

DEFINIZIONE DI UN INDICE DI QUALITA' DELL'ARIA PER L'EMILIA-ROMAGNA



Centro Tematico Regionale Ambiente e Salute – Direzione Tecnica

Eccellenza Valutazione e Gestione della Qualità dell'Aria

Servizione Idro-Meteo-Clina

ARPA EMILIA-ROMAGNA

**DEFINIZIONE DI UN INDICE
DI QUALITA' DELL'ARIA
PER EMILIA-ROMAGNA**

A cura di:

Stefano Zauli Sajani, Stefano Marchesi, Fabiana Scotto

Gruppo di lavoro:

Giovanni Bonafè, Eriberto de Munari, Marco Deserti, Andrea Malossini, Stefano Marchesi, Davide Mazza, Fabiana Scotto, Michele Stortini, Stefano Zauli Zajani.

PREMESSA

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza adimensionale definita per rappresentare sinteticamente lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico.

Per costruire un indice di qualità dell'aria su basi scientifiche sarebbe necessario conoscere il rischio sanitario associato ad ogni possibile combinazione dei livelli degli inquinanti. Lo stato attuale delle conoscenze in ambito epidemiologico è tuttavia abbastanza lontano da tale obiettivo; non si conosce infatti in modo preciso né l'effetto di ogni inquinante al netto degli altri, né l'effetto sinergico della presenza di più inquinanti. Difficoltà di tipo statistico (multi-collinearità) e tossicologico (inquinanti presenti in basse dosi e impossibilità di esperimenti di dose-effetto sull'uomo) rendono molto ardua la stima degli effetti sanitari relativi ad un singolo inquinante al netto dell'effetto degli altri. Per questo, negli studi epidemiologici, gli inquinanti vengono quasi sempre inseriti nei modelli statistici singolarmente e quindi considerati come indicatori della qualità dell'aria.

In mancanza di conoscenze scientifiche tali da giustificare procedure di calcolo sofisticate, il criterio guida nella definizione degli indici è quindi quello della semplicità e gli scopi di un loro utilizzo essenzialmente comunicativi.

Se gli indici rappresentano apparentemente un "impoverimento" rispetto alla quantità di informazioni potenzialmente disponibili sulla qualità dell'aria, occorre dire che il loro utilizzo è spesso abbinato alla possibilità di approfondimenti. Generalmente infatti, oltre alla possibilità di accedere ai valori misurati o previsti per i singoli inquinanti, tali siti presentano un'ampia documentazione sugli argomenti correlati (sia da un punto di vista ambientale che sanitario) all'inquinamento atmosferico, e sono strutturati in modo da offrire diversi livelli di lettura e approfondimento (documentazione scientifica per addetti ai lavori, pagine specifiche per bambini e soggetti a rischio, etc.). L'adozione degli indici per la comunicazione dello stato della qualità dell'aria non ha quindi solo il vantaggio della semplicità e della accessibilità ad un vasto pubblico, ma diventa anche occasione per approfondimenti da parte del visitatore.

PASSAGGI PRINCIPALI NELLA COSTRUZIONE DI UN INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA

i passaggi principali nella costruzione di un indice di qualità dell'aria sono:

1. Scelta degli inquinanti da includere;
2. Costruzione di una scala adimensionale (sotto-indice) per ogni inquinante.
3. Costruzione di un indice sintetico unico, a partire dai sottoindici definiti per ogni inquinante.

Nel seguito i passaggi sopra elencati vengono dettagliati e brevemente discussi.

1. Scelta degli inquinanti da includere.

Solitamente vengono inclusi gli inquinanti che presentano un effetto sulla salute di tipo acuto (PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO₂, O₃, SO₂). La scelta di includere solo inquinanti che presentano effetti di tipo acuto, seppur discutibile, nasce dal fatto che gli indici sono formulati nell'ottica di dare indicazioni quotidiane alla popolazione per evitare gli effetti a breve termine (di tipo cardiovascolare e respiratorio).

2. Costruzione di una scala adimensionale (sotto-indice) per ogni inquinante

Questa fase può essere a sua volta suddivisa in tre step:

- scelta della modalità di aggregazione temporale dalle rilevazioni originarie (media giornaliera, massimo orario giornaliero, etc.);
- scelta delle centraline da includere per ogni inquinante e della modalità di aggregazione spaziale tra le centraline scelte;
- definizione dei criteri per passare dalla scala di misura in cui è originariamente espresso ogni inquinante ad una scala adimensionale.

L'ordine di questi step deve essere determinato sulla base di opportune valutazioni, perché influisce sul risultato finale.

2.1 Modalità di aggregazione temporale

L'approccio normalmente utilizzato è quello di considerare per ogni inquinante l'indicatore temporale rispetto al quale è definito il limite di legge.

2.2 Modalità di aggregazione spaziale

E' approccio largamente condiviso il calcolare gli indici di qualità dell'aria per aree, coincidenti spesso o con aggregati di tipo amministrativo o con aggregati definiti specificatamente per scopi di controllo ambientale. Quest'ultimo è per esempio il caso delle zone e degli aggregati definiti dall'Unione Europea. Considerato che la comparazione tra aree è uno degli aspetti centrali

nell'utilizzo degli indici, la scelta delle centraline da utilizzare per ogni area è un aspetto di notevole importanza. E' opportuno quindi scegliere il più possibile insiemi di centraline che siano il più possibile paragonabili e quindi o centraline di fondo o un insieme di centraline di diverso tipo scelte con criteri di coerenza nelle diverse aree.

2.3 Definizione dei criteri per passare dalla scala di misura originaria di ogni singolo inquinante, ad una scala unica adimensionale

In ambito internazionale le modalità di aggregazione sono essenzialmente due:

- la prima stabilisce, per ogni inquinante, una corrispondenza tra i valori nelle unità di misura originarie e una scala predefinita per il relativo sottoindice (come esemplificato nel box seguente).

I_p = sottoindice per l'inquinante p	PM10 (mg/m3)	AQI
C_p = Concentrazione dell'inquinante p	0 - 54	0 - 50
BP_{hi} = breakpoint superiore	55 - 154	51 - 100
BP_{lo} = breakpoint inferiore	155 - 254	101 - 150
I_{hi} = valore dell'indice corrispondente al breakpoint superiore	255 - 354	151 - 200
I_{lo} = valore dell'indice corrispondente al breakpoint inferiore	355 - 424	201 - 300
	425 - 504	301 - 400
	505 - 604	401 - 500
I_p = valore dell'indice corrispondente al breakpoint superiore	$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{HI} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$	

- la seconda prevede la divisione del dato dell'inquinante espresso nell'unità di misura originaria per un valore di riferimento, diverso da inquinante a inquinante, e che solitamente coincide con il limite di legge (vedi box sotto). Chiameremo da qui in avanti questo approccio standardizzazione

I_p = sottoindice per l'inquinante p	$I_p = \frac{C_p}{L_p} \times 100$
C_p = concentrazione dell'inquinante p	
L_p = valore di riferimento	

Questi due approcci presentano alcune differenze concettuali di impostazione. Con il primo, per esempio, bisogna fissare più soglie e quindi si ha una maggiore "arbitrarietà" (componente esogena), mentre con il secondo di arbitrario c'è solo la scelta del denominatore (che è però legato ad un limite di legge e quindi poco arbitrario). Inoltre, col primo metodo, a uguali incrementi delle concentrazioni dell'inquinante non corrispondono uguali incrementi dell'indice,

mentre con il secondo sì. La figura 1 evidenzia questo aspetto. Occorre anche rimarcare che il secondo approccio sembra più giustificabile da un punto di vista epidemiologico, visto che agli inquinanti sono quasi sempre attribuiti effetti sanitari che crescono in modo lineare.

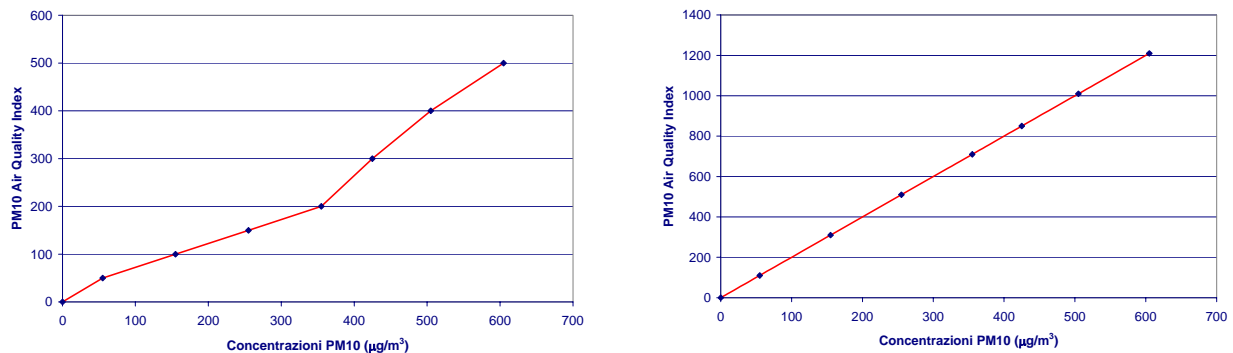


Figura 1: Corrispondenza tra concentrazioni del singolo inquinante (in questo caso PM_{10}) e relativo sotto-indice. I due grafici rappresentano i due possibili approcci per definire sequenze osservate dei valori dell'indice di qualità dell'aria nell'agglomerato di Modena (a sinistra) e nell'agglomerato del Distretto Ceramico (a destra)

3. Costruzione di un indice sintetico unico, a partire dai sottoindici definiti per ogni inquinante

3.1 Modalità di aggregazione tra gli inquinanti

Questo rappresenta un punto cruciale nella definizione degli indici. Le soluzioni adottabili in questo ambito si possono ricondurre a due categorie:

- valore dell'indice sintetico calcolato come valore più elevato tra tutti i sottoindici calcolati.
- valore dell'indice sintetico come media tra tutti o alcuni dei sottoindici, con eventualmente qualche correzione.

Se da un lato un indice di qualità dell'aria riporta intuitivamente ad una valutazione complessiva sui diversi inquinanti presenti in atmosfera, dall'altro la mancanza di supporto scientifico rispetto alla valutazione dell'effetto sanitario dei singoli inquinanti, o, specularmente, della loro miscela e quindi della loro interazione, rende opinabile e contestabile qualsiasi aggregazione dei vari sottoindici che sommi, medi o pesi il contributo dei diversi inquinanti. Occorre tuttavia considerare che la "ragionevolezza" tossicologica porterebbe a ipotizzare un effetto additivo o moltiplicativo di una miscela di diversi inquinanti. La scelta del sottoindice massimo permette l'assegnazione di un valore pari ad almeno 100 in corrispondenza del superamento del limite di legge di anche uno solo degli inquinanti, cosa che non avviene nel caso di scelte di mediazione tra i vari sottoindici, a meno di forzature specifiche.

3.2 Scelta del range di variazione e del numero di classi dell'indice sintetico.

Il numero di livelli e il range di variazione dell'indice variano moltissimo da paese a paese. Con l'approccio per la definizione del sottoindice basato sulla standardizzazione, non è in teoria possibile definire un limite superiore per il sottoindice, anche se approssimativamente si sa sulla base dei dati storici quale ci si aspetta essere un limite superiore. Numericamente, le scale

adottate in ambito internazionale variano molto, con valori massimi dell'indice compresi tra 10 e 500. Definita la scala di variazione dell'indice, esso viene poi generalmente comunicato al pubblico utilizzando un approccio semplificato basato più che sulla comunicazione del valore dell'indice, sulla appartenenza di quel valore ad una classe, cui poter associare anche cromatismi, giudizi e consigli. Anche la suddivisione in classi segue approcci abbastanza differenti (da un minimo di 3 ad un massimo di 7).

3.3 Scelta della scala cromatica da associare ai vari livelli dell'indice sintetico.

Per quel che riguarda la scala cromatica, tutti gli indici presentano le ultime classi con colori come rosso e viola, mentre per le prime classi si parte o dal verde o dal blu-azzurro. Nelle classi intermedie vengono quasi sempre utilizzati il giallo e l'arancione. Sono rare le scale monocromatiche. Queste ultime presenterebbero il vantaggio di non dovere attribuire alle prime classi colori come il verde, che trasmettono un messaggio totalmente rassicurante, non propriamente suffragato dagli studi epidemiologici che non rilevano invece alcuna soglia al di sotto della quale gli inquinanti non siano dannosi.

3.4 Scelta degli aggettivi da associare ai vari livelli dell'indice sintetico.

Quasi sempre i vari livelli in cui viene suddivisa la scala di variazione dell'indice vengono associati, oltre che ad un colore, ad un aggettivo. Qui le possibilità, sono essenzialmente di due tipi: o si adotta una scala di aggettivi priva di implicazioni sanitarie (livello basso, moderato, alto, molto alto) oppure viceversa incentrata proprio su un giudizio di qualità (es. molto buona, buona, media, mediocre, cattiva, pessima, etc.)

IL QUADRO INTERNAZIONALE

Numerosi sono i paesi che utilizzano indici di qualità dell'aria per descrivere e, spesso, prevedere lo stato dell'inquinamento atmosferico. Nella tabella 1 sono riportati alcuni dei principali siti dedicati alla comunicazione dei valori degli indici. Una particolare importanza assumono, a livello internazionale, l'Air Quality Index dell'US EPA e l'indice ATMO in Francia. In ambito italiano, solo la Regione Piemonte ha adottato un indice di qualità dell'aria, peraltro definito con una procedura originale. Nel seguito questi tre indici verranno illustrati in modo dettagliato.

Australia	http://www.environment.sa.gov.au/reporting/atmosphere/airindex_sum.html
Belgio	http://www.irceline.be/
Brasile	http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_indice_padroes.asp
Canada	http://theweathernetwork.com/features/airq/
Cile	http://www.asrm.cl/sitio/pag/aire/indexjs3aireindices.asp
Cina	http://61.144.36.8/equality2/raqi/eng.aspx
Finlandia	http://www.ytv.fi/eng/airquality
Francia	http://www.buldair.org/
Gran Bretagna	http://www.airquality.co.uk/archive/index.php
Hong Kong	http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/air_quality/air_quality.html
India	http://home.iitk.ac.in/~mukesh/ind-aqi/index.html
Irlanda	http://www.epa.ie/OurEnvironment/Air/AirQualityIndex/
Italia	http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml
Malesia	http://www.doe.gov.my/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1&lang=en
Messico	http://sima.com.mx/index.jsp?lang=en
Ontario (Canada)	http://www.airqualityontario.com/
Portogallo	http://www.qualar.org/?page=1
Stati Uniti	http://airnow.gov/index.cfm?action=airnow.national
Tailandia	http://www.pcd.go.th/AirQuality/Regional/Graph/createaqi2.cfm

Tabella 1: Lista degli indirizzi dei principali siti dedicati alla comunicazione dello stato della qualità dell'aria tramite indici.

1. L'Air Quality Index degli Stati Uniti

(<http://airnow.gov/index.cfm?action=airnow.national>)

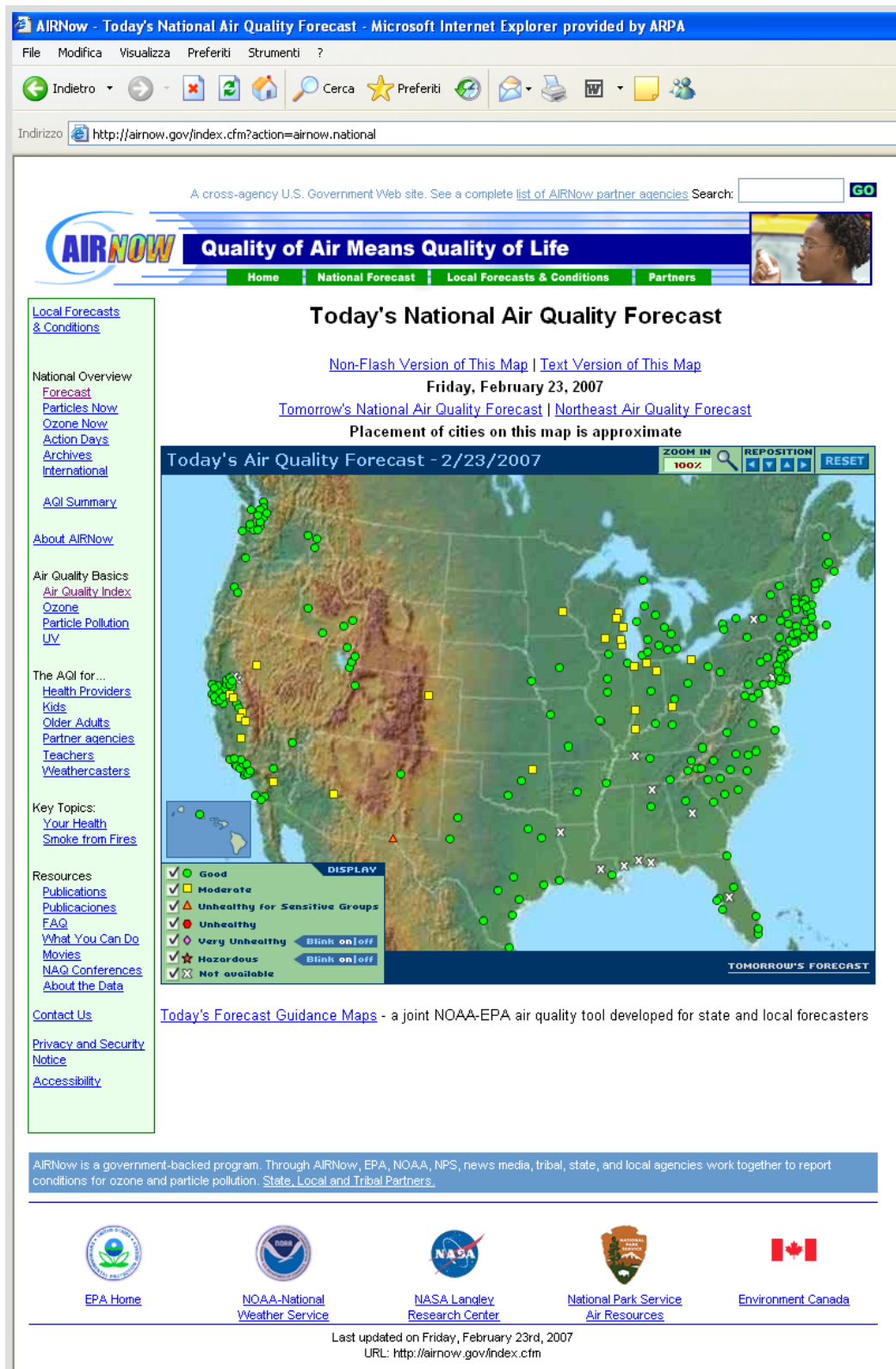


Figura 2: Sito dell'EPA per la diffusione dei dati dell'indice di qualità dell'aria a scala nazionale.

E' calcolato sulla base di sei sotto-indici riferiti a: SO₂, O₃ (orario e su 8 ore), PM_{2.5}, PM₁₀, CO. Prima si calcola per ogni stazione la concentrazione massima oraria per l'SO₂, l'NO₂ e l'O₃ e la concentrazione media giornaliera per il PM₁₀ ed il PM_{2.5}. A questi valori si associa il valore corrispondente del sottoindice relativo a quell'inquinante (v. tabella 2).

Valore indice (limite superiore)	O ₃ (8 h)	O ₃ (1 h)	PM _{2.5} (24 h)	PM ₁₀ (24 h)	CO (8 h)	SO ₂ (24 h)
50	128		15	50	4,6	80
100	168	250	40	150	10,4	372
150	208	328	65	250	13,9	585
200	248	388	150	350	17,4	798
300	808	808	250	420	34,8	1596
500	1200	1200	500	600	58,0	2660

Tabella 2: Lista degli indirizzi dei principali siti dedicati alla comunicazione dello stato della qualità dell'aria tramite indici.

Si può notare come i livelli di inquinamento corrispondenti ai valori più elevati dell'indice sono molto lontani dai valori misurabili nella nostra regione. Ad esempio, per il PM₁₀ i valori corrispondenti all'ultima classe sono >600 µg/m³, quelli della penultima tra 500 e 600 µg/m³, con la divisione in sei classi. Il valore finale dell'indice coincide con il massimo valore del sottoindice peggiore dei ogni centralina, specificando qual è l'inquinante responsabile del valore assunto dall'indice. Ad ogni livello assunto dall'AQI vengono associati dei giudizi di qualità (buona, moderata...) e dei consigli sanitari. L'indice presenta un range di valori da 1 a 500.

Air Quality Index Levels of Health Concern	Numerical Value	Meaning
Good	0-50	Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk.
Moderate	51-100	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.
Unhealthy for sensitive groups	101-150	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.
Unhealthy	151-200	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects.
Very unhealthy	201-300	Health alert: everyone may experience more serious health effects.
Hazardous	> 300	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.

Figura 3: Classi di valori dell'indice di qualità dell'aria dell'EPA.

1. L'indice ATMO della Francia

(<http://www.airparif.asso.fr/> - <http://www.buldair.org/>)

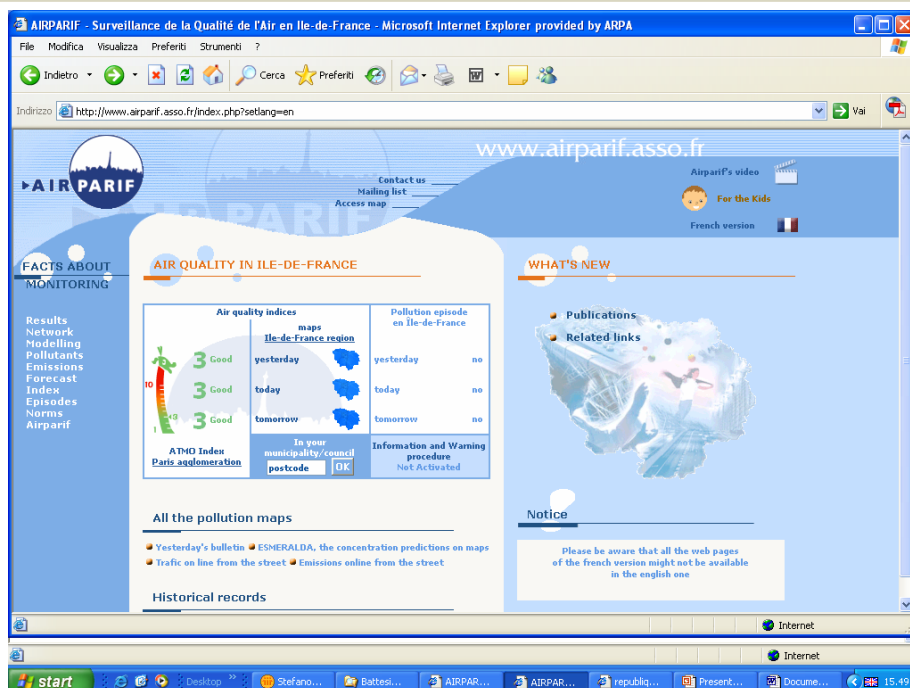
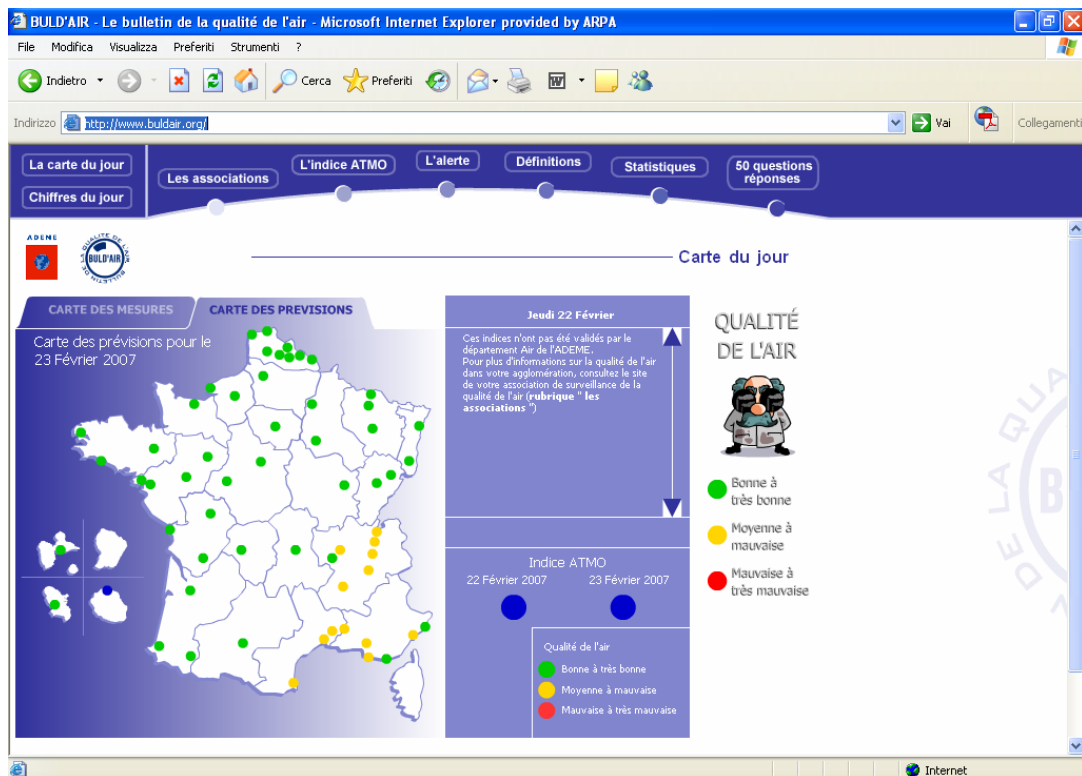


Figura 4: Sito per la diffusione dei dati dell'indice di qualità dell'aria francese.

Questo indice assume un'importanza particolare soprattutto perché è l'unico a livello internazionale ad essere stato definito per via legislativa. La sua applicazione è infatti obbligatoria nelle aree con più di 100.000 abitanti; per i centri abitati di dimensioni inferiori non

è obbligatorio ma il suo utilizzo è suggerito in una versione semplificata. I valori dell'indice vengono resi pubblici e comunicati alla popolazione tramite il sito internet, stampa, radio, TV e pannelli segnaletici. L'indice viene calcolato sulla base dei sotto-indici riferiti a: SO₂, NO₂, O₃, PM₁₀. Ne viene stabilito il calcolo rispetto a zone ed agglomerati, in linea con l'approccio indicato dalla legislazione europea. L'indice viene calcolato su un insieme di stazioni selezionate (in genere di background), di cui viene fatta la media. A questa media si associa il valore corrispondente del sottoindice relativo a quell'inquinante (v. tabella 3). Il valore finale dell'indice sintetico coincide con il valore dell'indice dell'inquinante più critico.

L'indice è definito in una scala da 1 a 10, con 6 caratterizzazioni qualitative (simboletti stilizzati di mostriciattoli con relativi aggettivi) e 3 colori (vedi figura 5).

Moyenne des moyennes journalières des différents sites			Moyenne des maximas horaires des différents sites		
sous-indice Particules	seuil min. en µg/m ³	seuil max. en µg/m ³	sous-indice NO ₂	seuil min. en µg/m ³	seuil max. en µg/m ³
1	0	9	1	0	29
2	10	19	2	30	54
3	20	29	3	55	84
4	30	39	4	85	109
5	40	49	5	110	134
6	50	64	6	135	164
7	65	79	7	165	199
8	80	99	8	200	274
9	100	124	9	275	399
10	> = 125		10	> = 400	

Moyenne des maximas horaires des différents sites			Moyenne des maximas horaires des différents sites		
sous-indice O ₃	seuil min. en µg/m ³	seuil max. en µg/m ³	sous-indice SO ₂	seuil min. en µg/m ³	seuil max. en µg/m ³
1	0	29	1	0	39
2	30	54	2	40	79
3	55	79	3	80	119
4	80	104	4	120	159
5	105	129	5	160	199
6	130	149	6	200	249
7	150	179	7	250	299
8	180	209	8	300	399
9	210	239	9	400	499
10	> = 240		10	> = 500	

Tabella 3: Tabelle di corrispondenza tra le concentrazioni dei vari inquinanti ed i valori dei relativi sottoindici.

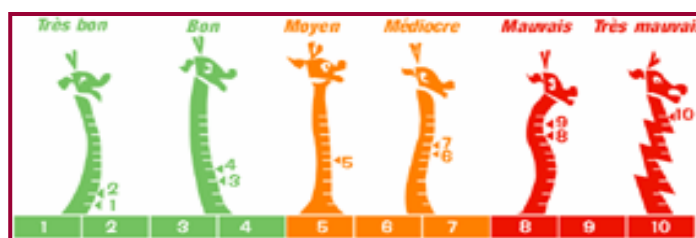


Figura 5: Simbologia e tipo di mappatura adottati per la diffusione dei dati dell'indice di qualità dell'aria francese.

1. L'indice IQA del Piemonte

(<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml> oppure

http://www.provincia.torino.it/ambiente-provto/inquinamento/qualita/indice_iqa.htm)

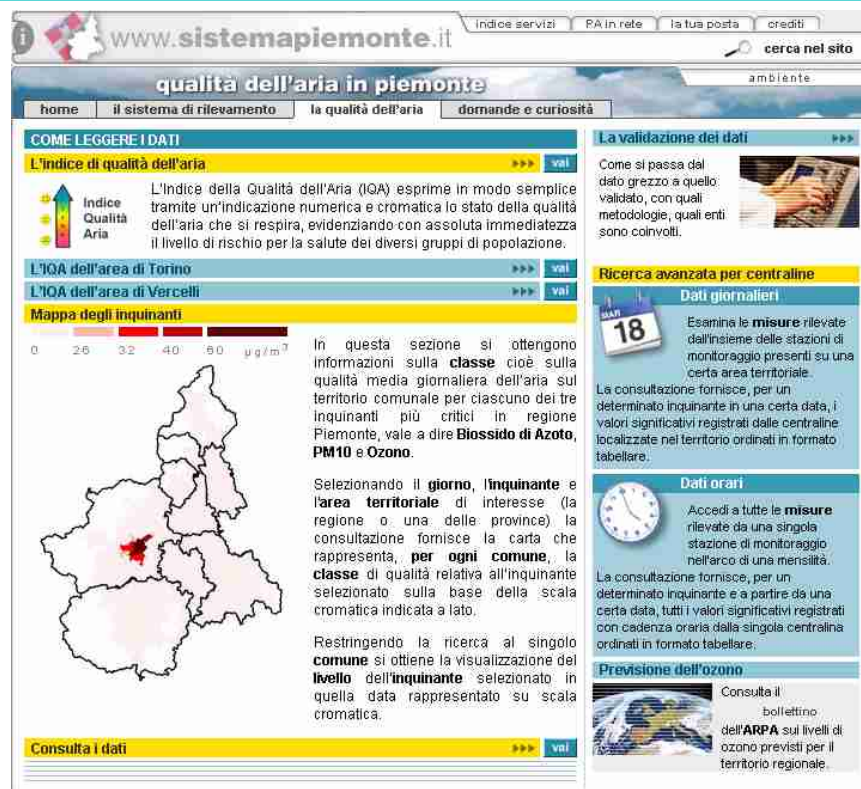
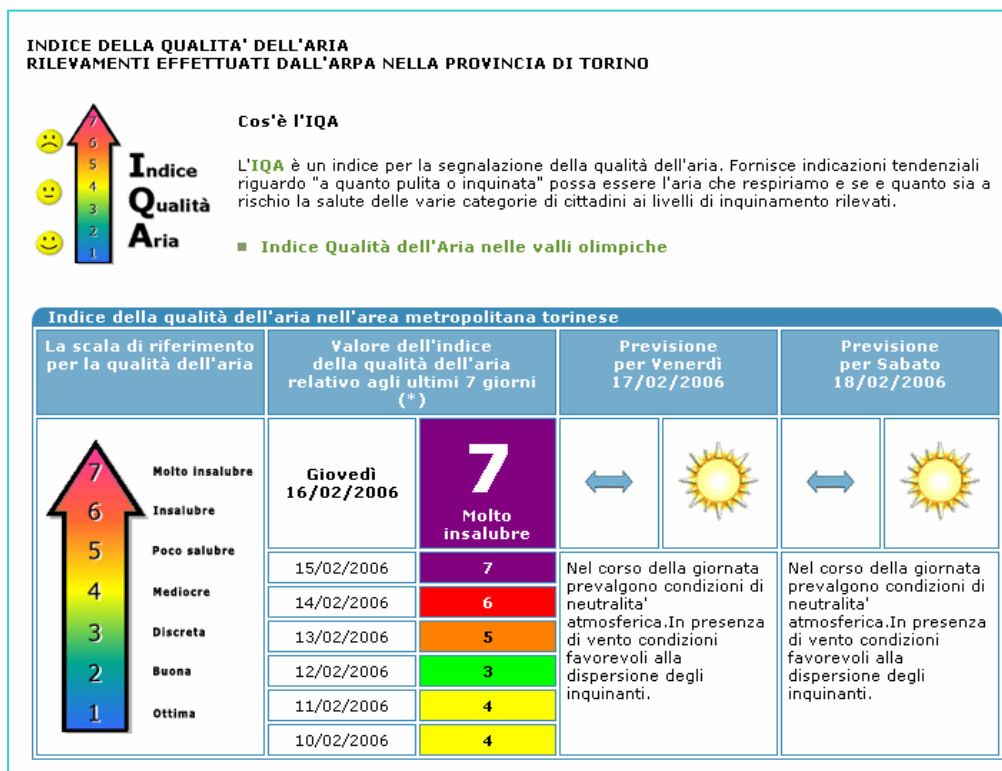


Figura 6: Sito della Regione Piemonte per la diffusione dei dati dell'indice di qualità dell'aria.

L'indice adottato dal Piemonte è l'unico esempio italiano di utilizzo operativo di un indice di qualità dell'aria. Esso è stato definito in modo originale rispetto al panorama internazionale. In particolare, per il calcolo dell'indice vengono utilizzati tre inquinanti: PM₁₀, NO₂ e O₃. I sottoindici relativi a ciascun inquinante sono definiti utilizzando il metodo della standardizzazione rispetto ai limiti di legge. Infine, l'indice sintetico viene calcolato come la media dei due sottoindici peggiori. Nel seguito vengono riportate le formule utilizzate. Alla fine della procedura il valore dell'indice viene riferito a sette classi, con una scala cromatica che varia dal blu al viola, passando per verde, giallo arancione e rosso (vedi figura 7). Occorre però precisare che attualmente l'indice è utilizzato solo per definire lo stato dell'inquinamento nel giorno precedente e non quindi a scopo previsionale.

$$I_{PM10} = \frac{V_{med24h_{PM10}}}{V_{rif_{PM10}}} \times 100 \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Valore di riferimento} \\ \text{(50 } \mu\text{g/m}^3\text{) valore limite giornaliero per la protezione} \\ \text{della salute umana} \\ \text{(D.M. 02/04/2002 n. 60)} \end{array}$$

$$I_{NO_2} = \frac{V_{max h_{NO_2}}}{V_{rif_{NO_2}}} \times 100 \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Valore di riferimento} \\ \text{(200 } \mu\text{g/m}^3\text{) valore limite orario per la protezione} \\ \text{della salute umana (D.M. 02/04/2002 n. 60)} \end{array}$$

$$I_{8hO_3} = \frac{V_{max 8h_{O_3}}}{V_{rif_{8hO_3}}} \times 100 \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Valore di riferimento} \\ \text{(120 } \mu\text{g/m}^3\text{) valore bersaglio per la protezione} \\ \text{della salute umana (D. Lgs 21/05/2004 n. 183)} \end{array}$$

IQA complessivo

$$I_{IQA} = \frac{I_{PM10} + \max(I_{NO_2}, I_{O_3})}{2}$$

IQA	CLASSI	Qualità dell'aria
1	0 – 50	Ottima
2	51 – 75	Buona
3	76 – 100	Discreta
4	101 – 125	Mediocre
5	126 – 150	Poco salubre
6	151 – 175	Insalubre
7	> 175	Molto insalubre

Figura 7: Livelli e giudizi di qualità dell'aria utilizzati dalla Regione Piemonte

Ai diversi livelli di inquinamento, vengono anche associati consigli sanitari, riportati nella tabella 4.

Livello	Consiglio
1	La qualità dell'aria è considerata eccellente.
2	La qualità dell'aria è considerata molto soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
3	La qualità dell'aria è considerata soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
4	La popolazione non è a rischio. Le persone asmatiche, bronchitiche croniche o cardiopatiche potrebbero avvertire lievi sintomi respiratori solo durante un'attività fisica intensa; si consiglia pertanto a questa categoria di limitare l'esercizio fisico all'aperto, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
5	Le persone con complicazioni cardiache, gli anziani e i bambini potrebbero essere a rischio, si consiglia pertanto a queste categorie di persone di limitare l'attività fisica e la permanenza prolungata all'aria aperta specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
6	Molti cittadini potrebbero avvertire lievi sintomi negativi sulla salute, comunque reversibili, pertanto si consiglia di limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. I membri dei gruppi sensibili potrebbero invece avvertire sintomi più seri, è quindi conveniente esporsi il meno possibile all'aria aperta.
7	Tutti i cittadini potrebbero avvertire lievi effetti negativi sulla salute. Gli anziani e le persone con complicazioni respiratorie dovrebbero evitare di uscire, mentre gli altri, specialmente i bambini, dovrebbero evitare l'attività fisica e limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.

Tabella 4: Contributo dei diversi inquinanti all'indice sintetico. Statistiche riferite all'insieme dei giorni (a sinistra – 2a) e statistiche riferite ai soli giorni di superamento (a destra – 2b)

LA DEFINIZIONE DELL'INDICE PER L'EMILIA-ROMAGNA

In questo capitolo vengono presentate, secondo lo schema illustrato nel secondo capitolo, le decisioni adottate nella costruzione dell'indice di qualità dell'aria per l'Emilia-Romagna.

1. Scelta degli inquinanti.

Si è deciso di includere nel calcolo dell'indice solo il PM₁₀, l'NO₂ e l'O₃ che, tra gli inquinanti con effetti a breve termine, sono quelli che nella nostra regione presentano le maggiori criticità. Sono stati esclusi il CO e l'SO₂ che hanno conosciuto negli ultimi decenni una drastica diminuzione delle loro concentrazioni tanto da essere ormai stabilmente e ampiamente sotto ai limiti di legge.

2. Passaggio dalla misura originaria di un inquinante alla costruzione del sotto-indice relativo a quell'inquinante

2.1 e 2.2 Modalità di aggregazione temporale e definizione dei criteri per passare dalla scala di misura originaria di ogni singolo inquinante, ad una scala unica dimensionale (sotto-indice)

Si è ritenuto preferibile utilizzare l'approccio basato sulla standardizzazione rispetto ai limiti di legge. L'aggregazione temporale dei dati grezzi è quindi quella prevista dalla legislazione ed i livelli di riferimento per la standardizzazione i seguenti:

PM₁₀: media giornaliera. Valore di riferimento: **50 µg/m³**.

O₃, valore massimo delle medie di 8 ore calcolate ogni ora sulle 8 ore precedenti dalle ore 01:00 alle ore 24:00. Valore di riferimento: **120 µg/m³**.

NO₂: valore massimo orario sulle 24 h. Valore di riferimento: **200 µg/m³**.

2.3 Modalità di aggregazione spaziale

L'indice viene calcolato in aree chiamate agglomerati, ritenute dalla Comunità Europea per i livelli di pressione ambientale e di urbanizzazione che li caratterizzano degne di particolare attenzione. Tali agglomerati corrispondono in Emilia-Romagna in linea di massima ai capoluoghi di provincia e aree limitrofe con l'aggiunta delle aree di Imola, Faenza e dei due distretti ceramici di Modena e Reggio-Emilia. All'interno di tali ambiti i dati utilizzati per il calcolo dei valori misurati dell'indice sono quelli delle sole centraline appartenenti alla Rete

Regionale di Monitoraggio. Tra i valori rilevati dalle centraline appartenenti allo stesso agglomerato viene fatta la media.

3. Costruzione di un indice sintetico unico, a partire dai sottoindici definiti per ogni inquinante

3.1 Modalità di aggregazione tra gli inquinanti

Si è adottato l'approccio basato sull'assegnazione all'indice sintetico del valore assunto dal sottoindice peggiore. Le motivazioni principali sono:

- è l'approccio più utilizzato in ambito internazionale
- non crea troppe illusioni sul grado di scientificità dell'indice
- è sufficiente che un sotto-indice sia sopra il limite di legge perché l'indice complessivo assuma un valore superiore a 100
- è più facilmente utilizzabile in ambito previsionale.

3.2 Scelta del range di variazione e del numero di classi dell'indice sintetico

Si è adottata una scala di valori dell'indice con una gradazione a step uniformi pari a 50 unità dell'indice. L'adozione di un numero limitato di classi (5) è legata sia alle capacità previsionali dei modelli di previsione della qualità dell'aria (utilizzo di primaria importanza dell'indice), sia a scelte di natura comunicativa.

3.3 Scelta della scala cromatica da associare ai vari livelli dell'indice sintetico

La scala cromatica è quella di più largo utilizzo in ambito internazionale ed è costituita dai seguenti 5 colori: verde, giallo, arancione, rosso e viola.

3.4 Scelta degli aggettivi da associare ai vari livelli dell'indice sintetico.

Si propone di utilizzare i seguenti giudizi di valore: Buona, Accettabile, Mediocre, Scadente, Pessima






Valori dell'indice	Cromatismi	Qualità dell'aria
< 50		Buona
50-99		Accettabile
100-149		Mediocre
150-199		Scadente
> 200		Pessima

Tabella 5: Quadro complessivo della definizione delle classi dell'indice

TEST DI APPLICAZIONE DELL'INDICE IN EMILIA-ROMAGNA

Le centraline utilizzate

Le centraline utilizzate per il test di applicazione dell'indice sono quelle attive in ciascun agglomerato del territorio regionale nel periodo 2005-2006. In particolare, per il dettaglio delle stazioni utilizzate, si fa riferimento alla tabella 6. La tabella 7 riporta il numero delle centraline di rilevamento disponibili in ciascun agglomerato per i vari inquinanti. Per l'NO₂, il numero di centraline è sempre almeno uguale a 2 in tutti gli agglomerati. Diversa la situazione per le centraline di rilevamento del PM₁₀ e dell'O₃: negli agglomerati di Imola e nei Distretti Ceramicci è disponibile un'unica centralina di rilevamento sia per il PM₁₀ che per l'O₃, per cui i risultati ottenuti rischiano di essere meno rappresentativi. Negli altri agglomerati sono sempre disponibili almeno due centraline di rilevamento del PM₁₀, anche se negli agglomerati di Piacenza, Parma, Reggio Emilia e Faenza è disponibile soltanto una centralina di rilevamento dell'O₃.

Sulla base dei dati disponibili nelle varie centraline, nella tabella 8 viene riportato il numero dei giorni utili per il calcolo dell'IQA, in altre parole, il numero dei casi in cui è disponibile il valore giornaliero di tutti e 3 gli inquinanti in almeno una delle centraline dell'agglomerato; nel periodo 2005-2006, in tutti gli agglomerati si raggiunge la soglia del 75% dei dati disponibili (a parte quello di Forlì-Cesena, in cui, comunque, la percentuale di disponibilità è prossima al 70%); inoltre, ben 6 agglomerati su 13 arrivano a disporre di oltre il 90% dei dati complessivi.

Quale inquinante determina il valore dell'IQA ?

Sulla base delle prove effettuate, il PM₁₀ risulta l'inquinante peggiore praticamente nella totalità dei giorni invernali di superamento. In estate, l'O₃ risulta l'inquinante peggiore quasi nella totalità dei casi: in questa stagione è presente una percentuale di superamenti non trascurabile (oltre il 10%) dovuti al PM₁₀ in un certo numero di agglomerati (Bologna, Imola e Rimini) nel periodo ridotto 2005-2006. Nessun superamento estivo è dovuto a NO₂.

Riassumendo, quindi, NO₂ non sembra rilevante nella determinazione di un giorno di superamento; va sottolineato che sono comunque presenti un certo numero di casi (in percentuale anche non trascurabile per alcuni agglomerati) in cui NO₂ è l'inquinante "peggiore", ma non

determina un giorno di superamento. D'altra parte, la stragrande maggioranza dei superamenti è determinata da O₃ in estate e dal PM₁₀ in inverno.

Alla luce di queste considerazioni e del fatto che il calcolo di IQA viene effettuato solo se il valore giornaliero di tutti e 3 gli inquinanti considerati è disponibile nell'agglomerato, sembra un po' troppo rigido il criterio di abortire il calcolo di IQA nel caso in cui manchi NO₂, che si è dimostrato non avere praticamente alcuna rilevanza nel computo del numero di giorni di superamento, né d'inverno, né d'estate. D'altra parte, si è verificato a posteriori che il numero di giorni in cui il calcolo dell'IQA viene abortito per la indisponibilità di NO₂ è molto basso, per cui per il momento questo criterio specifico non è stato ancora escluso dalla procedura di calcolo di IQA. Viceversa, resta determinante la disponibilità del PM₁₀ e dell'O₃.

Distribuzione dei giorni nelle classi dell'indice IQA

La figura 7 riassume la situazione complessiva della distribuzione fra le varie classi di IQA dei giorni nell'arco di tutto l'anno riferita al periodo 2005-2006. La figura 8 (a: inverno; b: estate) riporta, invece, la situazione della distribuzione dei giorni nelle varie classi suddivisa per stagioni; l'inverno è stato definito come l'insieme dei mesi di dicembre, gennaio e febbraio, mentre l'estate come l'insieme dei mesi di giugno, luglio ed agosto. La tabella 9 riporta poi le percentuali dei giorni di superamento (a) e dei giorni con episodi acuti (b) in tutti gli agglomerati su tutto l'anno, sull'inverno e sull'estate, con l'indicazione anche della media sulla Regione (ogni agglomerato contribuisce alla media con tutti i giorni in cui è possibile calcolare l'IQA).

In tutti gli agglomerati la classe più popolata è quella che corrisponde ad "accettabile" (colore giallo), quindi con tutti e 3 gli inquinanti al di sotto del valore di riferimento. La percentuale dei valori relativi a questa classe varia tra oltre il 60% (negli agglomerati di Bologna, Imola, Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini) ed un valore di poco inferiore al 50% (negli agglomerati di Piacenza e Ferrara). La seconda classe più popolata è quella "mediocre" (colore arancione), con almeno un inquinante al di sopra del valore di riferimento, che mostra una percentuale intorno al 30% del numero complessivo dei giorni negli agglomerati di Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena, Ferrara, Faenza ed i Distretti Ceramici. Sensibilmente più basse (al di sotto del 10% del numero complessivo di giorni) sono le percentuali relative alle altre classi ("buona", di colore verde, "scadente", di colore rosso e "pessima", di colore violetto).

Per quanto riguarda l'inverno, rispetto alla situazione annuale complessiva, è superiore sia la percentuale dei giorni di superamento che quella degli episodi acuti (anche sensibilmente) in tutti gli agglomerati. La percentuale di giorni caratterizzata dalla classe "accettabile" è generalmente inferiore rispetto a quella annuale e si riduce, anche notevolmente, la differenza tra la percentuale di giorni con classe "accettabile" rispetto a quelli con classe "mediocre": i giorni contraddistinti con il colore giallo restano la maggioranza relativa, ma, in alcuni agglomerati come Modena e Faenza le due percentuali sono praticamente uguali e prossime ciascuna al 40% del totale dei giorni invernali). Si riscontra anche un leggero aumento della percentuale del numero di giorni con classe "buona", ma questa percentuale resta comunque al di sotto del 10% dei giorni complessivi (tranne l'agglomerato di Ravenna dove raggiunge quasi il 20%).

Per quanto riguarda l'estate, invece, le percentuali dei giorni di superamento presentano una situazione disomogenea rispetto alla distribuzione annuale complessiva di questa percentuale: nella maggior parte degli agglomerati la percentuale di giorni di superamento in estate è più alta di quella annuale (esclusi Modena, Bologna, Imola e Rimini). Questa variazione è legata principalmente ad un notevole aumento del numero di giorni con classe "mediocre" a scapito di quelli caratterizzati da una classe "accettabile" (la cui percentuale, in alcuni casi, si riduce anche sensibilmente): il caso estremo si ha nell'agglomerato di Piacenza, dove il numero di giorni con il codice arancione supera quello con il codice giallo, ma anche a Parma, Reggio Emilia, Ferrara e Faenza, le due percentuali sono molto prossime. Diminuiscono, invece, in tutti gli agglomerati le percentuali dei giorni con episodi acuti e si riduce drasticamente la popolazione della classe "buona", la cui percentuale estiva diventa praticamente trascurabile nella maggioranza dei casi.

Sulla base delle percentuali riportate nella tabella 9, gli agglomerati di Piacenza, Parma, Modena, Ferrara e Faenza presentano la situazione più critica, con una percentuale di giorni di superamento ben superiore al valore medio di 35% riferito a tutta la Regione Emilia Romagna; anche Reggio Emilia ed i Distretti Ceramici presentano valori superiori a quella soglia. Migliore, invece, risulta la situazione per gli agglomerati di Bologna (con una percentuale di giorni di superamento di poco superiore al 30%), Imola, Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini, che presentano una percentuale ancora inferiore. Se consideriamo anche la suddivisione nelle stagioni invernale ed estiva, gli agglomerati di Piacenza, Parma, Ferrara e Faenza sono al di sopra della media regionale anche in entrambe le stagioni singole (oltre che nel complessivo annuale).

Prendendo in considerazione soltanto gli episodi di inquinamento acuto (vedi tabella 9 (b)), la percentuale di questi giorni supera sempre la percentuale media regionale negli agglomerati di

Piacenza, Ferrara e del Distretto Ceramico di Reggio Emilia. Soltanto gli agglomerati di Bologna, Imola, Ravenna e Rimini stanno al di sotto della percentuale media regionale sia considerando tutto l'anno, sia le singole stagioni estiva ed invernale. Modena, Reggio Emilia ed i rispettivi Distretti Ceramici e di Faenza la percentuale di questi giorni è prossima al 10%. Una situazione intermedia si ha per Modena, Faenza ed il Distretto Ceramico di Modena, che superano il valore medio regionale su tutto l'anno e sulla singola stagione invernale, mentre sono al di sotto d'estate. L'agglomerato di Forlì-Cesena supera la media regionale nella sola stagione invernale, mentre Parma e Reggio Emilia superano soltanto la media regionale estiva.

Distribuzione dei giorni nelle varie classi dell'indice IQA con la diversa definizione dei sottoindici in un agglomerato

La figura 9 (a: inverno; b: estate) riassume la situazione stagionale della distribuzione dei giorni nelle varie classi di IQA quando l'indice è calcolato partendo dai sotto-indici dei vari inquinanti definiti come il valore massimo tra tutte le centraline dell'agglomerato (invece che come il valore medio). Il periodo di riferimento è sempre il 2005-2006. La tabella 10 riporta le percentuali dei giorni di superamento e dei giorni con episodi acuti di inquinamento.

Come è ovvio, sia la percentuale del totale dei giorni di superamento, sia la percentuale dei giorni con episodi acuti è superiore. Anche in questa situazione rimane vero che la quasi totalità dei superamenti invernali è dovuta al PM₁₀, anche se compaiono sporadicamente percentuali non trascurabili dovuti a NO₂.

In molti agglomerati, distribuiti un po' su tutta la Regione, come si può vedere dal confronto tra le figure 8 (a) e 9 (a), aumentano in modo rilevante sia la percentuale complessiva dei giorni di superamento che la percentuale dei giorni che presentano episodi acuti. Invece, nella stagione estiva la situazione rimane del tutto simile alla precedente: nella maggior parte degli agglomerati è disponibile soltanto una centralina per la misurazione dell'ozono, che è l'inquinante che determina la maggior parte dei superamenti in questa stagione, per cui sembra comprensibile che la situazione sia del tutto simile nelle due modalità di calcolo. Inoltre, compare qualche sporadico giorno di superamento dovuto a NO₂ (anche se in percentuale trascurabile) ed è presente una percentuale di superamenti estivi dovuti al PM₁₀ di oltre il 10% negli agglomerati di Bologna, Imola, Forlì-Cesena e Rimini.

Le differenze più rilevanti nell'arco dell'intero anno riguardano gli agglomerati di Modena e Bologna, nei quali la modifica del calcolo dei sottoindici per arrivare all'IQA aumenta notevolmente le percentuali di giorni con episodi acuti a scapito di quelli di non-superamento; una situazione analoga è presente anche in alcuni altri agglomerati (Reggio Emilia, Ferrara, Ravenna e Forlì-Cesena) anche se in misura inferiore. Questo appare legato al fatto che questi agglomerati presentano numerose centraline di monitoraggio, quindi l'operazione di media sull'agglomerato per un dato inquinante tende a smussare i valori giornalieri stessi, che, invece, risaltano maggiormente.

Alcune considerazioni conclusive

Il valore medio regionale delle percentuali di giorni di superamento e di episodi acuti indica che a livello annuale si hanno quasi 128 giorni di superamento della soglia di riferimento per almeno un inquinante; di questi, oltre 43 giorni di superamento in media riguardano l'inverno e quasi 35 giorni l'estate. Per quanto riguarda gli episodi acuti, sono in media 27 giorni nell'arco dell'intero anno, di cui 17 in inverno e circa 2 in estate. Questi numeri indicano senz'altro una situazione nel complesso scadente per la qualità dell'aria in Regione.

Sulla base dell'IQA, la qualità dell'aria risulta generalmente peggiore nella stagione invernale rispetto a quella estiva, nel senso di un maggior percentuale di giorni di superamento (soltanto negli agglomerati di Piacenza, Reggio Emilia e Ravenna la percentuale dei giorni di superamento è superiore in estate che in inverno); inoltre, in inverno è sistematicamente più alta la percentuale degli di episodi acuti rispetto all'estate.

Prendendo a riferimento il valore medio regionale, gli agglomerati di Imola, Ravenna e Rimini presentano sia percentuali di giorni di superamento che percentuali di giorni con episodi acuti inferiori rispetto alla media regionale considerando tutto l'anno ed anche nelle singole stagioni e sono, quindi, da considerare come gli agglomerati caratterizzati dalla situazione migliore di tutta l'Emilia Romagna.

D'altra parte, gli agglomerati di Piacenza e Ferrara superano il valore della percentuale media regionale di giorni di superamento e di giorni con episodi acuti in tutti i periodi dell'anno considerati nell'analisi. Anche gli agglomerati di Faenza e dei Distretti Ceramici sono

caratterizzati a loro volta da qualità dell'aria abbastanza scadente, con percentuali quasi sempre superiori alle varie medie regionali.

Un discorso a parte merita anche l'agglomerato di Bologna, che presenta una situazione migliore rispetto alla media regionale sia nel complesso dell'anno, che nella stagione estiva per quanto riguarda i giorni di superamento; anche dal punto di vista degli episodi acuti le percentuali sono inferiori alla media regionale su qualunque periodo dell'anno considerato.

Agglomerato	PM10	O3	NO2
R1 (Piacenza)	Pubblico Passeggio Giordani-Farnese	Pubblico Passeggio	Pubblico Passeggio Giordani-Farnese
R2 (Parma)	Cittadella Montebello	Cittadella	Cittadella Montebello Mazzini (Fidenza)
R3 (Reggio Emilia)	Risorgimento Timavo San Lazzaro	San Lazzaro	Risorgimento Timavo San Lazzaro
R4 (Modena)	Via Giardini Via Nonantolana Carpi 2 XX Settembre Amundsen Parco Ferrari	Largo Garibaldi Via Nonantolana Carpi 2 XX Settembre Parco Ferrari	Largo Garibaldi Via Giardini Via Nonantolana Campogalliano Castelfranco Carpi 1 Carpi 2 XX Settembre Amundsen Parco Ferrari
R5 (MO Distr. Ceramico)	Spezzano 2	Spezzano 1	Sassuolo Spezzano 2
R6 (Bologna)	San Felice Fiera Castenaso	Zanardi Giardini Margherita Castenaso	Zanardi Giardini Margherita Porta San Felice Malpighi Fiera Casalecchio Castelmaggiore Borgo Panigale San Lazzaro Castenaso
R7 (Imola)	De Amicis	Pirandello	Cavour De Amicis Pirandello
R8 (Ferrara)	San Giovanni Isonzo	Mizzana Bologna	San Giovanni Isonzo Barco Mizzana Bologna
R9 (Ravenna)	Zalamella Nuova Rocca Brancaleone Caorle	Nuova Rocca Brancaleone Caorle	Stadio Zalamella Nuova Rocca Brancaleone Caorle
R10 (Faenza)	Ceramiche Marconi	Parco Bucci	Ceramiche Marconi Parco Bucci
R11 (Forlì-Cesena)	Parco Resistenza Emilia Franchini-Angeloni Beccaria	Parco Resistenza Mulini	Parco Resistenza Roma Mulini Emilia Franchini-Angeloni Beccaria
R12 (RE Distr. Ceramico)	Castellarano	Casalgrande	Castellarano Casalgrande
R13 (Rimini)	Flaminia Marecchia	Marecchia Riccione	Flaminia Marecchia Riccione

Tabella 6 – Elenco delle centraline disponibili per il calcolo dell'indice IQA per il periodo 2005-2006.

Agglomerato	TOTALE	PM10	O3	NO2
R1 (Piacenza)	2	2	1	2
R2 (Parma)	3	2	1	3
R3 (Reggio Emilia)	3	3	1	3
R4 (Modena)	10	6	5	10
R5 (MO Distr. Ceramico)	3	1	1	2
R6 (Bologna)	10	3	3	10
R7 (Imola)	3	1	1	3
R8 (Ferrara)	5	2	2	5
R9 (Ravenna)	4	3	2	4
R10 (Faenza)	3	2	1	3
R11 (Forlì-Cesena)	6	4	2	6
R12 (RE Distr. Ceramico)	2	1	1	2
R13 (Rimini)	4	2	2	3

Tabella 7 – Numero di centraline disponibili per il calcolo dei singoli inquinanti in ciascun agglomerato per almeno una parte del periodo 2005-2006.

Agglomerato	giorni utili 2005-2006
R1 (Piacenza)	547
R2 (Parma)	566
R3 (Reggio Emilia)	652
R4 (Modena)	728
R5 (MO Distr. Ceramico)	591
R6 (Bologna)	727
R7 (Imola)	632
R8 (Ferrara)	690
R9 (Ravenna)	685
R10 (Faenza)	596
R11 (Forlì-Cesena)	502
R12 (RE Distr. Ceramico)	686
R13 (Rimini)	722

Tabella 8 – Numero di giorni utili per il calcolo dell'indice IQA nei vari agglomerati; in neretto sono indicati i valori superiori al 75% del numero totale di giorni; nel periodo 2005-2006, la soglia del 75% è di 547 giorni sui 730 complessivi.

Agglomerato	TOT	DGF	GLA
R1 (Piacenza)	47.5	52.9	55.0
R2 (Parma)	41.5	52.8	50.7
R3 (Reggio Emilia)	36.8	46.9	48.8
R4 (Modena)	39.3	58.9	33.5
R5 (MO Distr. Ceramico)	37.7	46.4	42.5
R6 (Bologna)	31.5	53.3	25.4
R7 (Imola)	25.0	40.1	19.6
R8 (Ferrara)	45.1	56.6	47.9
R9 (Ravenna)	21.5	23.3	33.7
R10 (Faenza)	41.9	59.9	46.0
R11 (Forlì-Cesena)	30.1	43.0	31.8
R12 (RE Distr. Ceramico)	35.6	45.9	37.9
R13 (Rimini)	25.5	46.6	16.9
MEDIA REGIONE EMILIA-ROMAGNA	35.0	48.1	37.7

Tabella 9 (a) – Percentuale dei giorni di superamento della soglia 100 per l'indice IQA.
 “TOT”=intero anno; “DGF”= dicembre, gennaio, febbraio; “GLA”=giugno, luglio, agosto.

Agglomerato	TOT	DGF	GLA
R1 (Piacenza)	12.4	25.7	7.1
R2 (Parma)	7.2	17.3	4.0
R3 (Reggio Emilia)	6.0	16.9	4.0
R4 (Modena)	9.3	22.2	1.1
R5 (MO Distr. Ceramico)	8.1	21.0	1.1
R6 (Bologna)	6.3	13.9	0.5
R7 (Imola)	6.0	14.7	0
R8 (Ferrara)	11.6	26.9	2.4
R9 (Ravenna)	2.3	5.6	1.7
R10 (Faenza)	8.0	22.8	0
R11 (Forlì-Cesena)	6.8	20.7	0
R12 (RE Distr. Ceramico)	8.6	20.3	3.5
R13 (Rimini)	6.5	13.9	0
MEDIA REGIONE EMILIA-ROMAGNA	7.6	18.9	2.0

Tabella 9 (b) - Percentuale di giorni con episodi acuti di inquinamento.

Agglomerato	TOT	DGF	GLA
R1 (Piacenza)	48.8	52.9	55.7
R2 (Parma)	45.0	55.1	50.7
R3 (Reggio Emilia)	49.5	66.9	48.8
R4 (Modena)	58.6	77.2	50.5
R5 (MO Distr. Ceramico)	39.4	47.8	42.5
R6 (Bologna)	49.0	67.8	47.0
R7 (Imola)	25.5	41.2	19.6
R8 (Ferrara)	49.8	59.4	50.3
R9 (Ravenna)	33.3	33.9	42.0
R10 (Faenza)	42.1	60.5	46.0
R11 (Forlì-Cesena)	45.4	68.6	37.4
R12 (RE Distr. Ceramico)	35.6	45.9	37.9
R13 (Rimini)	33.5	54.5	24.6

Tabella 10 (a) - Come in Tabella 9 (a), ma con l'IQA calcolato a partire dai sotto-indici definiti come dal valore massimo tra le centraline dell'agglomerato.

Agglomerato	TOT	DGF	GLA
R1 (Piacenza)	13.5	26.4	7.1
R2 (Parma)	7.6	18.9	4.0
R3 (Reggio Emilia)	14.3	33.1	4.0
R4 (Modena)	16.8	36.7	3.3
R5 (MO Distr. Ceramico)	8.1	21.0	1.1
R6 (Bologna)	13.7	31.1	4.4
R7 (Imola)	6.0	14.7	0
R8 (Ferrara)	12.5	28.6	3.0
R9 (Ravenna)	4.2	11.1	1.7
R10 (Faenza)	8.0	22.8	0
R11 (Forlì-Cesena)	12.3	32.2	2.8
R12 (RE Distr. Ceramico)	8.6	20.3	3.5
R13 (Rimini)	9.1	25.3	0

Tabella 10 (b) - Come in Tabella 9 (b), ma con l'IQA calcolato a partire dai sotto-indici definiti come dal valore massimo tra le centraline dell'agglomerato.

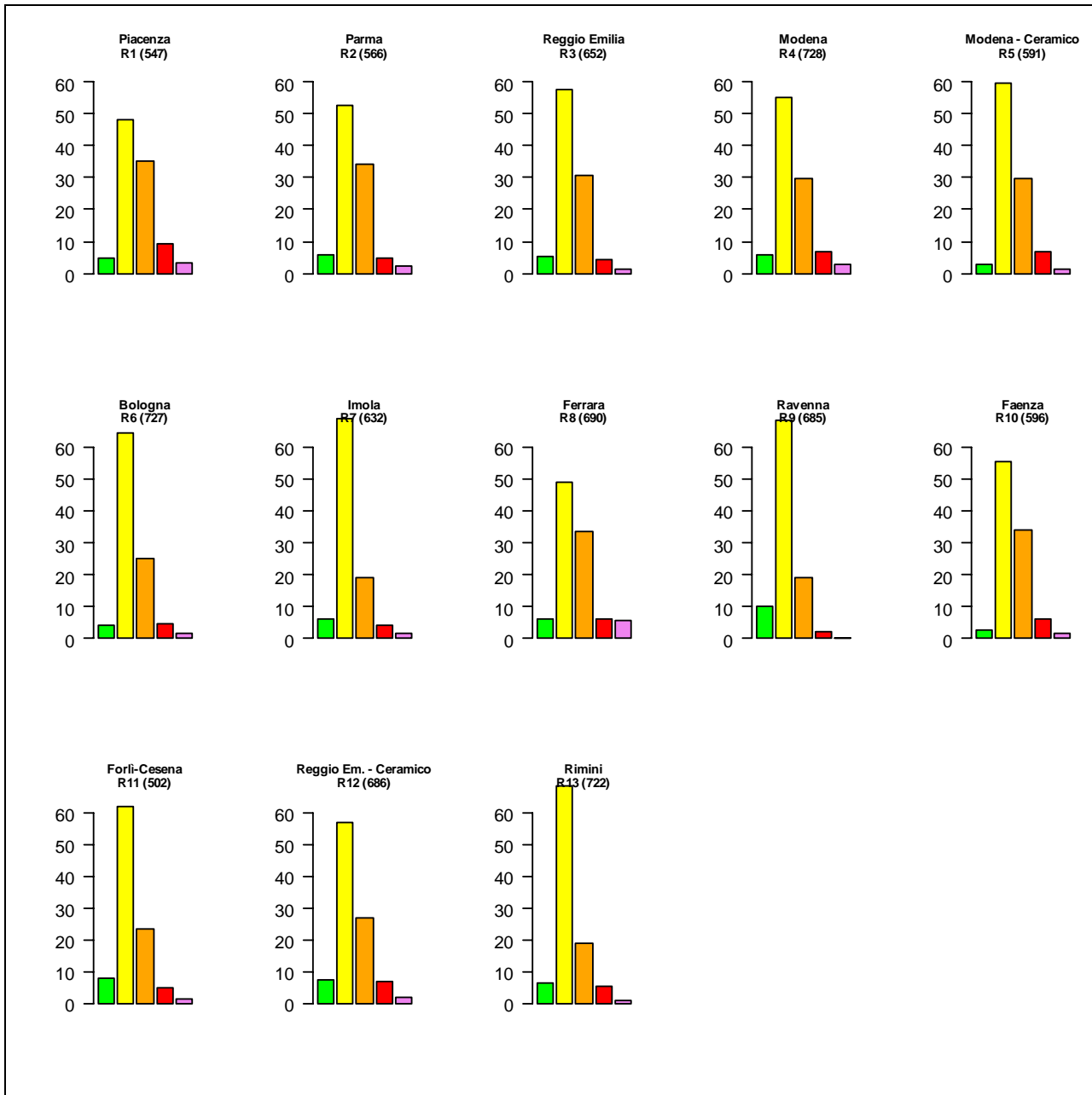


Figura 7 - Percentuale di giorni che cadono nelle diverse classi per l'intero anno nel periodo 2005-2006. Tra parentesi il numero di giorni in cui è stato possibile calcolare l'IQA, da confrontare con il totale di 730 giorni (la soglia del 75% è rappresentata da 547 giorni).

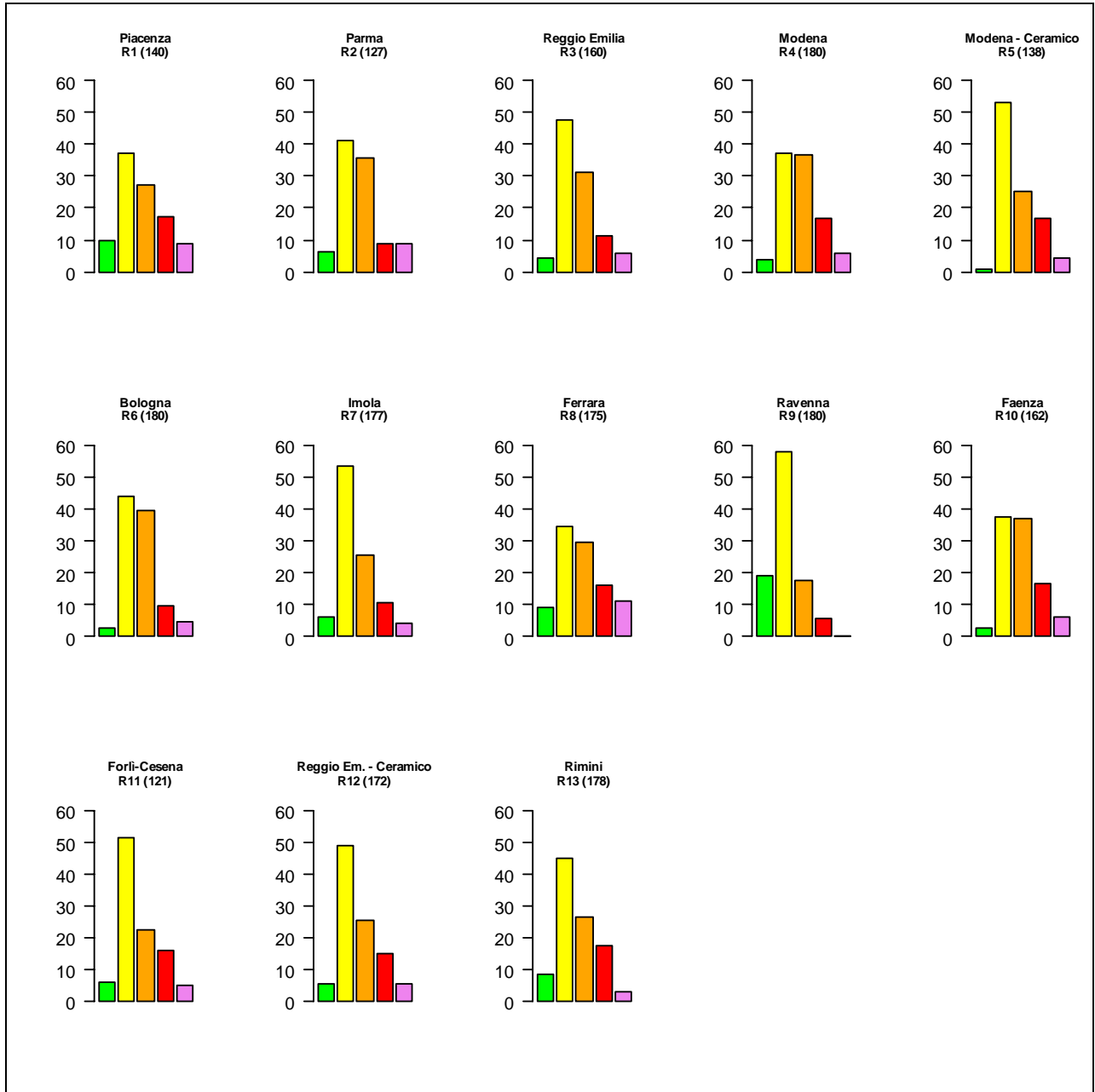


Figura 8 (a) - Percentuale di giorni che cadono nelle diverse classi per la sola stagione invernale (mesi di dicembre, gennaio e febbraio) nel periodo 2005-2006. Tra parentesi il numero di giorni in cui è stato possibile calcolare l'IQA, da confrontare con il totale di 180 giorni (la soglia del 75% è rappresentata da 135 giorni).

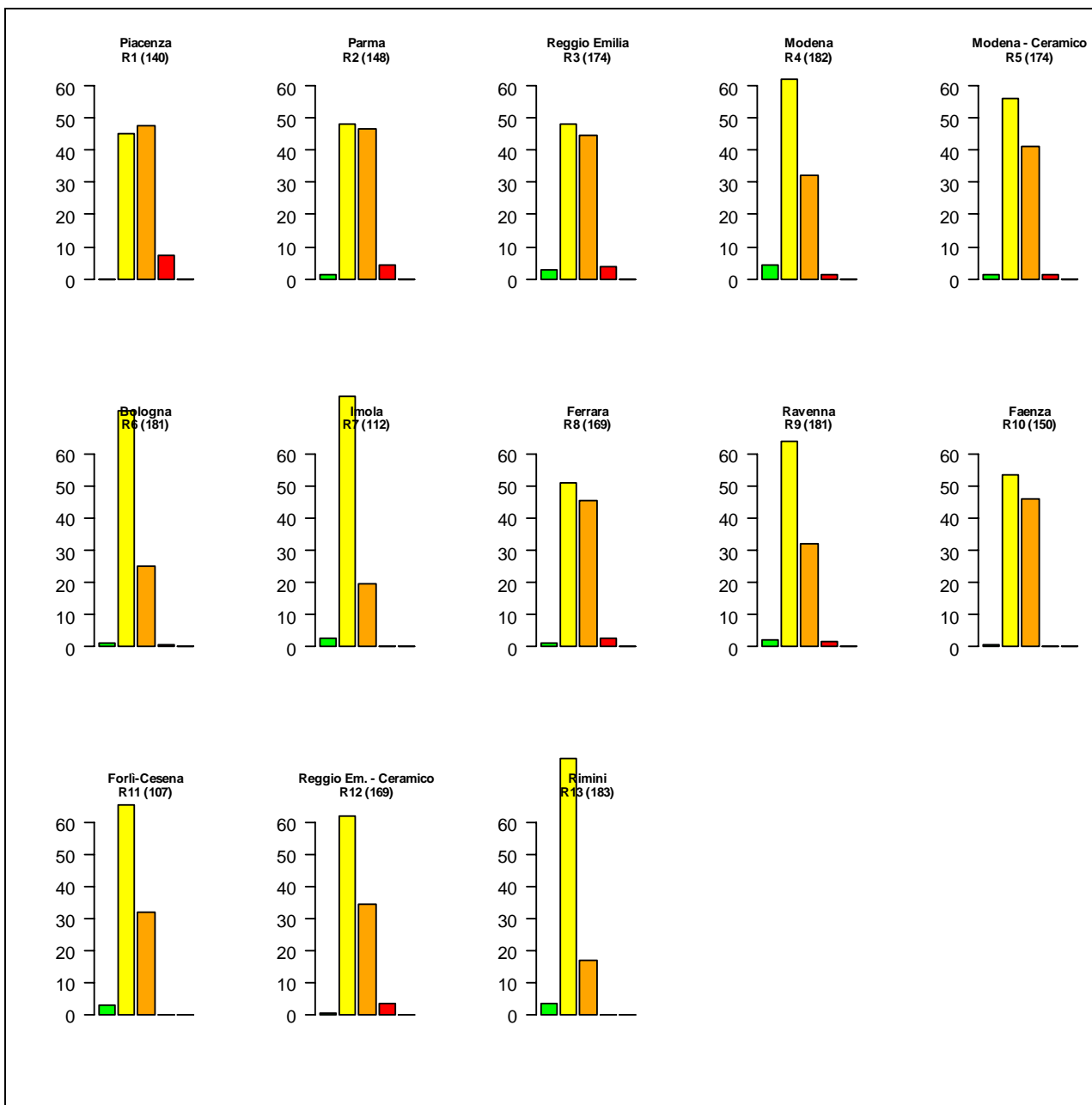


Figura 8 (b) - Percentuale di giorni che cadono nelle diverse classi per la sola stagione estiva (mesi di giugno, luglio e agosto) nel periodo 2005-2006. Tra parentesi il numero di giorni in cui è stato possibile calcolare l'IQA, da confrontare con il totale di 184 giorni (la soglia del 75% è rappresentata da 138 giorni).

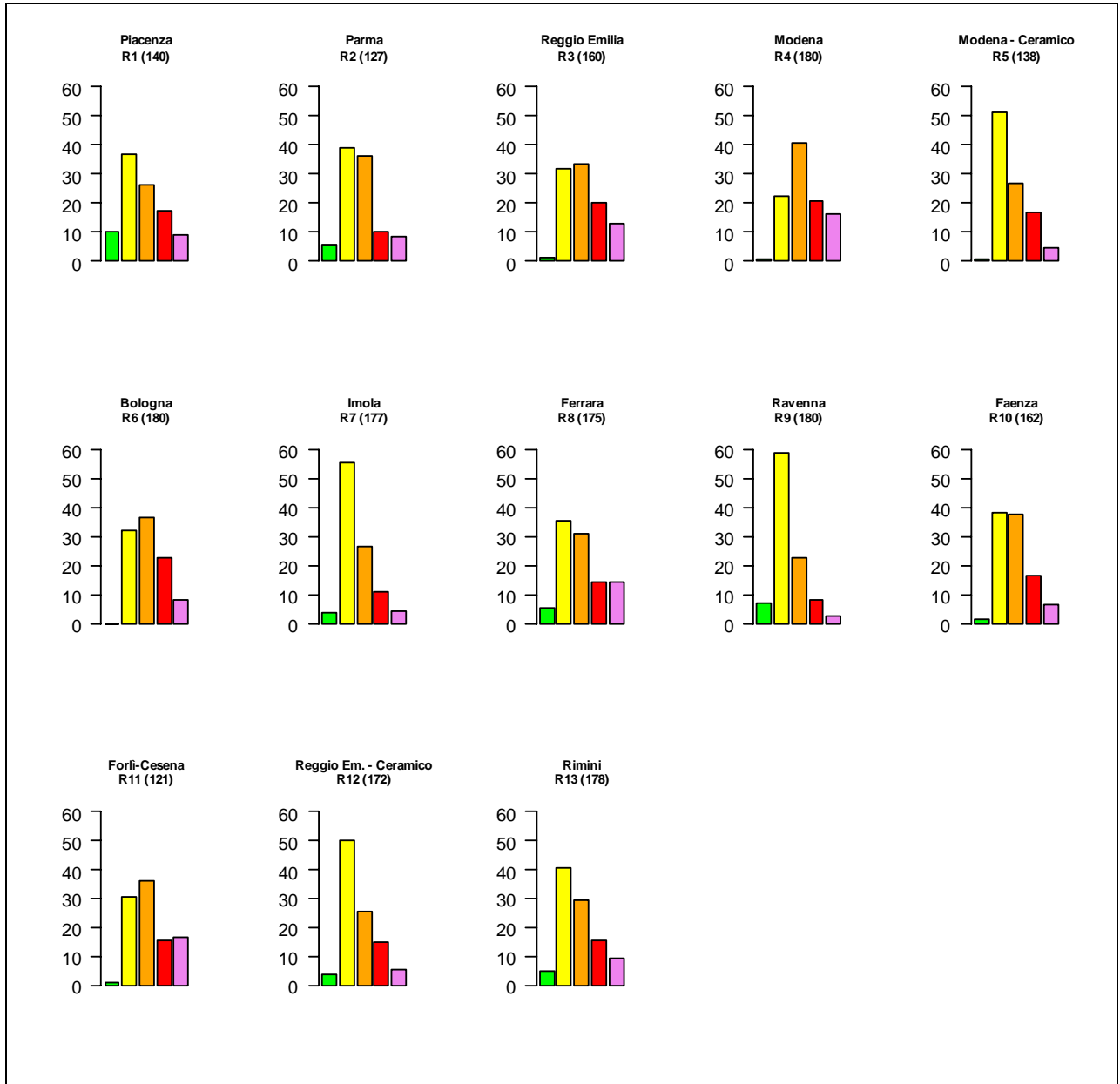


Figura 9 (a) - Percentuale di giorni che cadono nelle diverse classi per la sola stagione invernale (mesi di dicembre, gennaio e febbraio) nel periodo 2005-2006. Tra parentesi il numero di giorni in cui è stato possibile calcolare l'IQA, da confrontare con il totale di 180 giorni (la soglia del 75% è rappresentata da 135 giorni).

L'IQA VIENE CALCOLATO A PARTIRE DAL MASSIMO DEI SINGOLI INQUINANTI NELL'AGGLOMERATO.

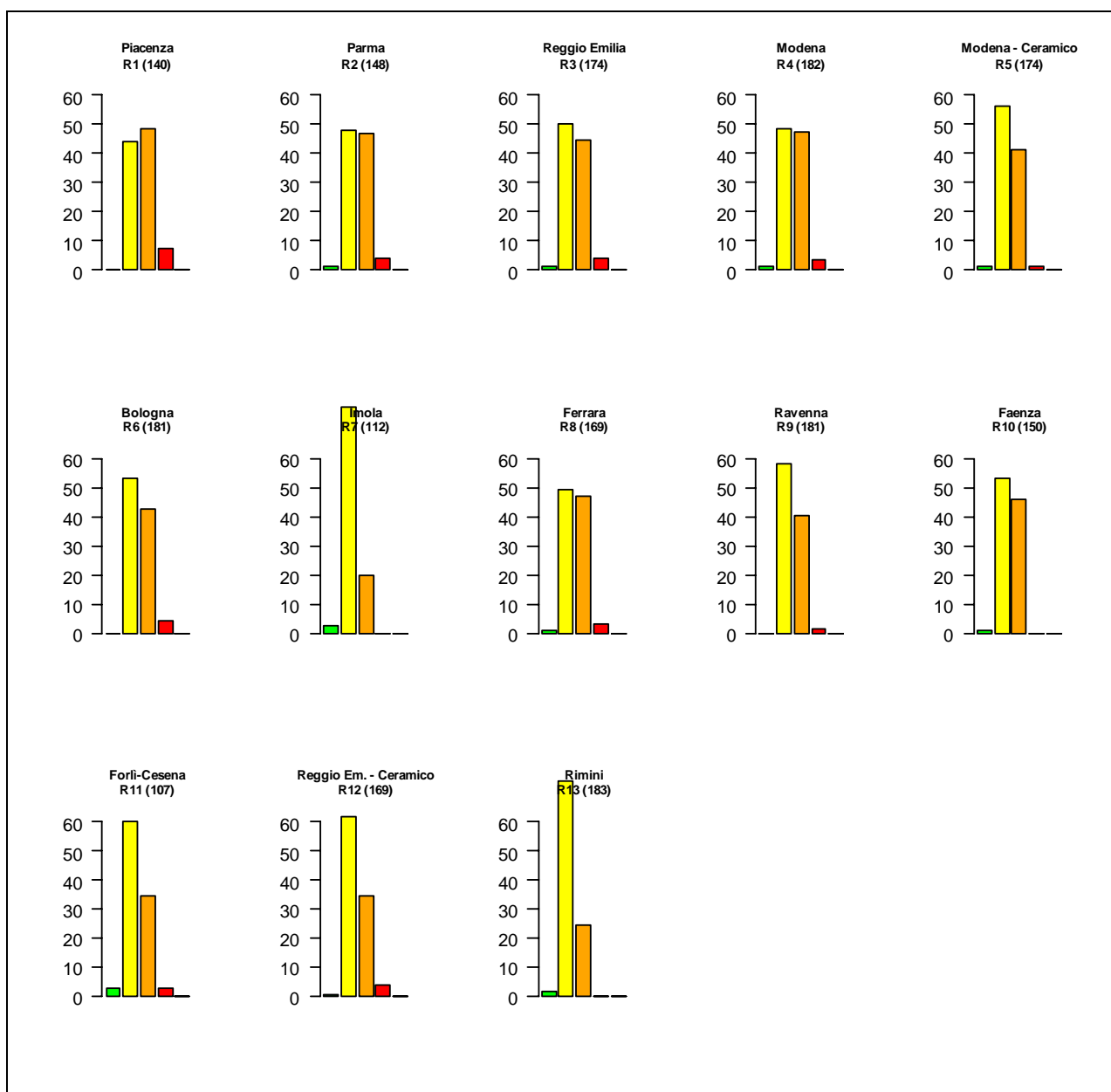


Figura 9 (b) - Percentuale di giorni che cadono nelle diverse classi per la sola stagione estiva (mesi di giugno, luglio e agosto) nel periodo 2005-2006. Tra parentesi il numero di giorni in cui è stato possibile calcolare l'IQA, da confrontare con il totale di 184 giorni (la soglia del 75% è rappresentata da 138 giorni).
L'IQA VIENE CALCOLATO A PARTIRE DAL MASSIMO DEI SINGOLI INQUINANTI NELL'AGGLOMERATO.

LA VESTE GRAFICA PER IL WEB

Nell'utilizzo degli indici di qualità dell'aria, come già detto, l'aspetto comunicativo riveste un ruolo di primaria importanza e, all'interno di esso, il web rappresenta uno degli strumenti

principali. Nel sito web di ARPA, all'indirizzo <http://www.arpa.emr.it/aria>, vengono quotidianamente diffusi i valori dell'indice misurati nei 13 agglomerati nei due giorni precedenti e le previsioni per i due giorni successivi. La grafica scelta è molto semplice con una visualizzazione dei soli cromatismi associati ai livelli dell'indice nei vari agglomerati elencati in forma tabellare.

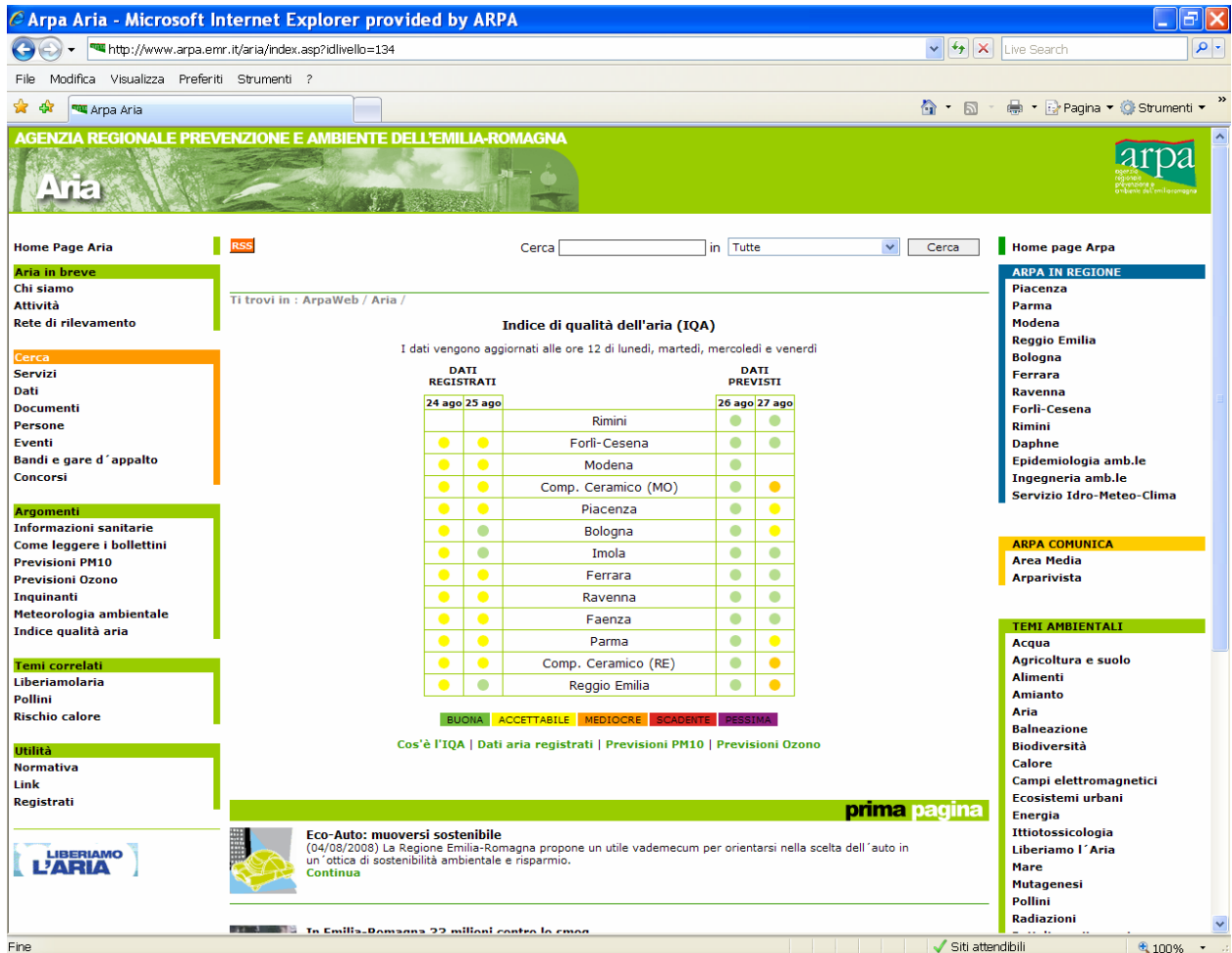


Figura 11: Veste grafica per la diffusione dei dati previsti ed osservati dell'indice di qualità dell'aria.