

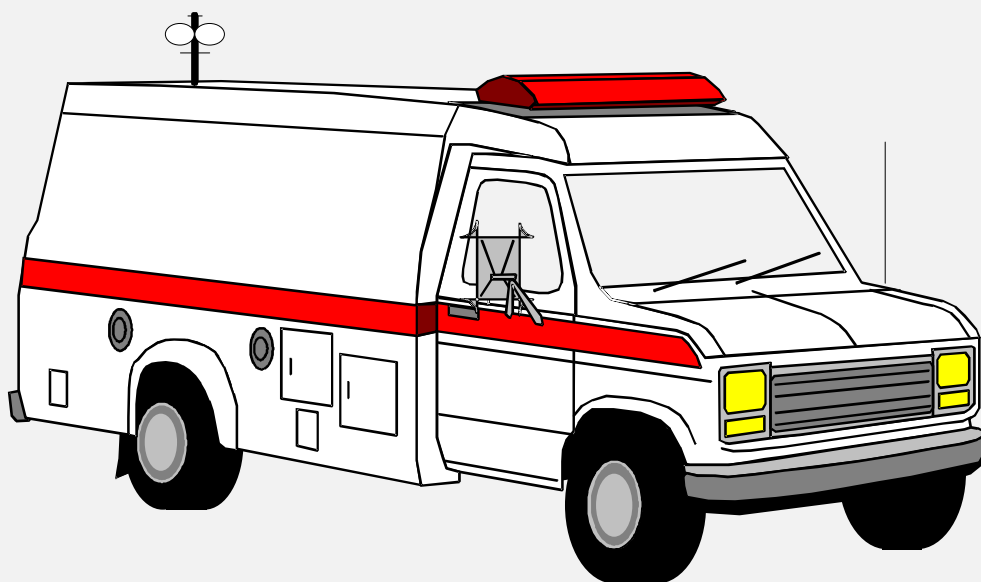
# MOBILAB

PROVINCIA DI TORINO  
Dipartimento Ambiente

A.R.P.A.  
Dipartimento Sub-Provinciale  
Grugliasco

**LABORATORIO MOBILE**

**PER IL RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA**



**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI  
COLLEGNO**



L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dall'Area Tematica Aria del Dipartimento di Grugliasco dell'A.R.P.A..

La gestione tecnica del laboratorio mobile e le operazioni di prelievo di areiformi sono state curate dal Laboratorio Gestione Strumentazione Mobile e fissa rilevamento dati in ambienti di vita e di lavoro in collaborazione con il Servizio Territoriale del Dipartimento di Grugliasco.

Si ringrazia il Dipartimento di Torino dell'A.R.P.A. che ha messo a disposizione i dati relativi alla stazione di rilevamento di P.zza Rivoli.

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di **Collegno** per la collaborazione prestata.

## **CAPITOLO 1**

**1.1 - ELENCO NORMATIVA DI LEGGE NAZIONALE**

**1.2 - ORDINANZE MINISTERO AMBIENTE**

**1.3 - INQUINANTI PREVISTI DALLA NORMATIVA DI LEGGE E LORO  
SIGNIFICATO COME INDICI DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO.**

**1.4 -TABELLE LIMITI DI LEGGE. NAZIONALI.**

**1.5 - DECRETO 20.5.91  
CRITERI PER LA RACCOLTA DEI DATI INERENTI LA QUALITÀ  
DELL'ARIA**

## CAPITOLO 1

Nel presente capitolo è riportata una rassegna commentata delle principali Normative di Legge Nazionali e Regionali relativamente alla tutela dall'inquinamento atmosferico e facente riferimento alle diverse fonti di emissione.

### 1.1 ELENCO NORMATIVE NAZIONALI

- LEGGE QUADRO STANDARD QUALITÀ' ARIA
  
- DPCM 28.3.83  
Indica i limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni ed i limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno (Standard di qualità)
  
- D.P.R. 22.2.1971 n° 323  
Regolamento di esecuzione della legge 13.7.66 n° 615 recanti provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico limitatamente ai veicoli con motori diesel.
  
- D.P.R. 10.5.1982 n° 485  
Attuazione della direttiva C.E.E. n° 78/611 relativa al contenuto di piombo nella benzina per i motori ad accensione comandata destinati alla propulsione degli autoveicoli.
  
- D.M. 20.05.1991  
Criteri per la raccolta di dati inerenti la qualità dell'aria.
  
- D.M. 20.11.1991 n° 77  
Ordinanza ministeriale recante misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e del rumore nel Comune di Torino e altre Città italiane.
  
- D.M. 12.11.1992  
Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria.
  
- D.M. 15.4.1994  
Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane.

- D.M. 25.11.1994 n° 159

Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. del 15.04.1994.

D.M 16.5.96

Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono

## - SORGENTI FISSE DI COMBUSTIONE

- D.P.R. 22.12.1970 n° 1391

Regolamento per l'esecuzione della legge 13.7.1966 n° 615. Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico limitatamente al settore degli impianti termici.

- combustibili
- limiti emissione ecc.
- requisiti tecnici e costruttivi degli impianti termici.

- Circolare Ministro Interni n° 73 del 29.7.1971

Impianti termici ad olio combustibile o a gasolio.

Istruzione per l'applicazione delle norme contro l'inquinamento atmosferico.

- DPCM 4.6.1988 n° 240

Norme concernenti il contenuto di zolfo nel gasolio, ai fini della salvaguardia dell'ambiente.

- Decreto 8.5.1989

Limitazione delle emissioni nell'atmosfera di taluni inquinanti dai grandi impianti di combustione.

## - PROCESSI INDUSTRIALI

- D.P.R. 15.4.1971

Regolamento per l'esecuzione della legge 13.7.1966, n° 615, recenti provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore delle industrie.

- D.P.R. 24.5.1988, n° 203

Attuazione delle direttive C.E.E. n° 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernente norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.4.1987, n° 183.

- DM 12.7.1990  
Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.
- D.P.R. 25.7.1991  
Modifiche dell'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 21.7.1989.

-

## 1.2 ORDINANZE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE

Le ordinanze del Ministero dell'Ambiente definiscono per l'inquinamento atmosferico urbano 2 livelli, detti rispettivamente di "attenzione" e di "allarme". Questi si vanno ad aggiungere ad un terzo livello "inderogabile di sicurezza" definito dal DPCM 28.3.83 e sue successive modifiche (D.P.R. 203/88).

L'intento che si prefiggono le ordinanze è di guidare l'autorità Comunale attraverso l'adozione di una serie di misure, via via più gravose per la comunità interessata, il cui fine ultimo è di contenere le concentrazioni di inquinanti nell'aria al disotto dei limiti di legge.

Va ulteriormente precisato che a tutt'oggi quanto previsto dall'articolo 4.1 del D.P.R. 203/88, competenza Regionale, non ha avuto in Piemonte alcuna applicazione per quanto riguarda la fissazione di valore di qualità dell'aria inferiori a quelli definiti dalla normativa Nazionale.

Se si confrontano per i diversi inquinanti le concentrazioni e le modalità con cui queste debbono essere espresse in funzione dei tre livelli di intervento si può notare che:

- a) Solo per il monossido di carbonio (CO) è possibile constatare immediatamente il superamento del 3° livello di sicurezza.  
Per gli altri inquinanti, il DPCM 28.3.83 prevede che i dati siano espressi come media di rilevamenti condotti lungo l'arco dell'intero anno.  
Questo comporta che il superamento del 3° livello è sempre constatato a posteriori e lontano nel tempo rispetto a qualsiasi possibilità di intervenire sul fenomeno.  
le Ordinanze del Ministero dell'Ambiente, in parte, rimediano a questo inconveniente prevedendo limiti per gli inquinanti riferiti a medie orarie sulle osservazioni delle 24 ore.
  
- b) Sempre per l'ossido di carbonio (CO), si ha che i limiti "inderogabili" (fissati dal DPCM 28.3.83 e D.P.R. 203/88) di 40 mg/mc o 10 mg/mc non sono legati ad alcuna altra condizione sul numero e percentuale delle centraline in cui si registra il superamento dei limiti.  
Viceversa per i limiti inferiori di "attenzione" e di "allarme" il superamento è sempre riferito ad almeno il 50 % delle centraline di rilevamento.



### 1.3 INQUINANTI PREVISTI DALLA NORMATIVA DI LEGGE E LORO SIGNIFICATO COME INDICE DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO.

INQUINANTE	EMISSIONE DA TRAFFICO VEICOLARE	EMISSIONI INDUSTRIALI	EMISSIONI RISCALDAMENTO DOMESTICO
SO2			
NO2 (1)			
O3 (2)			
CO			
HCNM			
PTS			
PM10			
Pb,Cd e Ni			
BENZENE			
IPA			
PAN			
COMPOSTI ACIDI			
FORMALDEIDE			
POLICLORODIBENZODIOSSINE			
POLICLORODIBENZOFURANI			

(1) NOx come indice di contaminazione da sorgenti al suolo ed elevate, in quanto si accumula non appena vi sono condizioni microclimatiche di ristagno nei bassi strati: inversioni termiche e calme di vento (quando è alto l'NOx, sono sicuramente elevate tutte le concentrazioni di sostanze inquinanti emesse dagli autoveicoli: PTS e HC ecc.)

(2) O3 gas irritante e indice di reazioni secondarie fotochimiche.

Dalla letteratura risulta che gli inquinanti come la SO2, hanno un tempo di residenza di 5 giorni, l'NO2, da 2 a 8 giorni ed il CO di 4 mesi.

L' elevato tempo di residenza, che è il tempo che la molecola impiega a decomporsi, spiega come mai in condizioni di accumulo il fondo degli inquinanti resti elevato e mascheri le variazioni legate alle emissioni locali.

## 1.4 TABELLE DEI VALORI DI QUALITÀ' DELL'ARIA RIFERITE ALLA LEGISLAZIONE NAZIONALE

- DPCM 28.3.1983

TABELLA A - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno (standards di qualità) (1)

INQUINANTE		
BIOSSIDO DI ZOLFO espresso come SO <sub>2</sub>	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di 1 anno	80 µg/mc
	88° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	250 µg/mc
BIOSSIDO DI AZOTO espresso come NO <sub>2</sub>	Concentrazione media di 1 ora da non superare più di 1 volta al giorno	200 µg/mc
OZONO espresso come O <sub>3</sub>	Concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di 1 volta al mese	200 µg/mc
MONOSSIDO DI CARBONIO espresso come CO	Concentrazione media di 8 ore	10 mg/mc
	Concentrazione media di 1 ora	40 mg/mc
PIOMBO	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in 1 anno	2 µg/mc
FLUORO	Concentrazione media di 24 ore	20 µg/mc
	Media delle concentrazioni medie 24 ore rilevate in 1 mese	10 µg/mc
PARTICELLE SOSPESE	Media aritmetica di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	50 µg/mc
	95° percentile di tutte le concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	300 µg/mc

(1) Tutti i valori limiti riportati riguardano la concentrazione totale dell'inquinante presente nell'aria

TABELLA B - Valori per le concentrazioni massime nell'aria di precursori di inquinanti contenuti nella Tabella A da adottarsi subordinatamente alla concorrenza di determinate condizioni

PRECURSORE	VALORI LIMITE DI CONCENTRAZIONE	CONDIZIONI PER LA VALIDITÀ' DEL VALORE LIMITE
IDROCARBURI TOTALI escluso il metano espressi come C	Concentrazione media di 3 ore consecutive in periodo del giorno da specificarsi secondo le zone a cura delle autorità regionali competenti: 200 µg/mc	Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard della aria per l'ozono indicato in Tabella A

- D.P.R. 203/88

#### VALORI LIMITE DI QUALITÀ' DELL'ARIA

INQUINANTE	VALORE LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO
BIOSSIDO DI ZOLFO SO <sub>2</sub>	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di 1 anno: 80 µg/mc	1' aprile - 31 marzo
Idem	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno: 250 µg/mc (*)	1' aprile - 31 marzo
Idem	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno: 130 µg/mc	1' ottobre - 31 marzo
BIOSSIDO DI AZOTO NO <sub>2</sub>	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno: 200 µg/mc	1' gennaio - 31 dicembre

(\*) Si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di tre giorni consecutivi; inoltre si deve cercare di prevenire e ridurre detti superamenti.

#### VALORI GUIDA DI QUALITÀ' DELL'ARIA

INQUINANTE	VALORE GUIDA	PERIODO DI RIFERIMENTO
BIOSSIDO DI ZOLFO SO <sub>2</sub>	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno: da 40 a 60 µg/mc	1' aprile - 31 marzo
Idem	Valore medio delle 24 ore: da 100 a 150 µg/mc	dalle 00 alle 24 di ciascun giorno
BIOSSIDO DI AZOTO NO <sub>2</sub>	50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno: 50 µg/mc	1' gennaio - 31 dicembre
Idem	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate durante l'anno: 135 µg/mc	1' gennaio - 31 dicembre
PARTICELLE SOSPENSE (misurate con il metodo dei fumi neri)	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno: da 40 a 60 ug fumo nero equivalente/mc	1' aprile - 31 marzo
Idem	Valore medio delle 24 ore: da 100 a 150 ug fumo nero equivalente/mc	dalle 00 alle 24 di ciascun giorno

Anche per i valori guida valgono le note 1 e 2 dell'allegato I

- Decreti del Ministero dell'Ambiente

## DEFINIZIONE DI LIVELLO DI ATTENZIONE E LIVELLO DI ALLARME

I livelli di attenzione ed allarme per i vari inquinanti sono indicati nella Tabella 1.

La media oraria è la media delle misure effettuate nell'arco di 1 ora.

La media giornaliera è la media delle medie orarie rilevate in 24 ore.

Lo stato di attenzione e lo stato di allarme vengono raggiunti quando, durante il ciclo di monitoraggio, si rileva il superamento, anche non contemporaneo, dei relativi livelli di cui alla Tabella 1, in un numero di stazioni di rilevamento pari o superiori a quello indicato nella Tabella 2.

Obiettivi di qualità per il PM 10, il BENZENE e gli I.P.A. (BENZO(A)PIRENE)

	PM 10	BENZENE	BENZO(a)PIRENE
	µg/mc	µg/mc	ng/mc
Dal 1.1.1996 al 31.12.1998	60	15	2.5
Dal 1.1.1999	40	10	1.0

TABELLA 1

PARAMETRO	LIVELLO DI ALLARME	LIVELLO DI ATTENZIONE
SO <sub>2</sub> Biossido di zolfo (media giorno) (µg/mc)	250 (1)	125
PTS Particelle sospese totali (media giornaliera) (µg/mc)	300 (2) (3)	150 (2) (3)
NO <sub>2</sub> Biossido di azoto (media oraria) (µg/mc)	400	200
CO Monossido di carbonio (media oraria) (mg/mc)	30	15
O <sub>3</sub> Ozono (media oraria) (µg/mc)	360 (4)	180 (4)

Note:

- (1) Ai sensi del D.P.R. 203/88 il limite di 250 µg/mc non può essere superato per più del 2% delle misure valide su base annua e si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di tre giorni consecutivi.
- (2) I valori delle concentrazioni di PTS, misurate in modo non automatico con metodo gravimetrico, concorrono alla determinazione degli stati di allarme e di attenzione e ai conseguenti provvedimenti da adottare, compatibilmente con i tempi necessari per il completamento delle operazioni di prelievo e di misurazione.
- (3) Questi valori corrispondono ai valori fissati come standards di qualità nel DCPM 28.3.1983
- (4) Questi valori corrispondono rispettivamente alla soglia per l'informazione alla popolazione e alla soglia di allarme previste dalla direttiva n° 92/72/C.E.E. del 21/09/92 sull'inquinamento dell'aria provocato dall'Ozono.

TABELLA 2

INQUINANTE	STAZIONI
SO2 Biossido di zolfo	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
PTS Particelle sospese totali	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
NO2 Biossido di azoto	50% del totale delle stazioni di tipo A e B
CO Monossido di carbonio	50% del totale delle stazioni di tipo A e C
O3 Ozono	Una qualsiasi stazione di tipo A o D

I metodi di misura sono quelli indicati nel DPCM 28.3.1983 e nel D.P.R. 203/88, integrati o modificati ai sensi del DM 21 maggio 1991 recante "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria" e successivi aggiornamenti.

## 1.5 CRITERI PER LA RACCOLTA DEI DATI INERENTI LA QUALITÀ DELL'ARIA (Decreto 20.5.1991)

Gli obiettivi che si prefigge il decreto sono così riassumibili dall'Art. 1:

- a) individuazione delle cause che determinano il fenomeno di inquinamento;
- b) fornire mediante la misurazione della specie inquinanti e dei parametri meteorologici in quadro conoscitivo del fenomeno;
- c) verificare la rispondenza di modelli matematici che simulano fenomeni di dispersione degli inquinanti in atmosfera;
- d) valutazione sistematica dei livelli di inquinamento e previsione di situazioni di emergenza
- e) documentare il rispetto ovvero il superamento degli standard di qualità dell'aria nel territorio.

Gli articoli 2, 3, 4 dettano norme in merito al campo di applicazione dei sistemi di rilevazione pubblici e privati. Al censimento dei sistemi di rilevamento operanti sul territorio Nazionale e sulle modalità di divulgazione alla popolazione dei risultati ottenuti dalle misurazioni.

L'art. 5 richiama l'allegato 1 in cui vengono fornite indicazioni tecniche sui criteri da adottare per la realizzazione di sistemi di rilevamento dei dati di qualità dell'aria in zone urbane o industriali. In particolare vengono definite numero e caratteristiche delle stazioni di rilevamento che devono essere presenti in una rete urbana.

### TIPOLOGIA E NUMERO STAZIONI RETE ZONA URBANA

A) Una o più stazioni di base o di riferimento sulla quale misurare tutti gli inquinanti primari e secondari ed in parametri meteorologici di base nonché inquinanti non convenzionali da valutarsi con metodologie analitiche manuali.

Tali stazioni debbono essere preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana (parchi, isole pedonali, ecc.).

B) Stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa nelle quali misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento a NO<sub>2</sub>, HC, SO<sub>2</sub>, materiale particolato in sospensione con caratterizzazione della massa, del contenuto di piombo.

- C) Stazioni situate in zone ad elevato traffico per la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare (CO, idrocarburi volatili), situate in zone al alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione. In tal caso, i valori, di concentrazione rilevati sono caratterizzati da una rappresentatività limitata, alle vicinanze del punto di prelievo.
- D) Stazioni situate in periferia od in aree suburbane finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PAN) da pianificarsi sulla base di campagne preliminari di valutazione dello smog fotochimico particolarmente nei mesi estivi.

Come criterio generale, possono essere stabilite tre classi di centri urbani in funzione del numero degli abitanti con il numero minimo di stazioni riportate nella tabella seguente:

TIPO STAZIONE				
CLASSE	A	B	C	D
< 500.000	1	2	2	1
500.000 - 1.500.000	1	3	3	1
> a 1.500.000	2	4	4	2

## TIPOLOGIA E NUMERO STAZIONI RETE DI AREA INDUSTRIALE

Nelle aree industriali, la struttura della rete dovrà tenere conto della tipologia delle emissioni, della struttura dell' insediamento produttivo in termini di quantità e qualità dei punti di emissione, della situazione meteorologica, ecc. Di conseguenza, per le reti in aree industriali non possono essere forniti criteri generali simili a quelli indicati per le aree urbane ma possono essere solo date raccomandazioni utili alla pianificazione e gestione della rete.

I parametri da valutare si riferiscono alla tipologia delle emissioni dell'insediamento. A tale proposito occorre osservare che alcuni inquinanti sono presenti nelle quasi totalità delle emissioni industriali (SO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub>, VOC, PTS), mentre altri (piombo, fluoro HCl, ecc.) sono presenti solo in emissioni specifiche ,per cui la rete sarà strutturata nelle seguenti classi di stazioni:

A) Stazione di base e di riferimento nella quale dovranno essere misurati tutti gli inquinanti di interesse per la protezione dell' ambiente e della salute relativamente ai processi produttivi. In tali stazioni dovranno essere anche



misurati gli eventuali prodotti di trasformazione degli inquinanti emessi anche se per alcuni di essi occorre utilizzare metodi non automatici

B) Stazioni di misura nell'intorno delle fonti di emissione che dovranno misurare la concentrazione delle specie di interesse per la fonte emittente. A tale proposito dovranno essere privilegiate le misure effettuate con metodi automatici, continui e/o basso tempo di risposta onde attivare allarmi nel più breve tempo possibile. Dette stazioni di misura dovranno preferibilmente essere disposte sottovento alla sorgente di inquinamento ed a distanze compatibili con le risultanze dei modelli di dispersione oppure definite mediante campagne di misura condotte con cabine rilocabili o con mezzi mobili.

C) Stazioni di misura situate a distanza per la valutazione di eventuali insediamenti abitativi. In tali stazioni dovranno essere misurati anche alcuni parametri relativi alla trasformazione chimica degli inquinanti primari.

Il numero di stazioni dei vari tipi è funzione di diversi parametri. Un criterio generale di dimensionamento può limitarsi ad una stazione di tipo A, due o tre stazioni di tipo C ed un numero variabile di stazioni di tipo B in funzione della quantità dei punti di emissione.

Sempre l'allegato 1 fornisce poi indicazioni sulle specie di inquinanti che per loro natura non possono essere determinati in modo automatico.

Le misure di interesse che vengono indicate sono sotto elencate:

- Piombo
- Sostanze Organiche Volatili (VOC)
- Idrocarburi Policicliciaromatici (IPA)
- Composti acidi
- Metalli pesanti
- Deposizioni atmosferiche
- Polveri sedimentabili

Gli art. 6 e 7 definiscono gli organismi tecnico-scientifici preposti alla gestione dei sistemi di rilevamento della qualità dell'aria a diversi livelli: Nazionale, Regionale e Provinciale.

## **CAPITOLO 2**

# **CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

## **2.1 - L'ARIA ED I SUOI INQUINANTI**

## **2.2 - SORGENTI DI INQUINAMENTO**

## **2.3 - INQUINANTI PRIMARI E SECONDARI**

## CAPITOLO 2

### CONDIZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

#### 2.1 L'ARIA ED I SUOI INQUINANTI

L'aria è una miscela di gas la cui composizione è qui di seguito riportata in tabella 1.

Dal punto di vista dell'igiene ambientale per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione, determinata da fattori naturali e/o artificiali, dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo o quantomeno, pregiudizio per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggigiorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo al metrocubo (ng/mc) al microgrammo al metrocubo (mcg/mc).

TABELLA 1 : composizione aria standard espressa in volume percentuale

SOSTANZA	% in vol.
AZOTO	78.08
OSSIGENO	20.95
ARGON	0.932
CO2	0.033
Ne	0.0018
Kr	0.0001
He	0.0005
H2	0.0005
O3	0.000003

## 2.2 SORGENTI DI INQUINAMENTO

I fenomeni che danno origine alla dispersione di inquinanti in atmosfera sono oggi relativamente ben conosciuti.

Questo agevola l'identificazione delle sorgenti di emissione dei contaminanti e consente di valutare, approssimativamente, le quantità di questi che vengono immesse nell'aria.

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- 1) Emissioni veicolari;
- 2) Emissioni industriali;
- 3) Combustione da impianti termoelettrici;
- 4) Combustione da riscaldamento domestico;
- 5) Smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera.

Gli inquinanti atmosferici vengono suddivisi in 2 gruppi.

Al primo gruppo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche ( inquinanti primari ) al secondo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera con o senza fotoattivazione( inquinanti secondari ).

Alcuni di questi inquinanti sono comuni a quasi tutte le sorgenti:

NO<sub>x</sub> Ossidi di Azoto

SO<sub>x</sub> Ossidi di Zolfo

CO Ossido di Carbonio

CO<sub>2</sub> Anidride Carbonica

HCM Idrocarburi non metanici

PTS Particolato aerodisperso

Valutando quantitativamente l'emissione degli inquinanti primari relativamente alle diverse fonti di inquinamento (civile, industriale, autoveicolare) è possibile confrontare i contributi che ciascuna sorgente da all'immissione in atmosfera delle varie specie.

A tale scopo sono riportati in Tabella 2 i dati relativi alla situazione degli Stati Uniti nel 1981 che, in molti casi, è assimilabile all'attuale situazione nella Pianura Padana.

TABELLA 2: stime e percentuali di inquinanti emessi in atmosfera.  
per inquinante e per sorgente: USA-

SORGENTE	POLVERI	SOX	NOX	HCNM	CO	unità
TRASPORTI	16,5	3,6	43,6	36,2	62,8	%
COMB. FISSE	24,7	79,1	51,8	4,2	5,7	%
INDUSTRIA	43,5	17,3	3,0	46,0	5,6	%
SMALT. RIF.	4,7	0,0	0,6	2,8	1,9	%
VARIE	10,6	0,0	1,0	10,8	5,8	%

Dall'esame della Tabella 2 emergono responsabilità ben precise a carico delle singole sorgenti nel determinare lo stato di inquinamento.

Viene quindi ribadita la necessità di individuare strategie mirate per mantenere entro livelli accettabili le sostanze inquinanti sin qui prese in esame dalla normativa di legge.

## 2.3 INQUINANTI PRIMARI E SECONDARI

In questo paragrafo verranno presi in esame i singoli inquinanti.

Si esporranno le caratteristiche chimico-fisiche, gli effetti sull'ambiente e sull'uomo nonché gli andamenti temporali ed indotti dalle situazioni climatiche locali.

### **Gli ossidi di azoto**

Gli ossidi di azoto (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato (liquido, solido o gassoso)

Il biossido di azoto in particolare è da ritenersi tra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di radiazione solare, ad una catena di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla costituzione di una serie di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".

Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto e derivati fotochimici è apportato, nelle città, dai fumi di scarico degli autoveicoli; l'entità delle emissioni può, in questo caso, variare anche in funzione delle caratteristiche e dello stato del motore, e delle modalità di utilizzo dello stesso (valore della velocità, accelerazione ecc.).

In generale l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade ecc.).

Gli effetti di queste sostanze irritanti riguardano principalmente l'apparato respiratorio; si possono infatti riscontrare, in concomitanza di concentrazioni anomale di ossidi di azoto in atmosfera, menomazioni delle funzioni respiratorie, bronchiti, tracheiti, forme di allergia ed irritazione.

Gli ossidi di azoto, inoltre, contribuiscono alla formazione delle piogge acide e, favorendo l'accumulo di nitrati al suolo, possono provocare alterazioni degli equilibri ecologici ambientali nelle acque naturali (eutrofizzazione).

## L'anidride solforosa

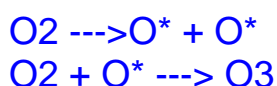
L'anidride solforosa è forse l'inquinante più comune delle aree urbane; le emissioni di questo composto sono di natura principalmente antropogenica (impianti industriali, combustioni domestiche e traffico pesante).

Tuttavia il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili ( minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria imposto per legge) insieme al sempre più diffuso uso di gas metano, hanno consentito un abbattimento delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> in aria, al punto che negli ultimi anni i limiti di legge per questo inquinante sono generalmente rispettati anche nelle situazioni territoriali più critiche.

Gli effetti nocivi conseguenti l'inalazione di anidride solforosa interessano le mucose delle prime vie respiratorie e l'inquinamento acuto o di fondo da SO<sub>2</sub> e da solfati aggregati alle polveri può causare ostruzioni bronchiali, aumentare la resistenza al flusso d'aria nelle vie respiratorie, diminuire l'epitelio ciliare e aumentare la formazione di muco.

## L'ozono

L'ozono è un componente naturale dell'atmosfera a livello dell'alta stratosfera, dove si forma a partire dall'ossigeno molecolare attraverso un ciclo di dissociazione fotolitica in presenza di radiazione ultravioletta.



Nella stratosfera lo strato compreso tra i 30 e i 50 km di quota è detto "ozonosfera" proprio per la presenza di ozono in concentrazioni relativamente elevate.

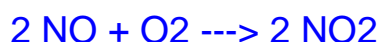
L'ozono dell'ozonosfera ha un effetto benefico sulla salute umana e sull'ambiente in quanto protegge la superficie del pianeta dalla componente ultravioletta della radiazione solare.

La distruzione o la diminuzione dell'O<sub>3</sub> stratosferico (il cosiddetto " buco dell'ozono") potrebbe avere delle gravi conseguenze sugli ecosistemi terrestri.

Alcune sostanze allo stato gassoso provenienti dalle attività antropiche (CO, CH<sub>4</sub>, CFC ed altri) contribuiscono alla riduzione delle concentrazioni di ozono stratosferico.

L'ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso tra il livello del mare e i 10 km di quota), ed in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece un componente dello " smog fotochimico " che si origina soprattutto nei mesi estivi e nelle ore diurne in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di una elevata temperatura.

L'ozono troposferico non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche coinvolgenti in particolare gli ossidi di azoto e che sono così riassumibili in forma semplificata:



La presenza di composti organici volatili e di altri componenti dell'atmosfera sposta l'equilibrio verso concentrazioni di ozono più elevate, a partire dalle quali si arriva alla formazione di sostanze ossidate quali aldeidi ( formaldeide e acroleina ), perossidi, chetoni, alcoli, acidi organici, epossidi, perossiacilnitrati ( PAN ), nitrati alchilici, ecc..

Tutte le sostanze coinvolte in questa complessa serie di reazioni costituiscono nel loro insieme il succitato smog fotochimico.

Pertanto l'ozono viene considerato un tracciante dell'inquinamento di origine fotochimica.

Poiché l'emissione contemporanea di ossidi di azoto e di idrocarburi è dovuta principalmente al traffico veicolare, lo smog fotochimico è una tipica forma di inquinamento atmosferico delle aree urbane ad elevato traffico.

Sono anche frequenti i casi di inquinamento fotochimico in altre aree per il trasporto, dovuto ai venti, dalle aree metropolitane e dalle zone industriali, degli inquinanti precursori o degli ossidanti.

Concentrazioni relativamente basse di ozono provocano effetti quali irritazione alla gola e alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni maggiori possono portare a menomazioni delle funzioni respiratorie

Questi effetti vengono esaltati da fattori geografici ( altitudine, forte radiazione solare, anomale condizioni climatiche ), da fattori ambientali ( elevate concentrazioni di fumo di sigaretta, altri inquinanti quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PTS, vicinanza con sorgenti a raggi UV, operazioni di saldatura ) e da fattori genetici.



L'ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione, con relativa scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane (alcune di esse vengono oggi utilizzate come bioindicatori della formazioni dello smog fotochimico).

## **Le polveri totali sospese**

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle è la più varia: fanno parte delle polveri sospese il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia) dall'erosione del suolo o dei manufatti (frazione più grossolana) ecc.. Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel (frazione più fine).

Il traffico autoveicolare urbano contribuisce in misura considerevole all'inquinamento da particolato sospeso; gli autoveicoli emettono in atmosfera fuliggine, cenere e particelle incombuste di varia natura le quali, oltre a contribuire di per sé all'inquinamento atmosferico, costituiscono il principale veicolo di diffusione di altre sostanze nocive.

Nelle polveri provenienti dall'usura delle parti meccaniche dei veicoli e del manto stradale, e dagli scarichi gassosi può essere infatti presente una vasta gamma di sostanze tossiche o addirittura cancerogene (idrocarburi aromatici policiclici, idrocarburi alogenati, ammine aromatiche, amianto, chetoni, aldeidi, perossidi, radicali liberi).

Dal punto di vista sanitario, si riconosce come potenzialmente nocivo il materiale sospeso con diametro inferiore ai 10  $\mu\text{m}$  (PM10), poiché solo le particelle così piccole superano le barriere protettive arrivando ai polmoni.

Recenti studi epidemiologici hanno riscontrato una stretta correlazione tra il particolato con diametro inferiore ai 2.5  $\mu\text{m}$  (PM2.5) e effetti sanitari di varia natura; infatti solo il PM2.5 riesce a penetrare negli alveoli polmonari più profondi.

Il pulviscolo atmosferico rilevato nelle aree urbane ha una composizione chimica complessa, e può perciò contribuire all'aumento di rischio di cancro polmonare; recenti studi epidemiologici eseguiti negli Stati Uniti hanno inoltre mostrato una precisa correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la

manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi.

## **Monossido di carbonio**

Il carbonio, che costituisce lo 0.08% della crosta terrestre, si trova in natura sia allo stato elementare che combinato negli idrocarburi, nel calcare e nella dolomite, nei carboni fossili, ecc.

I suoi due stati di ossidazione danno origine a due composti con l'ossigeno: il monossido di carbonio ( CO ) ed il biossido di carbonio ( CO<sub>2</sub>); il primo è un gas incolore, inodore, insapore ed altamente tossico e si forma per combustione del carbonio in difetto di ossigeno, il secondo invece è un gas leggermente asfissiante e si forma per combustione del carbonio in eccesso di ossigeno.

La maggiore fonte di produzione di CO negli strati atmosferici più bassi ( 0 - 4 m dal suolo ) è il traffico degli autoveicoli alimentati a benzina, per circa il 60%.

Tuttavia in natura sia per ossidazione fotochimica, che per azione di microrganismi presenti nel terreno, il tasso di CO misurato nel corso di un anno risulta più basso di quanto prevedibile.

Un sensibile contributo alla formazione di CO è dato anche da processi industriali per attività produttive secondarie e terziarie o di servizi; in questi casi se l'emissione di CO viene convogliata ad un camino, esso viene facilmente disperso.

Essendo il tempo di vita media del monossido di carbonio dell'ordine di qualche mese, e quindi più elevato degli altri gas citati, ed essendo l'emissione relativamente costante nel corso dell'anno, , l'andamento globale di questo inquinante è il più regolare fra tutti quelli fino a qui indicati.

Al contrario degli ossidi di azoto, vi è una maggior emissione di CO in condizione di traffico congestionato o lento (es. arterie con elevato traffico in grandi centri urbani).

Essendo le emissioni di CO legate ad una situazione di traffico congestionato, al cessare delle situazioni di ingorgo tipiche delle ore di punta serali le concentrazioni di questo inquinante si riducono più rapidamente di quanto avvenga per es. per gli ossidi diazoto i quali, essendo in prevalenza emessi dai motori quando funzionano ad elevato numero di giri, continuano ad evidenziare valori rilevanti anche nelle ore tardo-serali quando la circolazione pur fluidificandosi, rimane ancora intensa.

## Piombo

Il piombo è emesso nell'atmosfera da numerosi impianti industriali: fonderie, colorifici, industrie ceramiche, tipografie, fabbriche di accumulatori. Proviene inoltre dagli scarichi dei veicoli a motore alimentati a benzina.

Le benzine sono additivate infatti di piombo (tetraetile o tetrametile) al fine di aumentarne il numero di ottano; esso si ritrova negli scarichi sotto forma di ossidi e di alogenuri.

La quota emessa dalle autovetture era di tutto rilievo sino all'introduzione di nuovi tipi di benzine prive di piombo; attualmente l'inquinamento da piombo è in fase di diminuzione.

Come per l'ossido di carbonio l'inquinamento da piombo si addensa intorno a specifici stabilimenti industriali e in prossimità delle strade, specie là dove il traffico è particolarmente intenso (strade di grande comunicazione, incroci stradali, tunnel, ecc.).

Contro valori medi di 0.5-3  $\mu\text{g}/\text{mc}$  nella maggior parte delle città europee e nord americane, si può arrivare a valori di 30-40  $\mu\text{g}/\text{mc}$  presso arterie a traffico intenso e incroci stradali-

## Composti Organici Volatili (VOC)

La presenza di sostanze organiche Volatili (VOC) nell'atmosfera ha come sorgenti principali:

- la combustione incompleta di prodotti petroliferi impiegati come combustibili nei motori degli autoveicoli, negli impianti di riscaldamento domestico e negli impianti di combustione industriali
- gli impianti di combustione industriali, che utilizzano combustibili liquidi o solidi;
- l'uso di solventi a livello industriale;
- gli impianti di rifornimento di carburante

Le ultime stime della Comunità Europea attribuiscono al traffico autoveicolare un contributo compreso tra il 30 e il 45 % del totale delle emissioni di VOC; all'interno di tale quota circa il 90 % è attribuibile ai veicoli a benzina.

In questi ultimi anni si è sempre più palesato in campo scientifico la fondamentale importanza di una loro puntuale determinazione per una corretta valutazione dello stato di qualità dell'aria. Infatti i VOC, oltre ad essere i precursori di una serie di composti tossici di varia natura originati per via fotochimica, provocano effetti diretti sulla salute dell'uomo, in particolare per quanto riguarda la loro frazione idrocarburica aromatica.

La normativa di legge in questo campo è purtroppo rimasta ferma al DPCM dell' 83 che prevede il dosaggio degli HCNM (idrocarburi non metanici) limitatamente alle zone e ai periodi in cui i valori di Ozono sono elevati.

Di fatto il limite fissato in 200 µg/mc dal DPCM vuole limitare l'inquinamento fotochimico ma non si tengono in alcun conto valutazioni di tipo igienico sanitario legate alla tossicità intrinseca di alcuni composti che fanno parte della famiglia dei V.O.C..

A parziale correzione di quanto sopra esposto il Decreto Ministeriale 20/05/91 introduce, per la prima volta nella nostra legislatura, la necessità di meglio analizzare i VOC compresi tra C2 e C10 con particolare riguardo agli idrocarburi aromatici e il Decreto Ministeriale n° 159 del 25/11/94 introduce per il benzene degli obiettivi di qualità dell'aria.

## Benzene

Il benzene misurato in atmosfera risulta prodotto da attività umana, in particolare dall'uso di petrolio, oli e loro derivati.

Nella tabella seguente vengono indicate le principali fonti di emissione di benzene:

motori a benzina	78 %
motori diesel	9 %
evaporazione dai veicoli	7 %
raffinazione e distribuzione	3 %
altre	3 %

Dalla tabella si deduce che la maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli.

Il fumo di sigaretta ha un alto contenuto di benzene e può essere una importante fonte di esposizione per i fumatori creando in ambienti chiusi un rischio reale anche per i non fumatori ( fumo passivo ).

Vengono qui di seguito riportati alcuni esempi di dosi di assorbimento giornaliero.

aria ambiente	rurale	15 µg
	urbano	400 µg
fumo di sigaretta	10 al giorno	300 µg
	20 al giorno	600 µg
cibo		100 - 250 µg
acqua		1 - 5 µg

Un non fumatore, abitante in zona rurale, è esposto a circa 120 µg di benzene al giorno, mentre un accanito fumatore, abitante in città, può essere esposto a più di 1000 µg di benzene al giorno

Il benzene è una sostanza classificata

dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;

- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule.

Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Una esposizione cronica può provocare la leucemia ( casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell' industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera)

### **Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.)**

Si ritrovano nell'atmosfera come prodotto di combustioni incomplete in impianti industriali, di riscaldamento e nelle emissioni di motori a scoppio.

Dato il loro elevato punto di ebollizione (oltre 150°C) tali composti si condensano rapidamente in aria e si ritrovano per la massima parte adsorbiti e veicolati da particelle carboniose (fuliggine) emesse dalle stesse fonti.

L'emissione di I.P.A. nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

Si elencano i principali IPA-:

sostanza	categoria IARC
benzo(a)antracene	2A
benzo(b)fluorantene	2B
benzo(k)fluorantene	2B
benzo(a)pirene	2A
dibenzo(a,h)antracene	2A
2A = probabile cancerogeno per l'uomo 2B = sospetto cancerogeno per l'uomo	

In diverse città europee si rilevavano valori medi invernali di 100-200 ng/mc di aria e valori estivi di 10 ng/mc.

## **CAPITOLO 3**

Al fine di rendere più agevole la lettura e l'interpretazione dei dati meteoroclimatici rilevati dal Laboratorio Mobile durante la campagna di monitoraggio si ritiene funzionale fornire, per i non addetti ai lavori, una breve rassegna dei principali concetti di meteorologia applicata allo studio dell'inquinamento atmosferico.

La bassa atmosfera terrestre gioca un ruolo primario nel trasporto e nella dispersione degli inquinanti provenienti da sorgenti dislocate sulla superficie terrestre.

Ne consegue che nel trattare il comportamento atmosferico degli inquinanti è fondamentale conoscere, anche sommariamente, i processi fisici che avvengono nel mezzo aereo e che agiscono da regolatori nel trasporto e nella dispersione degli inquinanti.

Verranno quindi presi in esame in successione i seguenti argomenti:

### **3.1 - STRUTTURA TERMICA DEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA**

### **3.2 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA**

### **3.3 - STRATO DI MESCOLOAMENTO - STRATO LIMITE SUPERFICIALE**

### **3.4 - COMPORTAMENTO DEGLI EFFLUENTI IN ATMOSFERA**

### **3.5 - INFLUENZA DELLE AREE URBANE**

### **3.6 - CATEGORIE DI STABILITA' ATMOSFERICA (Pasquill)**

### 3.1 STRUTTURA TERMICA DEI BASSI STRATI ATMOSFERICI

Al fine di studiare la dinamica degli inquinanti provenienti da sorgenti industriali e civili, la parte dell'atmosfera terrestre che più interessa conoscere, nella sua struttura ed evoluzione spazio temporale, è quella costituita dai bassi strati della troposfera.

Gradiente termico verticale

La determinazione della distribuzione verticale della temperatura "gradiente termico" viene studiata mediante sondaggi effettuati con palloni liberi o frenati che sollevano apparecchiature adibite alla misura della temperatura e i cui dati vengono trasmessi alla base via radio o cavo; oppure, per gli strati più bassi dell'atmosfera, si utilizzano pali meteorologici.

Questo è appunto il mezzo adottato in questa campagna di rilevamento.

Nel primo caso i risultati delle osservazioni sono diagrammati ponendo in ascissa la temperatura ed in ordinata l'altezza dal suolo o la pressione atmosferica.

Questo diagramma fornisce il profilo verticale termico.

Quando la variazione di temperatura è di  $0.65\text{ C}^\circ$  in meno ogni 100 mt. di altezza il gradiente è detto "adiabatico" e l'equilibrio termico "neutro".

Quando la variazione di temperatura in funzione dell'altezza è inferiore a  $0.65\text{ C}^\circ/100\text{ mt.}$  il gradiente è detto "subadiabatico" e l'equilibrio termico "stabile".

Viceversa, il gradiente è detto "superadiabatico" e l'equilibrio termico "instabile".

Nella zona Padana il periodo della massima frequenza di condizioni termiche "stabili" si registra da aprile a novembre con una persistenza nel tempo progressiva; si parte da un periodo di 2 ore giornaliere in aprile - maggio per arrivare alle 9 ore in ottobre - novembre; la minima frequenza delle condizioni di stabilità è, quasi per tutto l'anno, nell'intervallo che va dalle ore 10 alle ore 20.

Il periodo di massima frequenza delle condizioni "instabili" si registra da marzo ad ottobre dalle ore 14 alle ore 17.

Nelle ore notturne che vanno dalle 22 alle 8 la condizione di instabilità è molto rara.

Quanto su esposto è valido per località aperte, su aree urbane o comunque in presenza di zone industriali le cose sono meno determinabili a priori.



## Inversione Termica

Con il termine I.T. si indica quel fenomeno atmosferico caratterizzato da un aumento anziché da una diminuzione della temperatura con il crescere dell'altezza.

Questo fenomeno atmosferico riveste una grande importanza sul comportamento nell'aria degli effluenti e quindi sulla dinamica dell'inquinamento.

In alcuni casi l'inversione termica rappresenta un ostacolo alla diluizione degli agenti inquinanti, in altri può, viceversa, costituire una protezione.

L'inversione termica può essere al suolo, se la base coincide con la superficie terrestre, o in quota se la base è posizionata ad una certa altezza dal suolo.

Questi due casi possono verificarsi su terreni liberi da costruzioni; sugli agglomerati urbani, le inversioni, solo raramente possono avere inizio dal suolo a causa della "isola di calore urbana".

Quest'ultima determina nei primi strati un continuo mescolamento, ragione per cui la base dell'inversione viene ad essere spostata al disopra dei tetti.

Tale situazione dà luogo allo stato di fumigazione, in quanto gli effluenti emessi al disotto dell'inversione (scarichi domestici e degli autoveicoli) rimangono intrappolati tra la base dell'inversione stessa ed il suolo.

Se invece l'inversione è al suolo, e si è in presenza di complessi industriali isolati dotati di camini molto alti, vi è una maggiore probabilità che l'altezza effettiva dei camini superi lo strato di inversione e quindi gli effluenti vengano a trovarsi in un ambiente nel quale si ha una maggiore e più rapida diluizione. Pertanto la ricaduta al suolo degli inquinanti è impedita.

### 3.2 CARATTERISTICHE DINAMICHE DEI BASSI STRATI ATMOSFERICI

L'elemento dinamico dell'atmosfera è costituito dal sistema delle correnti orizzontali o anemologico.

Il vento è definito da tre grandezze: intensità, direzione e struttura.

L'intensità è rappresentata dalla velocità della massa d'aria, nel suo insieme, riferita ad un determinato intervallo di tempo; questa, nei problemi di dispersione atmosferica, è espressa in metri al secondo (m/s); tuttavia, in meteorologia si usa anche riferire la velocità del vento in chilometri all'ora (km/h) oppure, come nei bollettini meteorologici, in nodi, che è il percorso del vento pari a un miglio marino (1852 m circa) in un'ora.

La direzione del vento è quella da cui proviene il vento; essa viene indicata secondo la rosa dei venti (otto o sedici direzioni), oppure secondo la divisione sessagesimale (di solito approssimata alla decina di gradi, trentasei direzioni); quest'ultima indicazione viene di solito usata per il vento rilevato nella libera atmosfera.

Nei normali e usuali problemi di trasporto e di dispersione, per ovvie ragioni, è preferibile adoperare la divisione nelle otto direzioni cardinali della rosa e, soltanto, per i terreni piatti o orograficamente omogenei (pianure, distese marine, ecc.), si può arrivare ad impiegare le sedici direzioni.

La struttura del vento, elemento questo importantissimo nei problemi di diluizione atmosferica degli effluenti o delle nubi inquinanti, è rappresentata dall'organizzazione dei moti nella massa d'aria.

Se si ha una organizzazione dei moti nella massa d'aria; cioè se si ha una organizzazione rettilinea, si dirà che la struttura è laminare, se invece la distribuzione dei moti è causale o caotica si ha una struttura turbolenta.

#### Turbolenza atmosferica

Il più importante tra i fenomeni atmosferici ai fini della dispersione degli inquinanti è quello della turbolenza atmosferica.

La turbolenza nell'aria, come già detto, è costituita da una sequenza di moti caotici ed irregolari.

Le manifestazioni della turbolenza si definiscono raffiche, la cui frequenza massima è nel periodo del mezzogiorno, mentre si riducono notevolmente durante la notte.

La variazione diurna delle raffiche è da ascrivere allo stato del cielo: se è in atto una copertura nuvolosa di notevole estensione e spessore, il rapporto tra le oscillazioni istantanee del vento e il vento medio è notevolmente costante per tutto il periodo che dura tale tipo di copertura.

Da questo si deduce che la variazione diurna della turbolenza è funzione della variazione termica del suolo, in quanto la copertura tende ad impedire lo scambio radiativo tra il suolo e gli strati d'aria sovrastanti, che, a loro volta, influenzano il gradiente di temperatura nei bassi strati atmosferici.

Tutto ciò induce ad ammettere una correlazione, fra il tipo di stabilità degli strati d'aria ed il grado di turbolenza indicato dalla struttura del vento.

Forza del vento in gradi Beaufort	intensità m/s	definizione
0	0-0,2	calma
1	0,3-1,5	bava di vento
2	1,6-3,3	brezza leggera
3	3,4-5,4	brezza tesa
4	5,5-7,9	vento moderato
5	8-10,7	vento teso
6	10,8-13,8	vento fresco
7	13,9-17,1	vento forte
8	17,2-20,7	burrasca
9	20,8-24,4	burrasca forte
10	24,5-28,4	tempesta
11	28,5-32,6	tempesta violenta
12	32,7-oltre	uragano

### **3.3 STRATO DI MESCOLOMENTO - STRATO LIMITE SUPERFICIALE**

Nella valutazione dell'inquinamento atmosferico un parametro importante è dato dallo spessore dello strato di mescolamento.

Questo viene definito come lo spessore di atmosfera, la cui base inferiore si identifica con la superficie del suolo, nella quale si verificano forti rimescolamenti in senso verticale.

Lo strato di rimescolamento misurato nelle ore pomeridiane è quello a cui si fa normalmente riferimento e prende il nome di "strato limite superficiale".

### **3.4 COMPORTAMENTO DEGLI EFFLUENTI IN ATMOSFERA**

Per una appropriata valutazione della dispersione atmosferica degli effluenti e della distribuzione al suolo della loro concentrazione è indispensabile definire, in primo luogo, il tipo delle sorgenti di emissione e la forma che gli effluenti possono assumere durante il percorso a causa della struttura e quindi delle condizioni di stabilità termodinamica dello strato d'aria interessato dalla loro traiettoria.

Inoltre, come si vedrà meglio in seguito, la forma che assume l'effluente può anche indicare le condizioni di equilibrio dell'atmosfera e quindi da una possibile sistematica osservazione degli effluenti provenienti da camini già esistenti si possono dedurre, sia pure a grandi linee, delle cognizioni climatiche sulla diffusione degli inquinanti nella località.

Pertanto le sorgenti si distinguono a seconda della loro quota di emissione, del loro raggruppamento e della modalità di emissione degli effluenti rispetto al tempo.

Per quanto riguarda la quota, si possono avere sorgenti al suolo, e sorgenti elevate; queste ultime sono, nel campo industriale, principalmente costituite dai camini.

Per ciò che concerne il loro raggruppamento si hanno sorgenti isolate, multiple, o raggruppate, ed estese, quali le aree urbane.

Va detto inoltre, che nella configurazione completa del problema del comportamento atmosferico degli agenti inquinanti provenienti da sorgenti multiple, bisogna tener presente anche la loro topografia (cioè se esse sono disposte o meno secondo una geometria ben definita, come nel caso di molte industrie a sorgenti multiple) e la loro localizzazione geografica.

Per ciò che riguarda le modalità di emissione degli effluenti, si distinguono sorgenti a volume istantaneo, se l'emissione è brevissima e rapidissima (caso di uno sbuffo di vapore) e sorgenti a volume continuo; queste ultime si identificano con la fuoriuscita degli effluenti dei camini, dagli sfiatatoi.

### Sorgenti isolate istantanee

La sorgente isolata è rappresentata da un singolo camino, lontano da altre fonti di inquinamento, situato su una area pianeggiante e libera da costruzioni ed ostacoli; in altri termini, l'effluente allo sbocco dal camino non dovrà essere disturbato da nessuna causa che non sia naturale turbolenza dell'aria. L'evoluzione fisica dello sbuffo di vapore o fumo è controllata e regolata dal rapporto tra le grandezze dei vortici di cui è formato lo sbuffo e quelle presenti nell'aria che lo avvolge.

In generale uno sbuffo di vapore o fumo scaricato nell'atmosfera aumenta gradualmente il proprio volume in quanto le dimensioni dei vortici delle nubi sono inferiori od al massimo uguali a quelli dell'aria ambiente.

### Sorgenti isolate continue

Lo scarico in aria da una sorgente isolata continua lo si può considerare, come una emissione prolungata e ad intervalli di tempo infinitesimi, di una serie continua di sbuffi.

Questa costituisce l'effluente o il pennacchio, la cui forma evolutiva dipende dalle condizioni di stabilità, quindi dalla struttura, dello strato d'aria interessato dall'effluente nel suo percorso.

Poiché la struttura dell'atmosfera, specie negli strati d'aria ove di solito scaricano i camini industriali, non è mai omogenea, si ha che l'effluente assume forme variabili e non sempre geometricamente definibili.

Di conseguenza, il contorno del pennacchio varia irregolarmente e le sue dimensioni reali sono date dalla distribuzione della sua concentrazione interna del materiale gassoso o particellare.

## Sorgenti multiple ed estese

La tendenza attuale è che gli effluenti che provengono da più sorgenti agli effetti del calcolo della concentrazione degli inquinanti e dal punto di vista meteorologico, sono considerate come provenienti da singole sorgenti sempre che siano fatti salvi i principi del reciproco disturbo.

Viceversa, se le sorgenti sono vicine tra loro è intuitivo che in prossimità delle bocche dei camini i pennacchi conservano la loro traiettoria individuale e a distanza maggiore essi si uniscono tanto che nel calcolo delle concentrazioni al suolo sono considerate come provenienti da una sorgente individuale di potenzialità pari alla somma delle singole sorgenti componenti.

## Comportamento degli effluenti in funzione dei parametri meteorologici.

L'intensità e direzione del vento, la turbolenza ed il grado di stabilità atmosferica sono, in ordine di importanza i parametri meteorologici che influenzano la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

Il comportamento di un effluente proveniente da una sorgente elevata in funzione del gradiente termico verticale è diverso a seconda delle condizioni di "stabilità" o di "inversione" presenti in quel momento nella zona.

Vedremo di seguito cosa avviene nella dispersione a seconda delle diverse situazioni atmosferiche.

## Emissione in atmosfera instabile

L'effluente viene "sfilacciato" ed abbattuto al suolo in modo irregolare a breve distanza dalla sorgente.

Questa è una situazione tipica della tarda primavera, estate e nella prima metà dell'autunno durante le ore calde e con il cielo sereno.

## Emissione in atmosfera neutrale

Il pennacchio assume forma conica e l'abbattimento al suolo avviene più distante dalla sorgente che con il caso visto in precedenza.

Questa è una situazione tipica quando il cielo è coperto e con modesta velocità del vento.

## Emissioni in atmosfera stabile

Il pennacchio assume uno spessore limitato anche su lunghe distanze e l'abbattimento al suolo può avvenire anche a grande distanza dalla sorgente. Questa è una situazione che si verifica con cielo coperto e nubi alte tipiche del semestre freddo.

Effluenti in condizioni di inversione termica al disopra della sorgente.

L'effluente incontra nella sua ascesa uno strato di inversione e rimane intrappolato tra questo ed il suolo concentrandosi.

Questa situazione è tipica delle prime ore dopo la levata del sole.

Effluenti in condizioni di inversione termica al disotto della sorgente.

L'effluente non penetra lo strato di inversione, ma vi scorre sopra senza abbattersi al suolo.

Queste condizioni si verificano tipicamente nelle ore prossime al tramonto del sole.

### **3.5 INFLUENZA DELLE AREE URBANE**

Le aree urbane o comunque laddove vi è un insieme di costruzioni hanno una loro particolare influenza sul comportamento degli effluenti provenienti da sorgenti localizzate sia alla periferia che nell'agglomerato urbano stesso.

La più vistosa influenza sull'effluente che interessa l'abitato cittadino è quella dovuta alla "isola di calore" urbana.

Essa è prodotta dalle emissioni di calore determinate dal consumo di combustibili e dal calore immagazzinato nelle costruzioni e nelle strade che riscalda l'area urbana più della campagna circostante.

Questo effetto lo si vede più facilmente di notte quando le osservazioni indicano che l'inversione al suolo nelle grandi aree metropolitane è piuttosto rara.

L'effetto sull'effluente proveniente da un camino situato nell'area urbana è quello di aumentare la dispersione verticale.

Un effluente che, invece, entra nell'area urbana da un camino situato nelle adiacenze extraurbane sembra che si mescoli rapidamente nella verticale.

L'effetto è, in linea di massima, quasi lo stesso se la sorgente è nell'area urbana; in questo caso le concentrazioni dell'effluente sono molto alte in prossimità del suolo a causa di una concentrazione più diffusa; vi è da notare, inoltre, che la turbolenza meccanica determinata dalla presenza delle costruzioni aumenta notevolmente il mescolamento dell'effluente con l'aria.

### **3.6 CATEGORIE DI STABILITA' E DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA**

Come si è visto, in quanto precedentemente esposto, uno tra gli elementi determinanti la dispersione degli inquinanti in atmosfera è costituito dal grado di stabilità degli strati bassi dell'atmosfera interessati dalla traiettoria degli effluenti gassosi.

La determinazione in continuo del gradiente termico verticale è di notevole costo strumentale ed economico e risulta improponibile in situazioni quali quella esaminata in questo studio.

Di fatto il metodo più usato consiste nello stabilire le frequenze dei vari gradi di stabilità atmosferica determinati partendo dai dati rilevati a livello del suolo. Questa seconda via è appunto quella da noi seguita per questo studio facendo riferimento al modello proposto da Pasquill.

#### **Modello Pasquill**

Il modello Pasquill prevede le seguenti categorie di stabilità atmosferica così definite:

- A = instabilità forte;
- B = instabilità moderata;
- C = instabilità debole;
- D = neutralità o adiabaticità;
- E = stabilità debole;
- F = stabilità moderata;
- G = stabilità forte.



## Categorie di stabilità secondo Pasquill

VENTO AL SUOLO (a 10 m) (m/s)	INSOLAZIONE			PERIODO NOTTURNO		
	FORTE	MODERATA	DEBOLE	Coperto da un velo di nubi o >4/8 di nubi basse	Copertura <3/8	Sereno
Calma	--	--	--	--	--	G
< 2	A	A - B	B	--	--	--
2 - 3	A - B	B	C	E	F	--
3 - 5	B	B - C	C	D	E	--
5 - 6	C	C - D	D	D	D	--
> 6	C	D	D	D	D	--

Tali categorie servono per l'indicazione del tipo di stabilità nello strato atmosferico di superficie (primi 100 mt.) per la valutazione della dispersione verticale del materiale volatile, quando non si dispone di misure dirette sulle proprietà diffusive degli strati d'aria interessati dalle traiettorie degli effluenti.

Le categorie sono qualitativamente specificate nei termini della velocità media del vento (misurata all'altezza standard di 10 m. dal suolo), dell'intensità dell'insolazione, o della quantità della radiazione solare incidente e dallo stato del cielo per il periodo notturno.

Per il periodo notturno della giornata deve intendersi l'intervallo che intercorre da un'ora prima del tramonto ad un'ora dopo il sorgere del sole.

Inoltre, la categoria D può essere adoperata, senza tener conto della velocità del vento, quando durante il giorno o la notte si ha il cielo coperto, oppure per lo stato del cielo durante l'ora precedente o seguente la notte, quest'ultima come già definita.

## **CAPITOLO 4**

### **4.1 - OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO ATMOSFERICO**

**- DESCRIZIONE DEL SITO DI CAMPIONAMENTO**

**- CARTE TOPOGRAFICHE DEL TERRITORIO**

## 4.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

A seguito degli accordi intercorsi con la Amministrazione Comunale di Collegno (Prot.Ilo n° 179952 del 9.12.1996), si è effettuato un monitoraggio della qualità dell'aria nel mese di dicembre 1996 - gennaio 1997.

A seguito dell'ipotesi di Accordo di Programma, tra i Comuni dell'Area Metropolitana Torinese per la gestione integrata delle politiche di risanamento della qualità dell'aria, ci si è riproposti di effettuare uno studio di qualità dell'aria nel Comune di Collegno, che è uno dei più popolosi della prima cintura torinese ma all'interno del quale non sono presenti stazioni fisse di rilevamento appartenenti alla rete provinciale.

A seguito dei sopralluoghi effettuati si è individuato il sito così definito:

area interna della scuola materna "Mamma Pajetta" di via Roma angolo via S.F.d'Assisi.

Questa postazione è stata preferita ad altre per i seguenti motivi :

- vengono rispettati i criteri individuati dalla direttiva dell'Istituto Superiore di Sanità (documento ISTISAN 89/10) per quanto riguarda il posizionamento sul territorio delle Stazioni di rilevamento ;
- viene rispettato quanto disposto dai vari Decreti del Ministero dell'Ambiente in materia di qualità dell'aria e modalità di monitoraggio
- la situazione monitorata è significativa ai sensi degli obiettivi prefissati
- i luoghi in cui il Laboratorio Mobile è stato posteggiato non sono confinati a breve distanza da alcuna infrastruttura così come richiesto da documento ISTISAN 89/10

Il sito prescelto inoltre, presenta caratteristiche diverse rispetto a quello di C.so Francia 135 che è stato oggetto di una analoga indagine effettuata nel dicembre-gennaio del 1994; mentre quest'ultimo, in base alle definizioni del D.M. 20/5/91 era assimilabile a una postazione di tipo "C" (aree ad elevato traffico autoveicolare), il sito oggetto della presente indagine è assimilabile a una postazione di tipo "B" (aree ad elevata densità abitativa). Ciò permette un utile confronto tra due situazioni diverse all'interno del territorio comunale.

**Di seguito viene riportata una cartografia della zona al fine di chiarire l'ubicazione del sito di monitoraggio nel contesto territoriale ed urbano.**

## **CAPITOLO 5**

### **5.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI**

### **5.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO:**

- MEDIE ORARIE E LIMITI DI LEGGE**
- GIORNO MEDIO**
- DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA**

#### **5.2.1 - ANIDRIDE SOLFOROSA ( SO<sub>2</sub> )**

#### **5.2.2 - OSSIDI DI AZOTO ( NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> )**

#### **5.2.3 - MONOSSIDO DI CARBONIO ( CO )**

#### **5.2.4 - OZONO ( O<sub>3</sub> )**

#### **5.2.5 - POLVERI TOTALI ( PTS )**

### **5.3 - CONFRONTO CON I DATI RILEVATI DALLA STAZIONE FISSA DI P.ZZA RIVOLI**

### **5.4 - CONCLUSIONI**

## 5.1 ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

In questo paragrafo sono presentati i dati meteoroclimatici registrati dalla centrale meteorologica funzionante nel Laboratorio Mobile nel periodo in cui si è effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Collegno

Nelle pagine successive sono riportate delle tabelle di elaborazione che indicano il valore minimo, massimo, medio e la deviazione standard delle medie orarie nel periodo di monitoraggio (tabella n° 1).

Di seguito sono riportate le elaborazioni grafiche che mostrano gli andamenti orari per i seguenti parametri:

V.V. - Velocità Vento	m/sec
D.V. - Direzione Vento	gradi
T. A. - Temperatura Aria	C°
U. A. - Umidità relativa	%
R.Sol - Radiazione solare	W/m2
P.A. - Pressione atmosferica	mbar

In particolare, per quanto riguarda il parametro direzione vento, si è attuata una elaborazione statistica che permette di visualizzarne la provenienza geografica nelle ore diurne e notturne.

Copia di questi dati è conservata su supporto magnetico presso il Dipartimento Sub-Provinciale di Grugliasco - Area Aria - ARPA, per eventuali successive elaborazioni e/o trasmissioni agli Enti amministrativi che ne facessero richiesta.

In conclusione dalla valutazione generale dei dati meteorologici registrati in Collegno nei mesi in cui si è effettuato il monitoraggio si evince quanto segue:

## **Dicembre 1996 - Gennaio 1997**

Il periodo di monitoraggio si caratterizza per un andamento climatico tipicamente invernale.

Si è registrato un valore medio di circa 1 m/sec con punte di 2 m/sec di velocità vento.

Come già detto precedentemente si è effettuata un'analisi dei venti che permette di evidenziare le direzioni da cui spira il vento prevalente nell'arco delle 24 h, suddivise in periodo diurno e periodo notturno.

Da queste elaborazioni si evidenzia che nelle ore diurne la predominante è sud sud-ovest, mentre in quelle notturne la predominante è sud-ovest.

Tabella n° 1: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di dicembre 1996-gennaio 1997.

parametro	V.V. m/sec
% misure <0.5 m/sec:	17.5
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	1.97
Valore medio:	0.86
Valore mediana:	0.83
Deviaz.Standard:	0.37

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	954.00
Valore massimo:	1025.00
Valore medio:	992.48
Valore mediana:	994.00
Deviaz.Standard:	19.48

parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	6.71
Valore massimo:	317.00
Valore medio:	43.26
Valore mediana:	7.93
Deviaz.Standard:	71.07

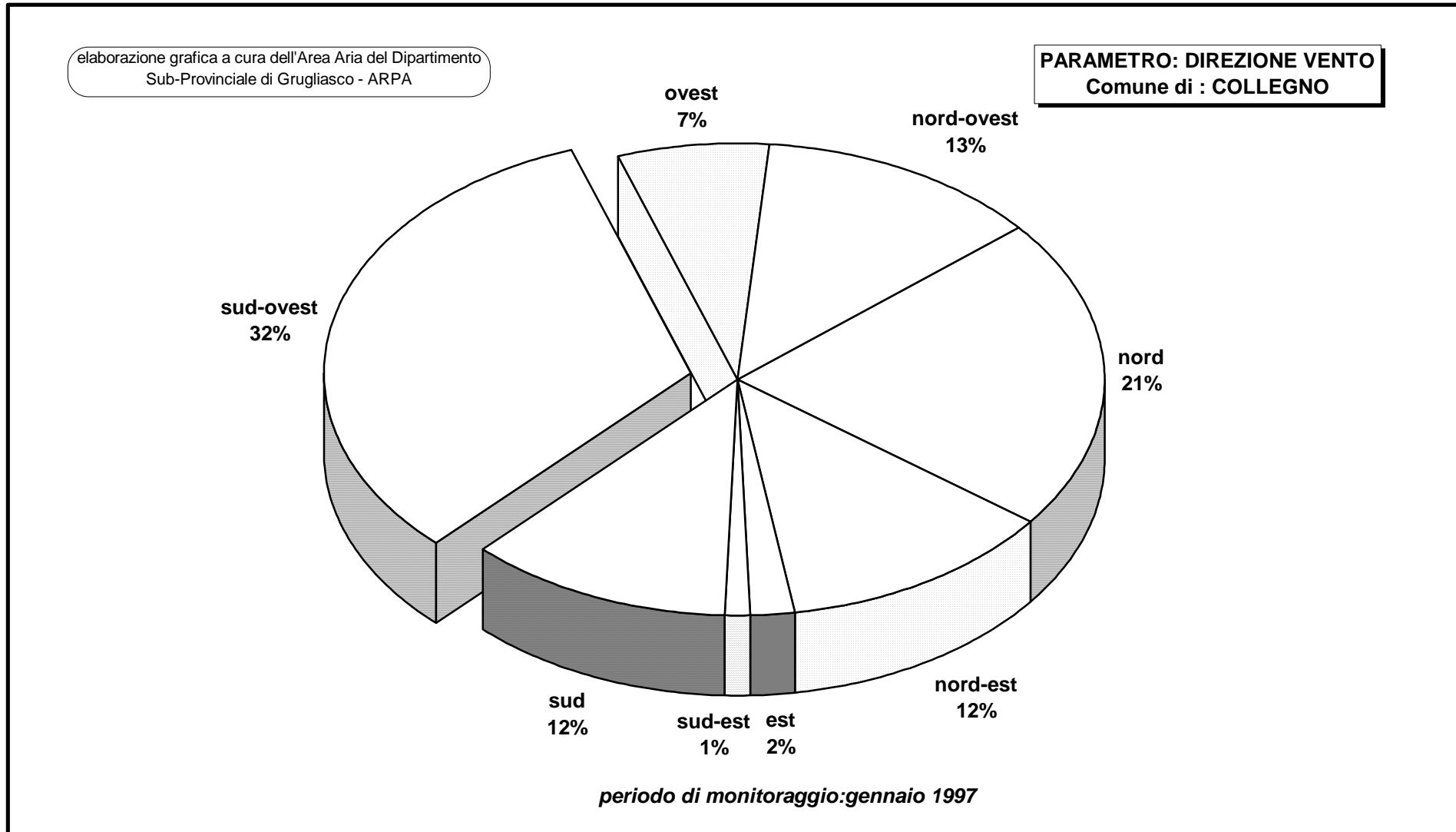
direzione vento ore totali	
nord	149
nord-est	84
est	14
sud-est	7
sud	81
sud-ovest	226
ovest	47
nord-ovest	87
totale	695

direzione vento ore diurne	
nord	32
nord-est	27
est	9
sud-est	7
sud	46
sud-ovest	37
ovest	12
nord-ovest	11
totale	181

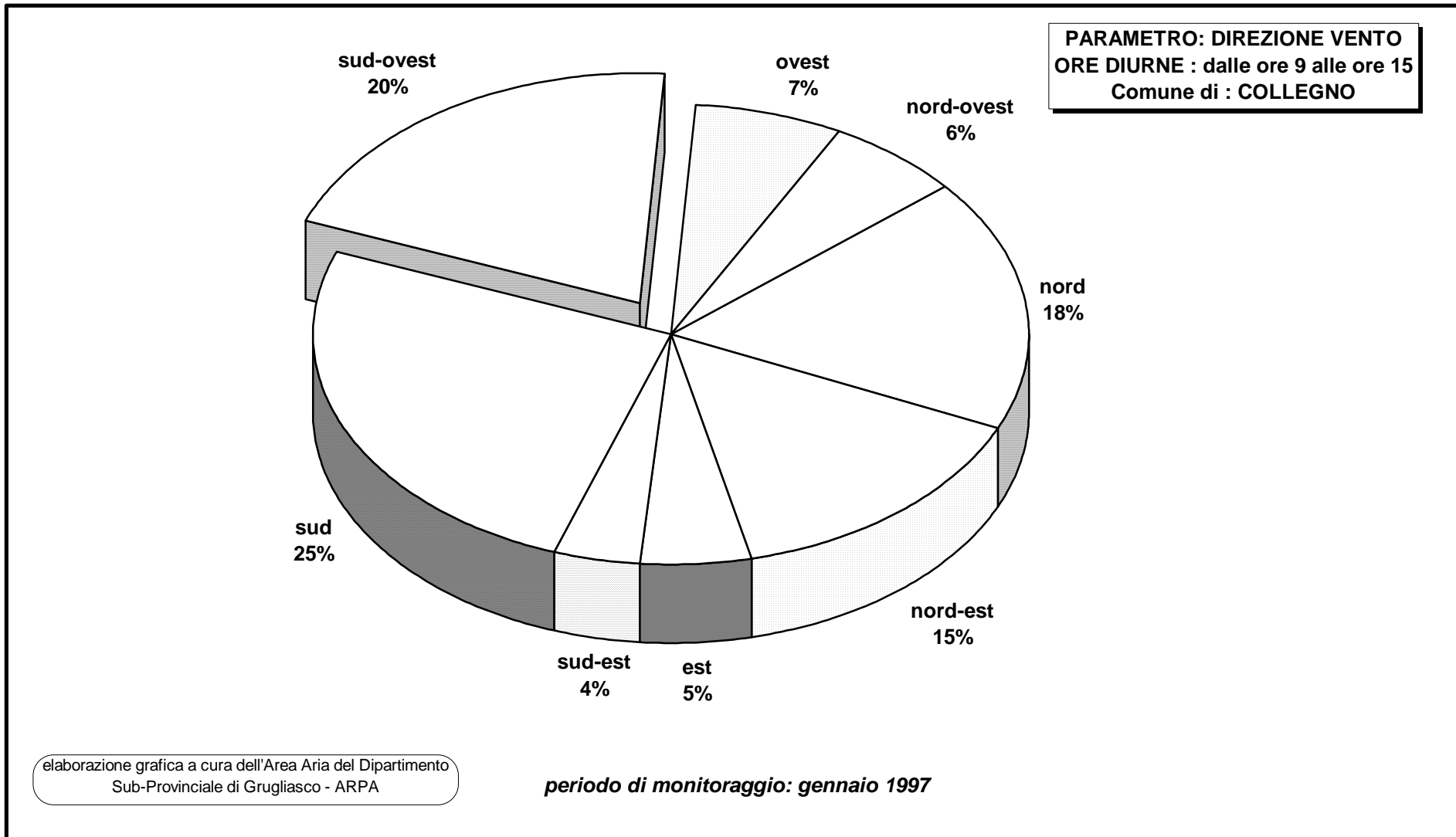
direzione vento ore notturne	
nord	117
nord-est	57
est	5
sud-est	0
sud	35
sud-ovest	189
ovest	35
nord-ovest	76
totale	514



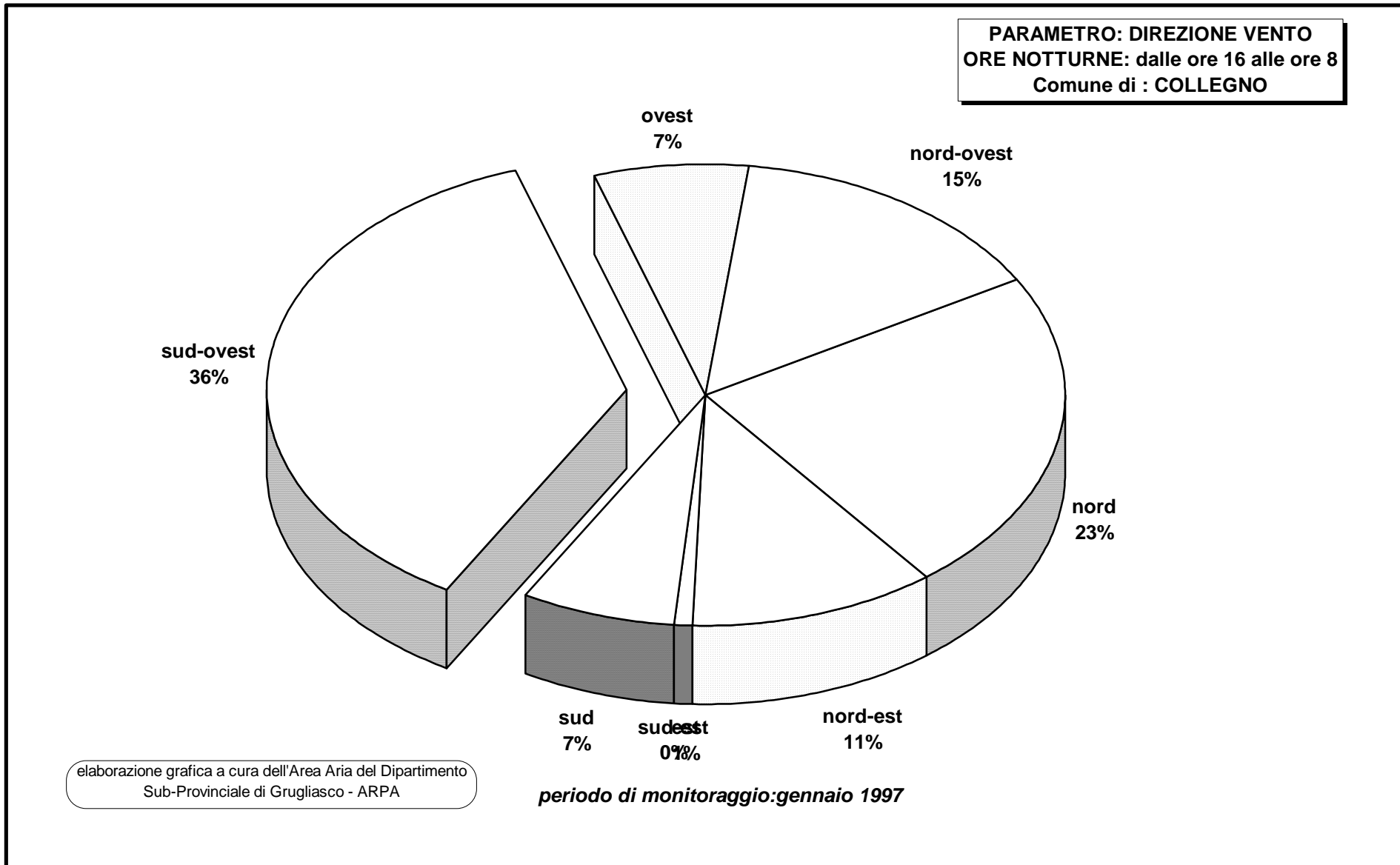
parametro D.V. - 1° periodo -



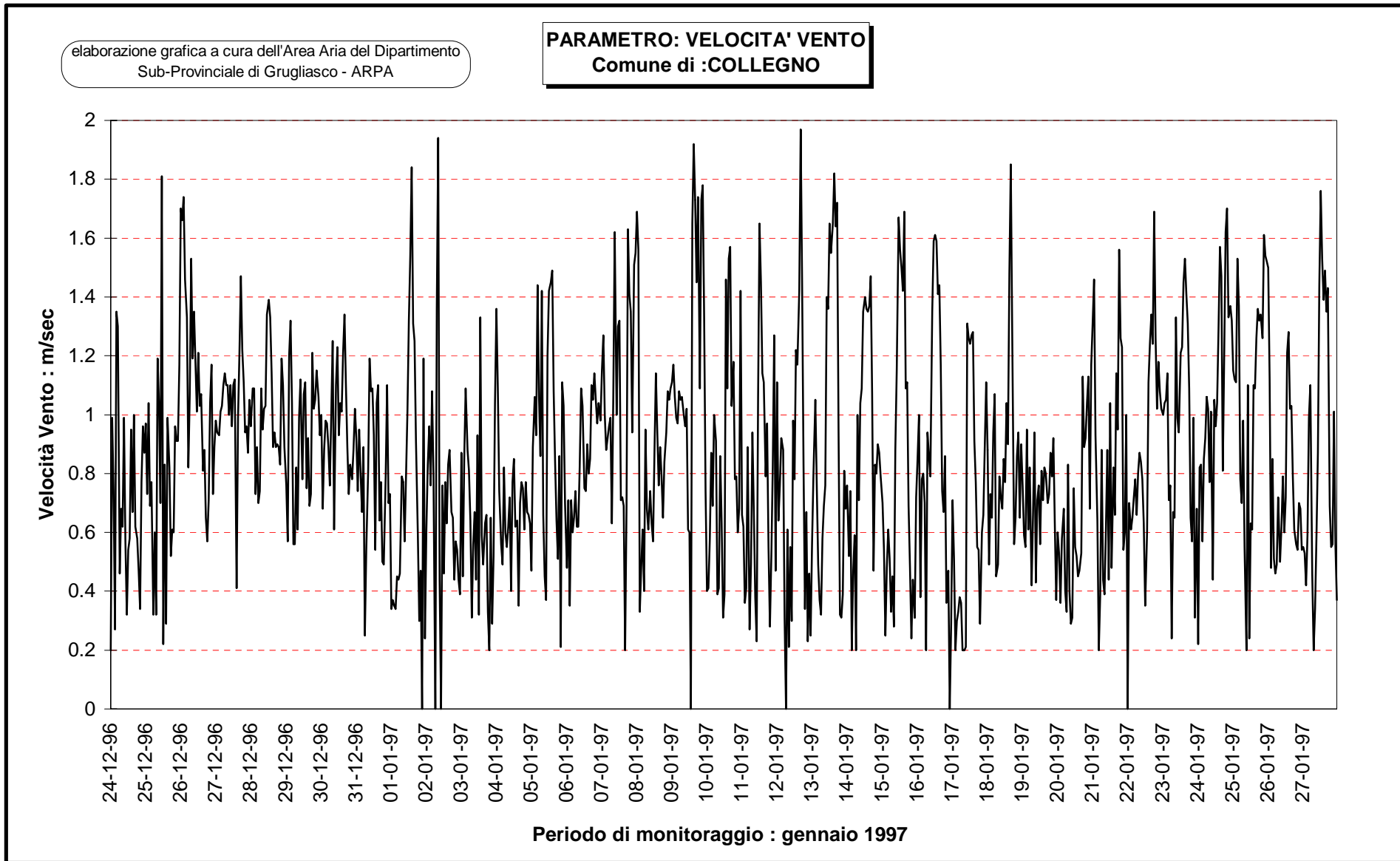
parametro D.V. ore diurne - 1° periodo -



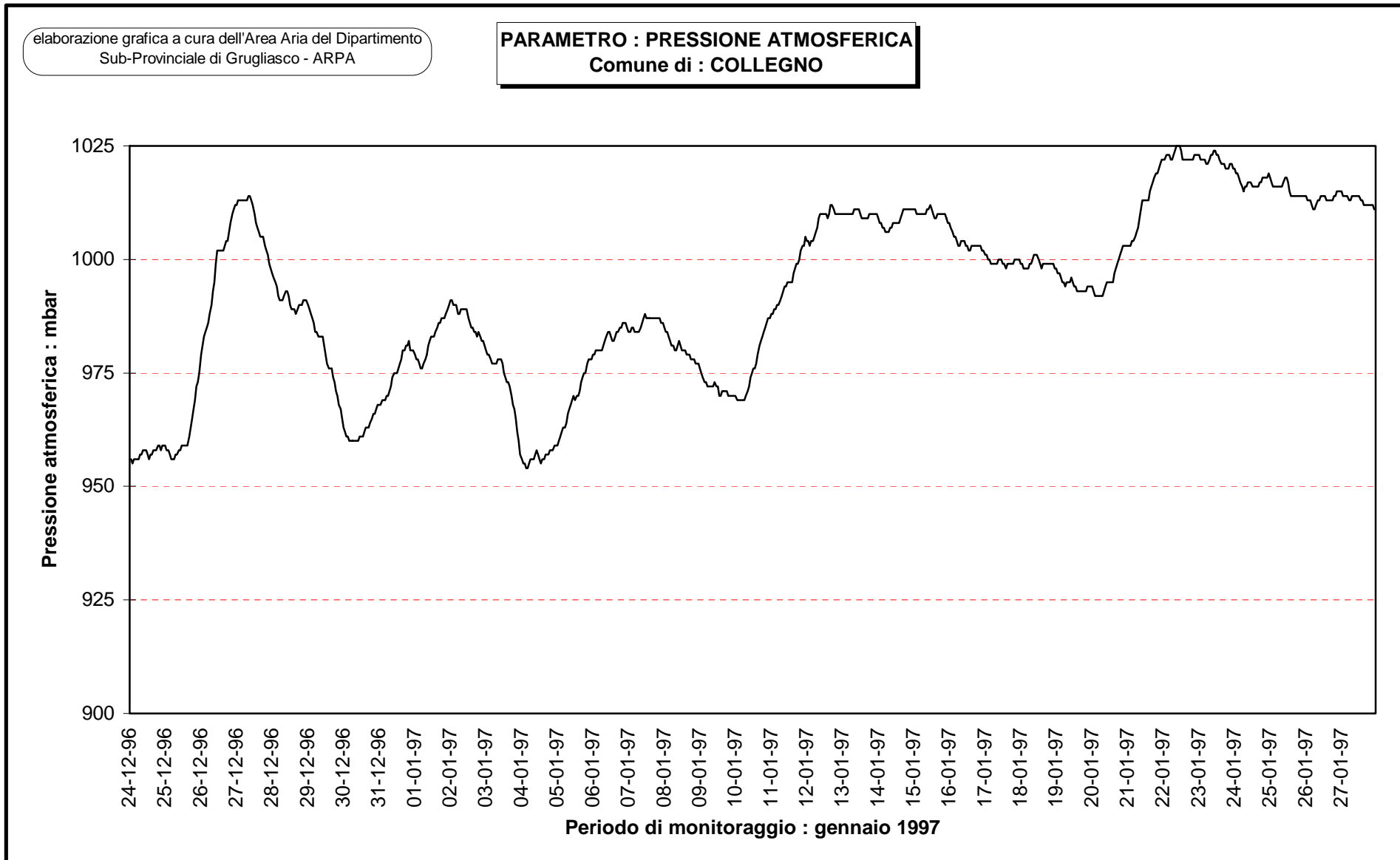
parametro D.V. ore notturne - 1° periodo -



parametro V.V. - 1° periodo -



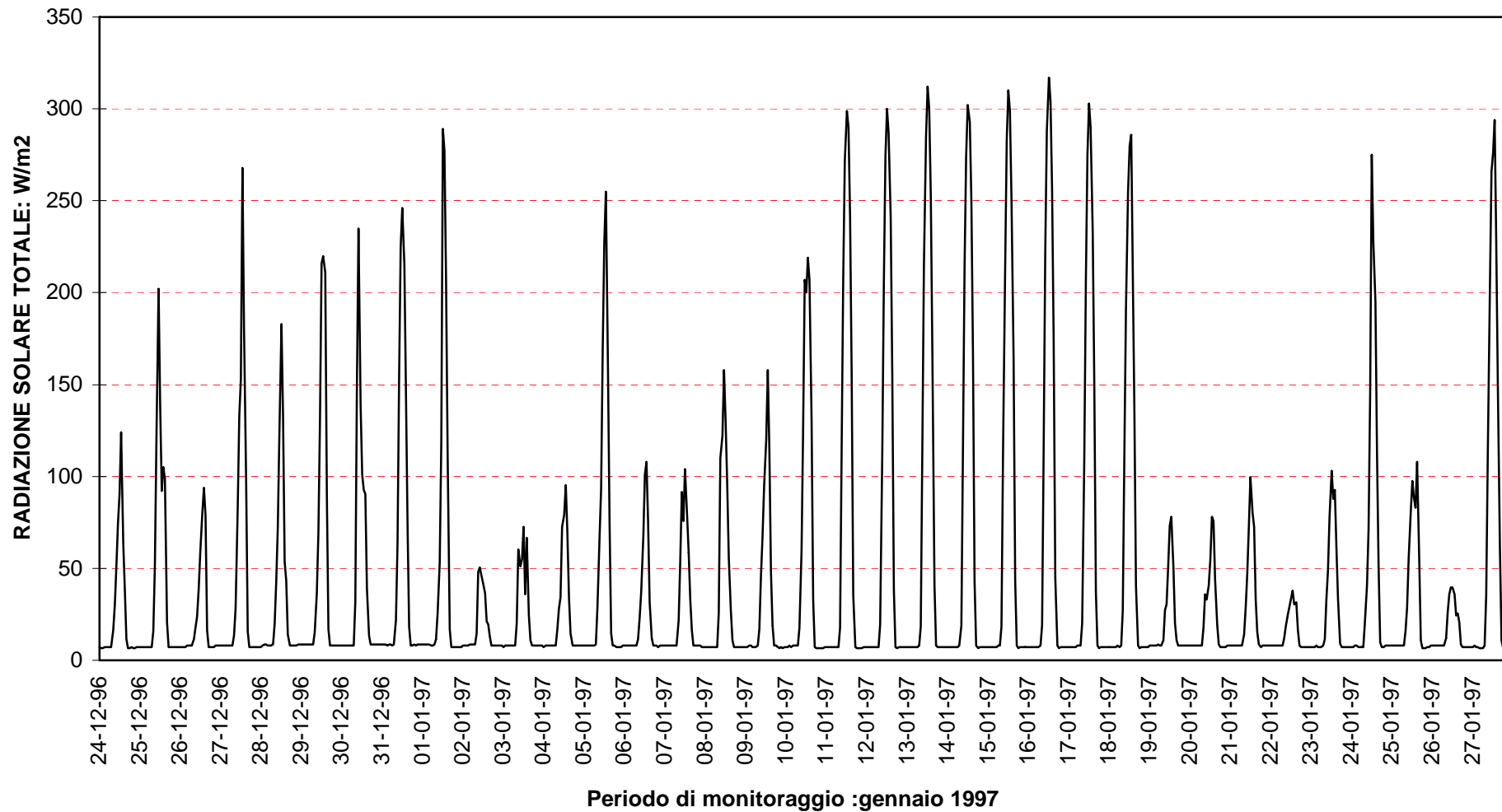
parametro P.A. - 1° periodo -



parametro R.S.T. - 1° periodo -

elaborazione grafica a cura dell'Area Aria del Dipartimento Sub-Provinciale di Grugliasco - ARPA

Parametro : RAD. SOLARE TOT.  
Comune di : COLLEGNO



## 5.2 ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Analogamente ai parametri meteorologici, anche per gli inquinanti chimici verrà descritto il criterio di elaborazione statistica e grafica utilizzato per illustrare l'andamento di ogni singolo inquinante durante l'intero periodo di monitoraggio.

La elaborazione grafica eseguita è così riassumibile:

- rappresentazione grafica della media oraria o giornaliera e confronto con i limiti di legge;
- rappresentazione grafica del giorno medio;
- rappresentazione grafica delle distribuzioni di frequenza.

Dopodichè per ogni inquinante verra' descritto e commentato l'andamento rilevato durante l'intero periodo di monitoraggio, per meglio capire i risultati ottenuti.

L'obiettivo che si è voluto perseguire con l'elaborazione grafica e statistica che segue è di fornire agli organi amministrativi del Comune di Collegno uno strumento di valutazione da utilizzarsi nella stesura di futuri piani urbanistici e di viabilità che interesseranno la Città.

## - RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLA MEDIA ORARIA O GIORNALIERA E CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

Nelle pagine seguenti è riportata, per ogni inquinante monitorato, la elaborazione statistica che si suddivide in:

- una prima valutazione statistica (tabella n° 2) che evidenzia, per ogni inquinante, i valori minimi, medi, massimi, mediana e deviazione standard;
- una seconda valutazione (tabella n° 2a) che evidenzia gli eventuali superamenti dei limiti di legge.

Dai valori di media oraria registrati si è prodotta una doppia elaborazione grafica che permette di visualizzare su assi concentrazione-tempo l'andamento registrato durante i vari periodi.

In particolare, il primo grafico mostra in dettaglio l'andamento temporale dell'inquinante utilizzando una scala reale per le concentrazioni.

Nel secondo grafico, si è adottata una scala espansa per l'asse y (concentrazione) che permette di visualizzare, la dove esistenti, i superamenti dei livelli di attenzione, di allarme e di standard di qualità dell'aria così come definiti dalla normativa di legge.

Questa seconda modalità grafica permette di evidenziare immediatamente quelle situazioni in cui la media oraria o giornaliera hanno superato i sopraccitati limiti.



TABELLA n° 2: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di dicembre 1996 -gennaio 1997

<b>inquinante :</b>	<b>SO2</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	65.70
Valore medio:	13.89
Valore mediana:	11.00
Deviaz. Standard:	10.25

<b>inquinante :</b>	<b>NO</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	764.00
Valore medio:	110.67
Valore mediana:	79.65
Deviaz. Standard:	111.81

<b>inquinante :</b>	<b>NO2</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	7.23
Valore massimo:	245.00
Valore medio:	80.26
Valore mediana:	72.70
Deviaz. Standard:	38.09

<b>inquinante :</b>	<b>NOx</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	7.23
Valore massimo:	1000.00
Valore medio:	189.78
Valore mediana:	152.00
Deviaz. Standard:	146.14

<b>inquinante :</b>	<b>CO</b>
	mg/mc
Valore minimo:	0.77
Valore massimo:	20.00
Valore medio:	3.22
Valore mediana:	2.65
Deviaz. Standard:	2.11

<b>inquinante :</b>	<b>O3</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	55.70
Valore medio:	9.21
Valore mediana:	4.07
Deviaz. Standard:	11.84

<b>inquinante :</b>	<b>PTS</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	5.00
Valore massimo:	353.00
Valore medio:	106.70
Valore mediana:	98.00
Deviaz. Standard:	56.73

TABELLA n° 2a: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di dicembre 1996 - gennaio 1997.

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI LIVELLO DI ATTENZIONE		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI LIVELLO DI ALLARME		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI STANDARD QUALITA' ARIA	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	840	100.0	125 (*)			250			80 (1)		
NO2	828	98.6	200	6	1	400			200	6	1
O3	840	100.0	180			360			200		
CO	840	100.0	15	5	1	30			40		
PTS	757	90.1	150 (*)	6	19	300			150 (2)	6	19

(\*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

(2) MEDIA ARITMETICA DI TUTTE LE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

## GIORNO MEDIO

Il monitoraggio di dicembre 1996 - gennaio 1997, che si colloca nel semestre freddo, vede presenti ed operativi in zona le tre sorgenti principali di inquinamento dell'aria: traffico, riscaldamento e industria.

Contemporaneamente le condizioni atmosferiche sono sfavorevoli sia alla rapida dispersione degli inquinanti che alla formazione di inquinanti fotochimici.

Utilizzando i valori di media oraria registrati per ogni inquinante, si è elaborato per calcolo il giorno medio.

Più in dettaglio questo è stato ottenuto calcolando per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata il valore medio aritmetico delle medie orarie registrate nel periodo da ognuno degli inquinanti oggetto del monitoraggio.

La tabella n° 3 di seguito riportata illustra le elaborazioni sopra descritte.

TABELLA n° 3: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di dicembre 1996 - gennaio 1997.

ore	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>SO2</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO2</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>O3</b>	$\text{mg}/\text{mc}$ <b>CO</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>PTS</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NOx</b>
00:00	8.5	79.4	64.3	8.7	2.9	88.8	143.6
01:00	7.2	60.9	59.4	9.9	2.4	79.1	120.1
02:00	6.5	50.3	54.4	12.4	2.3	71.2	104.6
03:00	6.4	53.7	53.0	12.1	2.3	70.9	106.6
04:00	6.3	55.8	54.4	12.3	2.3	77.5	110.1
05:00	7.4	64.1	78.3	11.0	2.4	77.1	142.4
06:00	8.5	87.3	71.1	8.3	2.7	75.2	158.4
07:00	12.6	152.6	83.5	6.5	4.2	86.2	236.1
08:00	16.4	195.2	89.3	6.1	5.5	105.3	284.7
09:00	22.8	191.7	93.4	7.4	4.9	104.7	285.3
10:00	23.2	140.4	91.6	8.7	3.5	97.2	232.0
11:00	23.3	107.6	89.5	11.6	3.0	96.9	197.0
12:00	22.1	94.9	85.4	14.5	2.8	99.0	180.2
13:00	20.3	83.5	81.5	16.9	2.5	99.8	164.9
14:00	17.4	81.6	80.6	19.0	2.4	98.6	162.2
15:00	15.6	83.3	84.8	16.8	2.5	103.3	168.1
16:00	14.0	97.6	89.7	11.4	2.8	106.0	187.3
17:00	15.9	133.2	97.0	6.6	3.7	121.6	230.4
18:00	18.1	181.1	105.4	4.9	4.5	134.6	286.5
19:00	18.7	201.3	106.0	3.9	4.9	138.6	307.5
20:00	16.1	176.9	98.6	3.4	4.4	123.6	275.6
21:00	14.0	147.2	88.9	3.9	3.9	111.9	236.0
22:00	11.7	118.9	81.6	4.9	3.4	106.3	200.4
23:00	9.8	95.7	72.9	6.3	3.1	102.2	168.7

## - DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA

Come già menzionato in altri momenti di questa relazione gli obiettivi prefissi con la presente campagna di monitoraggio non possono essere una rigorosa trattazione in termini di legge della qualità dell'aria del Comune di Collegno, ma una conoscenza in termini scientifici del fenomeno inquinamento dell'aria.

Nel primo caso, infatti, la durata del monitoraggio dovrebbe essere notevolmente protratta ed abbracciare tutto l'arco delle stagioni per almeno 300 giornate di rilevamento complessive (ISTISAN 87/6).

Nel nostro caso dove, viceversa, la tempistica della campagna ha previsto complessivamente 35 giorni di campionamento ci è consentito di formulare una valutazione presuntiva degli andamenti stagionali dei vari inquinanti.

A tale scopo nelle pagine che seguono è riportato uno studio grafico e statistico delle frequenze percentuali di accadimento riferite ad intervalli di concentrazione per ogni inquinante

TABELLA n° 7 : valutazione statistica delle distribuzioni di frequenza relative al monitoraggio eseguito nel mese di dicembre 1996 - gennaio 1997

<b>SO2</b>	n° volte	% PSO2
0	7	0.84
5	105	12.56
10	278	33.25
15	164	19.62
20	107	12.80
25	68	8.13
30	36	4.31
35	38	4.55
40	4	0.48
45	16	1.91
50	6	0.72
55	3	0.36
60	1	0.12
65	2	0.24
70	1	0.12
<b>TOTALE</b>	<b>836</b>	

<b>NO</b>	n° volte	% PNO
20	105	12.56
40	100	11.96
60	113	13.52
80	105	12.56
100	97	11.60
120	68	8.13
140	40	4.78
160	40	4.78
180	37	4.43
200	20	2.39
220	18	2.15
240	19	2.27
260	10	1.20
280	6	0.72
300	6	0.72
320	2	0.24
340	7	0.84
360	3	0.36
380	1	0.12
400	4	0.48
420	6	0.72
440	7	0.84
460	3	0.36
480	2	0.24
500	5	0.60
520	2	0.24
540	1	0.12
560	1	0.12
580	1	0.12
600	0	0.00
620	0	0.00
640	2	0.24
660	1	0.12
680	1	0.12
700	0	0.00
720	0	0.00
740	1	0.12
760	1	0.12
780	1	0.12
<b>TOTALE</b>	<b>836</b>	

<b>NO2</b>	n° volte	% PNO2
0	0	0.00
25	36	4.36
50	119	14.42
75	278	33.70
100	189	22.91
125	102	12.36
150	53	6.42
175	33	4.00
200	9	1.09
225	2	0.24
250	4	0.48
<b>TOTALE</b>	<b>825</b>	

<b>O3</b>	n° volte	% PO3
10	576	68.90
20	124	14.83
30	66	7.89
40	34	4.07
50	30	3.59
60	6	0.72
<b>TOTALE</b>	<b>836</b>	

<b>PTS</b>	<b>n° volte</b>	<b>% PPTS</b>
20	9	1.20
40	63	8.37
60	99	13.15
80	108	14.34
100	113	15.01
120	101	13.41
140	83	11.02
160	54	7.17
180	39	5.18
200	30	3.98
220	24	3.19
240	14	1.86
260	4	0.53
280	3	0.40
300	6	0.80
320	1	0.13
340	1	0.13
360	1	0.13
<b>TOTALE</b>	<b>753</b>	

<b>NOx</b>	<b>n° volte</b>	<b>% PNOx</b>
20	20	2.39
40	21	2.51
60	59	7.06
80	43	5.14
100	80	9.57
120	83	9.93
140	57	6.82
160	85	10.17
180	59	7.06
200	54	6.46
220	39	4.67
240	30	3.59
260	29	3.47
280	28	3.35
300	24	2.87
320	21	2.51
340	13	1.56
360	10	1.20
380	13	1.56
400	5	0.60
420	7	0.84
440	4	0.48
460	2	0.24
480	5	0.60
500	5	0.60
520	2	0.24
540	2	0.24
560	2	0.24
580	5	0.60
600	4	0.48
620	6	0.72
640	1	0.12
660	1	0.12
680	5	0.60
700	2	0.24
720	0	0.00
740	1	0.12
760	2	0.24
780	0	0.00
800	0	0.00
820	1	0.12
840	1	0.12
860	0	0.00
880	1	0.12
900	1	0.12
920	0	0.00
940	0	0.00
960	0	0.00
980	1	0.12
1000	2	0.24
<b>TOTALE</b>	<b>836</b>	

CO	n° volte	%
		PCO
0	0	0.00
0.5	0	0.00
1	20	2.39
1.5	60	7.18
2	129	15.43
2.5	163	19.50
3	135	16.15
3.5	103	12.32
4	58	6.94
4.5	52	6.22
5	22	2.63
5.5	17	2.03
6	11	1.32
6.5	9	1.08
7	9	1.08
7.5	5	0.60
8	6	0.72
8.5	2	0.24
9	9	1.08
9.5	5	0.60
10	4	0.48
10.5	5	0.60
11	4	0.48
11.5	2	0.24
12	0	0.00
12.5	1	0.12
13	0	0.00
13.5	0	0.00
14	0	0.00
14.5	0	0.00
15	0	0.00
15.5	1	0.12
16	2	0.24
16.5	0	0.00
17	1	0.12
17.5	0	0.00
18	0	0.00
18.5	0	0.00
19	0	0.00
19.5	0	0.00
20	1	0.12
<b>TOTALE</b>	<b>836</b>	



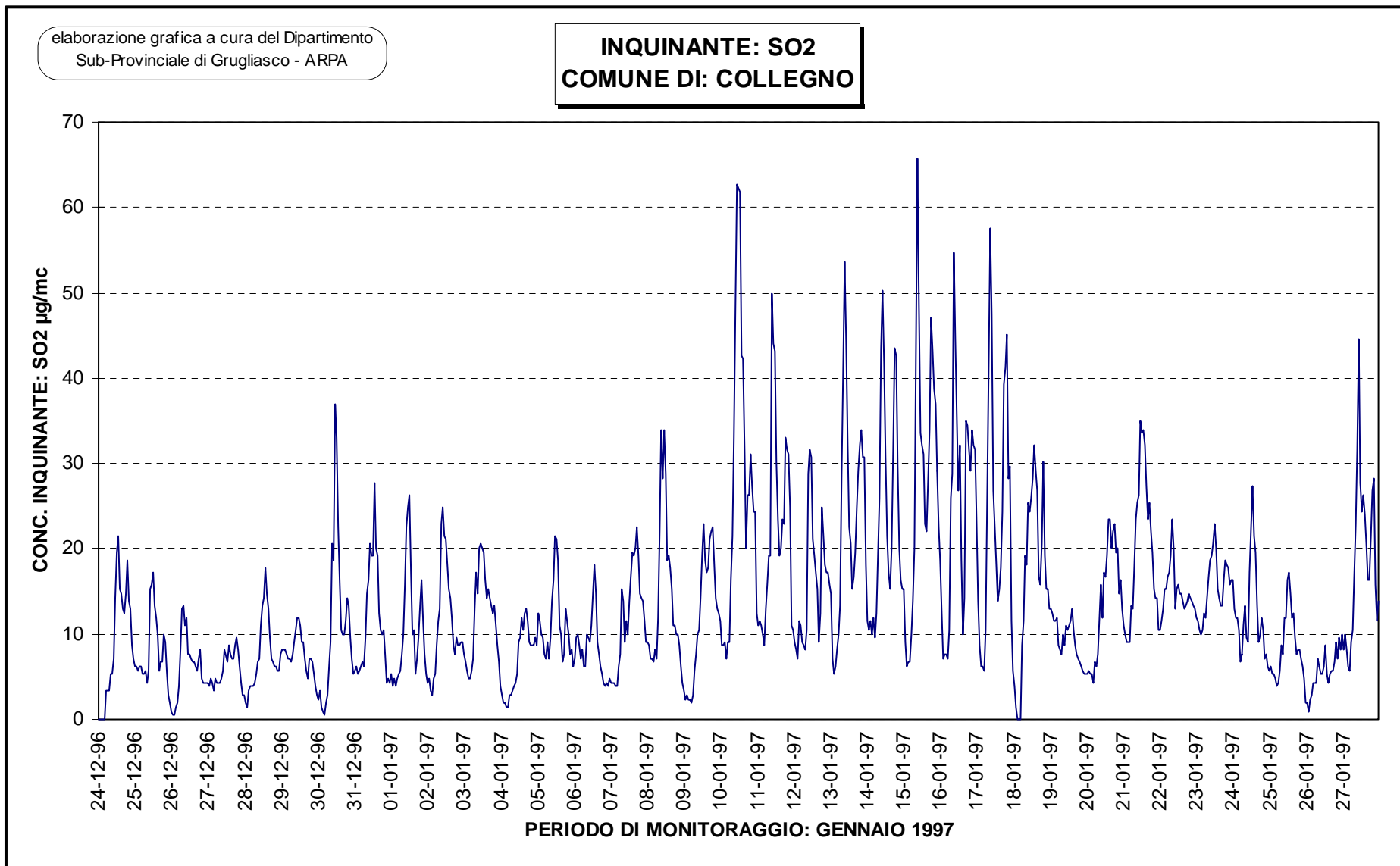
### 5.2.1 SO<sub>2</sub>- anidride solforosa

Nel periodo in cui si è articolato il monitoraggio, l'anidride solforosa presenta un andamento ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalla normativa di legge in materia di inquinamento atmosferico.

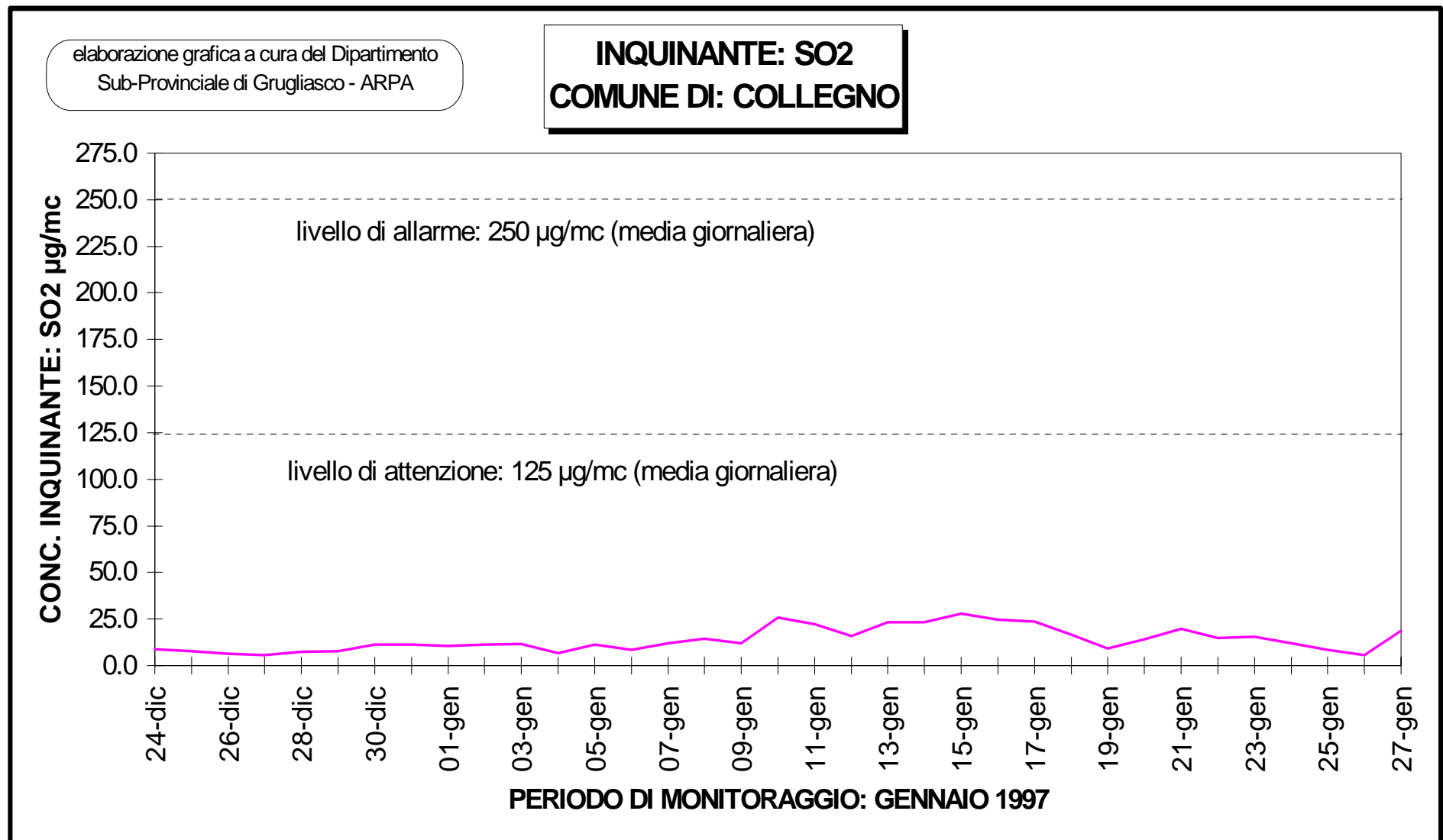
Dall'elaborazione del giorno medio si evidenzia per il periodo invernale un massimo intorno alle 10 del mattino.

Stanti i valori registrati è da escludersi che si verificano nel corso dell'anno superamenti del limite di 80 mcg/mc ( espresso come mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno ), come pure, su scala giornaliera, dei limiti di attenzione e di allarme.

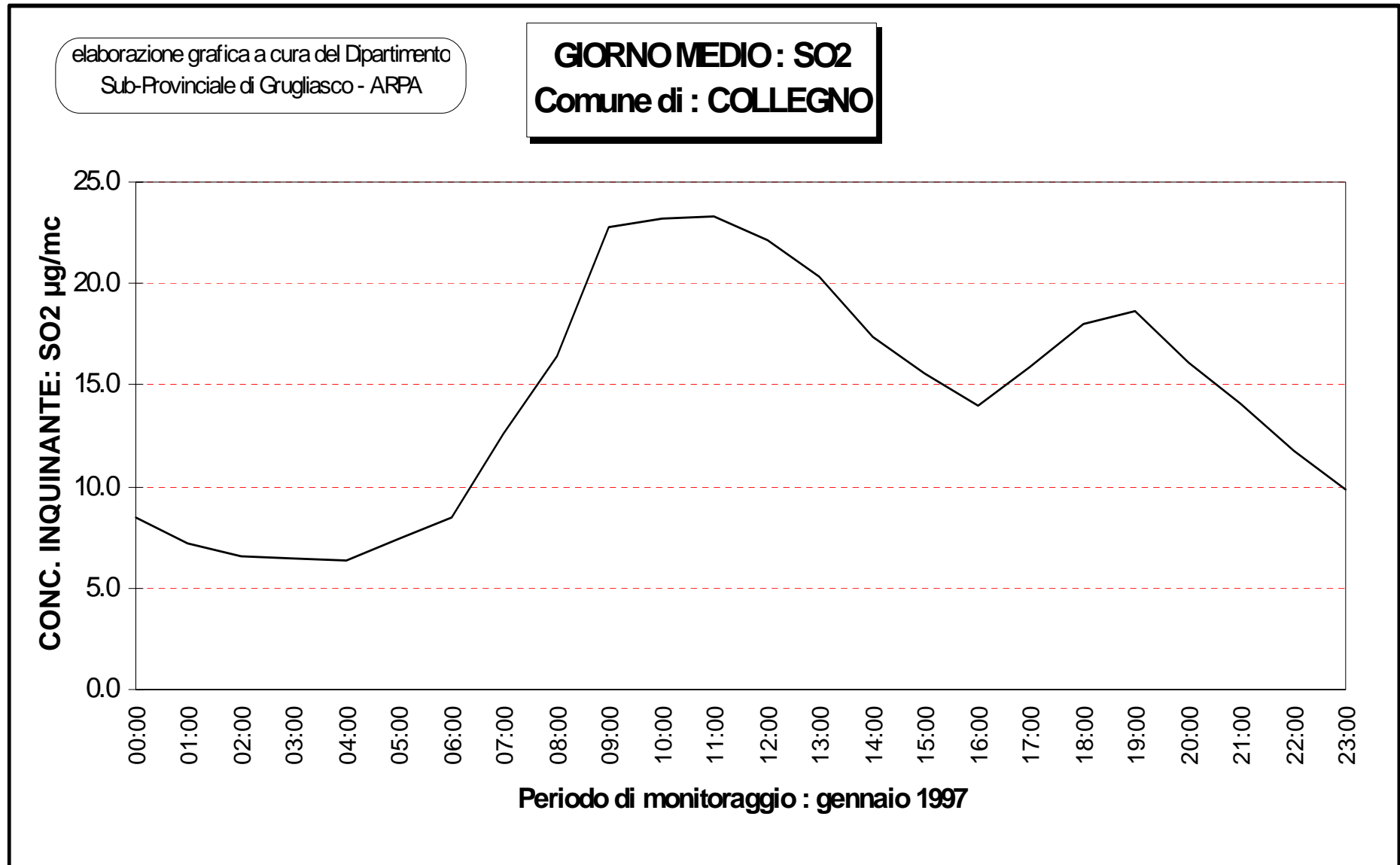
SO2: andamento medie orarie - 1° periodo -



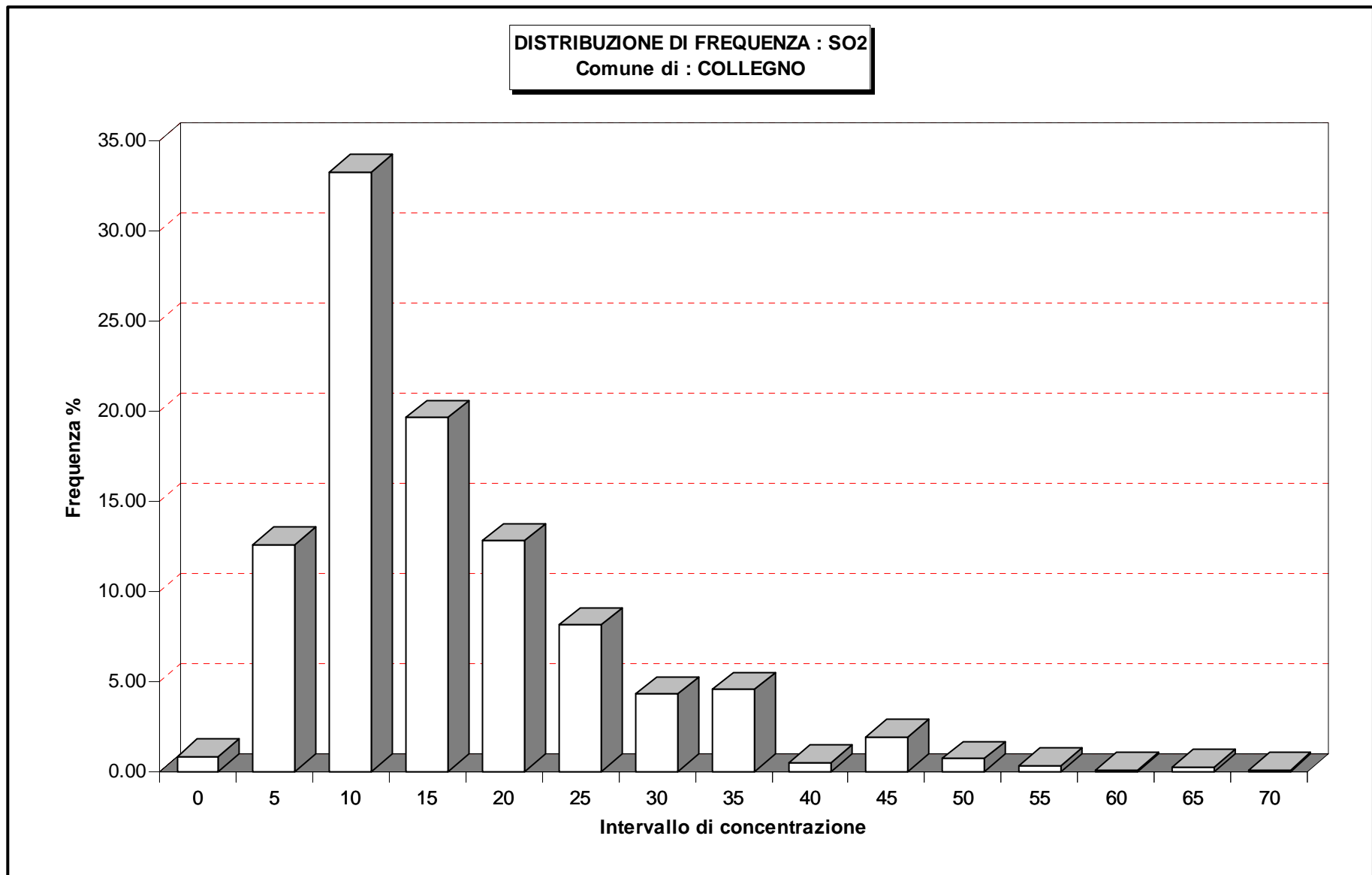
SO2: limiti di legge (media giornaliera) - 1° periodo -



SO2: andamento giorno medio - 1° periodo -



SO2: distribuzione di frequenza - 1° periodo -

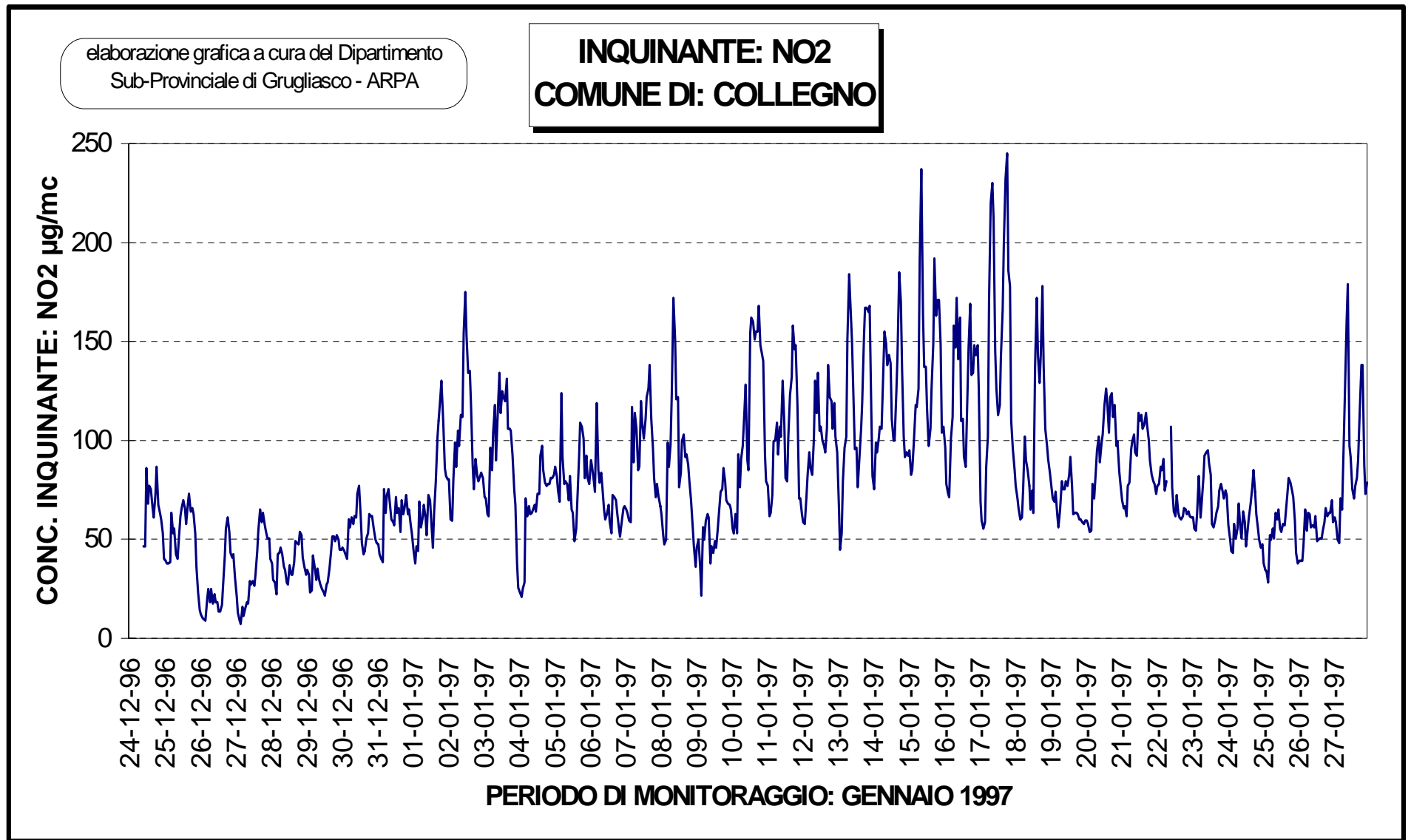


### 5.2.2 - NO - NO<sub>2</sub> - NO<sub>x</sub> - Ossidi di Azoto

Il biossido di azoto ( NO<sub>2</sub> ) presenta 6 superamenti del livello di attenzione, pari allo 0.7% delle ore totali di rilevamento, e nessun superamento del livello di allarme.

Dall'elaborazione del giorno medio si evidenziano i valori di punta massima nelle ore del mattino e del tardo pomeriggio, in corrispondenza dei presumibili periodi di massimo traffico.

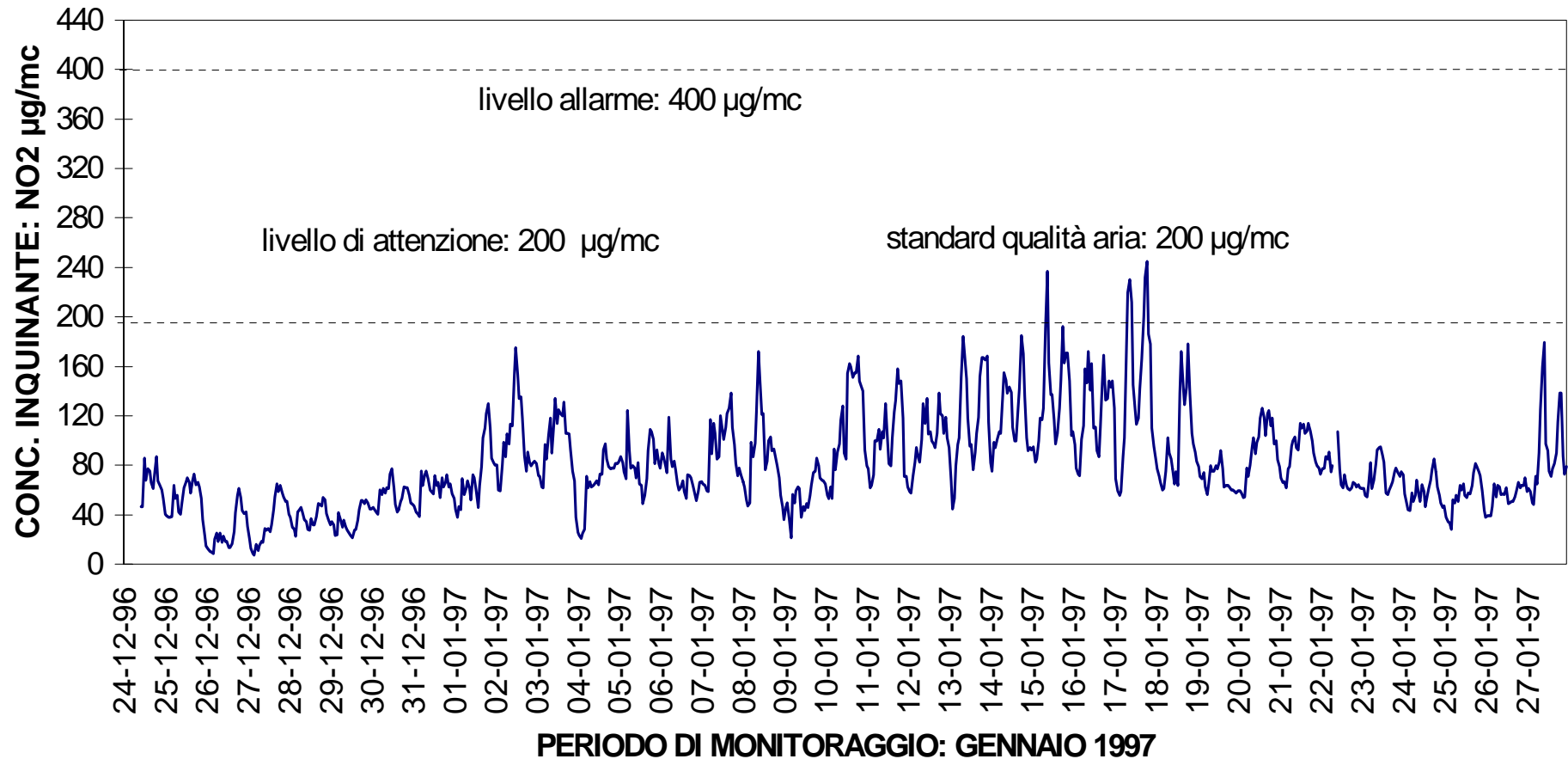
NO2: andamento medie orarie - 1° periodo -



NO2: limiti di legge - 1° periodo -

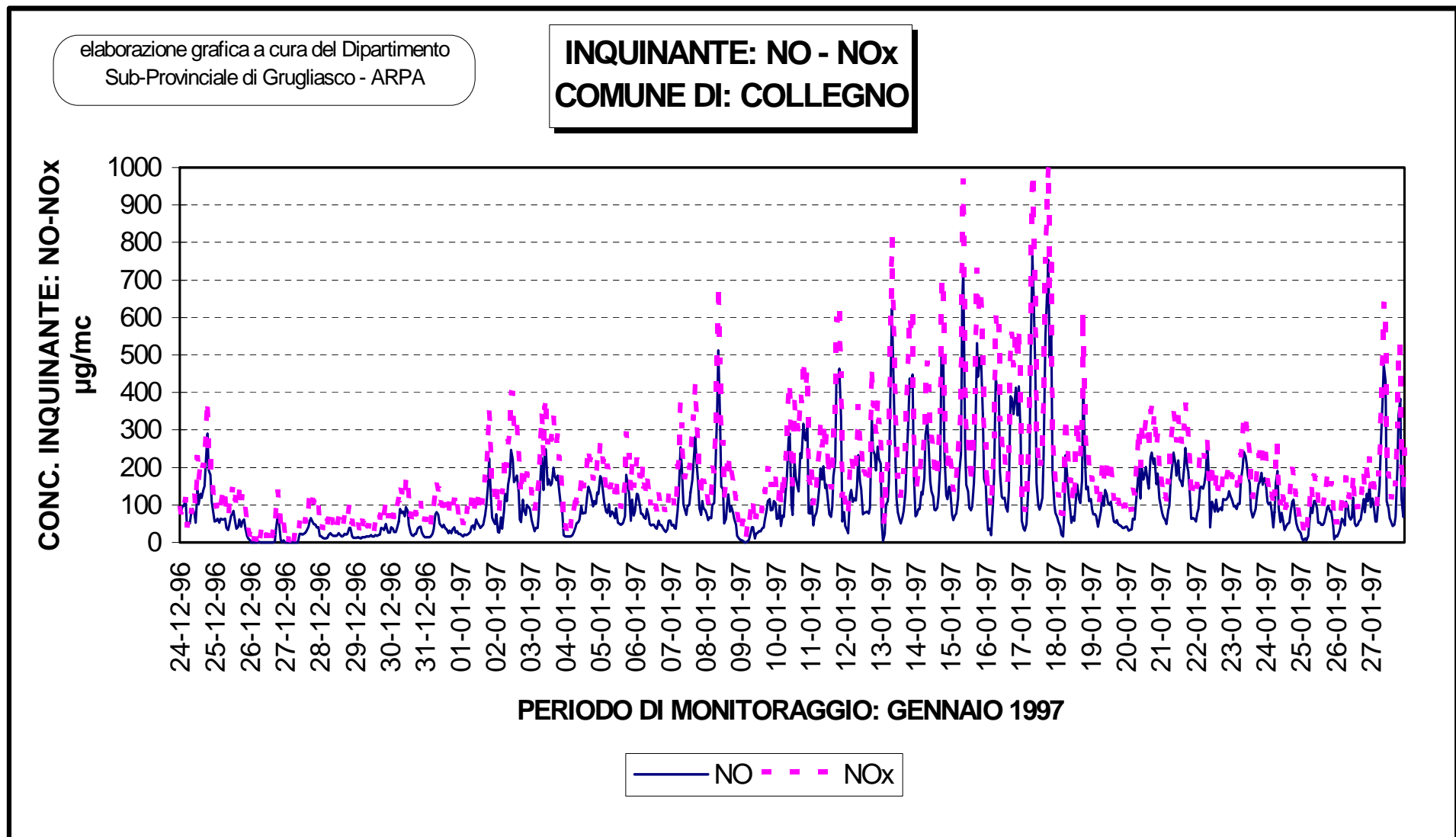
elaborazione grafica a cura del Dipartimento  
Sub-Provinciale di Grugliasco - ARPA

**INQUINANTE: NO2**  
**COMUNE DI: COLLEGNO**

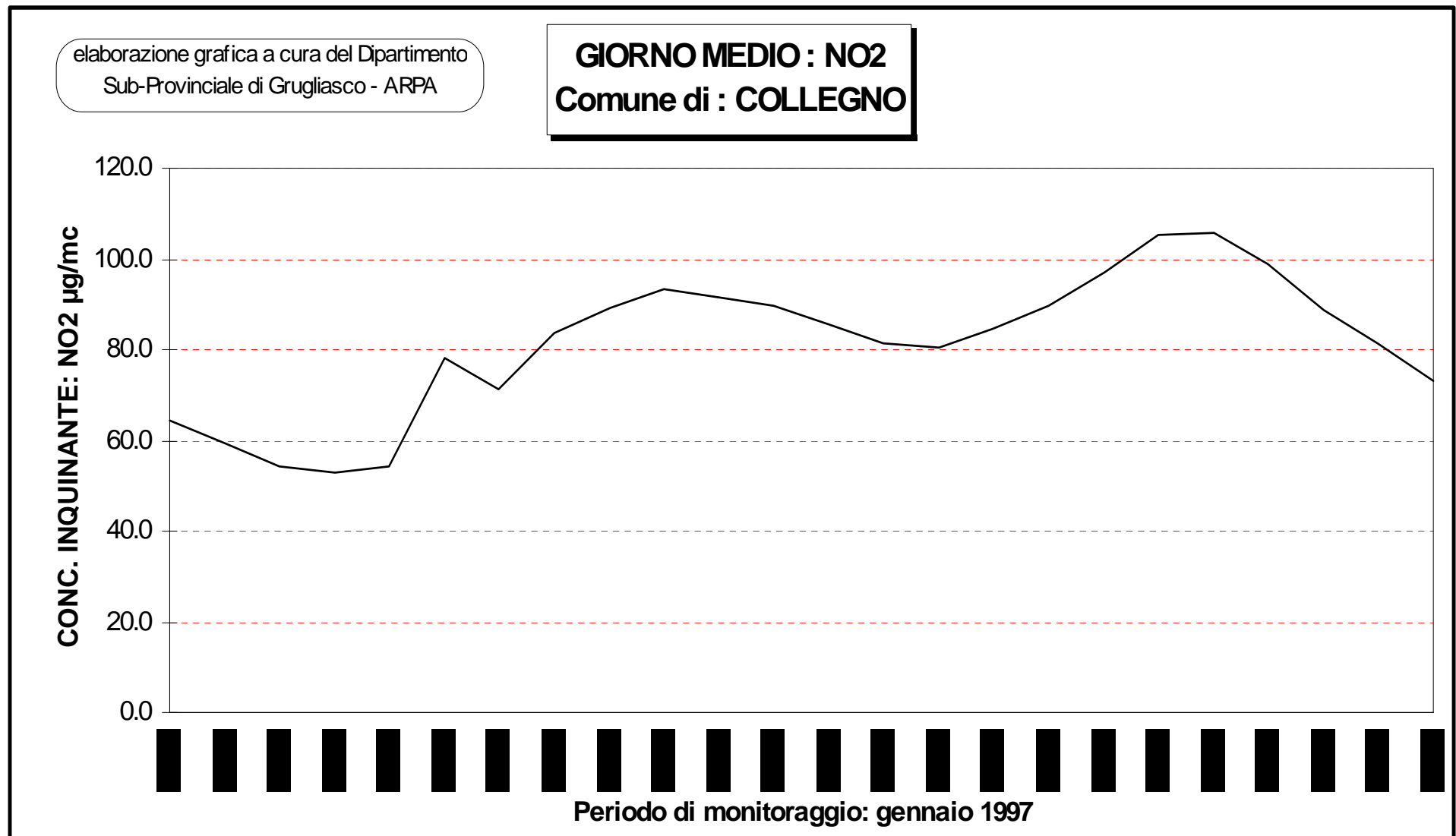




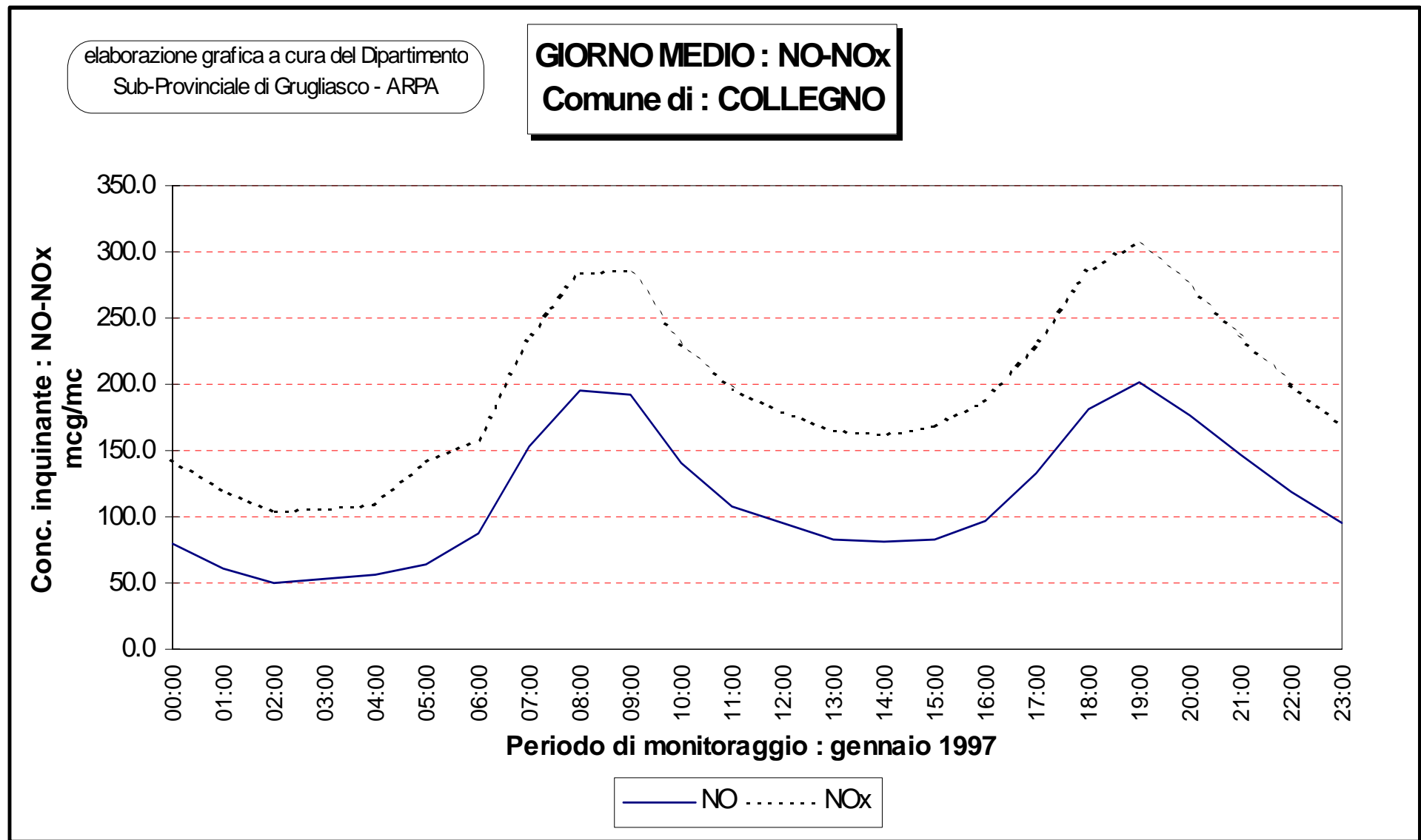
NO -NOx: medie orarie - 1° periodo -



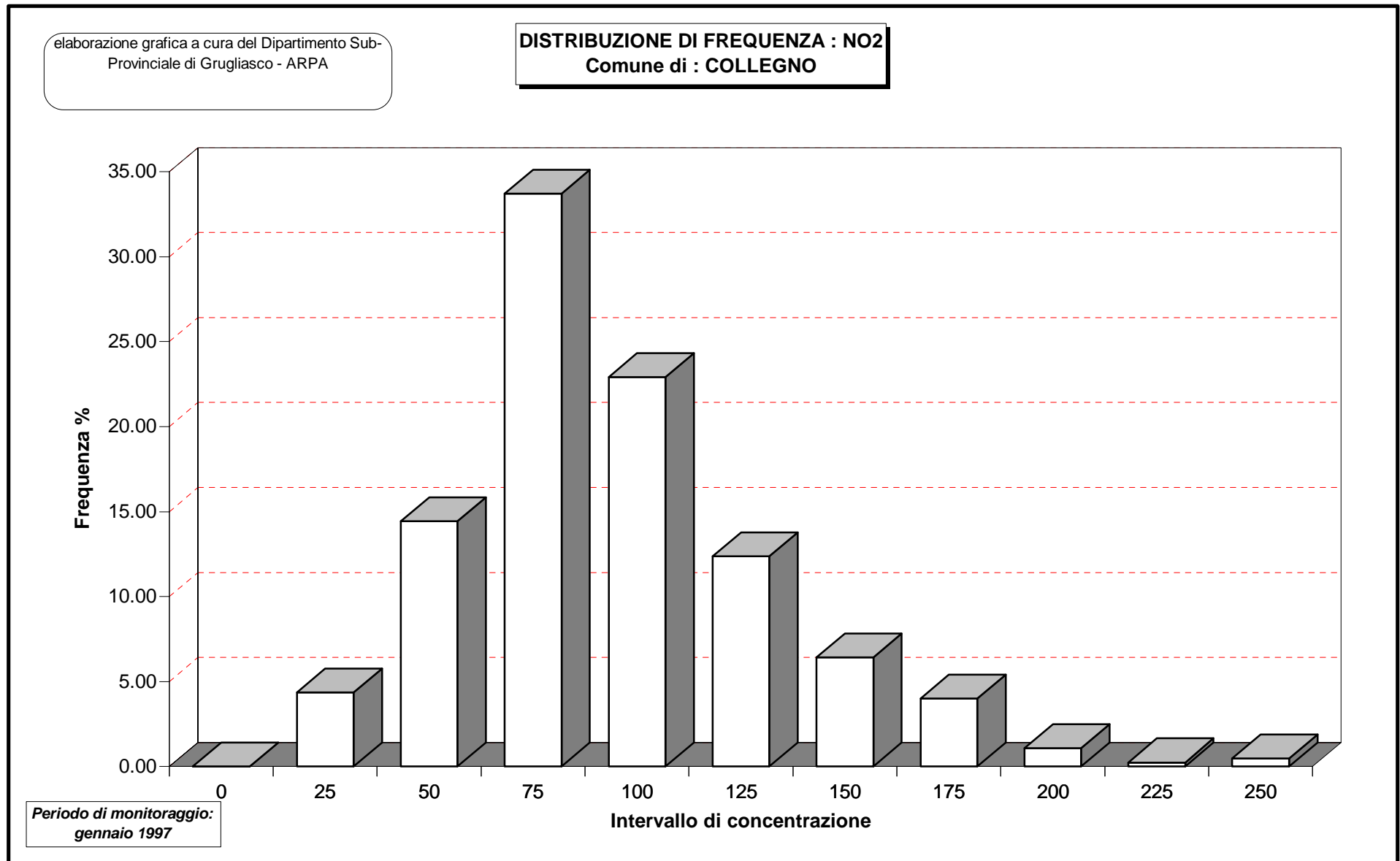
NO2: andamento giorno medio - 1° periodo -



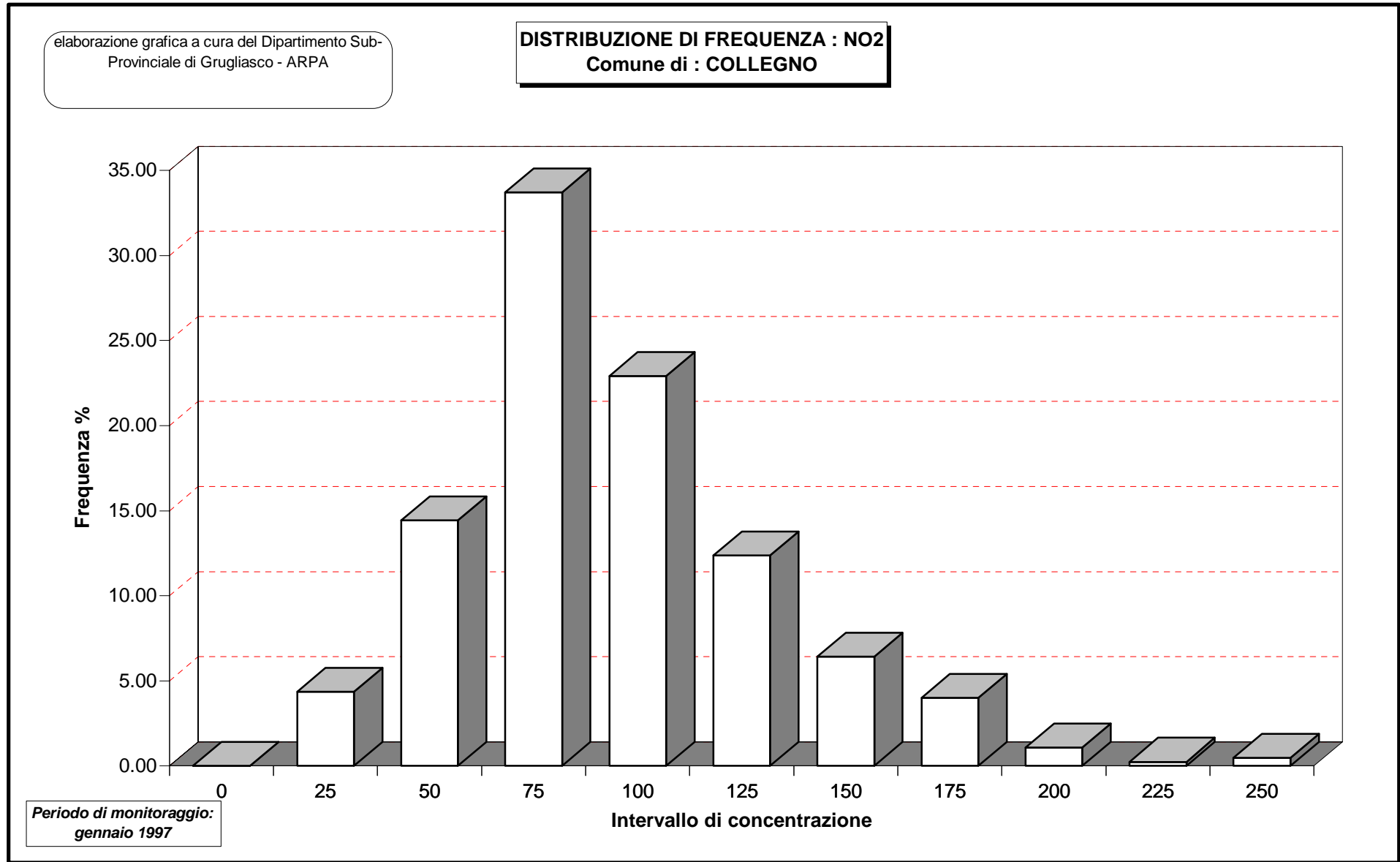
NO-NOx: andamento giorno medio - 1° periodo -



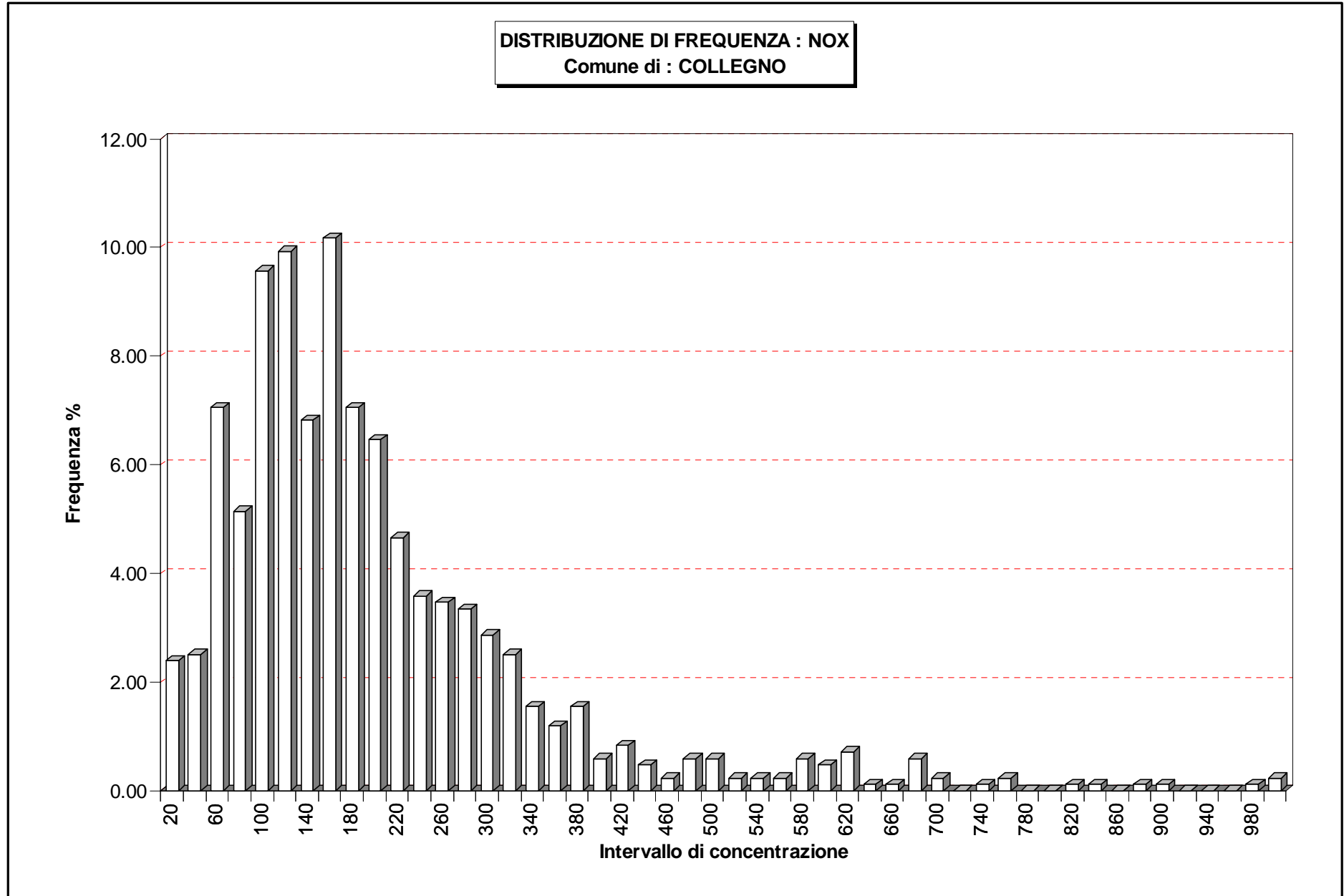
## NO2: distribuzioni di frequenza - 1° periodo -



NO: distribuzioni di frequenza - 1° periodo -



# NOx distribuzione di frequenza 1° periodo



N

### 5.2.3 - CO - Ossido di Carbonio

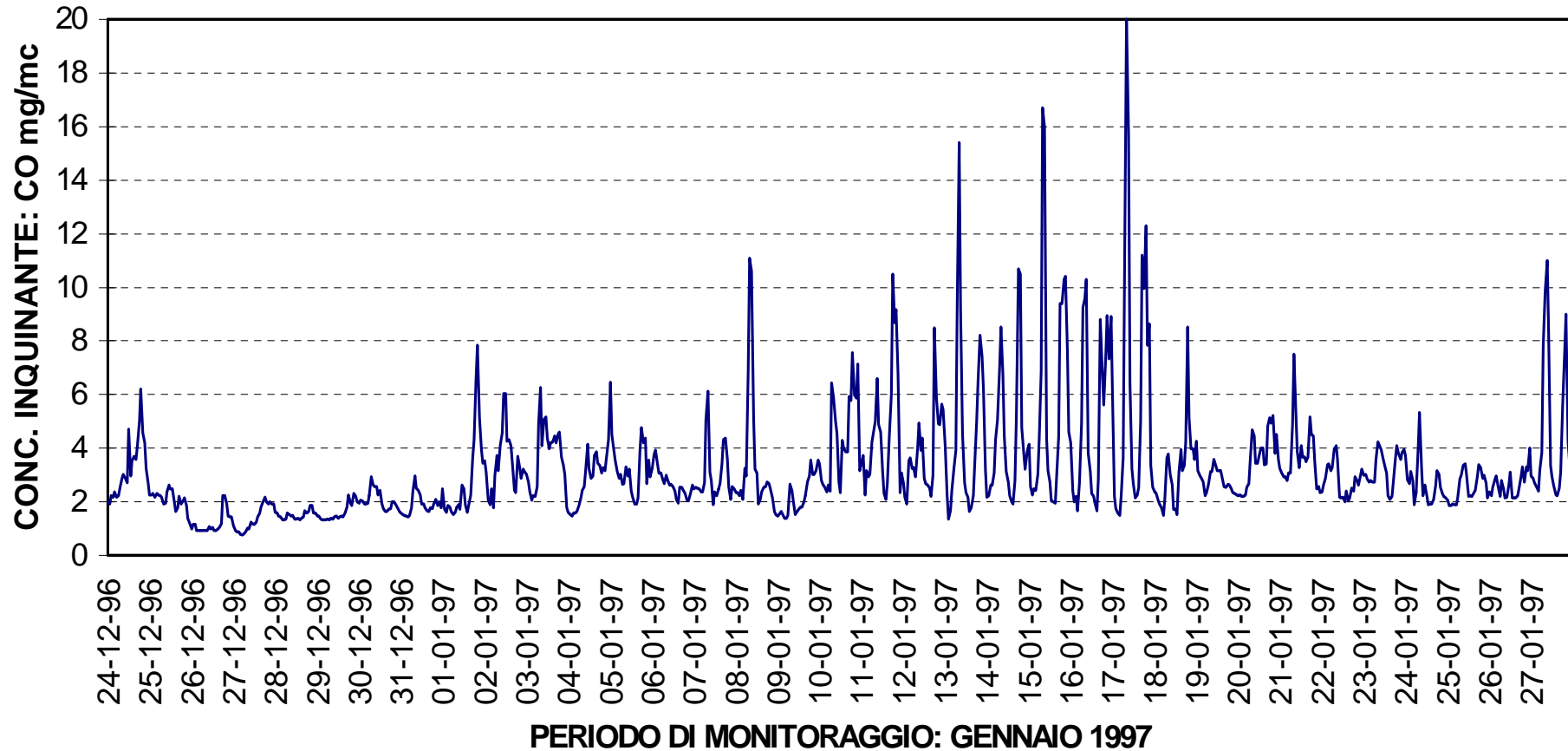
Il monossido di carbonio presenta 5 superamenti del livello di attenzione, pari allo 0.7 % delle ore totali di rilevamento, e nessun superamento del livello di allarme

L'elaborazione relativa al giorno medio evidenzia due picchi che si collocano intorno alle ore 8 del mattino e alle ore 19 della sera, in corrispondenza dei presumibili periodi di maggior traffico

CO: andamento medie orarie - 1° periodo -

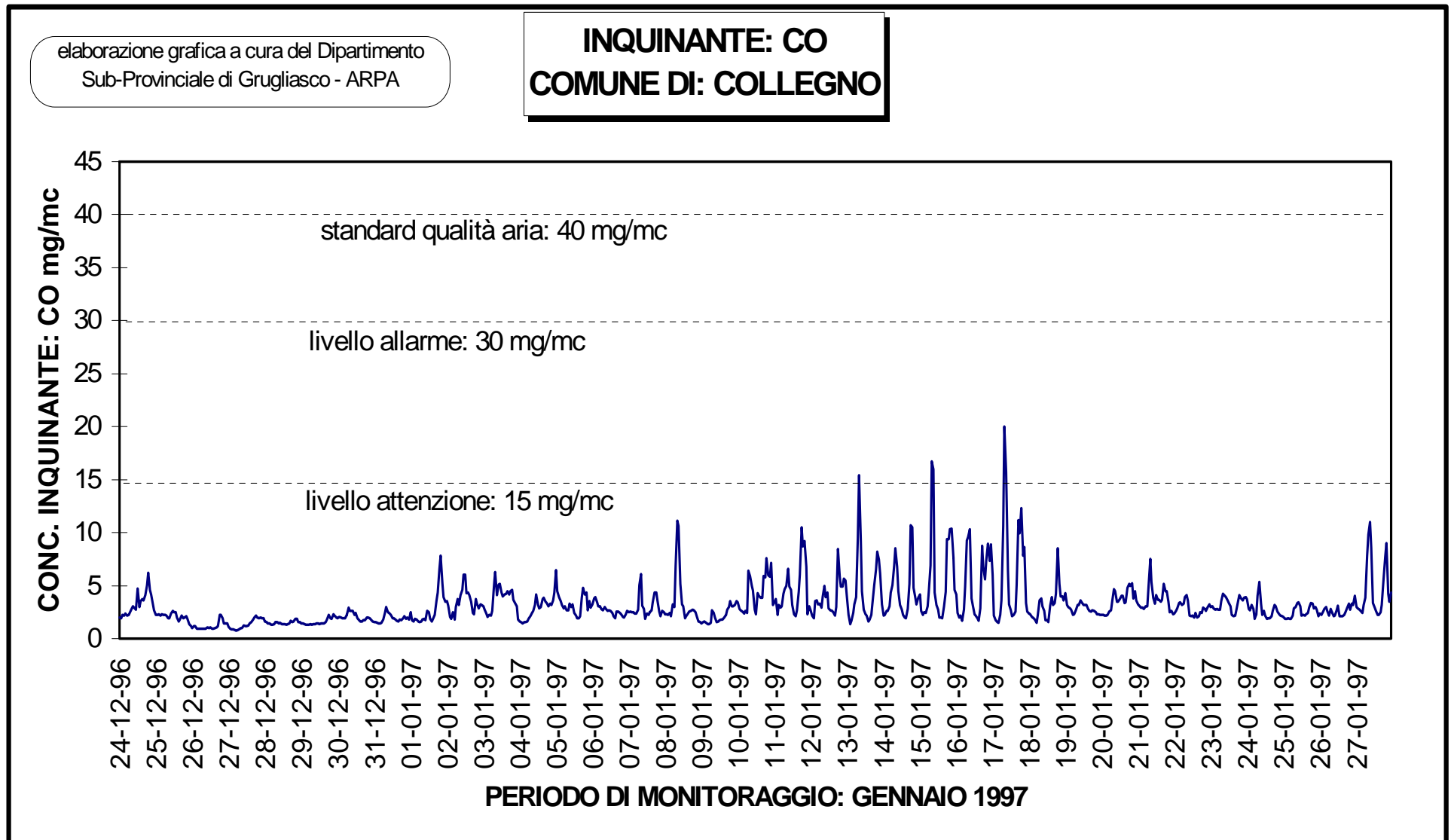
elaborazione grafica a cura del Dipartimento  
Sub-Provinciale di Grugliasco - ARPA

**INQUINANTE: CO**  
**COMUNE DI: COLLEGGNO**

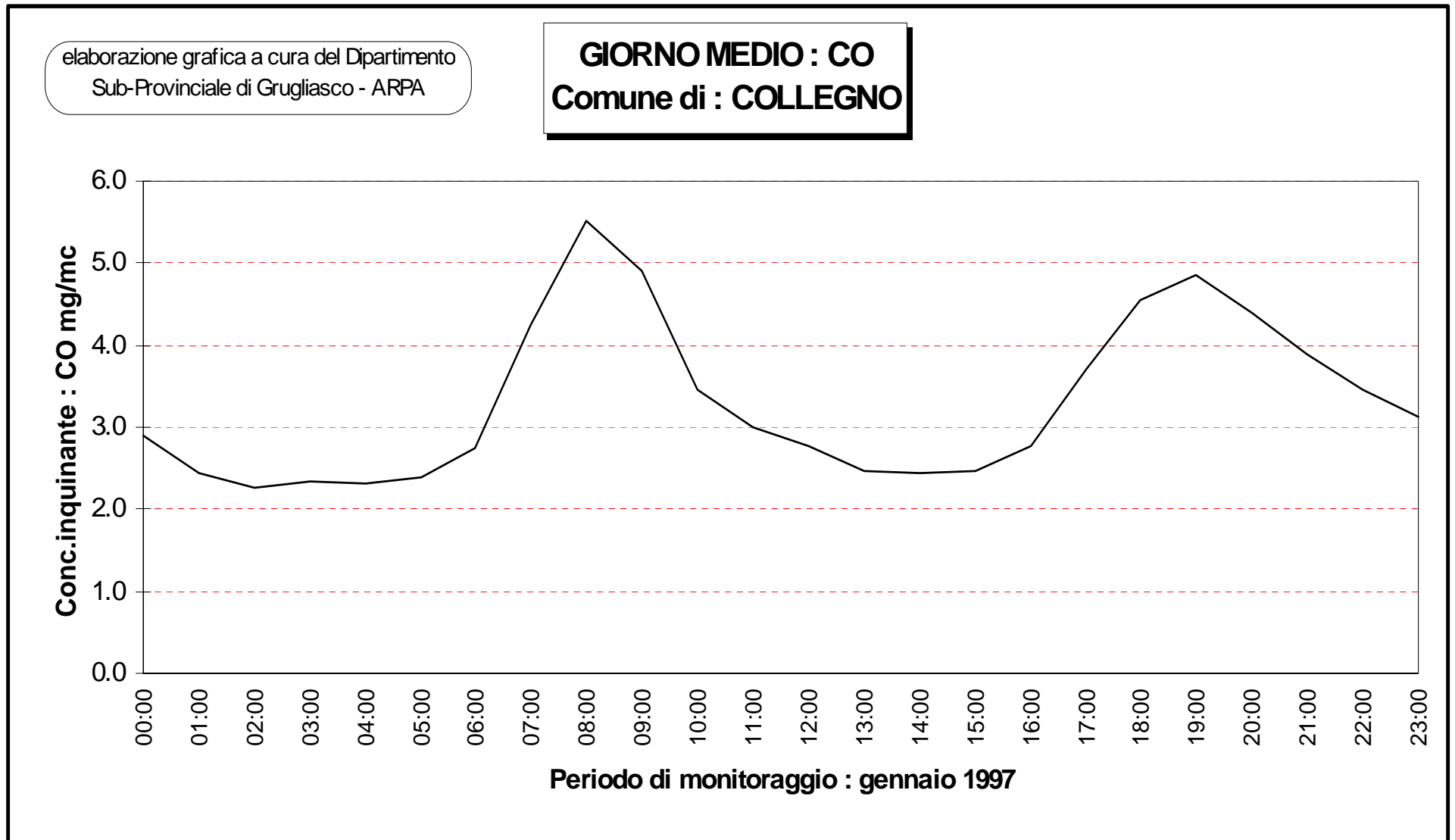




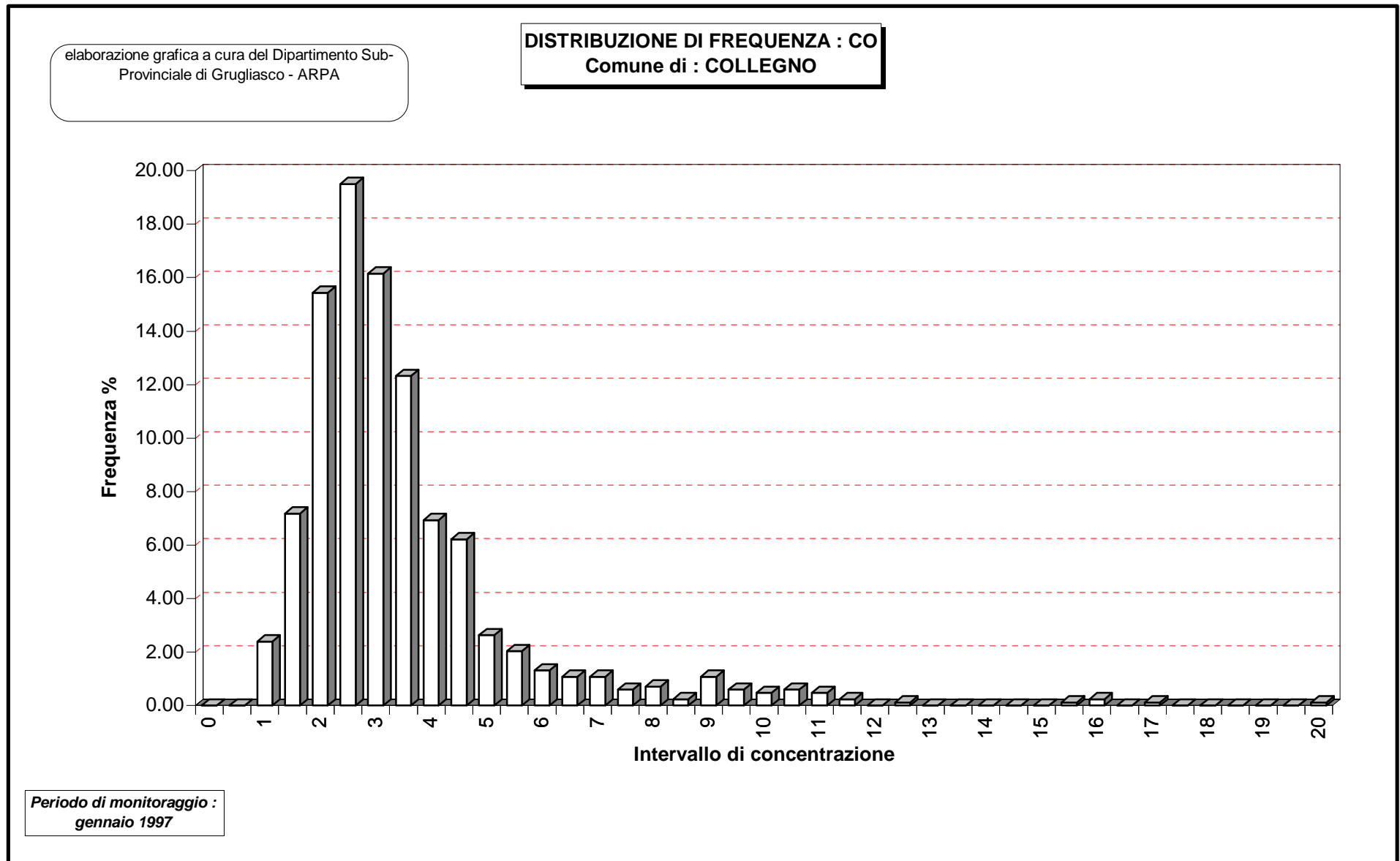
CO: limiti di legge - 1° periodo -



CO: andamento giorno medio - 1° periodo -



CO: distribuzione di frequenza - 1° periodo -

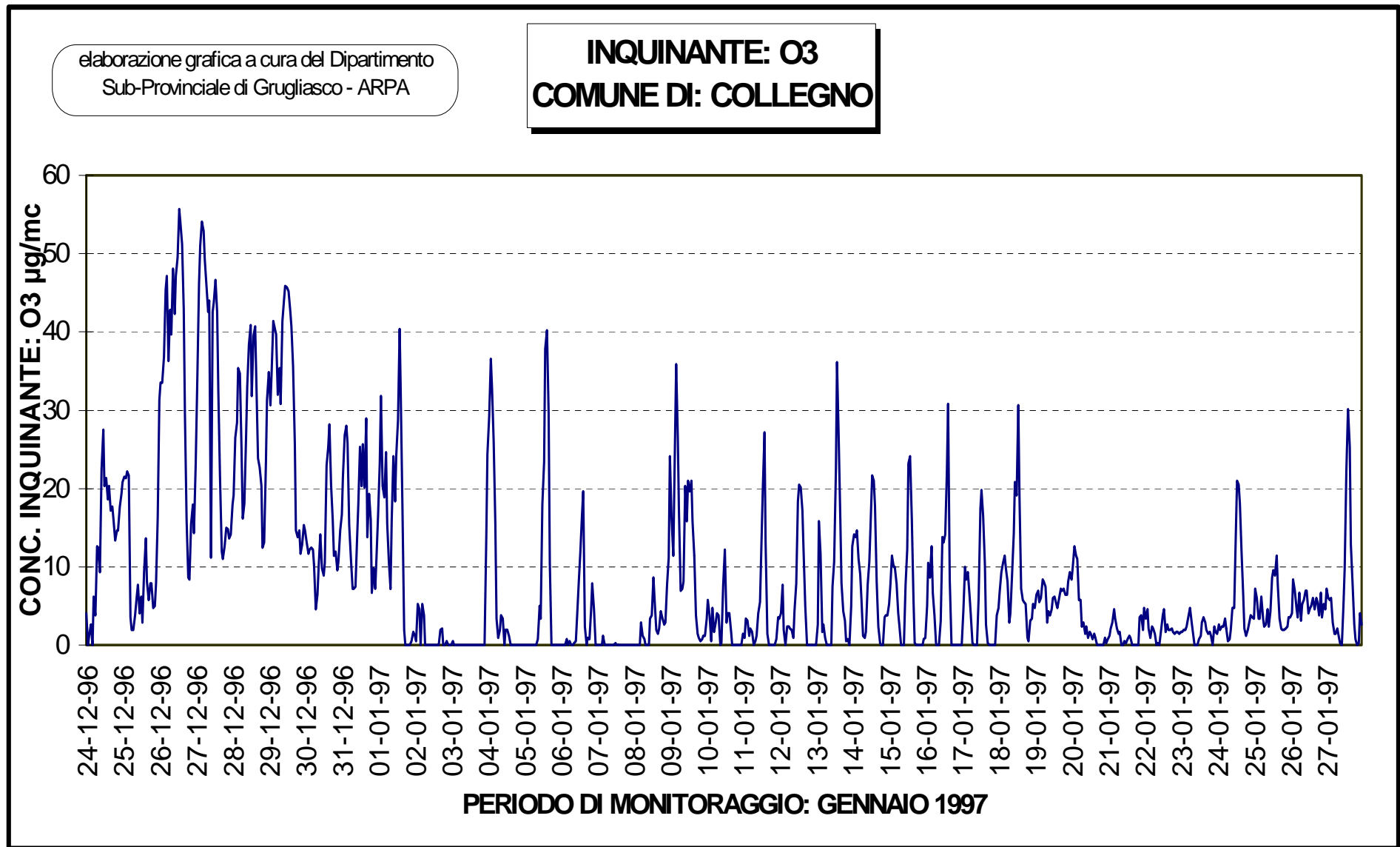


#### 5.2.4 - Ozono - (O<sub>3</sub>)

Per la valutazione dei dati relativi a questo parametro occorre ricordare quanto detto nel capitolo 2.3.

I valori di ozono sono estremamente bassi, in quanto il periodo di monitoraggio preso in esame è caratterizzato da basse temperature e bassi valori di irraggiamento solare. Per una corretta valutazione occorrerebbe ripetere il monitoraggio nel periodo estivo.

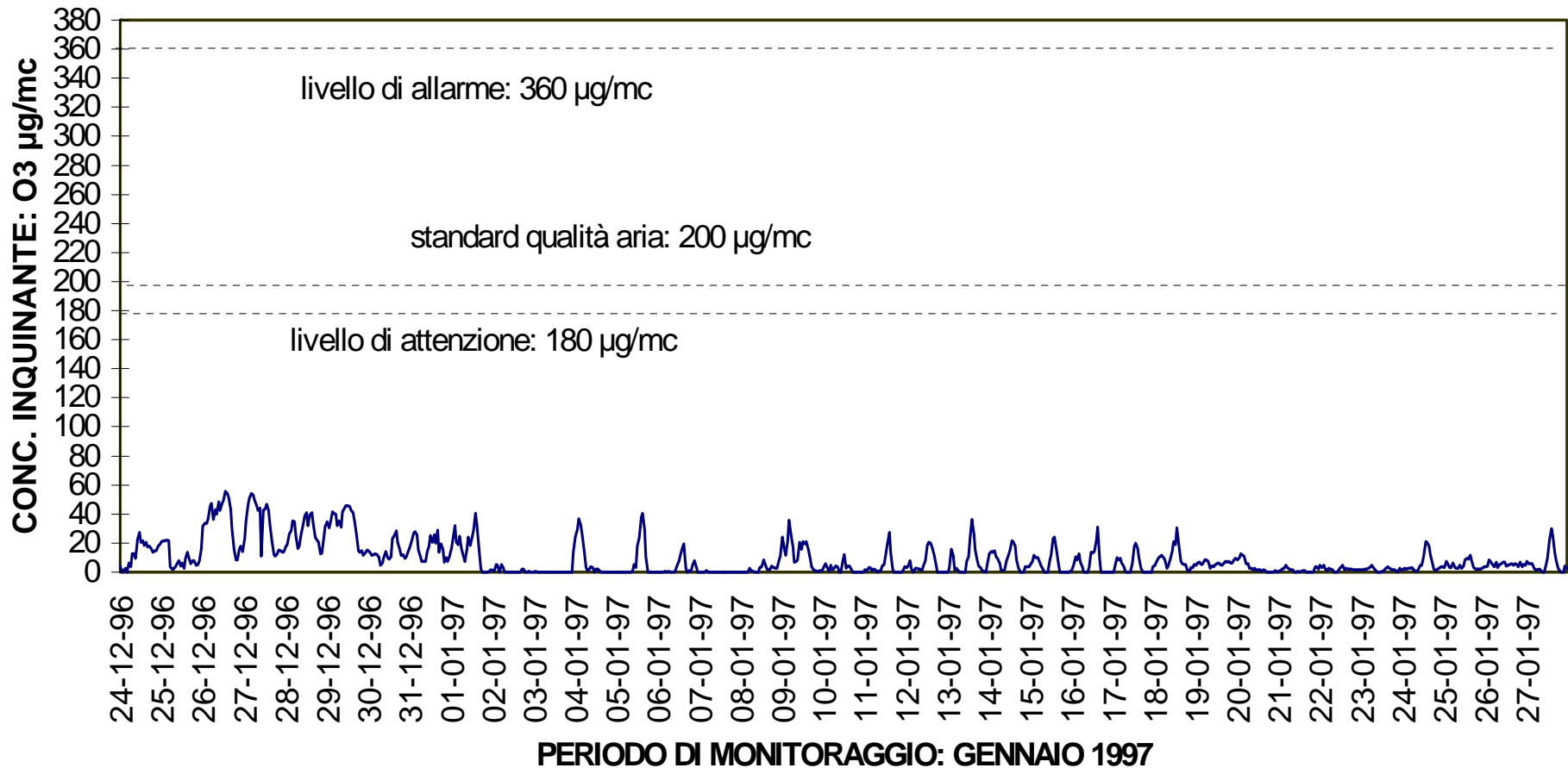
O3: andamento medie orarie - 1° periodo -



O3: limiti di legge - 1° periodo -

elaborazione grafica a cura del Dipartimento  
Sub-Provinciale di Grugliasco - ARPA

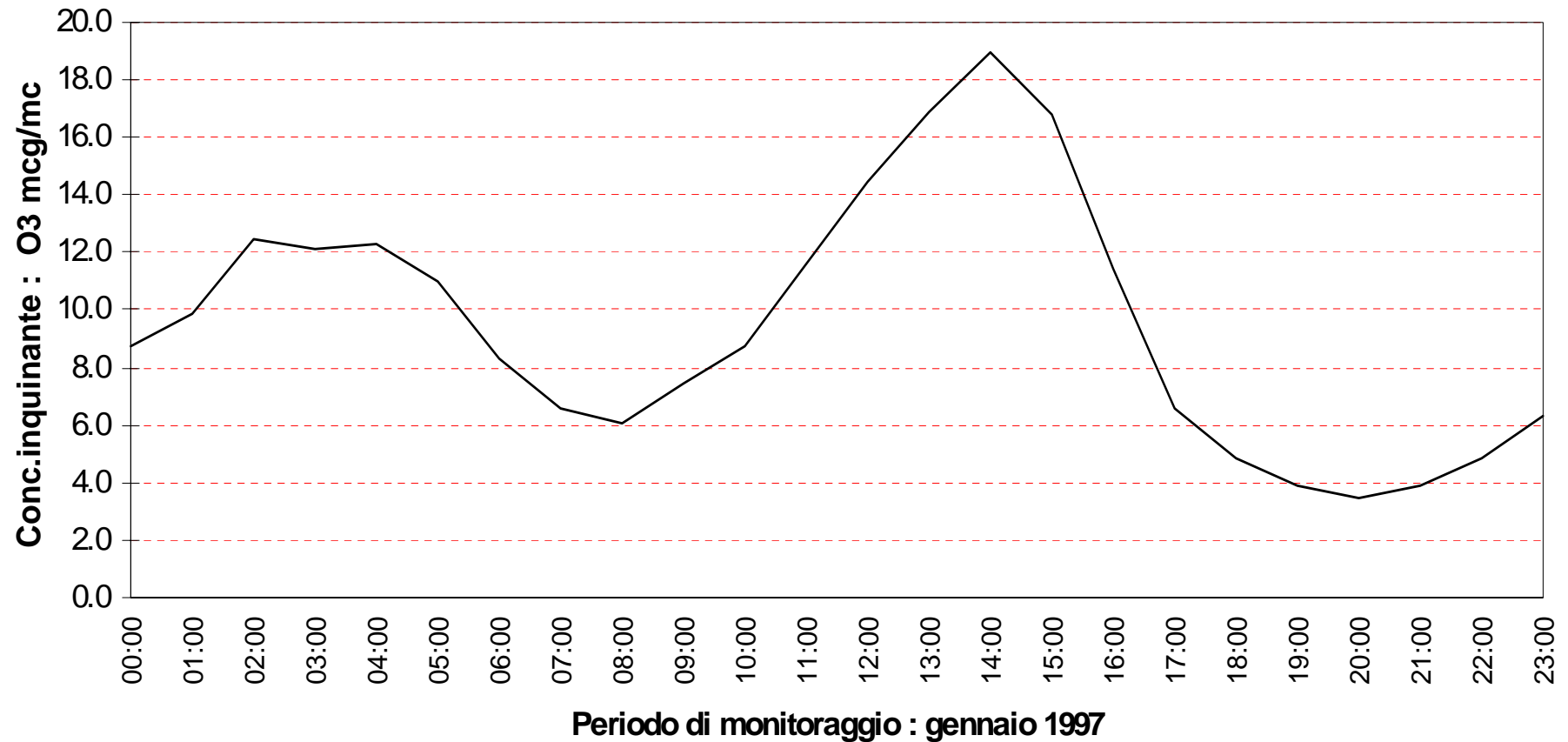
**INQUINANTE: O3**  
**COMUNE DI: COLLEGNO**



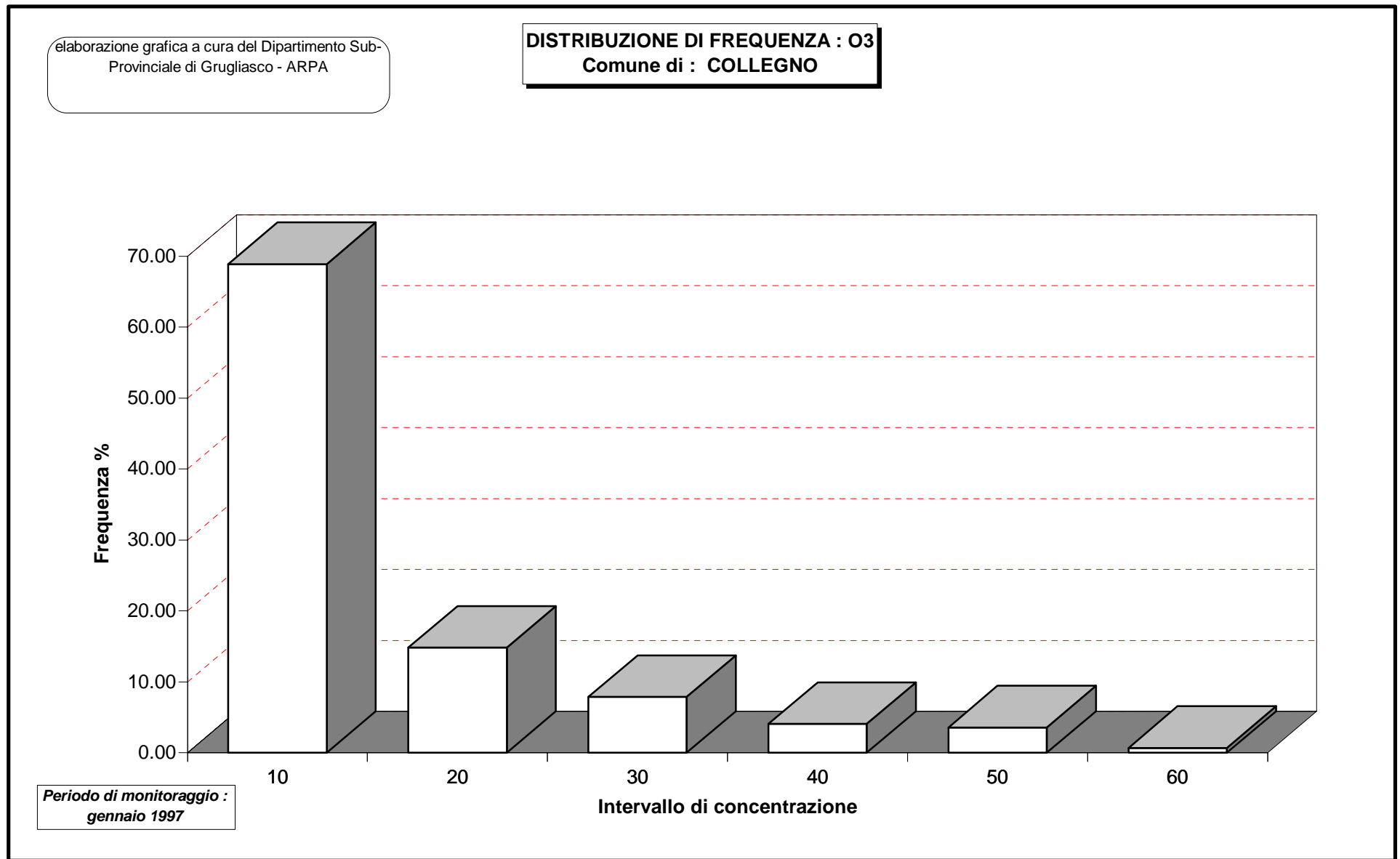
O3: giorno medio - 1° periodo -

elaborazione grafica a cura del Dipartimento  
Sub-Provinciale di Grugliasco - ARPA

**GIORNO MEDIO : O3**  
**Comune di : COLLEGNO**



O3: distribuzioni di frequenza - 1° periodo -





### 5.2.5 - P.T.S. - Polveri Totali Sospese

Per la valutazione dei dati relativi a questo parametro occorre ricordare quanto segue: il D.M. n° 159 del 25.11.94 fissa i livelli di attenzione e di allarme rispettivamente a 150 mcg/mc e 300 mcg/mc, espressi come media giornaliera.

Il primo livello ( 150 mcg/mc ), corrisponde anche al valore fissato come standard di qualità dell'aria dal DPCM del 28.03.1983.

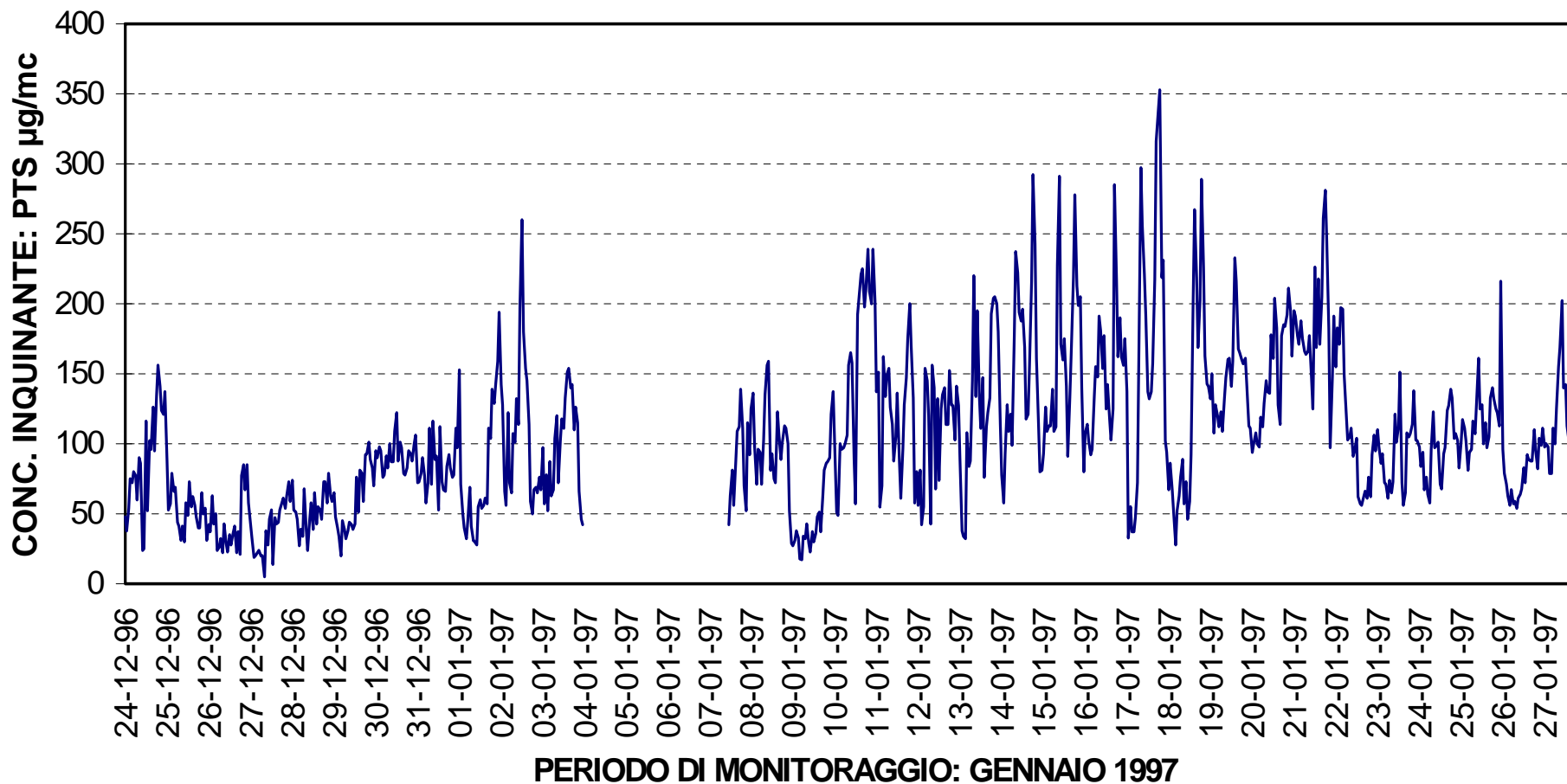
Nel periodo di monitoraggio si sono avuti 6 superamenti del livello di attenzione, pari al 19% dei giorni totali di rilevamento e nessun superamento del livello di attenzione.

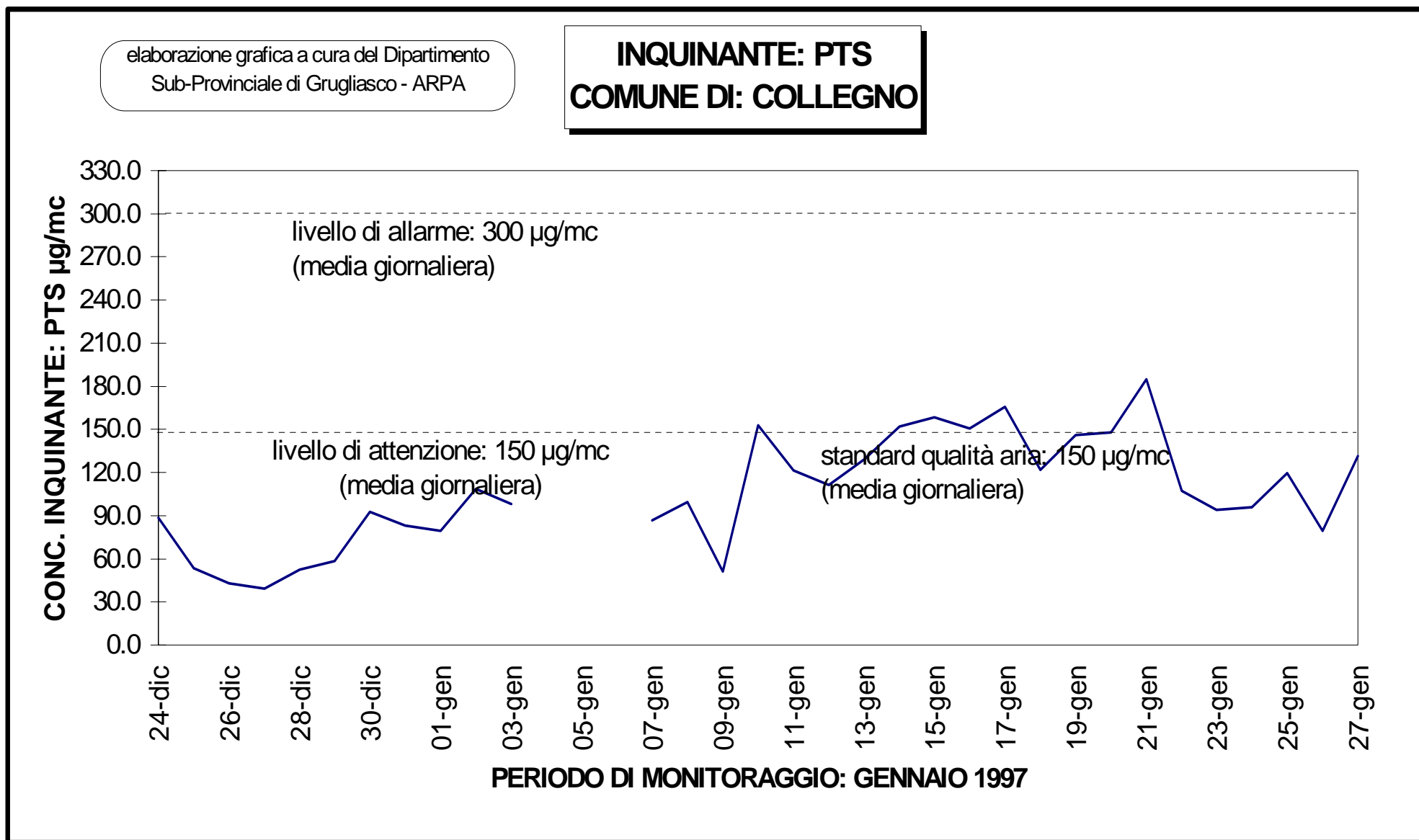
L'andamento del giorno medio mostra due massimi intorno alle ore di presumibile maggior traffico

PTS: andamento delle medie orarie - 1° periodo -

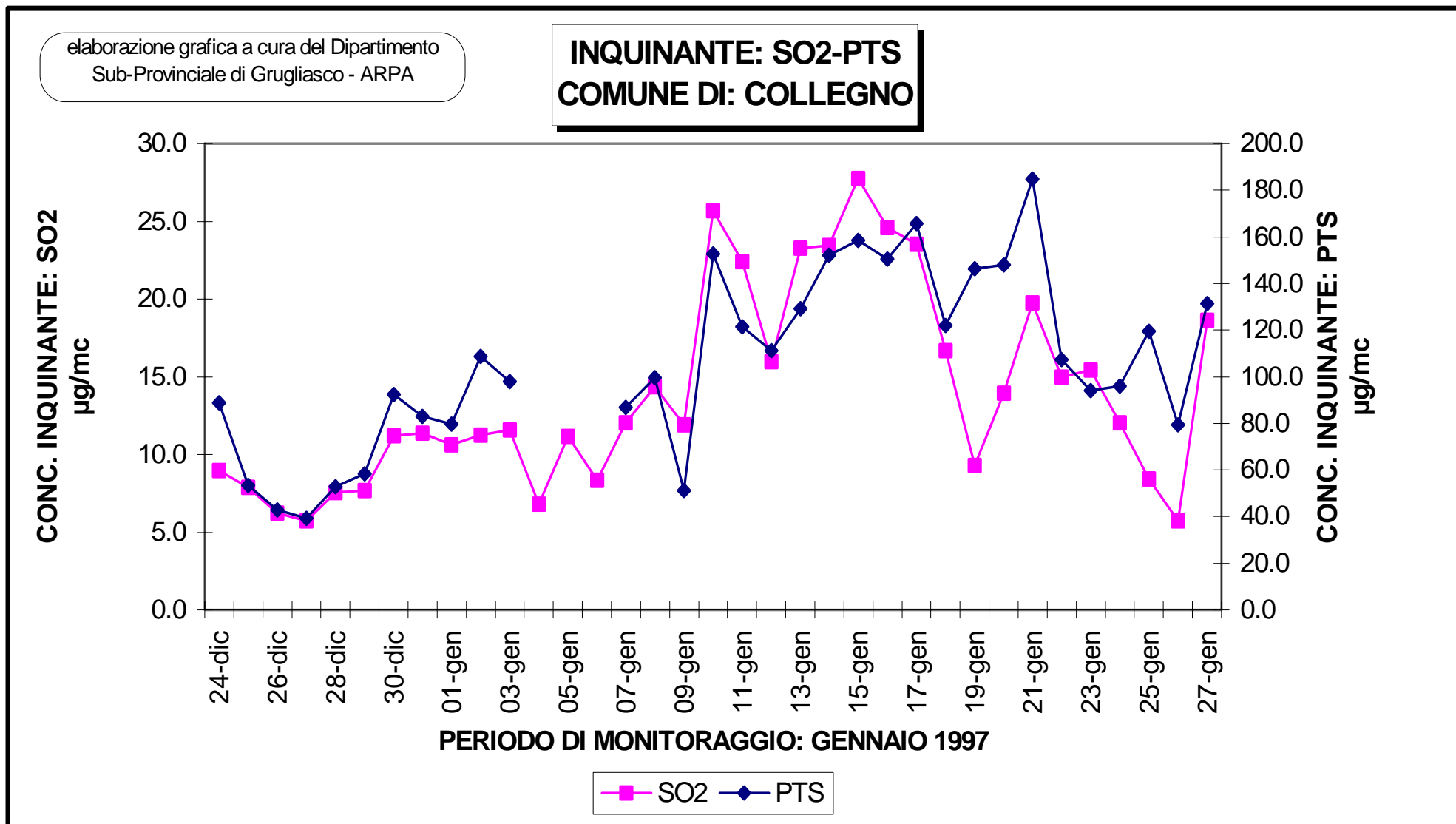
elaborazione grafica a cura del Dipartimento  
Sub-Provinciale di Grugliasco - ARPA

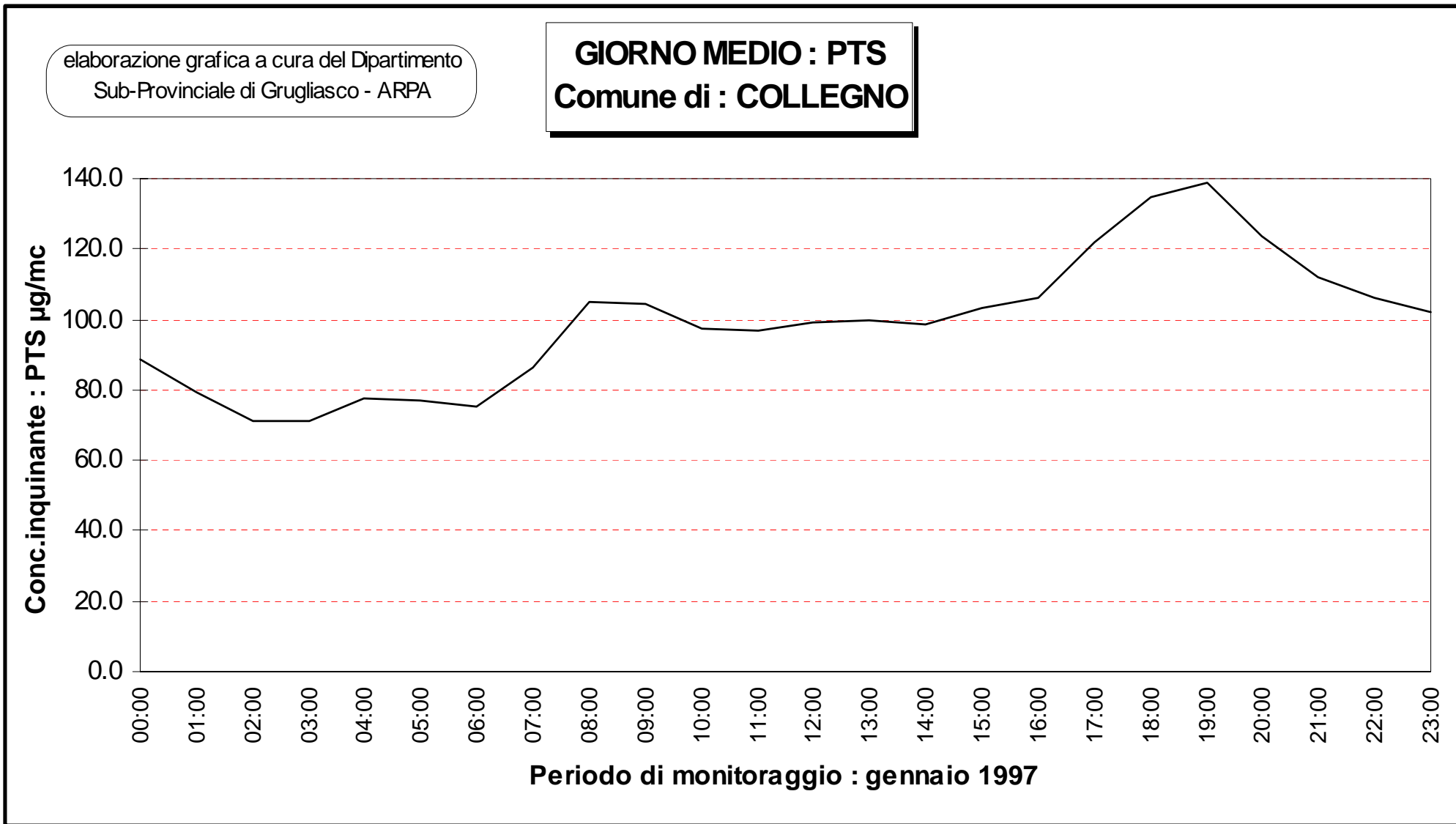
**INQUINANTE: PTS**  
**COMUNE DI: COLLEGNO**



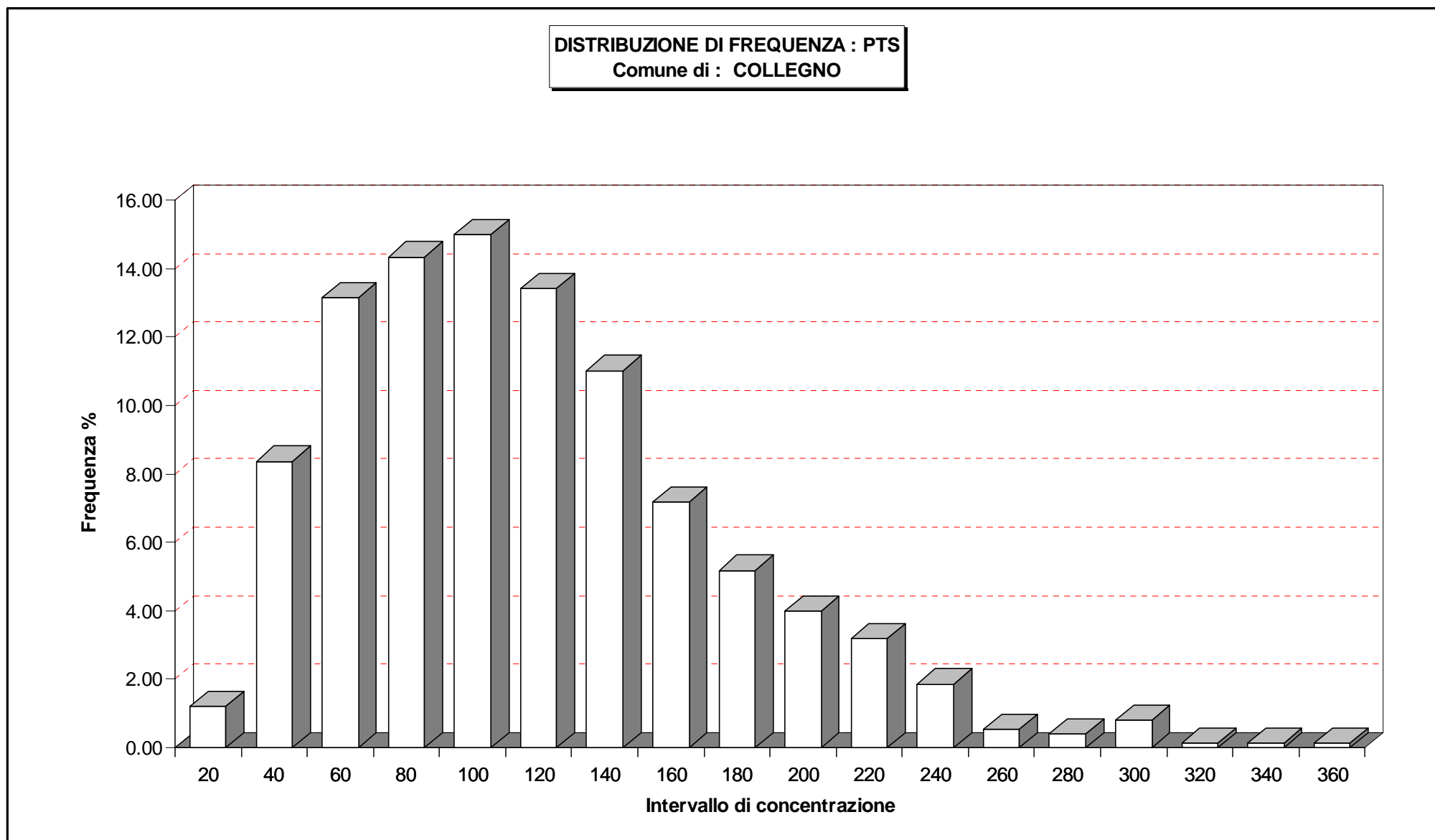


PTS-SO2: andamento delle medie orarie - 1° periodo -





PTS: distribuzione di frequenza - 1° periodo -



- 5.3 Confronto con i dati relativi ai monitoraggi eseguiti nei comuni di Collegno, Torino

Per dare completezza alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Collegno si sono confrontati i dati ottenuti nel sito individuato e descritto precedentemente, con i dati ottenuti nel monitoraggio eseguito nel dicembre 1994 in corso Francia n° 135 (comune di Collegno).

Si è proceduto poi ad un confronto dei dati ottenuti con i dati relativi alla stazione fissa di rilevamento della qualità dell'aria posizionata nel Comune di Torino (piazza Rivoli).

Di seguito vengono riportate le tabelle e i grafici relativi al confronto.

TABELLA N° 9 : numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di gennaio 1997 a Torino, piazza Rivoli.

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
NO2	831	98.9	200	12	1.4	400			200	12	1
CO	831	98.9	15	53	6.3	30	2	0.2	40		

TABELLA N° 10: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di dicembre 1996 e gennaio 1997 a Collegno.

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI LIVELLO DI ATTENZIONE		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI LIVELLO DI ALLARME		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI STANDARD QUALITA' ARIA	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	840	100.0	125 (*)			250			80 (1)		
NO2	828	98.6	200	6	0.7	400			200	6	0.7
O3	840	100.0	180			360			200		
CO	840	100.0	15	5	0.6	30			40		
PTS	757	90.1	150 (*)	6	19	300			150 (2)	6	19

(\*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

(2) MEDIA ARITMETICA DI TUTTE LE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE



TABELLA N° 11: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di dicembre 1994 a Collegno in corso Francia 135.

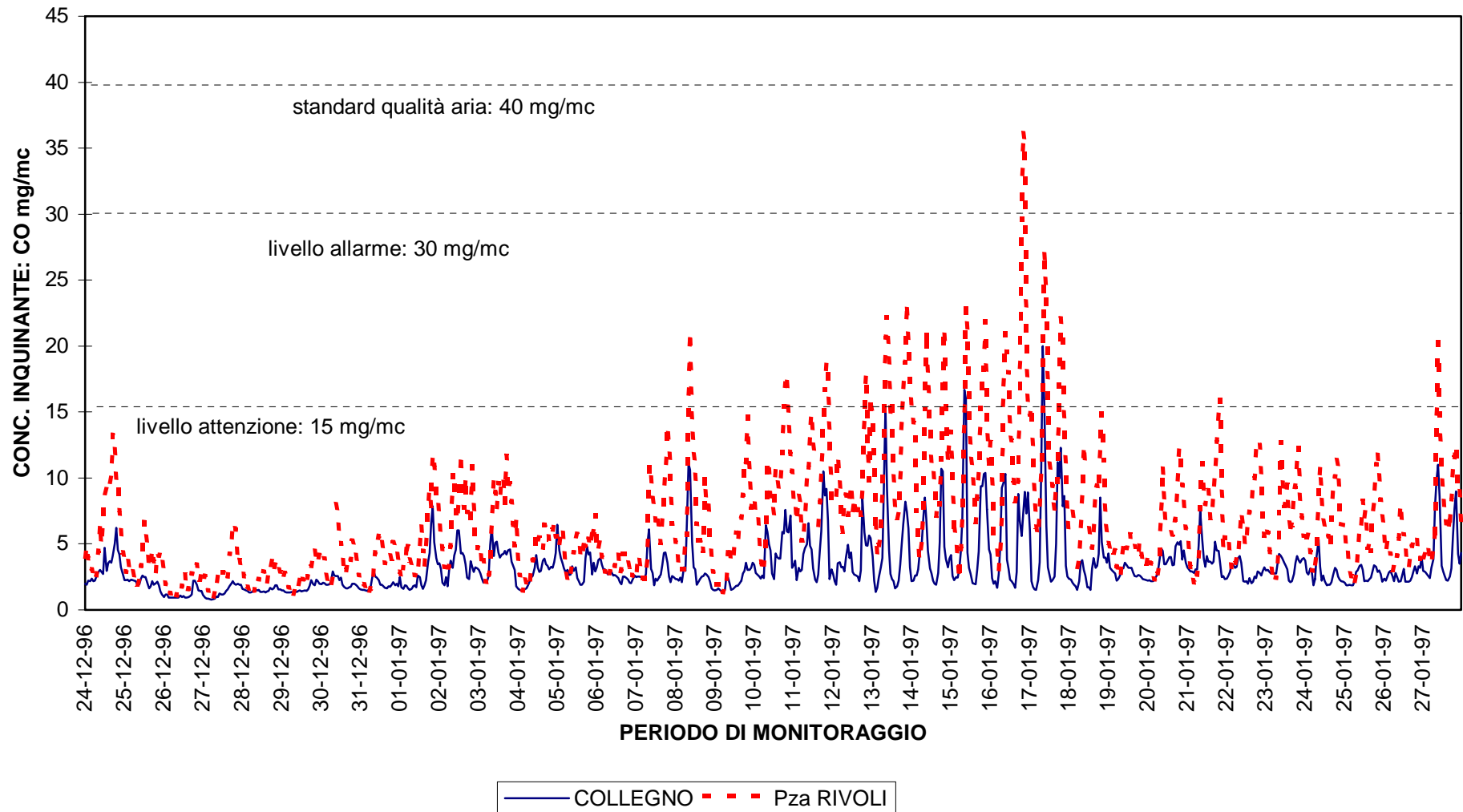
INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	671	71.7	125 (*)	0		250			80 (1)		
NO2	755	80.7	200	42	5.6	400			200	42	5.6
O3	0	0.0	180	0		360			200	0	
CO	912	97.4	15	2	0.2	30			40		
PTS	912	97.4	150 (*)	11	30	300			150 (2)	11	1.2

(\*) MEDIA  
GIORNALIERA

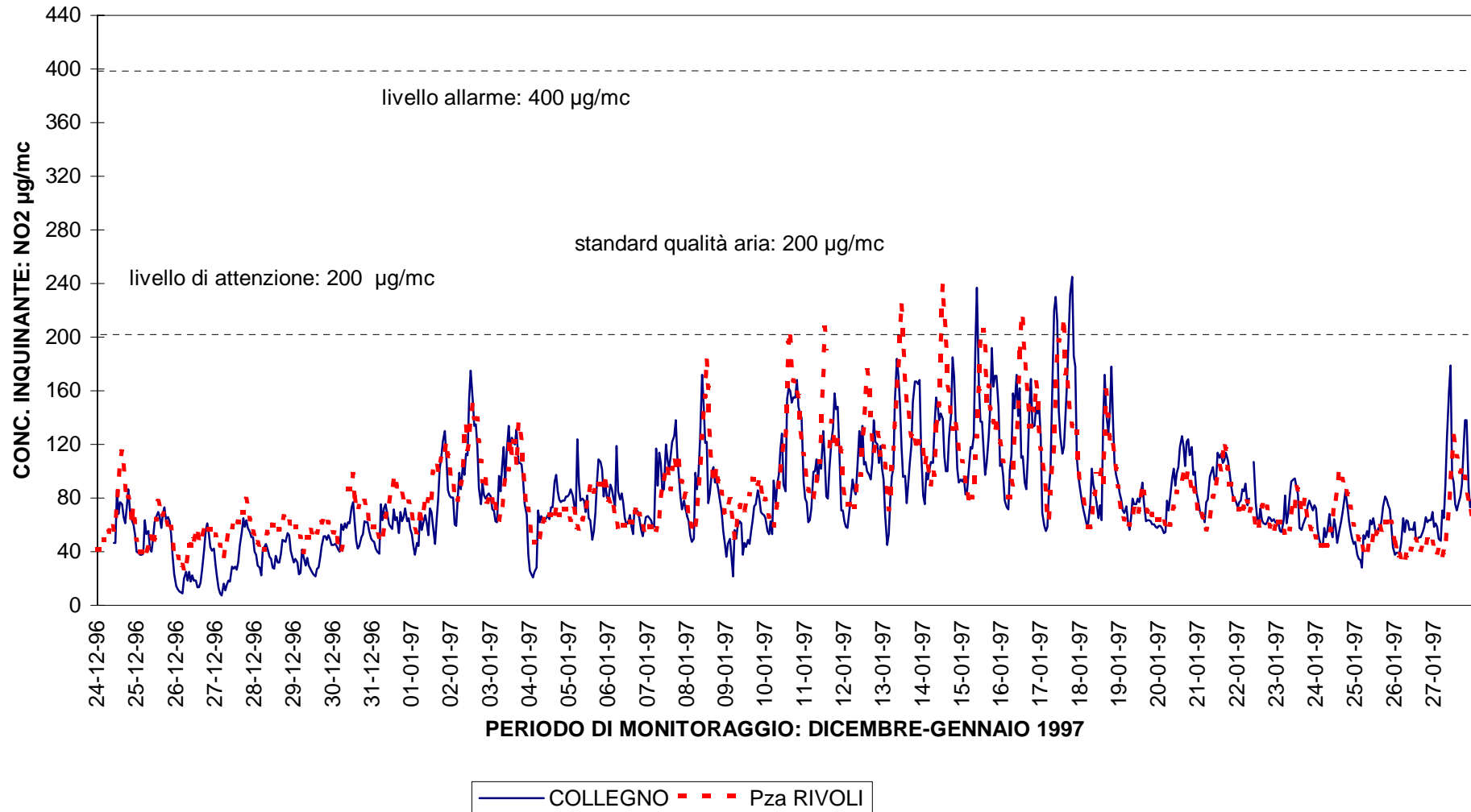
(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

(2) MEDIA ARITMETICA DI TUTTE LE CONCENTRAZIONI MEDIE DI  
24 ORE

**CONFRONTO: CO  
COLLEGNO-Pza RIVOLI**



**CONFRONTO NO2  
COLLEGNO - PIAZZA RIVOLI**



## **5.4 CONCLUSIONI - Relative alla campagna di monitoraggio effettuata con il Laboratorio Mobile.**

Per quanto concerne la campagna di monitoraggio dei principali inquinanti atmosferici definiti dalla normativa vigente ed attuata con il Laboratorio Mobile, si possono formulare le seguenti conclusioni:

1. Il monitoraggio effettuato si colloca in un periodo dell'anno in cui, all'inquinamento provocato dalle attività industriali e dal traffico veicolare, si aggiunge il contributo degli impianti di riscaldamento domestico;
2. le condizioni meteoclimatiche, inoltre, caratterizzate da bassi valori di irraggiamento solare, sono, in termini generali, sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.
3. Le risultanze dell'indagine effettuata in tale periodo si possono quindi ritenere rappresentative della situazione più critica dell'anno solare in relazione a tutti gli inquinanti esaminati ad eccezione dell'ozono che, in quanto sostanza di origine fotochimica, presenta nel semestre freddo valori minimi di concentrazione.
4. La direzione prevalente del vento è da sud sud ovest. con una velocità media non particolarmente elevata, inferiore a 1 m/s; ciò dà luogo a condizioni discretamente favorevoli alla dispersione degli inquinanti per trasporto:

Entrando più nello specifico delle singole specie di inquinanti, in base ai dati disponibili ed alla natura del sito di monitoraggio, si possono formulare le seguenti considerazioni, anche sulla base del confronto dei dati rilevati nello stesso periodo in P.zza Rivoli a Torino e nel dicembre 1994 nel sito di C.so Francia 135 a Collegno:

### **Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>),**

I valori rilevati di questo inquinante si sono mantenuti ampiamente nei limiti della normativa per tutto il periodo di monitoraggio, che è il più critico dell'anno, per cui si può escludere che vi possano essere superamenti di tali limiti in altri periodi.

### **Monossido di carbonio (CO)**

Nel periodo di monitoraggio considerato l'andamento delle concentrazioni di questo inquinante, originato dalle emissioni autoveicolari, segue quello delle concentrazioni rilevate in P.zza Rivoli a Torino ; il numero di superamenti del livello di attenzione (5) è di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quello rilevato in P.zza Rivoli ma è comunque assai significativo data la natura del sito che, al contrario di quello di Torino, presenta un traffico autoveicolare modesto. Ciò è confermato dal fatto che il numero di superamenti è superiore a quello registrato nel sito di C.so Francia 135 nello stesso mese del 1994 . E' presumibile quindi che nel periodo più critico dell'anno (dicembre -febbraio) si abbiano superamenti del livello di attenzione.

L'origine di questo inquinante è da ricercarsi nelle emissioni da traffico autoveicolare.

E' assai probabile che, data la direzione prevalente del vento da sud sud-ovest, si abbia un contributo significativo da parte delle emissioni autoveicolari della zona di C.so Francia.

### **Biossido di azoto (NO2)**

Anche per questo parametro l'andamento temporale segue quello registrato in P.zza Rivoli, con un numero inferiore(6) di superamenti del livello di attenzione. La differenza tra i due siti è però assai meno accentuata che nel caso del monossido di carbonio per cui la situazione relativa a questo inquinante è da ritenersi più critica .

Il numero di superamenti è nettamente inferiore a quello registrato nel 1994 nel sito di C.so Francia che era però attribuibile a particolari condizioni meteorologiche.

Per quanto riguarda l'origine dell'inquinante in esame, occorre ricordare che in termini generali, gli ossidi di azoto si originano in tutti i processi di combustione.

**Nel caso specifico, sia in base alle caratteristiche del sito di monitoraggio che all'esame comparato dei grafici relativi al giorno medio per monossido di carbonio e biossido di azoto, si può ritenere che l'inquinante in esame abbia origine essenzialmente dal traffico autoveicolare..**

Come per il monossido di carbonio, è probabile che si abbiano nei mesi più critici(novembre-febbraio) superamenti del livello di attenzione e che vi sia un contributo significativo da parte delle emissioni autoveicolari della zona di C.so Francia.

### **Polveri sospese totali (PTS)**

Si sono rilevati 6 superamenti del livello di attenzione, pari al 19% delle giornate totali di rilevamento, un numero percentualmente paragonabile a quello osservato nel dicembre 1994 in C.so Francia.

Il confronto delle elaborazioni del giorno medio relative a questo inquinante e al monossido di carbonio evidenzia che il particolato totale sospeso è originato essenzialmente dal traffico autoveicolare, ed in particolare dalle emissioni da autoveicoli con motore diesel, con un contributo minimo dei veicoli a benzina.

E' certamente ipotizzabile che il livello di allarme sia comunque rispettato e che si verifichino invece superamenti del livello di attenzione nei mesi invernali.

In conclusione, dai dati ottenuti nel corso della presente campagna, si può affermare che la fonte di inquinamento atmosferico che desta maggiore preoccupazione è **il traffico autoveicolare**. e che la situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame è confrontabile con quella del sito di C.so Francia 135 monitorato nel dicembre 1994 e segue gli stessi andamenti temporali del sito di P.zza Rivoli a Torino. Per monossido di carbonio, biossido di azoto e particolato totale sospeso si possono prevedere nei mesi più critici (novembre-febbraio) superamenti del livello di attenzione.

Un proseguimento auspicabile dell'indagine è costituito da una campagna da effettuarsi nello stesso sito in periodo tardo primaverile o estivo, finalizzata allo studio dell'inquinamento fotochimico , in particolare da ozono.

Il Responsabile dell'Area  
Tematica Aria  
dott. Francesco Lollobrigida

## SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

### - Biossido di zolfo      DASIBI 4108

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'aria ambiente.

Campo di misura 0 - 2000 ppb;  
limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

### - Ossidi di azoto      DASIBI 2108

Analizzatore a reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO<sub>x</sub>.

Campo di misura 0 - 4000 ppb; limite inferiore di rivelabilità 2 ppb.

### - Ozono      DASIBI 1108

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

Campo di misura 0 - 2000 ppm;  
limite inferiore di rivelabilità 2 µg/mc.

### - Monossido di carbonio      DASIBI 3008

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

Campo di misura 0 - 200 ppm;  
limite inferiore di rivelabilità 0.1 ppm.

### - Idrocarburi      RANCON 526

Analizzatore a ionizzazione di fiamma conforme al metodo previsto dal D.P.C.M. 30/83.

Campo di misura 0 - 10 ppm; limite di rivelabilità < 0.02 ppm.

- Particolato totale sospeso            KIMOTO 186

Analizzatore ad assorbimento raggi beta con sorgente a minima intensità di radiazione (100 u Ci); campionamento delle particelle sospese totali in aria ambiente, con sonde di prelievo protetta dal vento.

Campo di misura 0 - 5000 µg/mc;  
limite inferiore di rivelabilità < 10 µg/mc.

- Stazione meteorologica            LASTEM

Stazione completa per la valutazione dei seguenti parametri: velocità e direzione del vento, temperatura, umidità, pressione, irraggiamento solare.



## BIBLIOGRAFIA

- Ambiente: Protezione e risanamento - Vol. 2'  
a cura di A. Zavatti
- DPCM 28/3/83 - Allegato II Appendice 10:  
Sistemi di misura automatizzati
- ISTISAN 83/48 - Allegato A:  
Criteri generali per il controllo della qualità dell'aria
- ISTISAN 83/48 - Allegato B:  
Elaborazione e valutazione dei risultati per la verifica del  
rispetto degli Standard di qualità dell'aria
- Handbook of environmental control - Vol. 1' - Air pollution
- Inquinamento atmosferico '89: Tutela della qualità dell'aria  
a cura di A. Frigerio
- Inquinamento atmosferico '91: a cura di A. Frigerio
- Studi per la valutazione della qualità dell'aria nella Provincia di  
Milano - marzo 91
- Dinamica dell'inquinamento atmosferico - L. Santomauro

## CAMPAGNE EFFETTUATE DAL MAGGIO 1992

- 1° Campagna di Rilevamento della qualità dell'aria - Beinasco  
Traffico veicolare - Maggio 92
  
- 2° Campagna di Rilevamento della qualità dell'aria - Beinasco  
Inquinamento industriale - Giugno - Luglio 92
  
- 3° Campagna di Rilevamento della qualità dell'aria - Chivasso  
Qualità dell'aria - Agosto - Novembre 1992
  
- 4° Campagna di Rilevamento della qualità dell'aria - Beinasco  
Qualità dell'aria - Ottobre 1992
  
- 5° Campagna di Rilevamento della qualità dell'aria - Trofarello  
Inquinamento da traffico veicolare - marzo-aprile 93
  
- 6° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria - Sangano  
Inquinamento industriale - aprile - maggio 1993
  
- 7° Campagna di Rilevamento della qualità dell'aria - Ciriè  
Qualità dell'aria - febbraio maggio 93
  
- 8° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria -Candiolo  
Inquinamento da traffico veicolare - giugno 1993
  
- 9° Campagna di Rilevamento della qualità dell'aria - Bussoleno  
Inquinamento da traffico veicolare - gennaio giugno 93
  
- 10° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Almese, Rubiana,  
Villardora. Qualità dell'aria - luglio 93
  
- 11° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Robassomero  
Inquinamento industriale -agosto - ottobre 93

- 12° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria - Vinovo  
Inquinamento da traffico veicolare - ottobre 1993
  
- 13° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Rivoli  
Inquinamento da traffico veicolare - settembre - novembre 93
  
- 14° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Oulx  
Inquinamento da traffico veicolare - dicembre 93
  
- 15° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Venaria  
Inquinamento da traffico veicolare - gennaio - giugno 1994
  
- 16° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria - S. Maurizio C.se  
Inquinamento da traffico veicolare - gennaio - giugno 1994
  
- 17° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Rivalta  
Qualità dell'aria - marzo - luglio 1994
  
- 18° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Moncalieri  
Inquinamento da traffico veicolare - febbraio - settembre 1994
  
- 19° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria - Osasio  
Inquinamento industriale - maggio - ottobre 1994
  
- 20° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Ivrea  
Inquinamento da traffico veicolare - aprile - novembre 1994
  
- 21° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria - Gassino  
Inquinamento da traffico veicolare - gennaio 1995
  
- 22° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Collegno  
Inquinamento da traffico veicolare - maggio - dicembre 1994
  
- 23° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Grugliasco  
Inquinamento da traffico veicolare - agosto 1994 - gennaio 1995

- 24° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Chieri  
Inquinamento da traffico veicolare - ottobre 1994 - maggio 1995
  
- 25° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Alpignano  
Inquinamento da traffico veicolare - febbraio 1995 - giugno 1995
  
- 26° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - San Mauro  
Inquinamento da traffico veicolare - marzo 1995 - settembre 1995
  
- 27° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Bruzolo-San Didero  
Inquinamento industriale - luglio 1995 - ottobre 1995
  
- 28° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Avigliana  
Inquinamento da traffico veicolare - aprile 1995 - novembre 1995
  
- 29° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria - Caselle  
Inquinamento da traffico veicolare - marzo 1996
  
- 30° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Carmagnola  
Inquinamento da traffico veicolare - gennaio 1996 - aprile 1996
  
- 31° Campagna per il Rilevamento della qualità dell'aria - Quincinetto  
Inquinamento da traffico veicolare - febbraio 1996 - maggio 1996
  
- 32° Campagna breve di Rilevamento della qualità dell'aria - Settimo  
Inquinamento industriale - luglio-agosto 1996
  
- 33° Campagna breve per il Rilevamento della qualità dell'aria - Grugliasco  
Inquinamento da traffico veicolare - luglio 1996
  
- 34° Campagna breve per il Rilevamento della qualità dell'aria - Nichelino  
Inquinamento da traffico veicolare - ottobre 1996
  
- 35° Campagna breve per il Rilevamento della qualità dell'aria - Settimo

## Inquinamento da traffico veicolare - novembre 1996

## INDICE

CAPITOLO 1		
NORMATIVA E LIMITI DI LEGGE	pag.	3
CAPITOLO 2		
CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	17
CAPITOLO 3		
METEOROLOGIA	pag.	30
CAPITOLO 4		
OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO DESCRIZIONE DEL SITO CARTE TOPOGRAFICHE	pag.	41
CAPITOLO 5		
5.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI	pag.	45
5.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	54
5.2.1      SO <sub>2</sub>	pag.	64
5.2.2      NO <sub>x</sub>	pag.	69
5.2.3      CO	pag.	78
5.2.4      O <sub>3</sub>	pag.	83
5.2.5      PTS	pag.	88
5.3    CONFRONTO CON I DATI RILEVATI NEI COMUNI DI COLLEGNO E TORINO	pag.	94
5.4    -.CONCLUSIONI	pag.	99
SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	pag.	102
BIBLIOGRAFIA	pag.	104
CAMPAGNE EFFETTUATE	pag.	105

