	1,6	1,3	0,6
Centro	PT	27	9,1	11,0	9,3	51,6	20,8	12,2	8,9	6,3	4,0	4,0
	PO	30	8,7	9,9	6,9	42,1	15,4	11,8	8,6	5,8	4,7	4,3
	FI	34	6,6	7,3	3,6	18,6	15,1	9,1	6,8	4,6	3,6	3,4
	EM	30	6,8	7,5	3,6	19,7	15,5	8,0	6,5	5,6	3,4	3,3
Sud	SI	30	1,9	2,2	1,6	9,5	3,8	2,5	1,6	1,3	1,2	0,9
	AR	29	2,0	2,4	1,5	7,3	5,9	3,0	2,1	1,4	0,9	0,4
	GR	29	1,7	1,9	0,9	3,7	3,6	2,3	1,6	1,3	0,8	0,8
TOTALE		357	3,8	5,5	6,2	34,4	14,0	6,6	3,9	2,0	1,2	0,8

Tabella h4b - Descrittive concentrazioni di BENZENE in µg/m3 in aula senza alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	1,3	1,6	1,0	3,8	3,2	2,3	1,3	0,6	0,4	0,2
	LU	30	2,4	2,9	2,0	8,4	7,1	4,2	2,3	1,4	0,9	0,5
	PI	30	1,8	2,2	1,3	5,5	4,8	2,8	1,8	1,1	0,7	0,5
	LI	28	1,6	1,8	0,8	4,4	3,2	2,1	1,8	1,1	0,8	0,5
	VIA	30	1,8	2,8	2,9	14,1	7,2	4,0	1,6	0,6	0,5	0,5
Centro	PT	27	4,2	5,1	3,1	11,4	10,0	7,7	3,9	2,5	1,6	1,1
	PO	30	4,2	5,0	3,7	20,9	9,4	6,9	3,5	2,9	1,9	1,7
	FI	34	4,4	4,9	2,5	11,2	10,6	5,6	4,4	3,1	2,0	1,6
	EM	30	3,3	3,6	1,4	7,6	5,9	4,5	3,2	2,6	1,5	1,3
Sud	SI	30	0,8	0,9	0,4	1,6	1,4	1,3	1,0	0,6	0,4	0,4
	AR	29	1,1	1,1	0,4	1,8	1,8	1,4	1,1	1,0	0,4	0,4
	GR	29	0,8	0,9	0,5	2,0	1,8	1,3	0,9	0,5	0,4	0,4
TOTALE		356	2,0	2,8	2,5	11,2	7,7	3,5	2,0	1,1	0,4	0,4

Tabella h4c - Descrittive concentrazioni di BENZENE in µg/m3 in aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	1,9	2,3	1,4	6,3	4,7	3,3	2,0	1,2	0,7	0,7
	LU	30	2,9	3,3	1,9	9,0	7,4	3,5	2,7	2,1	1,4	1,3
	PI	29	2,4	3,0	2,4	12,4	7,5	3,8	2,1	1,5	1,1	1,0
	LI	28	1,9	2,1	0,9	4,3	4,2	2,5	1,9	1,5	1,0	0,7
	VIA	30	2,1	2,9	2,6	11,8	6,8	4,5	1,7	1,0	0,7	0,6
Centro	PT	27	5,5	6,3	3,3	13,2	12,6	8,2	5,0	3,4	2,5	2,3
	PO	31	5,4	6,2	4,2	25,2	10,6	8,0	4,6	3,9	3,2	3,0
	FI	34	5,2	5,5	2,0	11,2	10,0	6,7	5,3	4,3	2,7	2,5
	EM	30	4,2	4,4	1,3	7,8	6,9	5,2	4,1	3,5	2,6	2,3
Sud	SI	28	1,1	1,2	0,5	2,7	1,9	1,4	1,2	0,9	0,6	0,6
	AR	29	1,3	1,4	0,4	2,5	2,3	1,5	1,4	1,1	0,6	0,6
	GR	29	1,1	1,2	0,5	2,0	1,9	1,6	1,2	0,9	0,6	0,6
TOTALE		355	2,5	3,4	2,8	12,4	8,8	4,4	2,6	1,4	0,7	0,6

Tabella h4d - Descrittive concentrazioni di BENZENE in µg/m3 fuori aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	29	1,6	2,1	1,5	6,5	4,7	2,7	1,4	1,1	0,4	0,4
	LU	30	2,2	2,7	1,7	7,2	6,4	3,4	2,5	1,1	0,9	0,8
	PI	28	1,7	2,0	1,2	4,6	4,6	2,7	1,6	1,1	0,9	0,3
	LI	28	2,1	2,2	0,9	4,3	4,2	2,7	2,1	1,6	1,0	0,9
	VIA	30	1,5	2,4	2,3	8,0	7,9	3,7	1,8	0,9	0,4	0,1
Centro	PT	28	4,2	4,8	2,5	9,9	9,6	6,5	3,5	2,9	2,4	1,3
	PO	28	4,2	4,7	2,4	10,4	9,6	5,7	3,9	2,8	2,2	2,1
	FI	34	4,0	4,7	3,0	12,5	11,9	5,0	3,8	2,5	1,8	1,7
	EM	28	3,5	3,8	1,5	7,1	6,0	3,1	3,9	2,7	1,6	1,3
Sud	SI	30	0,9	1,0	0,4	1,7	1,6	1,3	1,1	0,7	0,3	0,3
	AR	30	1,2	1,3	0,5	2,5	2,3	1,6	1,2	1,0	0,4	0,3
	GR	29	1,0	1,3	1,1	6,1	2,9	1,4	1,1	0,8	0,3	0,3
TOTALE		352	2,0	2,8	2,2	10,5	7,3	3,6	2,2	1,2	0,5	0,3

Tabella h5a - Descrittive concentrazioni di TOLUENE µg/m3 in aula con alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	10,8	16,3	14,6	53,6	52,4	23,6	11,2	5,4	2,2	0,7
	LU	30	13,8	27,5	43,7	175,6	174,7	23,0	10,6	6,5	4,7	1,6
	PI	30	9,2	12,6	10,5	43,2	38,5	15,5	9,7	5,9	2,2	1,1
	LI	28	23,9	74,3	138,6	555,1	401,7	41,2	16,8	8,4	4,6	4,4
	VIA	30	5,8	9,6	7,8	28,2	27,3	12,6	8,9	3,4	0,6	0,5
Centro	PT	27	40,8	49,1	37,4	206,5	91,0	61,3	39,4	26,3	17,2	12,2
	PO	30	25,4	29,3	16,6	81,6	72,6	34,2	30,1	16,4	10,0	8,8
	FI	34	14,2	16,8	12,6	75,3	37,1	19,0	14,0	9,9	5,3	4,9
	EM	30	31,0	33,8	13,7	64,0	63,7	41,4	32,8	22,6	14,7	10,3
Sud	SI	30	24,3	50,4	92,4	518,4	105,1	59,6	32,9	9,6	3,2	3,1
	AR	29	20,7	64,0	191,9	1049,5	127,8	41,5	19,8	9,0	3,2	3,2
	GR	29	28,6	60,6	90,4	460,1	178,2	76,2	33,9	10,8	5,1	2,1
TOTALE		357	18,0	36,3	80,5	460,1	109,4	36,7	17,7	9,0	3,2	0,7

Tabella h5b - Descrittive concentrazioni di TOLUENE µg/m3 in aula senza alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	3,9	5,7	6,3	33,9	17,1	6,1	4,0	2,8	1,1	0,1
	LU	30	10,6	17,4	25,9	116,8	96,4	16,4	8,7	5,9	3,9	2,4
	PI	29	4,4	6,0	3,4	11,8	11,5	8,5	6,5	3,3	0,3	0,2
	LI	28	13,3	31,6	44,5	157,8	153,7	46,1	7,9	5,5	3,1	1,1
	VIA	30	6,6	13,4	14,6	49,6	48,7	15,5	7,1	4,7	0,1	0,1
Centro	PT	28	11,8	13,6	8,0	44,2	26,4	15,3	13,2	8,2	4,8	4,3
	PO	29	9,4	11,6	8,5	40,6	29,2	13,6	8,8	5,6	4,4	2,9
	FI	34	9,6	11,1	6,2	32,5	23,3	13,2	10,0	6,8	3,7	2,6
	EM	30	11,8	12,4	4,4	24,9	21,6	14,8	11,2	9,7	6,7	5,3
Sud	SI	28	13,3	34,4	88,6	480,7	50,7	32,2	14,7	5,4	1,8	1,8
	AR	30	9,1	16,4	19,4	81,0	75,5	19,8	12,8	2,8	1,6	1,4
	GR	30	14,2	59,1	131,3	662,8	270,2	36,5	11,3	3,4	2,2	1,8
TOTALE		356	9,1	19,2	50,0	186,4	50,7	15,5	9,0	5,2	1,8	0,2

Tabella h5c - Descrittive concentrazioni di TOLUENE µg/m3 in aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	6,1	7,9	6,7	31,9	22,9	10,4	6,2	3,8	1,7	1,5
	LU	30	11,8	20,0	30,4	131,8	119,2	15,9	9,1	7,2	4,4	3,3
	PI	29	5,7	7,1	3,9	14,1	13,9	10,2	6,8	3,7	1,1	0,9
	LI	28	17,6	42,3	60,3	205,6	176,6	46,0	9,5	6,8	4,4	4,0
	VIA	30	8,1	12,5	11,4	39,0	37,4	17,3	7,3	5,3	2,4	0,3
Centro	PT	27	18,7	20,3	11,3	71,6	31,1	20,9	17,7	14,9	12,7	9,1
	PO	31	13,8	15,7	8,9	48,9	31,3	20,0	13,4	9,7	6,5	4,5
	FI	34	11,2	12,6	6,7	34,6	31,9	15,4	11,0	8,2	4,6	3,4
	EM	30	16,6	17,1	4,2	28,3	24,9	20,4	17,1	13,5	11,7	9,4
Sud	SI	28	18,2	38,5	75,6	398,1	147,8	32,4	22,2	9,3	2,7	2,1
	AR	29	12,9	26,3	49,8	269,5	75,9	25,2	11,3	5,1	2,6	2,3
	GR	29	21,4	57,4	106,4	556,7	150,9	53,0	29,3	6,1	3,2	2,9
TOTALE		355	12,4	22,7	46,2	205,6	71,6	20,3	12,7	6,8	2,7	1,5

Tabella h5d - Descrittive concentrazioni di TOLUENE µg/m3 fuori aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	29	3,8	6,2	9,4	49,2	21,7	4,6	3,6	2,4	0,7	0,7
	LU	30	5,6	10,9	19,4	93,9	64,0	9,4	4,5	2,9	1,8	1,5
	PI	28	4,6	5,4	2,9	13,5	10,3	6,6	4,9	3,5	1,3	1,2
	LI	28	11,0	45,3	150,9	808,1	68,8	19,2	7,4	4,6	2,9	1,2
	VIA	30	7,1	12,4	13,6	58,5	40,6	13,3	7,1	3,3	1,0	0,2
Centro	PT	28	9,8	10,9	4,5	19,7	19,4	13,9	11,6	8,1	3,5	2,4
	PO	28	9,8	11,3	5,5	23,0	22,3	14,2	10,9	7,8	2,7	2,5
	FI	34	6,4	9,2	8,8	34,2	31,2	11,9	6,1	3,3	1,9	1,7
	EM	28	12,2	12,6	3,3	18,6	18,4	15,1	12,1	10,5	8,1	7,8
Sud	SI	30	10,1	20,9	33,3	178,1	54,3	26,6	11,0	3,1	2,1	1,7
	AR	30	9,4	21,6	42,9	234,4	59,0	22,7	9,0	3,4	1,9	1,6
	GR	29	9,5	24,1	46,6	215,5	152,9	20,5	9,2	3,3	1,7	1,5
TOTALE		352	7,8	15,8	48,4	178,1	46,8	14,2	7,8	3,5	1,8	1,0

Tabella h6a - Descrittive concentrazioni di ETILBENZENE µg/m3 in aula con alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	3,0	5,6	8,4	37,5	24,5	3,8	2,8	1,7	0,5	0,5
	LU	30	4,0	6,5	7,6	32,1	24,6	7,8	2,6	1,9	1,7	1,6
	PI	30	7,3	45,1	87,0	316,0	270,6	39,6	2,9	1,9	1,0	0,4
	LI	28	5,3	33,7	69,8	223,4	222,4	11,9	3,0	1,5	1,1	1,0
	VIA	30	2,9	6,0	10,3	56,6	15,8	6,5	2,9	2,1	0,1	0,1
Centro	PT	27	8,8	9,5	3,5	16,2	15,1	11,7	9,4	6,8	4,3	3,6
	PO	30	5,6	6,3	3,4	18,1	15,0	7,5	6,4	3,9	2,5	2,5
	FI	34	4,7	5,4	3,0	14,2	10,8	8,2	4,4	3,1	2,3	2,0
	EM	30	6,6	7,2	3,3	18,8	12,0	8,8	6,4	5,4	2,9	2,9
Sud	SI	30	1,5	2,1	2,7	10,8	9,6	1,8	1,2	1,0	0,7	0,7
	AR	29	1,8	4,0	11,2	61,8	6,2	2,5	1,6	0,9	0,7	0,7
	GR	29	1,3	1,8	2,5	14,0	4,6	1,5	1,3	0,9	0,7	0,6
TOTALE		357	3,7	11,0	34,5	223,4	34,0	7,5	3,2	1,7	0,8	0,4

Tabella h6b - Descrittive concentrazioni di ETILBENZENE µg/m3 in aula senza alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	0,7	1,3	2,1	11,1	5,6	1,2	0,7	0,5	0,1	0,0
	LU	30	2,0	4,8	7,9	28,3	22,6	2,3	1,5	1,1	0,6	0,5
	PI	29	1,6	3,1	5,1	20,0	17,8	2,1	1,2	0,9	0,3	0,3
	LI	28	1,3	6,2	15,2	54,1	50,2	1,8	1,1	0,6	0,3	0,0
	VIA	30	1,5	7,2	17,1	80,3	42,2	1,9	1,3	0,9	0,0	0,0
Centro	PT	28	2,3	2,6	1,2	4,7	4,7	3,8	2,5	1,5	1,1	0,8
	PO	29	1,9	2,3	1,5	8,0	4,5	3,1	1,8	1,2	0,7	0,7
	FI	34	2,4	2,9	2,1	10,4	9,0	3,2	2,6	1,6	1,0	0,9
	EM	30	2,1	2,2	1,0	5,6	4,0	2,6	2,2	1,5	1,0	1,0
Sud	SI	28	0,5	0,7	0,6	3,0	2,0	0,9	0,5	0,3	0,1	0,1
	AR	30	0,7	1,3	3,0	17,0	2,6	0,9	0,6	0,4	0,2	0,2
	GR	30	0,5	0,6	0,3	1,2	1,2	0,9	0,5	0,4	0,1	0,1
TOTALE		356	1,3	2,9	7,4	42,8	10,4	2,2	1,3	0,7	0,3	0,0

Tabella h6c - Descrittive concentrazioni di ETILBENZENE µg/m3 in aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	1,3	2,3	3,3	15,6	11,0	1,8	1,2	0,9	0,2	0,2
	LU	30	2,8	5,0	6,8	27,4	19,4	5,0	1,9	1,5	1,0	1,0
	PI	29	3,0	7,6	11,3	35,2	33,4	9,1	1,6	1,2	0,6	0,5
	LI	28	2,7	11,5	23,2	89,6	68,2	3,5	1,4	1,1	0,6	0,5
	VIA	30	2,0	6,8	13,8	62,0	35,0	2,9	1,8	1,4	0,1	0,1
Centro	PT	27	3,8	4,0	1,3	7,0	6,1	4,9	4,0	3,1	1,7	1,6
	PO	31	2,8	3,3	1,9	10,0	6,8	4,4	2,7	1,9	1,1	1,1
	FI	34	3,2	3,6	2,0	10,3	8,9	4,7	2,9	2,2	1,7	1,3
	EM	30	3,2	3,3	1,0	6,9	5,5	3,7	3,2	2,6	2,3	2,2
Sud	SI	28	0,8	1,0	0,8	3,1	3,0	1,1	0,6	0,5	0,3	0,3
	AR	29	0,9	1,9	4,9	27,3	3,3	1,1	0,9	0,5	0,4	0,3
	GR	29	0,8	0,9	0,8	4,8	1,7	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3
TOTALE		355	2,0	4,2	9,1	52,5	18,5	3,5	1,9	1,0	0,4	0,2

Tabella h6d - Descrittive concentrazioni di ETILBENZENE µg/m3 fuori aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	29	0,9	1,7	3,2	16,9	5,2	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1
	LU	30	1,3	2,2	4,2	23,5	5,7	2,0	1,0	0,8	0,6	0,6
	PI	28	2,1	5,1	7,0	23,5	22,6	8,3	1,5	0,8	0,3	0,2
	LI	28	1,9	5,2	9,5	34,6	31,2	3,3	1,4	0,8	0,4	0,3
	VIA	30	1,4	3,1	4,3	19,6	11,4	2,6	1,3	1,1	0,0	0,0
Centro	PT	28	2,1	2,4	1,0	4,4	3,8	3,4	2,2	1,8	0,8	0,2
	PO	28	2,1	2,3	1,1	5,5	4,2	3,0	2,0	1,7	0,8	0,8
	FI	34	1,7	2,4	2,2	8,7	7,8	2,7	1,6	0,9	0,6	0,6
	EM	28	2,0	2,1	0,6	3,6	3,0	2,5	2,1	1,7	1,4	1,2
Sud	SI	30	0,6	0,7	0,5	2,3	1,9	0,7	0,5	0,4	0,2	0,2
	AR	30	0,6	0,8	1,2	6,8	1,1	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2
	GR	29	0,4	0,5	0,4	2,4	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2
TOTALE		352	1,2	2,4	4,2	23,5	9,0	2,3	1,2	0,6	0,3	0,1

Tabella h7a - Descrittive concentrazioni di XILENE µg/m3 in aula con alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	13,2	19,1	20,0	86,8	69,7	17,7	11,9	8,2	3,6	3,2
	LU	30	15,3	22,4	23,0	103,5	68,5	30,1	13,0	7,6	5,4	4,5
	PI	30	23,6	81,9	143,2	569,4	466,9	69,3	15,8	9,6	3,1	0,6
	LI	28	19,9	65,7	118,5	400,8	396,9	25,4	16,0	6,2	3,7	3,5
	VIA	30	10,7	14,9	14,2	75,4	35,9	17,7	10,9	7,7	1,4	1,1
Centro	PT	27	36,0	40,3	17,4	73,9	70,4	53,9	41,4	27,6	13,1	9,8
	PO	30	23,6	26,4	13,2	74,2	46,2	33,1	28,8	16,0	11,0	8,7
	FI	34	15,5	17,8	10,5	48,1	42,3	20,2	15,6	10,9	6,7	6,6
	EM	30	28,5	31,7	14,1	64,1	58,9	41,4	28,6	23,5	10,7	10,6
Sud	SI	30	5,8	9,2	13,5	52,1	47,4	6,9	4,5	3,7	2,9	2,9
	AR	29	6,2	7,9	8,2	46,2	18,1	8,4	5,6	3,8	2,5	2,4
	GR	29	5,0	5,6	3,2	18,4	10,5	6,0	4,9	3,5	2,8	2,6
TOTALE		357	14,3	28,4	58,5	396,9	72,2	29,2	13,3	6,5	3,2	2,4

Tabella h7b - Descrittive concentrazioni di XILENE µg/m3 in aula senza alunni

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	8,4	12,9	16,0	75,4	51,7	12,8	7,2	4,7	2,5	1,8
	LU	30	10,6	21,1	32,8	141,5	97,1	10,5	7,6	6,1	3,2	2,9
	PI	29	9,0	21,8	36,8	162,8	116,1	14,4	9,4	4,3	1,5	0,9
	LI	28	26,4	65,2	86,9	345,9	274,0	84,0	26,9	9,5	1,9	1,5
	VIA	30	33,0	87,4	120,7	518,2	352,8	105,0	28,7	8,0	5,1	0,8
Centro	PT	28	9,4	11,0	5,9	22,0	20,1	15,7	9,1	5,6	3,3	3,3
	PO	29	7,4	9,0	6,5	34,6	19,6	11,7	7,8	4,3	2,9	2,5
	FI	34	8,2	9,7	5,7	28,1	21,4	12,9	8,1	5,4	3,4	2,7
	EM	30	7,4	7,9	3,1	18,4	13,0	9,1	7,8	5,3	3,8	3,6
Sud	SI	28	1,7	2,2	1,5	6,2	5,1	2,9	1,7	1,1	0,5	0,2
	AR	30	2,3	3,0	2,9	16,2	6,3	3,1	2,3	1,5	0,8	0,8
	GR	30	1,7	2,1	1,2	5,4	4,2	2,9	1,8	1,3	0,3	0,3
TOTALE		356	7,2	20,8	51,5	274,0	97,1	12,9	6,9	3,2	1,2	0,5

Tabella h7c - Descrittive concentrazioni di XILENE µg/m3 in aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	30	10,2	14,1	14,1	60,5	57,8	16,6	9,4	6,0	2,8	2,4
	LU	30	12,3	20,9	28,9	131,8	88,8	15,7	9,0	6,4	4,9	4,2
	PI	29	13,2	27,6	36,5	159,0	95,7	25,1	10,6	4,9	2,0	1,8
	LI	28	28,4	60,3	65,1	208,7	181,7	115,5	31,3	10,4	3,0	2,3
	VIA	30	29,9	69,6	91,1	392,0	267,3	80,0	24,7	9,4	5,8	0,9
Centro	PT	27	15,6	16,7	5,4	24,5	24,4	21,0	16,8	13,4	5,7	4,4
	PO	31	11,5	13,3	7,7	42,6	25,2	17,8	11,2	7,4	4,7	3,8
	FI	34	10,8	12,0	5,5	23,8	22,1	16,0	10,5	7,3	5,0	4,1
	EM	30	12,7	13,1	3,6	24,9	18,0	14,5	13,4	10,3	8,6	8,1
Sud	SI	28	2,8	3,8	3,5	13,9	12,6	4,5	2,2	1,8	1,3	1,1
	AR	29	3,3	4,1	4,0	23,1	8,2	4,4	3,1	2,2	1,4	1,3
	GR	29	2,8	3,1	1,3	6,8	5,4	3,9	2,9	2,1	1,4	1,3
TOTALE		355	10,0	21,4	40,4	181,7	95,7	18,0	9,9	4,7	1,7	1,3

Tabella h7d - Descrittive concentrazioni di XILENE µg/m3 fuori aula nelle 24 ore

ZONA	USL	oss	geom	media	std	perc99	perc95	quart3	mediana	quart1	perc5	perc1
Nord-Ovest	MS	29	4,0	6,4	10,2	56,6	13,4	6,9	4,0	2,4	1,2	1,1
	LU	30	4,5	5,0	2,6	12,0	11,1	6,3	4,1	3,3	2,2	2,1
	PI	28	7,8	13,9	15,3	53,7	46,0	19,2	6,2	4,0	1,2	1,0
	LI	28	6,7	11,9	16,6	64,6	60,0	11,4	5,8	3,0	1,9	1,7
	VIA	30	5,5	7,9	7,3	34,1	21,7	10,0	5,3	3,8	0,5	0,4
Centro	PT	28	8,9	10,4	4,7	18,6	18,2	13,3	10,4	6,8	2,8	1,0
	PO	28	8,7	9,9	5,1	24,2	19,9	12,8	8,6	6,9	3,0	2,9
	FI	34	6,2	8,9	8,7	36,4	32,7	11,2	6,1	3,1	2,1	1,8
	EM	28	8,2	8,7	3,0	15,7	13,6	10,5	8,8	6,5	4,0	3,8
Sud	SI	30	2,1	2,8	2,8	11,8	10,3	3,1	1,8	1,5	0,9	0,8
	AR	30	2,3	2,6	1,5	7,2	5,1	3,5	2,1	1,4	1,1	1,1
	GR	29	1,5	1,8	1,1	5,8	3,5	2,3	1,3	1,0	0,7	0,7
TOTALE		352	4,8	7,4	8,8	53,7	20,8	9,6	4,7	2,4	1,1	0,7

Tabella h8 - Concentrazioni di PM_{2,5}

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	46,0	62,8	62,4	269,4	73,0	44,0	26,2	9,0	11	37,0	43,0	25,0	82,9	77,1	33,5	22,5	15,7	
	LU	13	38,2	45,1	23,3	83,0	63,8	43,7	31,1	9,0	15	36,1	38,1	12,9	68,8	42,8	37,7	28,5	18,8	
	PI	13	55,2	64,1	43,0	186,6	69,2	51,8	38,5	24,0	13	49,9	77,8	106,2	394,8	50,6	37,2	34,7	22,4	
	LI	12	32,0	50,8	70,7	270,0	44,7	34,3	19,1	8,5	12	42,6	52,8	46,9	190,5	47,5	40,7	25,1	23,4	
	VIA	15	37,4	43,2	21,6	88,1	52,8	41,9	30,7	9,0	15	34,3	38,5	19,3	84,4	44,1	36,9	26,4	11,0	
Centro	PT	14	62,3	74,4	41,9	162,1	102,5	78,8	35,2	15,8	14	41,1	43,3	15,5	83,1	53,0	38,1	32,4	26,6	
	PO	15	42,1	47,4	22,1	85,5	68,5	44,3	24,6	16,4	15	34,8	39,2	20,2	88,4	51,7	33,8	25,6	15,0	
	FI	17	56,3	68,8	56,1	214,7	68,8	48,8	37,9	28,9	17	54,5	59,5	26,9	120,7	66,7	52,6	41,3	25,7	
	EM	16	46,1	47,8	13,1	75,2	56,0	44,8	41,2	24,7	15	45,4	50,7	28,9	139,9	55,9	47,4	30,5	26,6	
Sud	SI	15	59,7	69,7	39,5	161,0	98,0	65,0	39,0	22,0	15	42,9	45,3	17,1	97,0	51,0	43,0	39,0	22,0	
	AR	15	77,2	89,2	49,4	190,0	120,0	80,0	55,0	27,0	15	46,8	50,5	20,8	95,0	62,0	47,0	36,0	24,0	
	GR	15	78,5	84,7	35,3	169,0	104,0	78,0	60,0	41,0	15	34,1	38,1	18,1	70,0	52,0	34,0	22,0	16,0	
Regione		174	51,2	62,6	44,2	269,4	77,0	50,8	35,9	9,0	172	41,3	47,9	37,5	204,2	52,1	40,2	29,3	15,0	

Tabella h9a - Concentrazioni di FORMALDEIDE in aula con alunni

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	15,4	16,2	4,9	26,4	18,7	17,0	15,0	5,9	15	23,2	24,0	5,8	30,8	29,1	25,1	20,6	11,5	
	LU	15	20,4	21,4	7,0	39,0	25,2	20,3	15,7	12,4	15	22,1	24,5	11,1	47,4	33,9	23,5	14,0	8,9	
	PI	15	11,6	12,7	4,9	20,5	16,2	13,1	8,5	5,4	15	20,9	21,6	5,7	30,0	27,1	20,4	16,8	11,7	
	LI	14	12,0	12,8	4,9	22,6	15,8	12,0	8,6	7,4	14	19,3	20,3	6,8	33,3	24,9	20,2	15,2	10,3	
	VIA	15	13,0	15,1	7,0	24,5	21,3	13,8	9,9	2,1	15	20,3	22,5	9,9	38,6	30,6	22,4	11,4	8,9	
Centro	PT	14	16,0	16,6	4,7	28,3	18,2	16,0	13,6	8,9	14	17,0	19,0	9,0	34,3	28,3	17,2	11,6	7,3	
	PO	15	10,1	10,9	4,6	22,7	12,5	10,5	7,9	4,0	15	12,5	13,2	4,4	19,9	16,6	14,3	8,2	6,6	
	FI	17	12,1	13,4	6,3	29,2	17,2	12,7	9,2	3,7	17	12,4	12,9	3,7	18,3	15,8	13,7	10,3	6,7	
	EM	15	11,4	12,3	5,2	22,7	15,7	12,4	9,7	5,5	15	16,3	18,1	7,8	33,3	24,3	17,1	12,6	6,0	
	Sud	SI	15	16,3	16,9	4,7	24,0	21,4	15,5	14,1	8,8	15	16,6	18,1	7,6	33,7	23,5	17,7	11,5	8,3
	AR	15	16,8	17,8	6,9	32,0	21,3	14,3	13,1	11,4	15	18,9	20,0	7,2	37,0	24,6	17,5	15,7	11,4	
	GR	15	15,8	16,5	5,1	25,2	20,8	15,6	12,7	7,5	15	20,8	21,4	5,0	28,5	25,8	21,3	17,0	12,3	
Regione		180	14,0	15,3	6,1	32,0	18,8	14,9	11,1	3,7	180	17,9	19,6	7,9	38,6	25,1	18,3	13,7	6,6	

Tabella h9b - Concentrazioni di FORMALDEIDE in aula senza alunni

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	11,2	11,8	3,9	20,1	14,7	10,7	8,9	5,6	15	15,9	16,8	6,0	30,5	21,4	15,5	12,3	9,5	
	LU	15	13,9	14,8	5,5	23,8	20,2	14,2	10,0	6,4	15	20,4	22,3	10,4	51,3	28,4	21,2	14,3	9,0	
	PI	15	9,7	10,9	5,4	22,6	13,8	11,3	5,9	4,6	15	15,9	17,6	8,4	33,7	21,0	16,0	10,3	8,1	
	LI	14	7,2	7,8	3,0	12,4	11,2	7,6	4,9	4,1	14	18,1	19,3	7,0	32,6	25,8	17,7	14,7	7,1	
	VIA	15	16,0	16,9	5,7	28,0	19,6	17,2	12,4	8,2	15	22,5	23,9	7,5	36,5	27,5	25,2	20,6	8,2	
Centro	PT	14	12,6	13,6	5,9	29,8	15,5	12,7	9,9	6,7	14	15,3	17,3	9,2	34,0	27,6	13,7	10,7	7,5	
	PO	14	11,3	11,8	4,2	23,6	13,9	10,2	8,7	8,0	15	12,5	13,5	5,2	23,5	17,1	13,4	9,9	3,8	
	FI	17	9,1	10,0	4,3	20,7	11,9	8,5	6,8	3,2	17	15,1	15,4	3,2	20,7	16,0	15,3	14,8	8,9	
	EM	15	10,0	11,4	4,8	18,1	14,9	11,3	9,5	1,7	15	17,2	18,4	7,8	41,4	19,6	16,4	13,4	7,4	
Sud	SI	15	15,6	16,8	6,8	32,6	21,4	15,1	11,0	6,5	15	13,3	15,1	7,2	28,3	19,7	14,2	9,4	3,1	
	AR	15	12,0	13,0	5,5	24,2	16,9	12,2	7,9	6,7	15	16,9	18,0	6,7	34,2	22,5	17,1	13,3	9,4	
	GR	15	12,4	12,9	3,5	18,6	15,2	12,8	9,7	6,3	15	18,6	20,7	11,1	55,1	23,9	19,7	13,9	8,1	
Regione		179	11,5	12,7	5,4	29,8	15,3	11,8	8,9	3,2	180	16,6	18,2	8,0	51,3	21,9	16,4	12,8	3,8	

Tabella h9c - Concentrazioni di FORMALDEIDE in aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	12,1	12,7	3,7	19,7	15,7	12,1	10,6	5,1	15	17,8	18,3	4,8	28,6	23,1	17,1	14,5	11,1
	LU	15	16,0	16,6	4,5	24,4	20,2	15,4	13,0	10,6	15	21,1	22,8	10,0	50,2	29,6	19,2	15,0	12,1
	PI	15	10,1	11,3	5,3	22,2	14,5	11,5	5,9	4,8	15	16,9	18,0	6,8	30,6	20,2	17,2	11,6	10,3
	LI	14	9,2	9,7	3,3	16,7	12,3	9,4	7,2	4,9	14	18,5	19,6	6,6	32,2	25,6	17,1	15,4	9,0
	VIA	15	15,6	16,5	5,5	26,3	19,8	16,6	11,6	7,8	15	22,3	23,5	7,1	34,4	29,0	24,5	17,8	8,3
Centro	PT	14	13,4	14,2	5,4	29,5	16,3	13,1	11,1	8,0	14	15,7	17,6	9,0	32,2	27,8	13,5	11,1	7,9
	PO	16	11,1	11,5	3,1	19,3	12,9	10,4	9,6	7,3	15	12,7	13,4	4,3	22,5	16,7	14,0	9,8	6,6
	FI	17	10,1	11,0	4,2	18,0	13,5	11,2	7,8	3,3	17	14,3	14,6	3,0	19,8	16,2	14,9	12,6	8,1
	EM	15	10,8	11,7	4,5	19,3	15,4	11,9	7,4	5,0	15	17,0	18,2	7,6	40,0	20,0	16,9	13,2	7,2
Sud	SI	15	15,9	16,9	6,1	30,1	21,6	15,1	12,0	7,0	15	14,5	15,7	6,5	29,3	20,4	15,1	10,9	7,9
	AR	15	13,0	13,9	5,6	26,1	20,2	12,7	9,2	7,9	15	17,4	18,4	6,6	34,9	22,9	18,0	13,0	10,3
	GR	15	13,4	13,9	3,8	20,7	16,0	12,8	11,5	6,7	15	19,2	20,7	8,7	46,2	24,8	20,3	15,1	9,3
Regione	181	12,4	13,3	5,0	29,5	16,3	12,6	10,0	4,8	180	17,0	18,4	7,4	46,2	22,2	16,8	13,1	7,2	

Tabella h9d - Concentrazioni di FORMALDEIDE fuori aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	4,7	4,8	1,4	7,7	5,7	4,7	4,2	2,4	15	5,9	6,0	1,1	8,5	6,4	5,9	5,2	4,3
	LU	15	4,4	4,6	1,6	8,0	5,6	4,2	3,3	2,3	15	5,1	5,4	1,8	8,8	7,1	5,4	4,1	2,2
	PI	15	2,9	3,1	1,1	4,9	3,9	3,5	2,3	1,3	15	5,5	5,8	1,8	8,4	7,6	5,9	4,2	3,2
	LI	14	3,1	3,5	2,0	7,4	4,5	2,7	2,0	1,5	14	5,3	5,4	1,0	7,2	6,4	5,1	4,6	4,0
	VIA	15	5,1	5,3	1,5	7,7	6,4	5,6	4,1	3,0	15	6,3	6,4	1,1	9,2	6,9	6,3	5,7	4,2
Centro	PT	14	3,9	4,5	2,0	7,2	6,1	4,7	3,6	0,9	14	2,4	2,4	0,6	3,6	2,9	2,4	1,9	1,5
	PO	15	3,2	3,6	2,1	8,0	5,6	2,5	2,2	1,7	14	3,5	3,9	1,8	6,2	5,2	4,8	2,0	1,5
	FI	17	2,1	2,6	1,6	6,6	3,0	2,4	2,2	0,5	17	3,0	3,4	2,1	8,6	3,7	2,6	2,2	1,6
	EM	15	2,6	3,1	1,5	5,4	4,4	3,5	2,0	0,5	15	4,4	4,8	1,8	8,7	5,9	5,0	3,5	1,8
Sud	SI	15	2,5	2,5	0,5	3,6	2,7	2,4	2,2	1,7	15	3,6	3,7	0,8	4,8	4,4	3,8	3,0	2,6
	AR	15	4,0	4,5	2,2	8,7	6,6	3,1	2,7	1,8	15	4,6	4,8	1,3	8,0	5,0	4,3	3,8	3,3
	GR	15	2,6	2,8	1,2	5,8	3,3	2,3	2,0	1,6	14	4,9	5,2	2,0	8,7	6,7	5,2	3,9	2,7
Regione		180	3,3	3,7	1,8	8,0	4,8	3,4	2,4	0,5	178	4,4	4,8	1,9	8,8	6,0	4,8	3,3	1,5

Tabella h10a - Concentrazioni di ACETALDEIDE in aula con alunni

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	11,6	12,1	3,8	18,6	15,1	11,3	8,2	6,8	15	7,2	7,7	3,0	14,0	9,8	6,8	5,5	3,6
	LU	15	14,3	16,5	9,0	32,8	24,5	15,2	8,7	5,6	15	13,4	15,7	9,2	38,9	23,2	14,5	9,7	4,6
	PI	15	13,6	16,4	9,5	32,6	25,1	15,1	7,6	4,4	15	9,5	14,3	15,2	44,1	10,6	7,8	5,5	2,7
	LI	14	10,6	10,8	2,4	17,1	12,2	10,1	9,0	8,7	14	6,5	6,9	2,3	12,1	8,0	7,3	4,9	3,6
	VIA	15	8,9	9,7	4,1	16,6	14,4	9,2	5,8	4,5	15	7,7	8,5	4,3	20,1	8,9	8,0	5,3	3,8
Centro	PT	14	7,4	8,5	5,5	24,9	8,5	7,2	5,5	3,3	14	6,0	7,8	6,1	21,6	11,3	5,3	3,8	2,2
	PO	15	7,6	8,5	4,3	19,0	9,0	7,6	5,6	2,8	15	3,9	4,0	1,1	5,9	4,5	4,0	3,2	2,6
	FI	17	4,9	5,3	2,5	13,8	5,2	4,8	3,8	2,8	17	4,7	5,0	2,0	9,5	6,6	4,5	3,3	2,9
	EM	15	7,9	11,6	12,2	46,6	13,1	6,7	5,3	2,1	15	6,4	7,0	3,3	14,1	9,1	5,0	4,8	3,8
Sud	SI	15	8,1	9,4	5,5	25,6	11,0	8,8	6,6	2,5	15	6,9	7,3	2,8	12,9	8,2	6,5	5,5	4,4
	AR	15	4,7	6,0	3,9	14,1	8,2	7,6	1,9	1,7	15	8,0	8,4	3,0	15,5	10,4	7,5	6,0	4,6
	GR	15	8,6	10,1	5,1	20,6	14,1	9,0	7,0	1,4	15	7,7	8,3	3,3	16,2	9,3	8,0	6,0	3,2
Regione	180	8,6	10,5	7,2	34,6	13,1	8,5	5,9	1,7	180	7,0	8,4	6,6	44,0	9,5	6,6	4,7	2,2	

Tabella h10b - Concentrazioni di ACETALDEIDE in aula senza alunni

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	6,4	7,0	2,8	12,7	9,0	6,1	5,4	3,2	15	5,1	7,9	12,9	54,3	6,2	4,2	3,5	2,7
	LU	15	11,4	12,9	6,2	22,5	18,9	12,3	7,4	3,8	15	15,9	32,1	50,6	189,4	21,3	10,8	7,7	6,0
	PI	15	10,2	16,7	15,7	41,6	34,1	6,9	3,8	2,6	15	11,5	16,5	15,4	49,0	19,4	9,2	6,0	3,9
	LI	14	5,5	6,1	2,8	12,7	7,1	5,7	4,3	2,6	14	7,6	8,5	3,0	11,4	10,6	9,3	8,7	2,0
	VIA	15	9,9	11,6	7,0	28,7	17,8	9,6	6,4	3,9	15	7,5	8,6	5,5	25,1	8,7	7,6	5,0	3,2
Centro	PT	14	4,8	6,0	5,4	22,5	5,2	4,4	3,6	1,6	14	5,6	13,4	25,4	90,9	6,3	3,5	3,1	2,6
	PO	14	5,4	5,7	1,7	10,4	6,5	5,4	4,6	3,4	15	3,3	3,8	2,1	8,9	3,8	3,2	2,7	0,9
	FI	17	3,8	4,5	3,5	16,6	5,3	3,6	2,8	1,6	17	5,5	6,0	2,5	11,6	8,1	5,5	4,3	2,7
	EM	15	8,6	15,5	17,3	58,7	23,4	7,6	5,7	1,0	15	8,1	10,2	8,7	36,6	9,9	7,4	6,2	2,7
Sud	SI	15	7,3	7,8	3,0	14,6	10,2	7,0	6,1	3,5	15	6,0	6,8	3,9	18,1	8,6	5,9	3,7	2,9
	AR	15	5,0	6,0	3,0	10,2	9,0	5,1	2,9	0,6	15	6,6	7,1	2,9	12,8	8,5	7,2	5,4	2,6
	GR	15	6,2	6,9	2,9	12,4	8,5	6,9	4,6	1,7	15	6,7	7,2	2,9	13,5	8,2	6,8	4,7	3,8
Regione		179	6,8	9,0	8,6	48,5	9,9	6,4	4,4	1,0	180	6,9	10,6	18,5	98,0	9,0	6,7	4,0	1,8

Tabella h10c - Concentrazioni di ACETALDEIDE in aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	7,7	8,1	2,6	13,9	9,1	8,2	6,5	4,0	15	5,8	7,8	10,2	44,4	6,7	5,3	4,1	2,9
	LU	15	12,1	13,7	6,6	24,4	19,9	13,1	7,2	4,3	15	15,8	27,2	38,3	146,0	19,3	11,9	8,3	5,6
	PI	15	11,1	16,5	14,0	38,6	33,9	8,1	4,6	2,9	15	11,5	16,2	15,2	47,8	18,3	8,5	5,9	4,6
	LI	14	7,4	7,8	2,4	13,8	8,5	7,5	6,7	4,1	14	7,5	8,1	2,7	10,4	10,1	9,0	8,3	2,4
	VIA	15	9,8	11,1	5,9	25,4	15,9	10,8	6,5	4,3	15	7,6	8,6	5,1	23,8	8,7	7,8	5,6	3,3
Centro	PT	14	5,3	6,4	5,4	23,0	5,5	4,9	4,2	1,9	14	5,8	11,1	17,8	62,8	8,1	3,8	3,2	2,6
	PO	16	5,6	6,0	1,9	9,0	7,1	5,8	5,2	2,1	15	3,5	3,8	1,8	8,1	3,9	3,5	2,9	1,4
	FI	17	4,3	4,8	2,9	14,6	5,1	4,1	3,2	2,0	17	5,3	5,7	2,2	10,9	7,5	5,2	4,0	2,8
	EM	15	9,0	14,8	14,9	49,0	25,3	7,5	5,6	1,8	15	7,9	9,6	7,4	31,7	9,1	6,7	5,8	3,0
Sud	SI	15	7,9	8,2	2,2	12,3	9,8	7,7	7,3	4,2	15	6,3	6,9	3,4	16,8	8,2	6,1	4,1	3,4
	AR	15	5,1	5,9	2,8	9,6	8,8	6,9	4,0	1,0	15	6,9	7,4	2,7	12,6	8,9	7,7	5,5	3,5
	GR	15	7,0	7,9	3,5	15,0	10,7	8,1	5,5	1,6	15	7,0	7,4	2,4	12,2	8,4	7,6	5,4	3,6
Regione		181	7,4	9,4	7,7	41,7	10,1	7,3	5,0	1,6	180	7,0	9,9	14,5	77,1	8,8	6,8	4,5	2,1

Tabella h10d - Concentrazioni di ACETALDEIDE fuori aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	3,6	3,7	1,1	6,2	4,5	3,9	2,9	1,8	15	2,3	2,4	0,7	3,3	2,9	2,7	1,6	1,2	
	LU	15	4,5	4,5	0,8	5,8	5,2	4,5	3,8	3,2	15	3,1	3,5	1,6	7,0	3,9	3,3	2,8	0,9	
	PI	15	2,9	3,6	2,9	12,2	3,8	2,5	1,6	1,3	15	2,8	3,2	1,5	6,0	4,4	3,1	2,1	1,0	
	LI	14	2,4	2,7	1,4	5,2	3,9	1,9	1,6	1,4	14	2,9	3,0	1,0	5,4	3,2	2,7	2,2	1,9	
	VIA	15	3,7	3,9	1,2	5,7	4,9	3,8	2,7	2,2	15	2,4	2,6	1,4	5,5	3,6	2,2	1,6	1,1	
Centro	PT	14	2,4	2,6	1,0	3,7	3,4	3,1	1,9	1,0	14	1,8	1,8	0,5	2,7	2,4	1,7	1,5	1,4	
	PO	15	2,3	2,6	1,2	5,0	3,9	2,1	1,5	1,3	14	1,8	1,9	0,7	2,8	2,5	1,8	1,2	0,9	
	FI	17	1,5	1,6	0,8	3,5	1,7	1,4	1,2	0,5	17	2,1	2,3	1,2	4,9	2,4	2,0	1,4	1,2	
	EM	15	2,2	2,5	1,2	4,2	3,7	2,3	1,6	0,7	15	2,1	2,2	0,6	3,0	2,7	2,3	1,8	0,9	
Sud	SI	15	1,9	2,1	0,7	3,4	2,6	2,0	1,7	0,5	15	2,3	2,4	0,6	3,3	3,0	2,4	1,8	1,4	
	AR	15	2,7	3,1	1,7	6,4	4,2	2,7	1,8	1,1	15	2,8	2,9	0,4	3,5	3,2	2,9	2,6	2,0	
	GR	15	2,4	2,6	1,0	4,6	3,2	2,3	1,9	1,4	14	2,4	2,5	0,6	3,6	2,9	2,5	2,1	1,6	
Regione		180	2,6	2,9	1,6	7,3	3,9	2,6	1,7	0,5	178	2,4	2,6	1,1	6,5	3,0	2,4	1,8	0,9	

Tabella h11a - Concentrazioni di BENZENE in aula con alunni

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	4,7	6,5	6,7	28,0	8,5	4,2	2,4	1,4	15	2,7	3,1	1,5	6,2	4,1	3,3	1,7	1,2
	LU	15	4,3	5,1	2,9	10,2	8,2	3,9	2,8	1,6	15	3,8	4,1	1,3	5,9	5,6	3,8	2,9	1,9
	PI	15	4,9	8,9	16,3	67,2	6,7	5,7	2,8	1,3	15	3,4	5,6	8,4	34,4	3,8	2,9	2,3	0,8
	LI	14	2,2	2,7	1,6	5,9	4,1	2,5	1,2	1,1	14	2,3	2,8	1,7	5,5	4,2	2,8	1,3	0,6
	VIA	15	4,1	4,7	2,4	9,7	6,5	4,3	2,0	1,9	15	1,7	1,9	0,9	3,5	2,6	1,6	1,3	0,6
Centro	PT	13	9,6	10,5	4,7	19,7	12,2	10,6	6,3	4,0	14	8,7	11,5	12,3	51,6	9,0	7,3	6,5	4,0
	PO	15	9,4	11,4	9,3	42,1	14,0	8,7	5,5	4,7	15	8,0	8,5	2,9	13,6	9,9	8,4	6,0	4,3
	FI	17	7,1	7,4	2,2	11,2	8,7	7,2	6,4	3,4	17	6,1	7,2	4,7	18,6	9,1	4,7	4,4	3,6
	EM	15	5,7	5,9	1,6	8,9	6,8	5,9	4,8	3,3	15	8,2	9,0	4,4	19,7	10,6	6,8	6,2	5,1
Sud	SI	15	1,9	2,1	0,9	3,8	2,5	2,0	1,3	0,9	15	1,9	2,3	2,1	9,5	2,7	1,6	1,3	1,2
	AR	15	1,9	2,2	1,3	5,9	2,8	2,1	1,4	0,4	14	2,1	2,5	1,7	7,3	3,1	1,9	1,3	0,9
	GR	15	2,2	2,4	0,9	3,7	3,5	2,3	1,5	1,2	14	1,3	1,3	0,4	2,0	1,7	1,4	0,9	0,8
Regione		179	4,2	5,9	6,7	42,1	7,0	4,2	2,3	0,9	178	3,4	5,0	5,7	34,4	6,2	3,5	1,6	0,6

Tabella h11b - Concentrazioni di BENZENE in aula senza alunni

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	1,9	2,3	1,0	3,8	3,0	2,3	1,9	0,6	15	0,8	1,0	0,5	2,0	1,2	0,9	0,4	0,2
	LU	15	4,2	4,4	1,8	8,4	6,1	4,2	3,3	2,4	15	1,4	1,4	0,5	2,2	1,8	1,4	1,3	0,5
	PI	15	2,4	2,7	1,3	5,5	3,4	2,7	1,8	0,9	14	1,4	1,6	1,0	4,8	1,8	1,5	1,0	0,5
	LI	14	2,1	2,2	0,9	4,4	2,6	2,1	1,6	1,1	14	1,3	1,4	0,6	2,1	2,0	1,3	0,9	0,5
	VIA	15	2,9	4,3	3,5	14,1	6,0	4,0	0,6	0,6	15	1,1	1,3	0,8	2,9	1,6	1,2	0,5	0,5
Centro	PT	14	5,8	7,0	3,3	11,4	9,4	7,7	4,9	1,1	14	3,0	3,1	1,0	5,1	3,9	3,1	2,4	1,6
	PO	14	4,8	6,0	4,8	20,9	7,1	5,4	3,4	1,7	15	3,7	4,1	2,1	9,4	4,3	3,2	2,8	2,5
	FI	17	4,5	5,0	2,5	11,2	6,0	5,1	3,1	2,1	17	4,2	4,8	2,6	10,6	5,0	4,3	3,2	1,6
	EM	15	3,3	3,7	1,7	7,6	4,5	3,6	2,6	1,3	15	3,4	3,5	1,0	5,2	4,6	3,1	2,5	2,1
Sud	SI	13	1,1	1,1	0,3	1,6	1,3	1,2	1,0	0,5	15	0,7	0,8	0,4	1,4	1,2	0,7	0,4	0,4
	AR	15	1,2	1,2	0,2	1,5	1,4	1,3	1,1	0,7	15	1,0	1,1	0,5	1,8	1,4	1,0	0,8	0,4
	GR	15	1,1	1,2	0,4	2,0	1,5	1,1	0,9	0,6	15	0,6	0,7	0,4	1,7	1,0	0,5	0,4	0,4
Regione		177	2,6	3,5	2,9	14,1	4,5	2,7	1,3	0,5	179	1,5	2,1	1,8	10,0	2,9	1,6	0,9	0,4

Tabella h11c - Concentrazioni di BENZENE in aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	2,8	3,2	1,5	6,3	4,3	3,3	2,0	1,0	15	1,3	1,4	0,6	2,3	1,9	1,7	0,8	0,7
	LU	15	4,2	4,6	2,0	9,0	6,5	3,5	3,0	2,6	15	2,0	2,1	0,4	2,7	2,3	2,1	1,7	1,3
	PI	15	3,0	3,7	2,8	12,4	4,1	2,8	2,6	1,1	14	1,9	2,3	1,9	7,5	2,1	1,6	1,2	1,0
	LI	14	2,3	2,4	1,0	4,3	2,9	2,2	1,7	1,1	14	1,6	1,7	0,6	2,7	2,0	1,8	1,2	0,7
	VIA	15	3,3	4,3	2,9	11,8	6,1	4,5	1,4	1,0	15	1,3	1,4	0,6	2,6	1,7	1,5	0,7	0,6
Centro	PT	13	7,3	8,0	3,1	12,6	9,9	8,2	6,4	2,3	14	4,3	4,7	2,7	13,2	4,9	4,1	3,3	2,5
	PO	16	6,1	7,1	5,3	25,2	8,4	4,9	4,3	3,0	15	4,8	5,2	2,3	10,6	5,3	4,1	3,8	3,2
	FI	17	5,4	5,7	2,2	11,2	6,7	5,4	4,3	3,2	17	5,0	5,3	1,9	8,7	6,7	5,1	4,3	2,5
	EM	15	4,0	4,2	1,5	7,8	5,3	3,8	3,3	2,3	15	4,5	4,7	1,1	6,9	5,2	4,3	4,0	3,2
Sud	SI	13	1,3	1,3	0,3	1,9	1,5	1,3	1,2	0,8	15	1,0	1,1	0,5	2,7	1,3	1,1	0,6	0,6
	AR	15	1,4	1,4	0,4	2,5	1,6	1,4	1,3	0,7	14	1,3	1,4	0,5	2,3	1,5	1,4	1,1	0,6
	GR	15	1,5	1,5	0,4	2,0	1,8	1,6	1,2	0,9	14	0,8	0,9	0,3	1,5	1,1	0,8	0,6	0,6
Regione	178	3,1	4,0	3,1	12,6	5,3	3,3	1,7	0,8	177	2,1	2,7	2,2	10,6	3,9	1,9	1,2	0,6	0,6

Tabella h11d - Concentrazioni di BENZENE fuori aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	2,7	3,0	1,5	6,5	4,4	2,7	1,9	1,2	14	1,0	1,1	0,5	2,2	1,2	1,1	0,9	0,4
	LU	15	3,6	3,8	1,6	7,2	4,9	3,4	2,6	2,5	15	1,4	1,5	0,6	2,5	2,1	1,1	1,0	0,8
	PI	14	2,4	2,7	1,2	4,6	3,8	2,7	1,5	0,9	14	1,2	1,3	0,5	2,3	1,6	1,2	1,0	0,3
	LI	14	2,3	2,5	1,1	4,3	3,4	2,2	1,6	1,0	14	1,9	1,9	0,6	2,9	2,3	2,0	1,5	0,9
	VIA	15	2,1	3,6	2,7	8,0	5,5	3,7	0,5	0,1	15	1,1	1,3	0,6	2,3	1,8	1,2	0,9	0,4
Centro	PT	14	5,8	6,4	2,6	9,9	8,7	6,5	4,9	2,4	14	3,0	3,2	0,8	4,6	3,4	3,2	2,8	1,3
	PO	15	4,8	5,1	2,0	9,0	7,3	4,8	3,5	2,7	13	3,7	4,2	2,7	10,4	4,2	3,2	2,5	2,1
	FI	17	4,4	5,2	3,2	12,5	6,2	4,3	3,3	1,7	17	3,6	4,2	2,8	11,4	4,6	3,3	2,5	1,8
	EM	15	3,8	4,2	1,7	7,1	5,4	4,5	2,7	1,3	13	3,2	3,4	1,1	5,2	3,9	3,0	2,7	2,0
Sud	SI	15	1,1	1,2	0,4	1,7	1,5	1,3	1,1	0,5	15	0,7	0,8	0,3	1,2	1,1	0,8	0,6	0,3
	AR	15	1,5	1,6	0,5	2,5	1,9	1,5	1,2	1,0	15	1,0	1,0	0,4	1,6	1,3	1,1	0,9	0,3
	GR	15	1,3	1,3	0,5	2,4	1,8	1,2	0,9	0,8	14	0,8	1,3	1,6	6,1	1,3	0,9	0,3	0,3
Regione		179	2,6	3,4	2,4	11,9	4,7	2,7	1,5	0,5	173	1,6	2,1	1,8	10,5	2,7	1,6	1,0	0,3

Tabella h12a - Concentrazioni di TOLUENE in aula con alunni

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	11,0	17,1	15,5	52,4	27,5	12,1	5,4	0,7	15	10,5	15,4	14,1	53,6	23,6	9,8	5,0	2,2
	LU	15	17,3	40,8	57,8	175,6	46,6	14,9	5,8	1,6	15	11,0	14,1	15,2	67,1	15,5	9,4	7,5	5,3
	PI	15	8,3	10,7	8,8	38,5	12,1	8,9	5,0	2,2	15	10,1	14,5	12,0	43,2	19,9	10,3	6,7	1,1
	LI	14	37,8	129,2	182,4	555,1	201,3	12,8	8,8	6,3	14	15,2	19,4	12,8	44,6	26,9	19,1	7,6	4,4
	VIA	15	4,5	8,8	8,2	28,2	12,1	8,1	0,8	0,6	15	7,6	10,4	7,6	27,3	13,0	9,0	4,8	0,5
Centro	PT	13	34,7	45,4	49,8	206,5	46,1	31,7	21,7	17,2	14	47,3	52,5	21,8	91,0	65,9	51,9	36,6	12,2
	PO	15	33,9	36,1	14,6	81,6	38,5	32,9	30,2	13,6	15	19,1	22,5	16,1	72,6	30,0	17,6	12,8	8,8
	FI	17	14,9	16,4	6,8	29,9	19,6	16,7	11,5	4,9	17	13,5	17,2	16,7	75,3	15,2	11,6	9,8	5,3
	EM	15	28,2	29,3	8,4	44,4	39,2	27,8	21,1	18,7	15	34,1	38,3	16,5	64,0	44,7	40,8	32,8	10,3
	Sud	SI	15	13,6	19,7	16,8	50,9	36,1	12,8	5,8	3,2	15	43,4	81,0	124,0	518,4	67,2	59,6	29,7
	AR	15	11,3	13,5	8,1	29,1	18,7	11,7	7,2	3,8	14	39,5	118,0	270,4	1049,5	56,6	43,8	24,6	3,2
	GR	15	12,7	41,9	116,0	460,1	15,7	10,8	6,3	2,1	14	68,3	80,6	47,7	178,2	121,8	65,8	40,8	28,6
	Regione	179	15,8	33,2	69,7	460,1	30,4	15,6	8,8	0,6	178	20,4	39,5	89,6	518,4	43,2	19,6	9,4	1,1

Tabella h12b - Concentrazioni di TOLUENE in aula senza alunni

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	4,0	5,7	4,2	17,1	7,5	4,2	3,4	0,1	15	3,7	5,8	8,1	33,9	6,1	3,5	1,8	1,1
	LU	15	14,8	26,2	34,5	116,8	18,3	16,3	8,2	3,9	15	7,5	8,7	5,7	27,2	9,3	7,6	5,8	2,4
	PI	15	4,5	6,6	4,2	11,8	11,2	7,5	2,1	0,2	14	4,4	5,3	2,3	8,8	6,9	5,4	4,2	0,3
	LI	14	16,6	46,6	57,4	157,8	89,2	8,2	5,2	1,1	14	10,6	16,6	18,0	54,6	16,8	7,4	5,7	3,1
	VIA	15	4,7	14,4	17,7	49,6	15,5	7,2	3,0	0,1	15	9,5	12,5	11,1	42,5	23,0	7,0	5,5	3,9
Centro	PT	14	15,2	16,9	8,8	44,2	18,5	15,0	13,9	4,3	14	9,2	10,3	5,6	26,4	12,4	8,6	6,9	4,8
	PO	14	9,9	12,3	9,7	40,6	14,0	9,4	5,4	4,4	15	8,9	10,8	7,6	29,2	13,4	8,8	5,6	2,9
	FI	17	9,0	10,9	7,2	32,5	13,4	10,7	5,7	2,6	17	10,3	11,2	5,2	23,3	12,8	9,9	7,6	5,8
	EM	15	10,2	10,6	3,1	16,2	11,6	10,6	9,0	5,3	15	13,6	14,2	4,8	24,9	18,5	11,8	11,0	9,0
Sud	SI	13	5,4	7,8	6,9	21,3	10,6	3,4	3,2	1,8	15	29,1	57,4	117,8	480,7	38,4	30,1	15,2	9,9
	AR	15	3,5	4,4	3,2	11,8	6,5	2,8	1,9	1,4	15	23,8	28,5	21,4	81,0	29,7	19,8	17,2	13,8
	GR	15	3,8	4,2	2,2	9,4	5,0	3,4	2,8	1,8	15	53,3	113,9	171,1	662,8	159,8	36,5	19,7	13,2
Regione		177	7,3	13,7	22,6	153,7	13,9	8,1	3,8	0,1	179	11,5	24,7	66,4	480,7	19,8	10,3	6,3	1,1

Tabella h12c - Concentrazioni di TOLUENE in aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	6,5	8,1	6,0	22,9	12,9	6,5	4,3	2,2	15	5,7	7,8	7,5	31,9	10,4	5,9	3,6	1,5
	LU	15	16,3	30,0	40,4	131,8	23,6	15,6	7,6	3,3	15	8,6	10,0	8,1	37,9	9,1	8,1	5,9	4,4
	PI	15	5,6	7,2	4,1	12,7	11,4	8,6	3,0	0,9	14	5,7	6,8	3,8	14,1	7,6	6,7	3,7	1,1
	LI	14	25,5	67,6	77,1	205,6	142,9	8,9	7,2	5,2	14	12,1	17,0	15,3	47,7	23,2	10,1	6,1	4,0
	VIA	15	7,0	12,9	13,0	37,4	17,3	7,4	2,5	0,3	15	9,4	12,1	10,1	39,0	20,5	7,3	5,4	4,0
Centro	PT	13	19,4	22,0	15,4	71,6	20,9	18,4	14,9	12,7	14	18,0	18,8	5,7	31,1	20,1	17,4	15,2	9,1
	PO	16	16,3	17,8	9,4	48,9	20,4	14,6	13,0	8,5	15	11,6	13,5	8,1	31,3	18,0	9,9	7,8	4,5
	FI	17	10,8	12,4	6,7	31,9	15,1	12,3	7,8	3,4	17	11,5	12,7	6,9	34,6	15,9	10,2	8,4	6,1
	EM	15	14,9	15,0	2,0	17,8	17,2	14,2	13,4	12,7	15	18,5	19,1	4,8	28,3	21,5	20,4	15,9	9,4
Sud	SI	13	7,6	10,4	8,1	27,1	14,6	7,0	3,6	2,1	15	38,7	62,9	97,9	398,1	45,8	31,2	24,1	16,6
	AR	15	5,6	6,4	3,3	12,4	9,3	5,1	3,7	2,3	14	31,4	47,7	66,2	269,5	42,9	26,2	19,6	11,3
	GR	15	7,4	16,2	37,4	150,9	9,2	6,1	3,5	2,9	14	67,0	101,5	137,2	556,7	117,9	52,0	37,5	29,3
Regione		178	10,5	18,5	31,0	176,6	16,5	11,6	5,5	0,9	177	14,7	27,0	57,2	398,1	25,7	14,6	7,6	1,5

Tabella h12d - Concentrazioni di TOLUENE fuori aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	4,0	4,7	3,5	14,7	4,6	3,6	2,5	2,3	14	3,7	7,9	13,0	49,2	6,7	3,5	1,9	0,7
	LU	15	8,6	14,5	22,5	93,9	15,0	9,1	5,2	2,2	15	3,6	7,2	15,7	64,0	4,5	3,1	2,7	1,5
	PI	14	4,9	6,3	3,8	13,5	10,1	6,3	2,3	1,2	14	4,4	4,5	1,2	6,8	5,0	4,3	3,5	3,1
	LI	14	12,5	75,9	212,1	808,1	54,5	7,9	3,6	1,2	14	9,6	14,7	16,9	53,0	14,2	6,9	5,3	3,6
	VIA	15	5,9	10,2	8,9	34,6	13,0	7,1	6,0	0,2	15	8,5	14,6	17,2	58,5	15,3	7,2	3,3	2,9
Centro	PT	14	8,6	10,2	5,1	16,6	14,5	11,0	3,9	2,4	14	11,1	11,6	3,9	19,7	12,3	11,6	8,2	6,7
	PO	15	12,9	13,3	3,7	23,0	15,2	12,6	10,2	9,2	13	7,2	9,0	6,4	22,3	10,0	7,3	5,1	2,5
	FI	17	6,5	9,7	9,7	34,2	12,0	5,8	3,6	1,7	17	6,3	8,6	8,1	28,8	8,5	7,1	3,3	2,3
	EM	15	12,0	12,4	3,5	18,6	14,7	12,0	9,7	8,1	13	12,5	12,9	3,1	18,4	15,3	12,5	10,8	7,8
Sud	SI	15	4,3	7,1	10,1	36,3	4,4	3,1	2,6	1,7	15	23,9	34,8	42,2	178,1	45,1	21,5	13,2	8,5
	AR	15	3,5	3,9	1,9	7,9	4,7	3,4	2,3	1,6	15	25,3	39,3	56,0	234,4	44,7	22,7	13,5	10,0
	GR	15	3,9	5,8	6,1	20,5	5,8	3,3	2,1	1,5	14	24,2	43,7	61,8	215,5	40,0	21,0	10,4	8,1
Regione		179	6,5	14,1	60,6	93,9	12,6	6,6	3,2	1,0	173	9,3	17,5	30,9	215,5	15,5	8,9	4,2	0,7

Tabella h13a - Concentrazioni ETILBENZENE di in aula con alunni

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	2,6	3,2	2,6	12,0	3,4	2,8	1,7	1,4	15	3,3	8,0	11,2	37,5	12,2	2,9	1,1	0,5	
	LU	15	2,9	4,8	6,8	24,6	3,2	2,0	1,7	1,6	15	5,5	8,2	8,2	32,1	10,5	5,5	2,0	1,7	
	PI	15	2,5	4,4	8,7	35,8	2,9	2,1	1,6	1,0	15	21,6	85,8	109,7	316,0	108,6	39,6	2,7	0,4	
	LI	14	1,6	1,7	0,8	4,0	1,9	1,5	1,2	1,0	14	17,3	65,7	89,0	223,4	136,6	11,9	3,1	2,8	
	VIA	15	1,9	6,0	14,1	56,6	3,3	2,7	2,0	0,1	15	4,3	6,0	4,8	15,8	10,3	3,1	2,1	1,1	
Centro	PT	13	8,2	8,6	2,6	13,0	10,1	9,0	6,8	4,9	14	9,4	10,3	4,1	16,2	14,0	11,2	7,8	3,6	
	PO	15	7,6	8,2	3,7	18,1	8,1	7,5	6,4	3,2	15	4,1	4,4	1,6	7,4	4,8	4,1	3,3	2,5	
	FI	17	5,4	6,1	3,3	14,2	8,2	4,5	3,6	2,0	17	4,1	4,6	2,7	10,1	5,0	3,5	2,8	2,3	
	EM	15	6,9	7,5	3,2	16,5	9,2	6,4	5,5	3,6	15	6,9	7,8	4,1	18,8	10,2	7,2	4,7	2,9	
Sud	SI	15	1,1	1,2	0,4	2,3	1,2	1,0	0,9	0,7	15	2,0	3,1	3,5	10,8	1,9	1,7	1,1	0,7	
	AR	15	1,4	5,2	15,7	61,8	1,8	0,9	0,8	0,7	14	2,3	2,6	1,5	6,2	3,2	2,0	1,6	1,2	
	GR	15	1,3	2,1	3,3	14,0	1,6	1,3	0,7	0,6	14	1,3	1,5	1,0	4,6	1,5	1,2	0,9	0,7	
Regione		179	2,9	5,0	7,4	56,6	6,4	2,7	1,5	0,1	178	4,9	17,1	47,5	270,6	9,8	3,8	2,0	0,5	

Tabella h13b - Concentrazioni di ETILBENZENE in aula senza alunni

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	0,9	1,0	0,4	1,8	1,4	0,8	0,7	0,4	15	0,6	1,6	3,0	11,1	1,2	0,6	0,3	0,0	
	LU	15	2,3	4,7	8,1	28,3	2,4	1,5	1,4	0,8	15	1,8	4,9	8,0	22,6	1,7	1,2	0,7	0,5	
	PI	15	1,1	1,2	0,6	2,1	1,5	1,2	0,7	0,3	14	2,4	5,1	6,9	20,0	4,2	1,4	0,9	0,8	
	LI	14	0,6	0,9	0,7	2,9	1,1	0,6	0,5	0,0	14	2,8	11,6	20,4	54,1	2,3	1,6	1,0	0,6	
	VIA	15	1,0	2,4	4,7	19,3	1,9	1,3	1,0	0,0	15	2,4	11,9	23,2	80,3	8,0	1,3	0,8	0,4	
Centro	PT	14	3,0	3,3	1,2	4,7	4,0	3,8	2,7	0,8	14	1,8	1,9	0,8	3,4	2,2	1,7	1,3	1,1	
	PO	14	2,5	2,9	1,8	8,0	3,4	2,8	1,4	1,1	15	1,5	1,7	0,9	3,6	2,0	1,6	1,0	0,7	
	FI	17	2,4	2,9	2,0	9,0	3,5	2,9	1,6	0,9	17	2,5	2,9	2,2	10,4	2,9	2,5	1,7	1,3	
	EM	15	1,8	1,9	0,7	3,1	2,7	1,9	1,3	1,0	15	2,4	2,6	1,1	5,6	2,6	2,4	1,9	1,3	
Sud	SI	13	0,4	0,7	0,8	3,0	0,6	0,5	0,3	0,1	15	0,5	0,7	0,5	2,0	1,0	0,6	0,3	0,1	
	AR	15	0,5	1,5	4,3	17,0	0,6	0,4	0,3	0,2	15	0,9	1,0	0,6	2,6	1,4	0,8	0,6	0,3	
	GR	15	0,5	0,6	0,3	1,2	1,0	0,5	0,4	0,2	15	0,5	0,6	0,3	1,2	0,9	0,5	0,4	0,1	
Regione		177	1,2	2,0	3,3	20,3	2,3	1,2	0,6	0,0	179	1,4	3,8	9,8	54,1	2,2	1,3	0,7	0,1	

Tabella h13c - Concentrazioni di ETILBENZENE in aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	1,3	1,4	0,8	3,9	1,8	1,1	1,0	0,9	15	1,3	3,1	4,6	15,6	3,1	1,2	0,4	0,2
	LU	15	2,5	4,7	7,7	27,4	2,7	1,9	1,5	1,0	15	3,1	5,2	6,1	18,5	5,6	1,8	1,4	1,0
	PI	15	1,4	1,9	2,1	9,1	1,7	1,3	0,9	0,5	14	6,5	13,8	13,9	35,2	29,3	8,7	1,3	1,2
	LI	14	1,1	1,2	0,7	3,4	1,3	1,1	0,7	0,5	14	6,7	21,7	29,8	89,6	39,1	3,4	1,9	1,2
	VIA	15	1,1	3,3	7,1	28,7	2,3	1,7	1,3	0,1	15	3,6	10,4	17,8	62,0	7,7	1,8	1,4	0,9
Centro	PT	13	4,1	4,3	1,2	6,1	5,3	4,3	3,6	2,5	14	3,5	3,7	1,4	7,0	4,7	3,6	3,1	1,6
	PO	16	3,7	4,1	2,1	10,0	4,5	3,6	2,8	1,9	15	2,1	2,4	1,2	4,6	2,6	2,1	1,6	1,1
	FI	17	3,3	3,8	2,0	8,9	5,2	3,5	2,2	1,3	17	3,0	3,4	2,0	10,3	4,2	2,7	2,2	1,7
	EM	15	3,0	3,0	0,5	3,8	3,6	2,9	2,6	2,2	15	3,4	3,6	1,3	6,9	4,2	3,4	2,5	2,3
Sud	SI	13	0,7	0,8	0,6	2,6	0,7	0,6	0,5	0,3	15	0,9	1,2	1,0	3,1	1,9	0,8	0,5	0,3
	AR	15	0,7	2,4	6,9	27,3	0,8	0,5	0,4	0,3	14	1,2	1,4	0,8	3,3	1,7	1,0	0,9	0,8
	GR	15	0,9	1,1	1,1	4,8	1,1	0,7	0,6	0,4	14	0,7	0,8	0,4	1,7	1,0	0,8	0,4	0,3
Regione		178	1,7	2,7	3,9	27,4	3,2	1,7	0,9	0,1	177	2,4	5,8	12,1	68,2	4,0	2,1	1,1	0,2

Tabella h13d - Concentrazioni di ETILBENZENE fuori aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera								
						Percentili									Percentili				
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1
Nord	MS	15	0,8	1,0	0,9	3,9	1,1	0,7	0,6	0,1	14	1,0	2,5	4,4	16,9	1,7	1,2	0,3	0,2
	LU	15	1,1	1,2	0,7	2,9	1,4	0,9	0,8	0,6	15	1,6	3,2	5,8	23,5	3,4	1,1	0,7	0,6
	PI	14	0,9	1,2	1,1	4,4	1,7	0,8	0,6	0,2	14	4,9	9,1	8,3	23,5	14,8	8,3	1,1	0,9
	LI	14	0,8	0,9	0,4	1,5	1,1	0,8	0,5	0,3	14	4,7	9,6	12,0	34,6	11,8	3,3	1,8	0,9
	VIA	15	0,8	1,5	1,1	4,5	1,9	1,2	1,1	0,0	15	2,5	4,6	5,6	19,6	10,0	1,5	1,1	0,7
Centro	PT	14	2,1	2,6	1,3	4,4	3,5	2,8	1,5	0,2	14	2,1	2,2	0,7	3,6	2,5	2,1	2,0	1,2
	PO	15	2,4	2,5	0,7	4,0	3,1	2,5	1,9	1,6	13	1,7	2,0	1,4	5,5	2,2	1,7	1,1	0,8
	FI	17	1,8	2,5	2,4	8,7	3,0	1,7	0,8	0,6	17	1,6	2,2	2,1	7,7	1,9	1,2	0,9	0,7
	EM	15	2,2	2,2	0,5	3,6	2,5	2,2	1,8	1,5	13	1,9	2,0	0,6	3,0	2,3	2,0	1,5	1,2
Sud	SI	15	0,5	0,5	0,1	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	15	0,7	0,9	0,6	2,3	1,3	0,7	0,5	0,2
	AR	15	0,5	0,9	1,6	6,8	0,7	0,4	0,3	0,2	15	0,7	0,7	0,2	1,1	1,0	0,7	0,5	0,4
	GR	15	0,3	0,4	0,2	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2	14	0,5	0,6	0,5	2,4	0,6	0,5	0,3	0,2
Regione		179	1,0	1,5	1,4	7,8	2,0	1,0	0,5	0,0	173	1,6	3,3	5,6	31,2	2,6	1,3	0,7	0,2

Tabella h14a - Concentrazioni di XILENE in aula con alunni

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	12,0	16,4	14,8	59,3	23,4	11,6	8,1	3,2	15	14,6	21,9	24,4	86,8	17,7	12,4	9,2	3,6	
	LU	15	11,4	19,2	28,1	103,5	12,5	8,5	6,6	5,4	15	20,6	25,7	16,7	63,5	34,8	21,0	13,5	4,5	
	PI	15	10,6	14,1	14,0	61,0	15,7	11,2	5,9	3,1	15	52,5	149,7	180,0	569,4	201,9	69,3	15,9	0,6	
	LI	14	7,1	8,7	6,4	25,6	13,3	6,2	4,7	3,5	14	55,8	122,8	148,8	400,8	232,1	24,8	20,0	15,2	
	VIA	15	10,3	15,1	17,7	75,4	13,7	9,7	8,3	1,4	15	11,2	14,7	10,1	35,9	20,1	11,6	7,1	1,1	
Centro	PT	13	31,9	33,3	10,1	51,7	41,4	29,4	27,6	19,1	14	40,3	46,7	20,5	73,9	62,0	50,6	40,1	9,8	
	PO	15	32,2	34,2	13,0	74,2	35,0	32,0	30,5	13,6	15	17,3	18,7	7,8	33,2	22,2	16,0	13,2	8,7	
	FI	17	15,2	18,1	11,9	48,1	20,2	15,7	10,1	6,6	17	15,8	17,6	9,3	41,7	19,2	15,3	11,5	8,6	
	EM	15	28,4	30,4	10,9	48,8	38,7	27,3	23,8	14,6	15	28,5	33,0	17,0	64,1	42,5	28,9	18,9	10,6	
Sud	SI	15	4,1	4,2	1,1	6,9	4,7	3,9	3,5	2,9	15	8,2	14,1	18,0	52,1	8,1	6,0	4,1	2,9	
	AR	15	4,8	7,2	10,9	46,2	5,5	3,8	3,2	2,4	14	8,1	8,7	3,7	18,1	10,4	7,3	6,2	5,3	
	GR	15	5,1	5,7	3,8	18,4	6,0	4,9	3,5	2,6	14	5,0	5,4	2,5	10,5	6,6	4,8	3,4	2,9	
Regione		179	11,6	17,6	16,9	75,4	27,0	10,9	5,2	2,4	178	17,8	39,5	79,7	466,9	34,8	16,0	8,5	1,1	

Tabella h14b - Concentrazioni di XILENE in aula senza alunni

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	7,2	10,2	9,9	39,8	12,8	6,9	3,5	1,8	15	9,7	15,5	20,4	75,4	15,3	7,3	5,0	4,4	
	LU	15	10,8	23,1	40,1	141,5	10,5	7,6	7,1	3,2	15	10,4	19,1	24,7	87,0	33,0	7,1	5,6	2,9	
	PI	15	7,1	18,6	31,4	116,1	19,4	9,4	2,5	0,9	14	11,6	25,1	42,8	162,8	14,4	9,8	5,1	2,7	
	LI	14	15,3	69,2	116,6	345,9	71,7	9,9	5,7	1,5	14	45,6	61,2	45,4	162,4	95,4	51,3	26,7	10,9	
	VIA	15	29,8	67,3	97,2	352,8	84,9	25,6	7,9	5,1	15	36,5	107,4	140,8	518,2	187,9	31,7	8,0	0,8	
Centro	PT	13	13,0	14,5	5,6	22,0	17,8	15,7	9,2	3,3	14	6,8	7,5	3,7	15,6	8,9	6,7	4,7	3,3	
	PO	16	9,6	11,5	7,9	34,6	12,3	10,7	4,9	4,3	15	5,8	6,7	3,9	15,2	8,0	5,2	3,8	2,5	
	FI	17	8,0	9,7	6,4	28,1	13,8	8,3	5,1	2,7	17	8,5	9,6	5,2	21,4	11,9	8,0	5,5	3,6	
	EM	15	6,8	7,2	2,3	11,3	9,1	7,2	5,2	3,6	15	8,0	8,6	3,6	18,4	9,4	8,0	6,1	3,8	
Sud	SI	13	1,5	1,8	1,3	5,1	1,8	1,6	1,2	0,6	15	1,8	2,4	1,6	6,2	3,8	2,4	1,0	0,2	
	AR	15	1,7	2,6	3,8	16,2	2,3	1,7	1,2	0,8	14	3,1	3,4	1,5	6,3	4,0	3,0	2,3	1,4	
	GR	15	1,9	2,2	1,5	5,4	3,8	1,5	1,2	0,8	14	1,6	2,0	1,0	3,3	2,8	2,2	1,5	0,3	
Regione		177	6.8	19.7	49.9	345.9	12.8	7.1	2.8	0.7	179	7.7	22.1	53.2	218.3	12.9	6.3	3.7	0.3	

Tabella h14c - Concentrazioni di XILENE in aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera									
						Percentili									Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	8,9	11,3	8,4	33,9	13,6	9,3	5,3	2,4	15	11,7	16,9	18,0	60,5	19,7	9,5	6,0	5,5	
	LU	15	11,0	21,9	36,9	131,8	11,8	7,9	7,0	4,2	15	13,8	19,8	19,0	66,3	32,7	12,7	6,4	5,0	
	PI	15	8,9	17,9	25,5	95,7	20,2	10,1	2,8	1,8	14	20,1	38,0	44,0	159,0	64,0	23,1	7,2	4,0	
	LI	14	15,0	48,4	74,6	208,7	57,3	10,4	5,8	2,3	14	53,8	72,1	54,2	176,6	126,7	50,0	25,9	13,6	
	VIA	15	28,0	54,3	72,5	267,3	64,3	21,6	9,4	5,8	15	32,0	84,9	107,0	392,0	147,8	27,8	7,7	0,9	
Centro	PT	13	17,0	17,8	5,0	24,5	22,6	17,7	13,4	9,6	14	14,4	15,7	5,8	24,4	20,1	16,2	14,3	4,4	
	PO	16	15,2	16,7	8,3	42,6	18,8	15,7	11,2	7,4	15	8,6	9,6	5,0	19,7	10,3	7,6	6,0	3,8	
	FI	17	10,6	12,0	5,9	23,8	16,0	11,9	5,9	4,1	17	10,9	11,9	5,4	22,1	15,0	10,2	7,9	6,1	
	EM	15	13,6	12,7	2,0	15,0	18,9	13,5	11,0	8,7	15	12,8	13,5	4,7	24,9	17,2	12,4	9,5	8,1	
	Sud	SI	13	2,2	2,3	1,0	5,1	2,3	2,1	1,8	1,3	15	3,6	5,0	4,4	13,9	6,1	3,5	1,6	1,1
AR		15	2,5	3,7	5,4	23,1	3,0	2,2	1,6	1,3	14	4,3	4,6	1,6	8,2	5,4	4,1	3,4	2,8	
GR		15	3,0	3,3	1,5	6,8	4,3	2,9	2,1	1,5	14	2,7	2,9	1,1	4,7	3,9	2,9	1,9	1,3	
Regione		178	9,0	18,4	35,1	208,7	17,1	9,8	3,8	1,3	177	11,2	24,4	44,7	176,6	19,7	9,9	5,4	1,1	

Tabella h14d - Concentrazioni di XILENE fuori aula nelle 24 ore

			Inverno								Primavera									
			Percentili												Percentili					
Area	USL	oss	geom*	media**	std	99	75	50	25	1	oss	geom	media	std	99	75	50	25	1	
Nord	MS	15	3,8	4,5	3,1	13,4	5,6	2,7	2,4	1,8	14	4,3	8,4	14,3	56,6	8,5	4,3	1,9	1,1	
	LU	15	4,5	4,9	2,4	11,1	5,9	4,0	3,3	2,5	15	4,4	5,1	2,8	12,0	6,8	4,3	2,7	2,1	
	PI	14	4,1	5,2	3,6	14,3	7,3	4,2	2,6	1,0	14	15,1	22,6	17,6	53,7	37,6	19,2	5,2	3,6	
	LI	14	3,3	3,6	1,7	7,3	4,1	3,0	2,4	1,7	14	13,6	20,2	20,5	64,6	17,0	11,4	8,0	3,6	
	VIA	15	4,2	6,4	5,5	21,7	10,5	4,8	3,7	0,4	15	7,1	9,4	8,7	34,1	10,0	5,4	4,1	3,1	
Centro	PT	14	8,5	10,4	5,4	18,6	14,9	10,3	5,8	1,0	14	9,4	10,4	4,2	18,2	12,5	10,4	9,7	2,8	
	PO	15	10,8	11,2	3,2	17,3	14,3	11,3	8,5	7,1	13	6,9	8,4	6,4	24,2	7,2	6,8	5,0	2,9	
	FI	17	6,3	8,6	7,2	26,5	11,5	6,2	2,8	1,8	17	6,1	9,2	10,3	36,4	8,0	4,3	3,5	2,1	
	EM	15	8,8	9,2	2,8	15,7	10,7	9,8	7,8	3,8	13	7,6	8,1	3,2	13,6	9,3	7,5	6,2	4,0	
	Sud	SI	15	1,5	1,6	0,3	2,2	1,8	1,6	1,4	0,9	15	2,9	4,0	3,5	11,8	4,4	3,1	1,8	0,8
	AR	15	1,9	2,2	1,6	7,2	2,9	1,4	1,2	1,1	15	2,7	3,0	1,3	5,1	4,5	2,5	1,9	1,2	
	GR	15	1,2	1,3	0,7	3,0	1,5	1,1	0,8	0,7	14	1,9	2,2	1,3	5,8	3,0	1,9	1,2	0,9	
Regione		179	4,0	5,8	4,9	24,1	8,6	4,1	1,9	0,5	173	5,7	9,2	11,4	60,0	10,2	5,3	3,1	0,9	

Tabella h15 - Analisi per singolo inquinante e per misure stagionali

		Inverno				Primavera					Totale			
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	P-value	N	MEDIA	STD	MEDIANA
PM _{2.5}		174	62,7	44,3	51,1	172	47,9	37,5	40,2	<0,01	346	55,3	42	44
Formaldeide	in aula con alunni	180	15,2	6,1	14,7	180	19,6	7,9	18,3	<0,01	360	17,4	7,4	16,2
	in aula senza alunni	179	12,6	5,5	11,8	180	18,2	8	16,4	<0,01	359	15,4	7,4	14
	in aula nelle 24 ore	181	13,3	5,1	12,6	180	18,4	7,4	16,8	<0,01	361	15,8	6,8	14,7
	fuori aula nelle 24 ore	180	3,7	1,8	3,4	178	4,8	1,9	4,8	<0,01	358	4,2	1,9	4,1
Acetaldeide	in aula con alunni	180	10,4	7	8,2	180	8,4	6,6	6,6	<0,01	360	9,5	7,0	7,6
	in aula senza alunni	179	8,9	8,5	6,4	180	10,6	18,5	6,7	0,37	359	9,8	14,4	6,6
	in aula nelle 24 ore	181	9,2	7,6	7,3	180	9,9	14,5	6,8	0,56	361	9,7	11,5	7,2
	fuori aula nelle 24 ore	180	2,9	1,6	2,6	178	2,6	1,1	2,4	0,47	358	2,8	1,3	2,5
Benzene	in aula con alunni	179	5,8	6,7	4,2	178	5	5,7	3,5	0,15	357	5,5	6,2	3,9
	in aula senza alunni	177	3,4	2,9	2,7	179	2,1	1,8	1,6	<0,01	356	2,8	2,5	2
	in aula nelle 24 ore	178	4	3,1	3,3	177	2,7	2,2	1,9	<0,01	355	3,4	2,8	2,6
	fuori aula nelle 24 ore	179	3,4	2,4	2,7	173	2,1	1,8	1,6	<0,01	352	2,8	2,2	2,2
Toluene	in aula con alunni	179	33,2	70,3	15,4	178	39,5	89,6	19,6	0,19	357	36,3	80,5	17,7
	in aula senza alunni	177	13,7	22,8	7,8	179	24,7	66,4	10,3	0,03	356	19,2	50,0	9
	in aula nelle 24 ore	178	18,6	31,2	11,5	177	27	57,2	14,6	0,31	355	22,7	46,2	12,7
	fuori aula nelle 24 ore	179	14,2	60,8	6,6	173	17,5	30,9	8,9	0,04	352	15,8	48,4	7,8
Etilbenzene	in aula con alunni	179	4,8	7,4	2,7	178	17,1	47,5	3,8	0,01	357	11	34,5	3,2
	in aula senza alunni	177	2	3,3	1,2	179	3,8	9,8	1,3	0,46	356	2,9	7,4	1,3
	in aula nelle 24 ore	178	2,7	3,9	1,6	177	5,8	12,1	2,1	0,15	355	4,2	9,1	1,9
	fuori aula nelle 24 ore	179	1,5	1,4	1	173	3,3	5,6	1,3	0,01	352	2,4	4,2	1,2
Xilene	in aula con alunni	179	17,1	16,6	10,1	178	39,5	79,7	16	0,01	357	28,4	58,5	13,3
	in aula senza alunni	177	19,7	49,9	7,1	179	22,1	53,2	6,3	0,6	356	20,8	51,5	6,9
	in aula nelle 24 ore	178	18,5	35,4	9,5	177	24,4	44,7	9,9	0,87	355	21,4	40,4	9,9
	fuori aula nelle 24 ore	179	5,8	4,9	4	173	9,2	11,4	5,3	0,04	352	7,4	8,8	4,7

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h16a - Analisi per Area Vasta e stagione - INVERNO

		Area nord-ovest				Area centro				Area sud				
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	Pvalue
PM ₂₅		68	53,2	47,3	42,0	61	59,7	39,0	45,5	45	81,2	41,7	77,0	<0,01
Formaldeide	in aula con alunni	74	15,7	6,5	15,7	61	13,3	5,5	12,7	45	17,1	5,5	15,5	0,01
	in aula senza alunni	74	12,5	5,7	11,4	60	11,6	4,9	11,3	45	14,2	5,6	13,3	0,15
	in aula nelle 24 ore	74	13,4	5,2	12,6	62	12,0	4,4	11,8	45	14,9	5,3	13,3	0,08
	fuori aula nelle 24 ore	74	4,3	1,7	4,2	61	3,4	1,9	3,0	45	3,3	1,7	2,7	<0,01
Acetaldeide	in aula con alunni	74	13,2	6,9	11,2	61	8,3	7,3	6,3	45	8,5	5,1	7,9	<0,01
	in aula senza alunni	74	10,9	9,1	7,5	60	7,9	10,1	5,1	45	6,9	3,0	6,9	<0,01
	in aula nelle 24 ore	74	11,5	8,1	8,3	62	7,9	8,7	5,5	45	7,3	3,0	7,7	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	74	3,7	1,7	3,7	61	2,3	1,1	2,0	45	2,6	1,2	2,2	<0,01
Benzene	in aula con alunni	74	5,6	8,2	4,1	60	8,7	5,7	7,0	45	2,2	1,0	2,0	<0,01
	in aula senza alunni	74	3,2	2,1	2,7	60	5,4	3,4	4,7	43	1,2	0,3	1,2	<0,01
	in aula nelle 24 ore	74	3,7	2,3	3,2	61	6,2	3,6	5,2	43	1,4	0,4	1,4	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	73	3,1	1,8	2,8	61	5,2	2,5	4,9	45	1,4	0,5	1,3	<0,01
Toluene	in aula con alunni	74	40,1	93,0	11,0	60	30,8	26,4	27,4	45	25,1	67,4	11,7	<0,01
	in aula senza alunni	74	19,5	33,3	7,5	60	12,6	7,8	11,7	43	5,3	4,6	3,4	<0,01
	in aula nelle 24 ore	74	24,6	43,8	8,4	61	16,5	9,7	14,7	43	11,0	22,5	5,8	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	73	21,8	94,6	6,5	61	11,4	6,2	11,5	45	5,6	6,9	3,3	<0,01
Etilbenzene	in aula con alunni	74	4,1	8,1	2,0	60	7,3	3,1	7,0	45	2,8	9,2	1,1	<0,01
	in aula senza alunni	74	2,1	4,4	1,2	60	2,8	1,6	2,7	43	0,9	2,5	0,4	<0,01
	in aula nelle 24 ore	74	2,5	4,9	1,5	61	3,8	1,6	3,5	43	1,4	4,1	0,6	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	73	1,1	0,9	0,9	61	2,5	1,5	2,3	45	0,6	1,0	0,4	<0,01
Xilene	in aula con alunni	74	14,8	17,6	9,4	60	28,5	13,1	27,8	45	5,7	6,7	4,2	<0,01
	in aula senza alunni	74	37,3	73,5	9,5	60	10,6	6,3	9,2	43	2,2	2,5	1,6	<0,01
	in aula nelle 24 ore	74	30,5	52,0	9,9	61	14,6	6,2	13,8	43	3,1	3,3	2,3	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	73	4,9	3,6	4,0	61	9,8	5,1	9,7	45	1,7	1,1	1,4	<0,01

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h16b - Analisi per Area Vasta e stagione - PRIMAVERA

		Area nord-ovest				Area centro				Area sud				
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	P-value
PM ₂₅		66	49,5	53,8	37,7	61	48,6	24,5	44,3	45	44,6	19,0	43,0	0,09
Formaldeide	in aula con alunni	74	22,6	8,1	21,8	61	15,7	6,9	15,0	45	19,8	6,7	19,4	<0,01
	in aula senza alunni	74	20,0	8,3	18,7	61	16,1	6,7	15,1	45	17,9	8,7	17,4	<0,01
	in aula nelle 24 ore	74	20,5	7,4	18,5	61	15,9	6,5	14,9	45	18,2	7,5	16,7	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	74	5,8	1,4	5,9	60	3,6	1,8	2,9	44	4,6	1,5	4,2	<0,01
Acetaldeide	in aula con alunni	74	10,7	8,9	8,0	61	5,9	3,8	4,8	45	8,0	3,0	7,5	<0,01
	in aula senza alunni	74	14,8	25,8	8,2	61	8,2	13,2	4,5	45	7,0	3,2	6,8	0,01
	in aula nelle 24 ore	74	13,7	20,2	8,2	61	7,4	9,6	4,8	45	7,2	2,8	7,4	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	74	2,9	1,3	2,8	60	2,1	0,8	1,9	44	2,6	0,6	2,7	<0,01
Benzene	in aula con alunni	74	3,5	4,1	2,9	61	8,9	6,9	6,8	43	2,0	1,6	1,5	<0,01
	in aula senza alunni	73	1,3	0,7	1,2	61	3,9	1,9	3,3	45	0,9	0,4	0,8	<0,01
	in aula nelle 24 ore	73	1,8	1,0	1,7	61	5,0	2,0	4,4	43	1,1	0,5	1,1	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	72	1,4	0,6	1,2	57	3,8	2,1	3,2	44	1,0	0,9	0,9	<0,01
Toluene	in aula con alunni	74	14,7	12,6	9,8	61	31,8	22,2	30,0	43	92,9	169,6	53,0	<0,01
	in aula senza alunni	73	9,8	11,0	6,5	61	11,6	5,9	10,6	45	66,6	123,2	21,5	<0,01
	in aula nelle 24 ore	73	10,7	10,1	7,3	61	15,9	7,0	15,9	43	70,5	104,4	34,2	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	72	9,8	14,4	4,4	57	10,4	6,0	10,0	44	39,2	52,6	22,0	<0,01
Etilbenzene	in aula con alunni	74	34,3	70,3	4,8	61	6,7	4,0	4,9	43	2,4	2,4	1,6	<0,01
	in aula senza alunni	73	7,0	14,8	1,2	61	2,3	1,4	2,0	45	0,8	0,5	0,6	<0,01
	in aula nelle 24 ore	73	10,7	17,7	2,1	61	3,3	1,6	2,8	43	1,1	0,8	0,9	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	72	5,8	8,0	1,8	57	2,1	1,4	1,9	44	0,7	0,5	0,6	<0,01
Xilene	in aula con alunni	74	66,2	116,9	19,0	61	28,3	18,3	19,3	43	9,5	11,3	6,2	<0,01
	in aula senza alunni	73	45,7	77,6	12,0	61	8,2	4,3	7,5	45	2,6	1,5	2,5	<0,01
	in aula nelle 24 ore	73	46,1	63,4	19,7	61	12,6	5,6	10,7	43	4,2	2,9	3,6	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	72	12,9	15,4	6,4	57	9,0	6,8	7,2	44	3,1	2,4	2,4	<0,01

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h17a - Analisi per tipo di aula - INVERNO

		A				B				C				
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	P-value
PM ₂₅		59	64,4	48,4	53,6	60	67,5	49,5	49,5	55	55,8	31,9	48,8	0,89
Formaldeide	in aula con alunni	61	14,8	5,8	14,5	61	15,0	6,3	13,8	58	15,9	6,2	15,6	0,44
	in aula senza alunni	60	12,6	6,0	11,3	61	12,0	4,7	10,9	58	13,5	5,8	13,4	0,07
	in aula nelle 24 ore	61	13,2	5,5	12,0	61	12,8	4,4	12,0	59	14,0	5,3	13,4	0,10
	fuori aula nelle 24 ore	61	3,7	1,9	3,1	61	3,7	1,8	3,2	58	3,8	1,8	3,7	0,59
Acetaldeide	in aula con alunni	61	10,2	6,7	7,8	61	10,6	6,7	8,8	58	10,3	7,7	8,7	0,37
	in aula senza alunni	60	9,2	9,8	6,2	61	7,9	6,5	6,1	58	9,5	9,0	6,8	0,60
	in aula nelle 24 ore	61	9,4	8,6	7,0	61	8,6	6,1	7,5	59	9,6	8,0	7,3	0,75
	fuori aula nelle 24 ore	61	2,9	1,5	2,5	61	2,8	1,4	2,6	58	3,1	1,8	2,8	0,80
Benzene	in aula con alunni	61	5,3	3,9	4,5	60	5,8	8,7	4,1	58	6,4	6,7	4,1	0,69
	in aula senza alunni	59	3,4	2,6	2,6	60	3,2	2,3	2,6	58	3,7	3,6	2,8	0,76
	in aula nelle 24 ore	60	3,9	2,7	3,3	59	3,8	2,7	3,0	59	4,3	3,9	3,3	0,89
	fuori aula nelle 24 ore	61	3,5	2,5	2,7	61	3,4	2,4	2,7	57	3,3	2,3	2,6	0,85
Toluene	in aula con alunni	61	23,5	30,1	14,6	60	36,1	78,4	16,7	58	40,4	89,1	16,9	0,57
	in aula senza alunni	59	12,9	21,7	7,5	60	14,5	26,9	6,6	58	13,7	19,2	9,0	0,41
	in aula nelle 24 ore	60	15,4	21,4	11,2	59	20,4	35,9	11,6	59	19,9	34,7	10,9	0,98
	fuori aula nelle 24 ore	61	9,1	10,0	7,0	61	8,8	9,1	6,1	57	25,4	106,6	7,0	0,75
Etilbenzene	in aula con alunni	61	4,3	5,1	2,3	60	5,0	8,1	2,5	58	5,3	8,6	2,8	0,90
	in aula senza alunni	59	1,6	1,5	1,2	60	2,3	4,3	1,2	58	2,2	3,4	1,2	0,93
	in aula nelle 24 ore	60	2,3	1,9	1,7	59	3,0	5,0	1,6	59	2,9	4,3	1,7	0,70
	fuori aula nelle 24 ore	61	1,4	1,4	1,0	61	1,4	1,2	1,1	57	1,5	1,5	0,9	0,98
Xilene	in aula con alunni	61	14,9	13,5	9,1	60	17,5	18,5	10,9	58	19,0	17,4	11,6	0,57
	in aula senza alunni	59	13,1	22,3	5,8	60	26,0	68,4	7,2	58	19,9	47,3	7,4	0,76
	in aula nelle 24 ore	60	13,6	17,3	9,4	59	22,5	46,8	9,3	59	19,3	35,8	10,0	0,89
	fuori aula nelle 24 ore	61	5,9	5,1	4,1	61	5,6	4,4	4,4	57	5,9	5,3	3,8	0,74

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h17b – Analisi per tipo di aula - PRIMAVERA

		A				B				C				P-value
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	
PM _{2.5}		58	51,1	54,4	38,6	58	49,1	29,3	42,6	56	43,4	19,6	38,6	0,62
Formaldeide	in aula con alunni	61	19,5	7,2	19,3	61	18,8	7,6	17,4	58	20,4	9,0	19,5	0,33
	in aula senza alunni	61	17,6	9,0	15,3	61	17,8	6,2	17,8	58	19,2	8,6	17,1	0,22
	in aula nelle 24 ore	61	17,8	7,8	16,0	61	18,0	6,0	17,0	58	19,3	8,2	18,1	0,35
	fuori aula nelle 24 ore	60	4,7	1,8	4,2	60	4,8	2,0	4,8	58	4,8	1,8	5,0	0,82
Acetaldeide	in aula con alunni	61	8,4	6,4	6,4	61	8,1	6,6	6,3	58	8,7	7,0	7,2	0,38
	in aula senza alunni	61	11,0	15,7	6,3	61	9,3	13,9	6,7	58	11,5	24,8	7,1	0,63
	in aula nelle 24 ore	61	10,2	12,0	6,4	61	8,9	11,3	6,7	58	10,7	19,2	7,5	0,59
	fuori aula nelle 24 ore	60	2,6	1,0	2,7	60	2,6	1,2	2,4	58	2,5	1,1	2,3	0,63
Benzene	in aula con alunni	61	4,4	3,7	3,5	61	5,1	5,5	4,0	56	5,5	7,4	3,4	0,70
	in aula senza alunni	61	1,9	1,4	1,5	61	2,3	2,1	1,6	57	2,1	1,9	1,4	0,85
	in aula nelle 24 ore	61	2,4	1,7	1,8	61	2,9	2,2	2,0	55	2,8	2,5	2,0	0,75
	fuori aula nelle 24 ore	60	2,2	2,1	1,6	59	2,0	1,2	1,7	54	2,1	2,0	1,5	0,58
Toluene	in aula con alunni	61	57,2	147,6	19,8	61	32,9	30,8	20,7	56	27,3	22,5	18,4	0,95
	in aula senza alunni	61	27,8	68,6	9,4	61	25,0	84,1	9,3	57	20,9	36,6	11,4	0,50
	in aula nelle 24 ore	61	34,8	66,0	13,9	61	27,4	70,5	15,2	55	18,0	12,7	14,8	0,92
	fuori aula nelle 24 ore	60	22,8	43,6	10,2	59	12,0	12,9	7,2	54	17,6	26,9	8,8	0,38
Etilbenzene	in aula con alunni	61	20,6	56,5	4,4	61	16,0	44,2	3,5	56	14,6	40,4	4,1	0,35
	in aula senza alunni	61	4,0	9,2	1,3	61	3,9	11,6	1,3	57	3,6	8,5	1,2	0,88
	in aula nelle 24 ore	61	6,6	13,9	2,3	61	5,7	11,8	1,9	55	4,9	10,3	2,1	0,86
	fuori aula nelle 24 ore	60	3,4	5,7	1,5	59	3,2	5,7	1,3	54	3,3	5,5	1,3	0,71
Xilene	in aula con alunni	61	46,1	100,4	15,8	61	34,9	64,1	14,7	56	37,4	69,6	16,9	0,63
	in aula senza alunni	61	18,8	35,5	6,3	61	22,2	70,2	5,6	57	25,4	48,6	6,9	0,98
	in aula nelle 24 ore	61	23,0	36,4	9,7	61	23,6	53,9	9,9	55	26,8	42,5	10,7	0,81
	fuori aula nelle 24 ore	60	9,9	12,7	5,3	59	8,3	10,3	5,2	54	9,3	11,1	5,6	0,90

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h18a – Analisi per intensità di traffico - INVERNO

PM ₂₅		90	57,2	41,7	47,7	82	69,4	46,8	54,7	0,36
Formaldeide	in aula con alunni	94	15,0	5,9	14,3	86	15,6	6,3	15,4	0,14
	in aula senza alunni	93	13,2	5,5	11,9	86	12,0	5,4	11,3	0,41
	in aula nelle 24 ore	95	13,6	5,0	12,5	86	12,9	5,1	12,6	0,94
	fuori aula nelle 24 ore	94	4,1	1,9	4,0	84	3,4	1,7	3,0	0,01
Acetaldeide	in aula con alunni	94	11,1	6,7	9,0	86	9,7	7,5	8,1	0,23
	in aula senza alunni	93	9,8	8,5	6,8	86	7,6	7,3	6,0	0,04
	in aula nelle 24 ore	95	10,0	7,7	7,5	86	8,1	6,6	6,7	0,16
	fuori aula nelle 24 ore	94	3,2	1,7	3,2	84	2,7	1,3	2,3	0,07
Benzene	in aula con alunni	93	7,0	8,3	5,2	86	4,7	4,3	3,3	<0,01
	in aula senza alunni	93	4,2	3,3	3,3	84	2,7	2,2	1,8	<0,01
	in aula nelle 24 ore	94	4,8	3,6	4,2	84	3,2	2,4	2,2	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	94	4,0	2,6	3,4	83	2,6	1,9	1,9	<0,01
Toluene	in aula con alunni	93	29,7	46,2	17,6	86	37,0	89,5	13,7	0,41
	in aula senza alunni	93	17,4	27,5	9,1	84	9,7	15,2	6,0	0,04
	in aula nelle 24 ore	94	20,2	29,1	13,0	84	16,8	33,5	8,9	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	94	18,1	82,6	7,9	83	9,7	15,3	4,7	0,01
Etilbenzene	in aula con alunni	93	5,5	7,6	3,0	86	4,3	7,2	2,0	0,09
	in aula senza alunni	93	2,6	4,1	1,5	84	1,5	2,0	0,9	<0,01
	in aula nelle 24 ore	94	3,2	4,5	2,1	84	2,1	3,1	1,2	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	94	1,7	1,5	1,4	83	1,1	1,1	0,7	<0,01
Xilene	in aula con alunni	93	20,0	18,7	13,1	86	14,6	14,5	6,7	0,02
	in aula senza alunni	93	30,2	65,8	9,4	84	8,3	14,7	3,8	<0,01
	in aula nelle 24 ore	94	26,4	45,9	11,9	84	9,8	12,6	5,3	<0,01
	fuori aula nelle 24 ore	94	7,1	5,4	5,2	83	4,3	3,9	2,5	<0,01

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h18b – Analisi per intensità di traffico - PRIMAVERA

		intenso				scarso				P-value
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	
PM ₂₅		93	45,6	25,8	39,9	79	50,7	47,8	41,2	0,88
Formaldeide	in aula con alunni	94	19,6	8,6	17,7	86	19,5	7,2	18,5	0,55
	in aula senza alunni	94	18,5	7,9	16,8	86	17,8	8,1	16,4	0,77
	in aula nelle 24 ore	94	18,6	7,5	16,7	86	18,1	7,2	16,9	0,55
	fuori aula nelle 24 ore	93	4,8	1,9	4,8	85	4,7	1,9	4,8	0,88
Acetaldeide	in aula con alunni	94	9,7	8,5	7,2	86	6,9	3,1	6,2	0,07
	in aula senza alunni	94	13,8	24,8	7,7	86	7,1	5,1	6,2	0,02
	in aula nelle 24 ore	94	12,6	19,3	7,8	86	7,0	4,4	6,1	0,01
	fuori aula nelle 24 ore	93	2,7	1,3	2,5	85	2,4	0,8	2,4	0,65
Benzene	in aula con alunni	94	5,4	6,2	3,7	84	4,6	4,9	3,3	0,55
	in aula senza alunni	93	2,3	2,0	1,6	86	1,9	1,6	1,3	0,41
	in aula nelle 24 ore	93	3,0	2,4	2,1	84	2,4	1,8	1,7	0,08
	fuori aula nelle 24 ore	92	2,4	2,1	1,8	81	1,8	1,3	1,3	0,03
Toluene	in aula con alunni	94	23,7	20,9	15,9	84	57,1	126,7	32,8	<0,01
	in aula senza alunni	93	19,5	50,4	9,3	86	30,3	80,1	11,8	0,12
	in aula nelle 24 ore	93	20,5	41,8	11,4	84	34,3	70,0	16,1	0,03
	fuori aula nelle 24 ore	92	15,8	31,5	7,3	81	19,4	30,2	11,8	0,02
Etilbenzene	in aula con alunni	94	14,5	49,8	3,7	84	20,1	44,9	4,1	0,76
	in aula senza alunni	93	3,9	10,3	1,4	86	3,8	9,4	1,1	0,13
	in aula nelle 24 ore	93	4,7	8,9	2,0	84	7,0	14,8	2,3	0,50
	fuori aula nelle 24 ore	92	2,8	4,1	1,3	81	3,9	7,0	1,3	0,94
Xilene	in aula con alunni	94	34,8	81,7	16,4	84	44,8	77,4	14,5	0,55
	in aula senza alunni	93	29,5	68,1	7,9	86	14,1	28,0	5,0	<0,01
	in aula nelle 24 ore	93	28,0	52,2	10,9	84	20,3	34,5	9,0	0,08
	fuori aula nelle 24 ore	92	9,1	9,9	5,4	81	9,2	12,9	5,2	0,32

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h19a – Analisi per posizione delle aule – INVERNO

		piano terreno				primo piano				secondo piano				P-value
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	
PM ₂₅		58	93,0	162,3	44,4	75	73,1	113,0	51,8	21	49,2	21,1	44,3	0,33
Formaldeide	in aula con alunni	59	14,4	6,3	14,0	76	15,4	6,3	14,7	22	14,6	6,1	14,3	0,73
	in aula senza alunni	59	11,8	5,4	11,2	75	12,5	5,6	11,5	22	12,5	4,3	12,3	0,70
	in aula nelle 24 ore	59	12,5	4,8	12,3	76	13,2	5,4	12,3	23	12,8	3,9	12,4	0,97
	fuori aula nelle 24 ore	59	3,6	1,7	3,5	76	4,1	2,0	4,2	22	3,6	1,9	3,4	0,24
Acetaldeide	in aula con alunni	59	10,9	7,0	9,1	76	10,4	7,6	8,1	22	9,2	6,6	7,3	0,12
	in aula senza alunni	59	9,3	8,7	6,9	75	9,5	10,0	5,9	22	6,8	6,4	5,3	0,21
	in aula nelle 24 ore	59	9,7	7,7	8,1	76	9,7	8,9	6,7	23	7,2	6,2	6,0	0,20
	fuori aula nelle 24 ore	59	2,8	1,4	2,8	76	3,3	1,8	3,1	22	2,6	1,3	2,4	0,19
Benzene	in aula con alunni	59	4,4	2,9	3,5	76	7,6	8,4	5,9	21	7,1	8,5	5,4	0,02
	in aula senza alunni	58	3,3	2,3	2,8	75	3,9	2,9	3,1	22	4,3	4,3	3,2	0,82
	in aula nelle 24 ore	58	3,6	2,3	3,2	76	4,7	3,0	4,2	22	5,1	5,0	3,8	0,05
	fuori aula nelle 24 ore	59	3,3	2,3	2,7	75	4,0	2,6	3,3	22	3,7	2,1	3,4	0,43
Toluene	in aula con alunni	59	51,3	102,6	14,9	76	20,8	21,8	15,8	21	25,5	18,7	21,7	0,21
	in aula senza alunni	58	22,6	35,2	8,6	75	10,1	12,3	8,0	22	10,2	8,6	9,5	0,59
	in aula nelle 24 ore	58	29,6	46,8	13,3	76	12,7	14,1	11,5	22	13,5	9,8	13,1	0,28
	fuori aula nelle 24 ore	59	24,4	104,7	7,1	75	9,9	11,9	6,6	22	8,4	4,7	9,2	0,64
Etilbenzene	in aula con alunni	59	3,8	3,9	2,3	76	6,4	10,2	3,2	21	5,5	3,9	5,5	0,10
	in aula senza alunni	58	2,1	3,8	1,2	75	2,4	3,6	1,5	22	2,2	1,8	1,6	0,11
	in aula nelle 24 ore	58	2,5	3,7	1,6	76	3,3	4,9	2,2	22	2,9	2,2	2,6	0,06
	fuori aula nelle 24 ore	59	1,3	1,3	1,0	75	1,8	1,5	1,2	22	1,7	1,0	1,8	0,16
Xilene	in aula con alunni	59	14,3	16,1	8,8	76	20,6	16,6	13,7	21	25,6	18,1	25,7	<0,01
	in aula senza alunni	58	16,0	25,5	7,4	75	30,1	71,6	8,4	22	11,6	14,0	9,1	0,38
	in aula nelle 24 ore	58	15,6	21,1	9,4	76	26,3	49,2	11,3	22	14,6	12,8	13,1	0,25
	fuori aula nelle 24 ore	59	5,3	4,3	4,4	75	7,0	5,5	5,3	22	7,5	4,5	7,8	0,08

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h19b – Analisi per posizione delle aule – PRIMAVERA

		piano terreno				primo piano				secondo piano				P-value
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIA-NA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	
PM ₂₅		53	58,1	57,4	43,0	74	44,4	24,4	39,6	22	43,2	21,6	35,9	0,15
Formaldeide	in aula con alunni	59	19,6	7,4	18,5	76	19,5	8,8	17,4	22	20,5	8,2	19,9	0,47
	in aula senza alunni	59	18,7	8,4	16,4	76	17,9	8,3	15,8	22	19,6	7,2	18,2	0,37
	in aula nelle 24 ore	59	18,8	7,4	17,0	76	18,1	7,9	16,7	22	19,7	6,8	18,9	0,82
	fuori aula nelle 24 ore	59	5,0	1,8	5,0	75	4,7	2,0	4,8	22	4,7	1,9	5,0	0,54
Acetaldeide	in aula con alunni	59	8,3	5,2	6,4	76	9,0	8,8	6,5	22	7,5	3,7	6,6	0,99
	in aula senza alunni	59	10,9	15,6	6,8	76	12,5	24,8	6,6	22	6,9	3,8	6,8	0,84
	in aula nelle 24 ore	59	10,2	12,3	7,2	76	11,4	19,3	6,3	22	7,0	3,3	7,1	0,64
	fuori aula nelle 24 ore	59	2,5	1,0	2,6	75	2,7	1,3	2,4	22	2,3	0,7	2,5	0,87
Benzene	in aula con alunni	59	4,3	3,8	3,3	75	5,9	7,4	4,0	22	7,0	4,3	6,5	0,01
	in aula senza alunni	59	1,9	1,7	1,3	76	2,4	1,8	1,8	21	3,0	2,1	2,6	0,05
	in aula nelle 24 ore	59	2,4	1,7	1,8	75	3,1	2,3	2,3	21	3,9	2,5	3,4	0,16
	fuori aula nelle 24 ore	58	1,9	1,7	1,5	72	2,3	1,9	1,8	21	2,8	2,0	2,6	0,18
Toluene	in aula con alunni	59	30,1	33,2	15,6	75	37,4	120,3	15,2	22	27,9	18,7	24,3	0,19
	in aula senza alunni	59	16,5	30,6	9,3	76	15,5	21,6	8,4	21	13,5	10,1	10,8	0,23
	in aula nelle 24 ore	59	19,5	26,9	11,4	75	19,7	33,9	10,2	21	17,0	10,3	15,9	0,23
	fuori aula nelle 24 ore	58	11,3	11,8	6,2	72	18,9	38,1	7,3	21	9,8	5,3	10,0	0,48
Etilbenzene	in aula con alunni	59	22,4	49,7	5,5	75	16,1	49,3	3,5	22	21,2	57,5	6,5	0,02
	in aula senza alunni	59	7,4	15,9	1,5	76	2,3	3,9	1,3	21	2,6	3,1	1,6	0,14
	in aula nelle 24 ore	59	10,1	18,3	2,7	75	4,3	7,3	1,8	21	4,0	5,1	3,1	0,06
	fuori aula nelle 24 ore	58	4,1	7,1	1,6	72	3,5	5,6	1,3	21	2,5	3,0	2,1	0,11
Xilene	in aula con alunni	59	48,5	84,3	20,1	75	36,3	80,5	14,1	22	54,5	97,2	28,1	<0,01
	in aula senza alunni	59	31,0	51,0	8,5	76	21,0	62,9	7,1	21	22,6	46,8	7,8	0,63
	in aula nelle 24 ore	59	33,6	46,5	14,3	75	22,7	48,8	9,8	21	25,5	42,5	13,6	0,38
	fuori aula nelle 24 ore	58	10,4	14,1	5,3	72	9,0	9,9	5,4	21	11,8	11,9	9,0	0,09

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h20a - Analisi per presenza in aula di attaccapanni - INVERNO

		SI				NO				P-value
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	
PM ₂₅		61	57,9	39,2	45,0	77	64,6	52,7	49,0	0,61
Formaldeide	in aula con alunni	64	16,3	6,4	16,1	80	13,8	5,9	13,2	<0,01
	in aula senza alunni	63	13,0	4,9	11,9	80	11,5	5,7	10,4	0,11
	in aula nelle 24 ore	65	13,8	4,3	12,8	80	12,2	5,4	11,2	0,06
	fuori aula nelle 24 ore	64	4,2	2,0	3,9	80	3,6	1,7	3,5	0,32
Acetaldeide	in aula con alunni	64	10,5	7,7	7,8	80	10,7	7,3	8,5	0,18
	in aula senza alunni	63	8,9	9,4	6,1	80	9,7	9,4	6,2	0,93
	in aula nelle 24 ore	65	9,2	8,2	7,0	80	10,0	8,5	7,5	0,45
	fuori aula nelle 24 ore	64	3,1	1,5	3,0	80	3,0	1,8	2,7	0,50
Benzene	in aula con alunni	63	7,1	6,4	5,8	80	6,0	7,7	4,5	0,08
	in aula senza alunni	63	4,4	3,7	3,2	79	3,4	2,2	2,9	0,40
	in aula nelle 24 ore	64	5,0	3,8	4,2	79	3,9	2,6	3,4	0,16
	fuori aula nelle 24 ore	64	4,3	2,5	3,8	79	3,3	2,3	2,6	0,02
Toluene	in aula con alunni	63	29,5	50,3	21,1	80	29,5	53,0	14,8	0,11
	in aula senza alunni	63	11,4	13,6	8,8	79	17,0	29,9	7,5	0,24
	in aula nelle 24 ore	64	15,5	21,9	13,1	79	20,0	32,3	11,1	0,04
	fuori aula nelle 24 ore	64	12,0	14,1	10,0	79	17,6	90,3	6,6	0,08
Etilbenzene	in aula con alunni	63	5,3	3,7	4,0	80	5,8	10,2	2,9	0,28
	in aula senza alunni	63	2,1	1,7	1,5	79	2,5	4,6	1,2	0,06
	in aula nelle 24 ore	64	2,8	1,9	2,4	79	3,3	5,5	1,7	0,08
	fuori aula nelle 24 ore	64	2,0	1,6	1,8	79	1,4	1,2	0,9	0,02
Xilene	in aula con alunni	63	21,6	15,3	17,6	80	18,2	18,7	11,7	0,11
	in aula senza alunni	63	21,5	44,4	9,1	79	25,6	62,3	8,3	0,53
	in aula nelle 24 ore	64	21,1	33,0	13,6	79	22,6	42,9	11,0	0,28
	fuori aula nelle 24 ore	64	8,0	5,2	7,7	79	5,4	4,5	4,0	<0,01

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h20b - Analisi per presenza in aula di attaccapanni - PRIMAVERA

		SI				NO				P-value
		N	MEDIA	STD	MEDIANA	N	MEDIA	STD	MEDIANA	
PM ₂₅		60	40,7	19,0	37,8	76	56,6	51,1	42,9	0,30
Formaldeide	in aula con alunni	64	19,8	8,2	18,3	80	19,4	8,2	17,6	0,50
	in aula senza alunni	64	19,0	7,5	17,9	80	17,5	7,7	16,4	0,50
	in aula nelle 24 ore	64	19,2	7,1	17,0	80	17,7	7,3	16,7	0,50
	fuori aula nelle 24 ore	63	4,9	2,0	5,2	80	4,7	1,9	4,5	0,11
Acetaldeide	in aula con alunni	64	7,3	4,5	6,0	80	9,8	8,7	7,2	0,09
	in aula senza alunni	64	10,3	15,4	6,6	80	12,5	24,0	6,8	0,74
	in aula nelle 24 ore	64	9,6	12,1	6,7	80	11,6	18,6	6,8	1,00
	fuori aula nelle 24 ore	63	2,5	1,2	2,3	80	2,6	1,1	2,5	0,33
Benzene	in aula con alunni	64	6,9	7,9	5,2	79	4,5	3,6	3,5	0,28
	in aula senza alunni	64	2,5	1,9	2,1	79	2,2	1,8	1,6	0,16
	in aula nelle 24 ore	64	3,4	2,6	2,7	78	2,7	1,8	1,9	0,04
	fuori aula nelle 24 ore	59	2,7	2,4	2,1	79	1,9	1,3	1,6	0,12
Toluene	in aula con alunni	64	30,7	28,5	20,3	79	35,8	117,7	14,8	0,08
	in aula senza alunni	64	14,6	24,3	7,9	79	13,6	13,6	9,3	0,35
	in aula nelle 24 ore	64	18,3	20,9	11,1	78	18,0	31,1	11,6	1,00
	fuori aula nelle 24 ore	59	11,4	12,6	7,1	79	15,1	28,4	7,8	0,39
Etilbenzene	in aula con alunni	64	18,0	40,9	5,7	79	18,3	54,4	4,3	0,16
	in aula senza alunni	64	3,6	6,9	1,4	79	4,0	10,9	1,5	0,55
	in aula nelle 24 ore	64	6,2	10,5	2,4	78	5,5	9,6	2,6	0,87
	fuori aula nelle 24 ore	59	4,3	7,0	1,7	79	3,1	4,7	1,4	0,39
Xilene	in aula con alunni	64	44,2	69,2	21,2	79	39,8	89,2	16,0	0,08
	in aula senza alunni	64	16,2	26,2	8,0	79	31,7	73,2	7,7	0,68
	in aula nelle 24 ore	64	21,5	29,3	13,3	78	30,7	56,4	10,3	0,31
	fuori aula nelle 24 ore	59	11,2	13,0	6,6	79	9,3	11,1	5,4	0,61

* valore del p riferito al test Kruskal-Wallis per differenze nella mediana.

Tabella h21 - Descrittive rilevazioni sul rumore per area e totale regionale

	nord-ovest						Centro						Sud						Regione					
	N	M*	STD	MED+	Min	Max	N	M*	STD	MED+	Min	Max	N	M*	STD	MED+	Min	Max	N	M*	STD	MED+	Min	Max
Rumore di fondo																								
Lfc ca	73	44,5	5,6	44,0	29,7	58,0	62	47,5	4,6	47,9	38,9	59,5	17	44,0	6,3	43,8	35,1	57,0°	152	45,7	5,5	45,5	29,7	59,5
Lfa ca	73	51,6	4,5	51,3	43,1	64,4	62	53,7	6,0	53,2	43,1	67,2	17	49,3	7,3	51,5	37,2	61,1°	152	52,2	5,6	51,8	37,2	67,2
Rumore di facciata																								
Lfa vf	73	55,0	4,9	54,4	47,2	69,2	62	59,8	6,8	58,6	46,8	73,9	17	52,7	7,4	52,8	42,0	67,1°	152	56,7	6,6	56,2	42,0	73,9
Rumore ambientale																								
L1m	74	70,3	3,4	69,9	64,4	80,3	62	70,9	3,2	70,8	60,2	78,0	17	68,7	3,4	68,8	61,9	73,7°	153	70,4	3,3	70,1	60,2	80,3
L90 1m	74	60,5	3,3	60,9	50,3	69,9	62	50,7	3,3	50,2	44,7	62,0	17	44,4	5,5	43,5	36,5	57,3°	153	54,7	6,9	55,0	36,5	69,9
Tempo di riverbero																								
250Hz riferimento	74	1,3	0,1	1,3	1,2	1,4	62	1,2	0,1	1,2	1,1	1,3	17	1,2	0,1	1,2	1,1	1,4°	153	1,2	0,1	1,2	1,1	1,4
250Hz misure	74	1,7	0,5	1,7	0,8	3,0	62	1,7	0,6	1,5	0,9	4,4	15	1,3	0,4	1,2	1,1	2,3°	151	1,7	0,5	1,6	0,8	4,4
500Hz riferimento	74	1,0	0,0	1,0	1,0	1,1	62	1,0	0,0	1,0	0,9	1,1	17	1,0	0,0	1,0	0,9	1,1	153	1,0	0,0	1,0	0,9	1,1
500Hz misure	74	1,6	0,5	1,6	0,7	3,0	62	1,6	0,5	1,4	0,9	4,0	15	1,2	0,3	1,1	1,0	2,1°	151	1,5	0,5	1,4	0,7	4,0
1000Hz riferimento	74	0,9	0,0	0,9	0,9	1,0	62	0,9	0,0	0,9	0,8	1,0	17	0,9	0,0	0,9	0,9	1,0	153	0,9	0,0	0,9	0,8	1,0
1000Hz misure	74	1,5	0,4	1,4	0,6	2,7	62	1,5	0,5	1,4	0,9	3,6	15	1,1	0,3	1,0	0,9	1,9°	151	1,4	0,4	1,4	0,6	3,6
2000Hz riferimento	74	0,8	0,0	0,9	0,8	0,9	62	0,8	0,0	0,8	0,8	0,9	17	0,8	0,0	0,8	0,8	0,9	153	0,8	0,0	0,8	0,8	0,9
2000Hz misure	74	1,4	0,4	1,3	0,5	2,2	62	1,4	0,4	1,3	0,8	2,9	15	1,0	0,2	1,0	0,8	1,6°	151	1,3	0,4	1,3	0,5	2,9

Lfc ca=finestre chiuse centro ambiente Lfa ca=finestre aperte centro ambiente Lfa vf=vano finestra

° Differenza significativa nelle medie nei tre gruppi (test ANOVA)

* Media

+ Mediana

I valori di L1m misurati rientrano nella categoria tra elevato e ad alta voce in ciascuna area e per la regione.

In grassetto sono indicate le differenze significative tra le medie di riferimento e le medie misurate.

Tabella h22 – Confronto tra dati fisici e singola aula (sono stati esclusi i dati dell'area sud)

	A						B						C						P-value*
	N	M*	STD	MED+	Min	Max	N	M*	STD	MED+	Min	Max	N	M*	STD	MED+	Min	Max	
Rumore di fondo																			
Lfc ca	50	47,1	5,3	47,4	38,0	59,5	44	46,4	5,4	46,1	32,9	58,0	43	44,2	4,8	44,0	29,7	54,4	0.02
Lfa ca	50	53,4	4,7	53,2	43,1	65,0	44	51,7	5,8	50,9	43,1	67,2	43	52,1	5,6	51,5	43,8	67,0	0.30
Rumore di facciata																			
Lfa vf	50	57,8	5,8	58,0	46,8	73,0	44	56,5	6,9	55,5	47,5	73,8	43	56,9	6,3	56,2	47,2	73,9	0.57
Rumore ambientale																			
L1m	50	70,5	2,8	70,2	64,4	78,7	45	70,7	3,5	70,5	60,2	78,0	43	70,4	3,4	69,9	64,8	80,3	0.89
L90 1m	50	55,5	6,4	55,9	43,7	69,1	45	55,5	5,7	55,0	44,7	67,5	43	56,1	6,2	56,3	45,0	69,9	0.88
Tempo di riverbero																			
250Hz riferimento	50	1,2	0,1	1,2	1,1	1,4	45	1,2	0,1	1,2	1,1	1,4	43	1,2	0,1	1,2	1,1	1,4	0.83
250Hz misure	50	1,6	0,5	1,6	0,8	2,9	45	1,7	0,5	1,7	1,0	2,9	43	1,7	0,6	1,6	0,9	4,4	0.76
500Hz riferimento	50	1,0	0,0	1,0	0,9	1,1	45	1,0	0,0	1,0	0,9	1,1	43	1,0	0,0	1,0	0,9	1,1	0.80
500Hz misure	50	1,5	0,4	1,4	0,7	2,7	45	1,6	0,5	1,5	1,0	2,8	43	1,6	0,6	1,5	0,9	4,0	0.58
1000Hz riferimento	50	0,9	0,0	0,9	0,8	1,0	45	0,9	0,0	0,9	0,8	1,0	43	0,9	0,0	0,9	0,8	1,0	0.75
1000Hz misure	50	1,4	0,4	1,4	0,6	2,3	45	1,5	0,4	1,4	0,9	2,7	43	1,5	0,5	1,5	0,9	3,6	0.58
2000Hz riferimento	50	0,8	0,0	0,8	0,8	0,9	45	0,8	0,0	0,8	0,8	0,9	43	0,8	0,0	0,8	0,8	0,9	0.72
2000Hz misure	50	1,3	0,3	1,3	0,5	2,1	45	1,4	0,4	1,3	0,8	2,2	43	1,4	0,4	1,3	0,8	2,9	0.63

valore del p riferito all'analisi della varianza.