

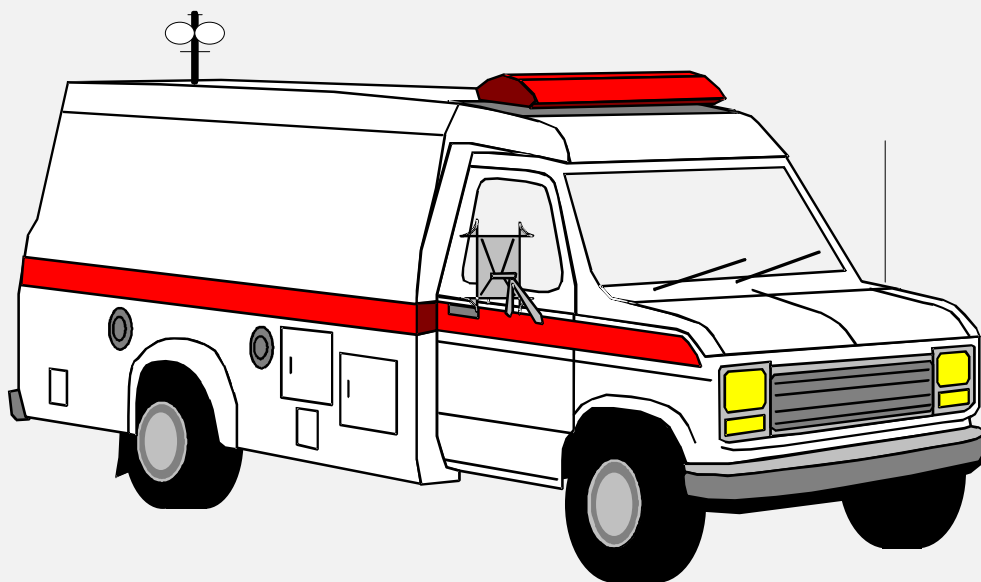
MOBILAB

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 DELL'INQUINAMENTO FOTOCHIMICO NEI COMUNI DI
MONCENISIO E NOVALESA
ANNI 1995-96-97**

L'organizzazione della campagna di monitoraggio 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 , le operazioni di prelievo di aereiformi e l'elaborazione dei dati 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.

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dai Laboratori strumentali di Gascromatografia/HPLC e Gascromatografia/Spettrometria di Massa del Dipartimento di Grugliasco.

Si ringraziano gli uffici tecnici dei Comuni di Moncenisio e Novalesa per la collaborazione prestata.

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 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
SO ₂			
NO ₂ (1)			
O ₃ (2)			
CO			
HCNM			
PTS			
PM ₁₀			
Pb,Cd e Ni			
BENZENE			
IPA			
PAN			
COMPOSTI ACIDI			
FORMALDEIDE			
POLICLORODIBENZODIOSSINE			
POLICLORODIBENZOFURANI			

(1) NO_x 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'NO_x, 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 ₂	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 ₂	Concentrazione media di 1 ora da non superare più di 1 volta al giorno	200 µg/mc
OZONO espresso come O ₃	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

VALORI LIMITE DI QUALITÀ' DELL'ARIA

INQUINANTE	VALORE LIMITE	PERIODO DI RIFERIMENTO
BIOSSIDO DI ZOLFO SO ₂	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 ₂	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 ₂	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 ₂	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 ₂ 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 ₂ Biossido di azoto (media oraria) (µg/mc)	400	200
CO Monossido di carbonio (media oraria) (mg/mc)	30	15
O ₃ 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 NO₂, HC, SO₂, 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 (NO₂, O₃, 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:

CLASSE	TIPO STAZIONE			
	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 (SO₂ NOX, 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 fenomeni di trasporto delle masse inquinanti particolarmente verso 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.

1.6 D.M. 16.5.96 Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono

In recepimento della Direttiva 92/72/CEE, è stato emanato nel 1996 il D.M. in questione che, accanto ai tradizionali livelli di attenzione e di allarme, prevede altri tre valori di riferimento in relazione alla protezione della salute umana e della vegetazione. La tabella seguente riassume l'attuale situazione normativa riguardante l'ozono:

Denominazione	valore di riferimento($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	tipo di media
Livello per la protezione della vegetazione 1	65	media su 24 ore
Livello per la protezione della salute	110	media mobile trascinata su otto ore
Livello di attenzione(o di informazione della popolazione)	180	media oraria
Livello per la protezione della vegetazione 2	200	media oraria
Livello di allarme	360	media oraria

Il D.M. prevede che vengano effettuate campagne di misura sperimentali relative agli inquinanti di origine fotochimica ed ai V.O.C. precursori.

Un elemento innovativo del D.M. in questione è certamente l'attenzione alla tutela del patrimonio agricolo e forestale. E' certamente il caso di osservare che studi approfonditi effettuati anche nel nostro paese mostrano che i danni alle colture provocati dall'ozono possono provocare cali di resa anche del 25-30%.

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.

Oggi giorno 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 standard¹ 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	0.00005
O3	0.0000003

¹ L'atmosfera standard rappresenta la distribuzione ideale dal suolo in quota dei parametri di stato (temperatura, umidità e pressione) e dei costituenti chimici, quali si suppone che esistano in un periodo di moderata attività solare.

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_x Ossidi di Azoto

SO_x Ossidi di Zolfo

CO Ossido di Carbonio

CO₂ Anidride Carbonica

HCNM 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 dà 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: USA²

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 fonte: Environmental Protection Agency

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, N₂O, NO₂ 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

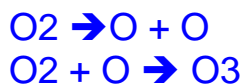
L'anidride solforosa è forse l'inquinante più comune delle aree urbane; le emissioni di questo composto sono di natura principalmente antropogenica (impianti industriali, combustioni domestiche e traffico pesante).

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 SO₂ 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 SO₂ 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'O₃ stratosferico (il cosiddetto " buco dell'ozono") potrebbe avere delle gravi conseguenze sugli ecosistemi terrestri.

Alcune sostanze allo stato gassoso provenienti dalle attività antropiche (CO, CH₄, 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 SO₂, NO₂, 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 formazione 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 μm (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 μm (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 (CO₂); 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 µg/mc nella maggior parte delle città europee e nord americane, si può arrivare a valori di 30-40 µg/mc presso arterie a traffico intenso e incroci stradali³

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

³ fonte: O.M.S.- Linee Guida per la Qualità dell'aria

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 benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici; reazioni di deidrogenazione che avvengono durante la combustione possono portare alla formazione di benzene a partire da cicloesano o da paraffine lineari .

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). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a 1 µg/mc di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

Alle concentrazioni usualmente presenti nell'atmosfera delle aree urbane gli effetti sanitari prevalenti risultano, in base alle attuali conoscenze, quelli da accumulo.⁴

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.

⁴ Atti giornata di studio sulla gestione tecnica e amministrativa del DM 25/11/94- Bologna, Marzo 1995

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

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per piro-sintesi ha origine durante il processo di combustione.

Si elencano i principali IPA⁵:

sostanza	categoria IARC
benzo(a)antracene	2A
benzo(b)fluorantene	2B
benzo(k)fluorantene	2B
benzo(a)pirene	2A
indeno(1,2,3-cd)pirene	2B
dibenzo(a,h)antracene	2A
2A = probabile cancerogeno per l'uomo 2B = sospetto cancerogeno per l'uomo	

Nelle tabelle seguenti⁶ sono riportati rispettivamente i rapporti tra le concentrazioni di IPA cancerogeni e di Benzo(a)pirene nell'aria urbana e nelle emissioni autoveicolari e i livelli di tali IPA riscontrati in Europa negli anni 70-80.

Rapporti tra le concentrazioni di IPA cancerogeni e di Benzo(a)pirene nell'aria urbana e nelle emissioni autoveicolari

	Nell'aria urbana	Nelle emissioni autoveicolari
BaA/BaP	0.9 - 2.5	1.0 - 10

⁵ fonte: International Agency for Research on Cancer

⁶ fonte: rapporto Istisan 91/27

IP/BaP	0.7 - 3.9	0.6 - 1.3
B(b+j+k)FA/BaP	2.0 - 14.8	0.7 - \geq 4.0
DBahA/BaP	\leq 0.1 - \leq 0.8	0.1 - 0.3

Livelli di IPA cancerogeni riscontrati in Europa negli anni 70-80.

	Concentrazioni (ng/mc)
BaA	1 - 20
B(b+j+k)FA/BaP	\geq 3 - 40
BaP	1 - 14
DBahA	0.5 - \leq 2
IP	1 - 11

BaA: Benzo(a)antracene

BaP: Benzo(a)pirene

IP: indeno(1,2,3-cd)pirene

B(b+j+k)FA/BaP: somma degli isomeri del Benzofluorantene

DBahA/BaP: Dibenzo(a,h)antracene

L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che 9 persone su 100.000 esposte per l'intero arco della vita ad una concentrazione di Benzo(a)pirene di 1 ng/mc siano a rischio di contrarre il cancro

CAPITOLO 3

3.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO ATMOSFERICO

DESCRIZIONE DEL SITO DI CAMPIONAMENTO

3.2 MODALITA' DI ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

3.3 MODALITA' DI ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

3.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Negli anni 1995,1996 e 1997 sono effettuati dei monitoraggi della qualità dell'aria nei mesi estivi per poter valutare l'incidenza dell'inquinamento da ozono in due diversi Comuni in quota.

In particolare nei mesi agosto 1995 e agosto 1996 è stato preso in considerazione il Comune di Moncenisio, mentre nel mese di giugno 1997 il Comune di Novalesa.

A seguito dei sopralluoghi effettuati si sono individuati due siti così definiti:

sito a: comune di Moncenisio - area parcheggio ingresso paese;

sito b: comune di Novalesa - area verde attrezzata

Queste postazioni sono state preferite 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 e, 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;

Secondo la definizione data dal Decreto del Ministero dell'Ambiente le postazioni da noi scelte per i "siti a e b" sono identificabili come stazioni di monitoraggio di tipo "D".

Durante il periodo di monitoraggio a Moncenisio con il Laboratorio Mobile sono stati effettuati anche prelievi discontinui di aeriformi, atti a studiare la concentrazione e la tipologia delle principali Sostanze Organiche Volatili (VOC) e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nell'aria.

Nel seguito vengono riportate le descrizioni delle elaborazioni eseguite sui dati registrati nei diversi siti ,che possono essere così riassunti:

- elaborazione dati meteo;
- elaborazione dati inquinamento atmosferico:
 - medie orarie e limiti di legge
 - giorno medio
 - distribuzione di frequenza
- sostanze organiche volatili (VOC) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Nei capitoli successivi (4,5,6) vengono presentate in ordine cronologico le elaborazioni relative ai parametri meteo e agli inquinanti O₃, NO, NO₂, NO_x, rilevati nei due siti. Le modalità di elaborazione sono illustrate nei paragrafi che seguono.

3.2 MODALITA' DI ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Vengono presentati i dati meteoroclimatici registrati dalla centrale meteorologica funzionante nel Laboratorio Mobile nei periodi in cui si è effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria nei Comuni di Moncenisio e Novalesa

In particolare sono riportate delle tabelle di elaborazione che indicano il valore minimo, massimo, medio e la deviazione standard delle medie orarie nei diversi periodi di monitoraggio.

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/m ²
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.

3.3 -MODALITA ' DI 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 (in particolare in relazione al D.M. 16/5/96 relativo all'ozono)

- rappresentazione grafica del giorno medio;

rappresentazione grafica delle distribuzioni di frequenza.

Poiché le tre campagne erano finalizzate al problema dell'inquinamento fotochimico, tali elaborazioni sono state effettuate in relazione a ozono e ossidi di azoto.

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 che evidenzia, per ogni inquinante, i valori minimi, medi, massimi, mediana e deviazione standard;
- una seconda valutazione 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.

In relazione al D.M. 16/5/96 relativo all'inquinamento da ozono sono inoltre state effettuate le elaborazioni relative alla soglia di protezione della salute pari a $110 \mu\text{g}/\text{mc}$ (media trascinata su 8 ore) e alle due soglie di protezione della vegetazione ($65 \mu\text{g}/\text{mc}$ come media giornaliera e $200 \mu\text{g}/\text{mc}$ come media oraria)

- GIORNO MEDIO

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

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.

- DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA

Come già menzionato in altri momenti di questa relazione gli obiettivi che ci si prefigge con la presente campagna di monitoraggio non possono essere una rigorosa trattazione in termini statistici e di legge della qualità dell'aria dei Comuni di Moncenisio e Novalesa, 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, in cui il monitoraggio ha coperto, in forza della filosofia di utilizzo del laboratorio mobile, un numero di giorni pari a 30 nella prima campagna del 1995, 26 in quella del 1996 e 21 nella terza del 1997, ci è consentito di formulare una valutazione di tipo generale.

A tale scopo in ognuno dei capitoli dedicati alle tre campagne è riportato uno studio grafico e statistico delle frequenze percentuali di accadimento riferite ad intervalli di concentrazione per ogni inquinante .

Va comunque precisato che, essendo le campagne stesse finalizzate al problema dell'inquinamento fotochimico che, per sua natura, presenta una maggiore criticità nei mesi estivi, i tre periodi di monitoraggio sono certamente da considerarsi assai significativi.

CAPITOLO 4

ELABORAZIONE DATI RILEVATI NEL COMUNE DI MONCENISIO NEL MESE DI AGOSTO 1995.

4.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

4.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO:

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

4.3 - OSSIDI DI AZOTO (NO, NO₂, NO_x)

4.4 - OZONO (O₃)

4.5- SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI (VOC)

4.6.- IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

4.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI - **Moncenisio - agosto 1995**

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

Si è registrata una presenza di vento quasi costante con velocità media di 2.2 m/sec con punte di 7.7 m/sec.

La temperatura media misurata è di 18.9 °C con massimo di 28 °C e minimo di 11 °C.

Come già detto precedentemente per i diversi periodi di monitoraggio 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 notturne la direzione predominante è ovest nord-ovest, mentre nelle ore diurne è est nord-est

Tabella n° 1: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di agosto 1995 nel Comune di Moncenisio.

parametro	V.V. m/sec
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	7.72
Valore medio:	2.18
Valore mediana:	1.65
Deviaz.Standard:	1.60

parametro	U.R. %
Valore minimo:	20.20
Valore massimo:	98.00
Valore medio:	67.23
Valore mediana:	72.20
Deviaz.Standard:	18.69

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	11.00
Valore massimo:	28.00
Valore medio:	18.89
Valore mediana:	19.00
Deviaz.Standard:	3.36

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	706.00
Valore massimo:	752.00
Valore medio:	732.89
Valore mediana:	733.00
Deviaz.Standard:	7.38

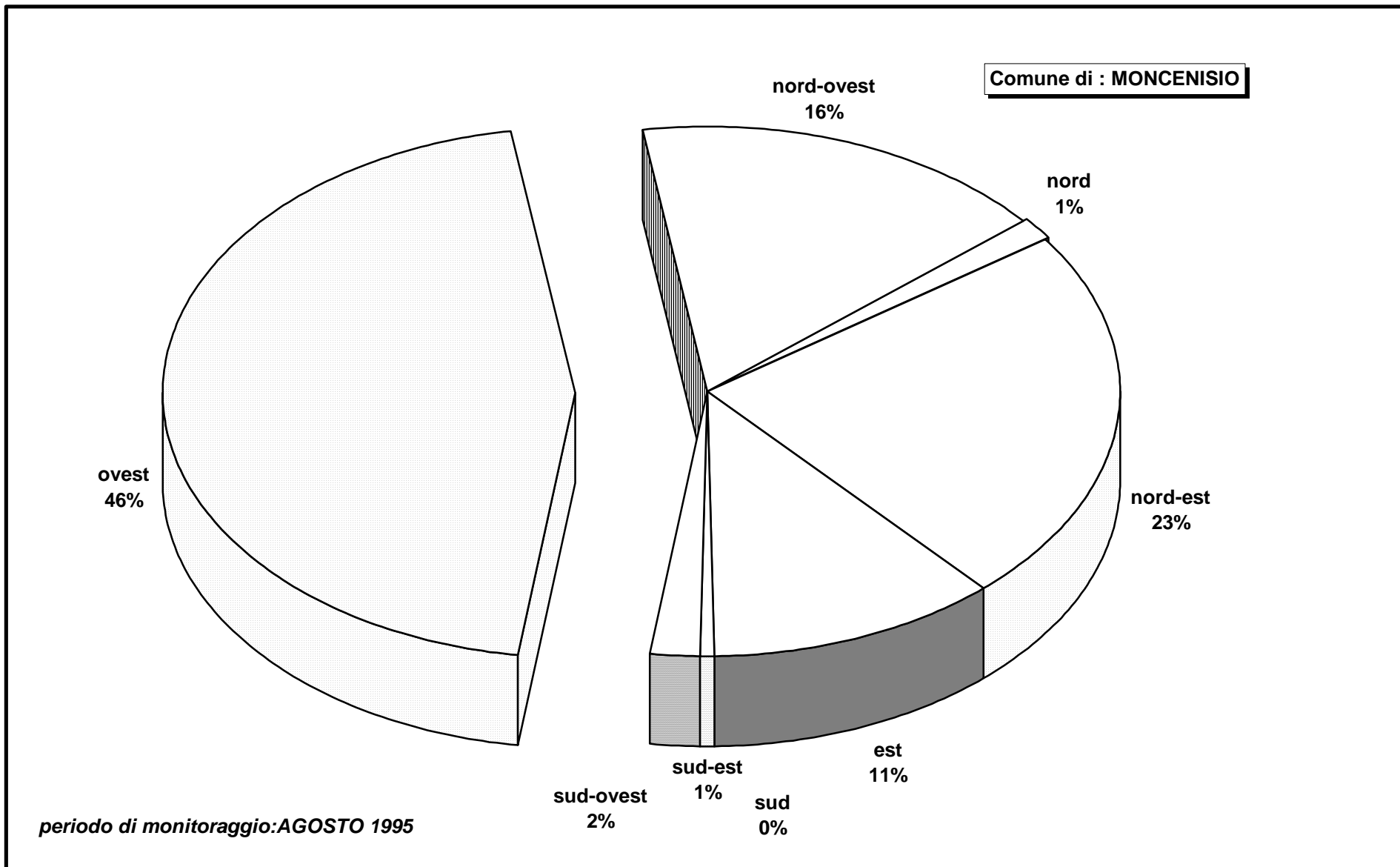
parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	6.71
Valore massimo:	694.00
Valore medio:	146.90
Valore mediana:	28.00
Deviaz.Standard:	193.76

direzione vento	
ore totali	
nord	10
nord-est	154
est	76
sud-est	5
sud	0
sud-ovest	13
ovest	303
nord-ovest	110
totale	671

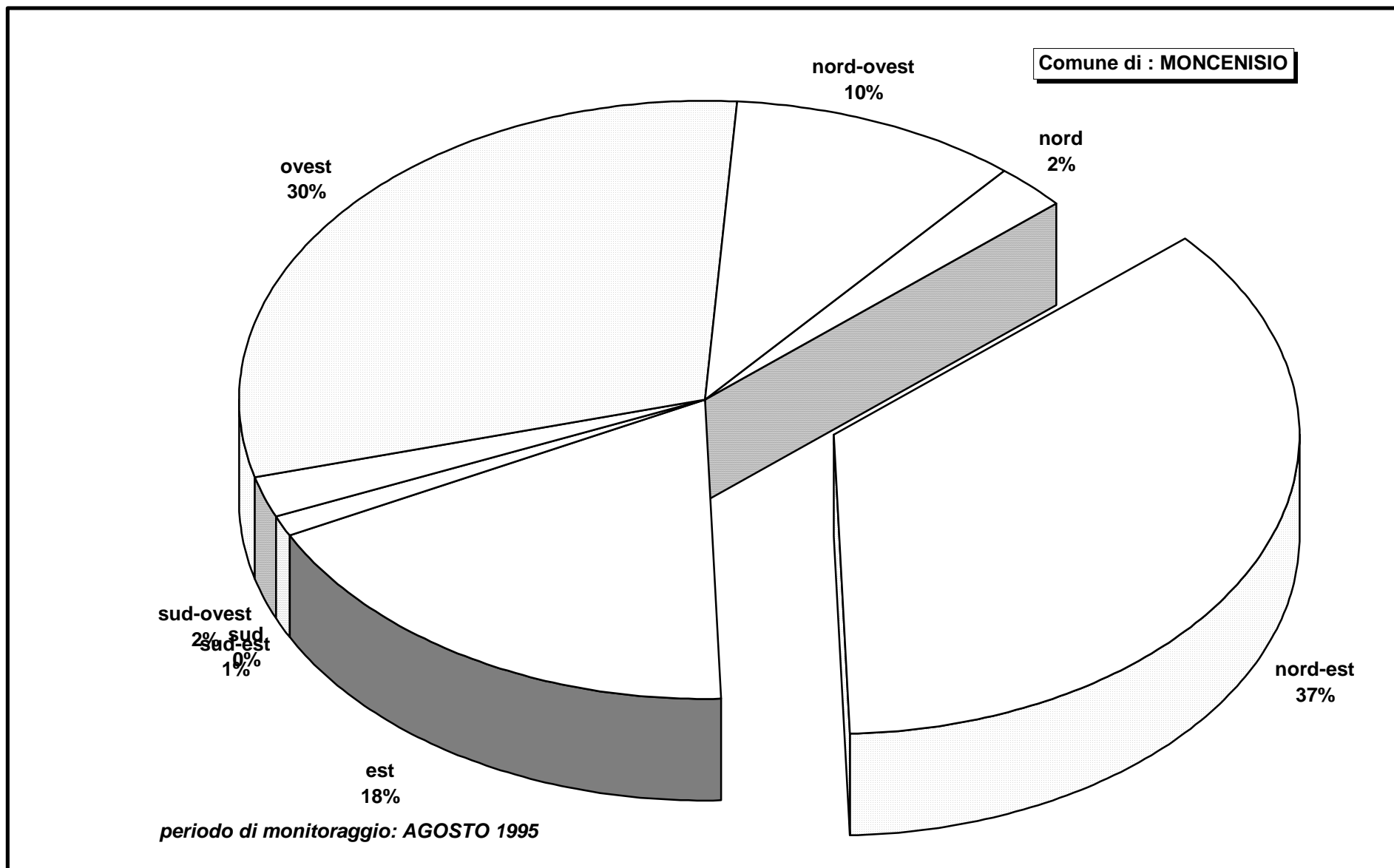
direzione vento	
ore diurne	
nord	6/20
nord-est	148
est	75
sud-est	5
sud	0
sud-ovest	9
ovest	125
nord-ovest	41
totale	413

direzione vento	
ore notturne	
nord	21/5
nord-est	6
est	1
sud-est	0
sud	0
sud-ovest	4
ovest	178
nord-ovest	69
totale	258

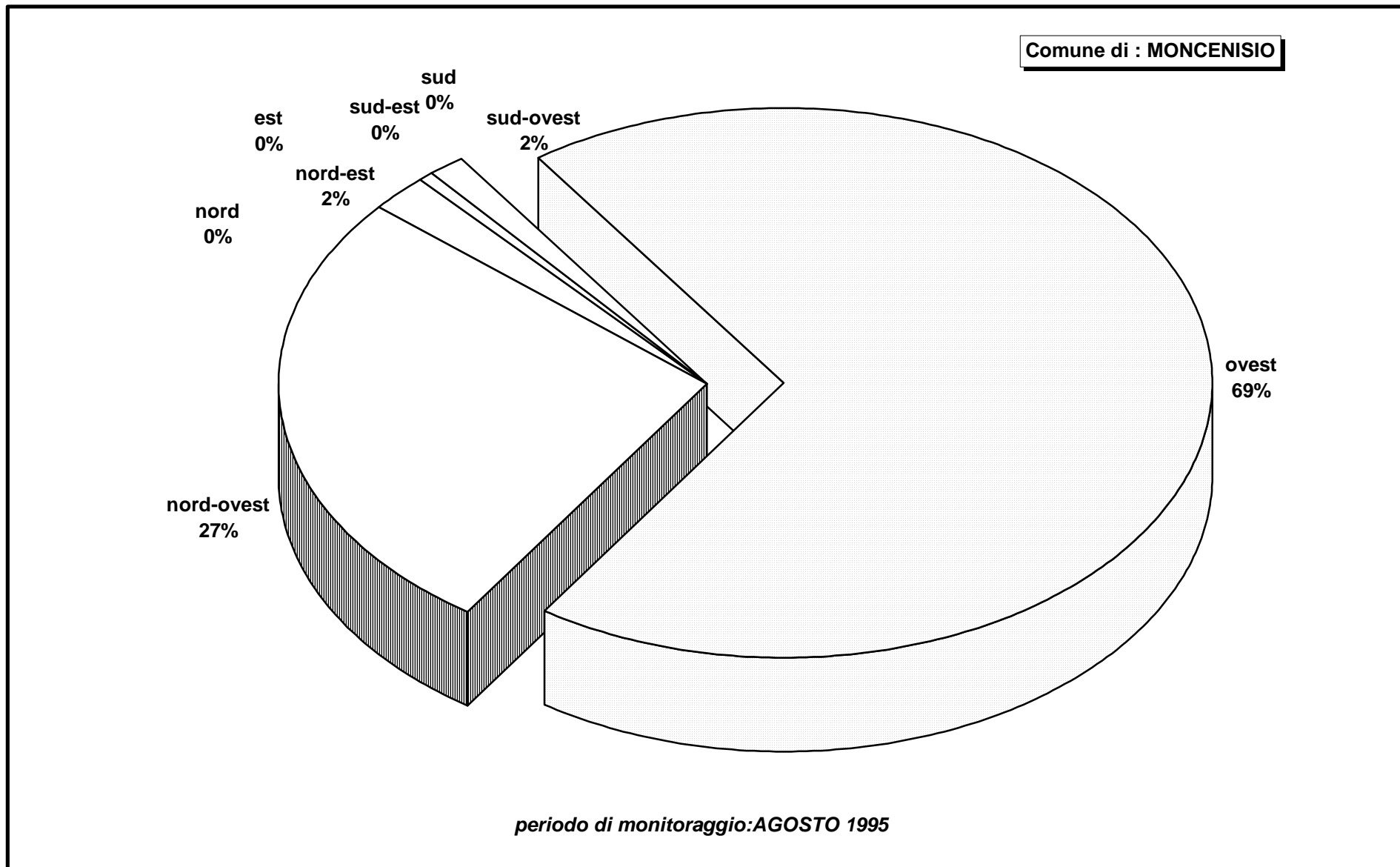
parametro D.V. - 1° periodo -



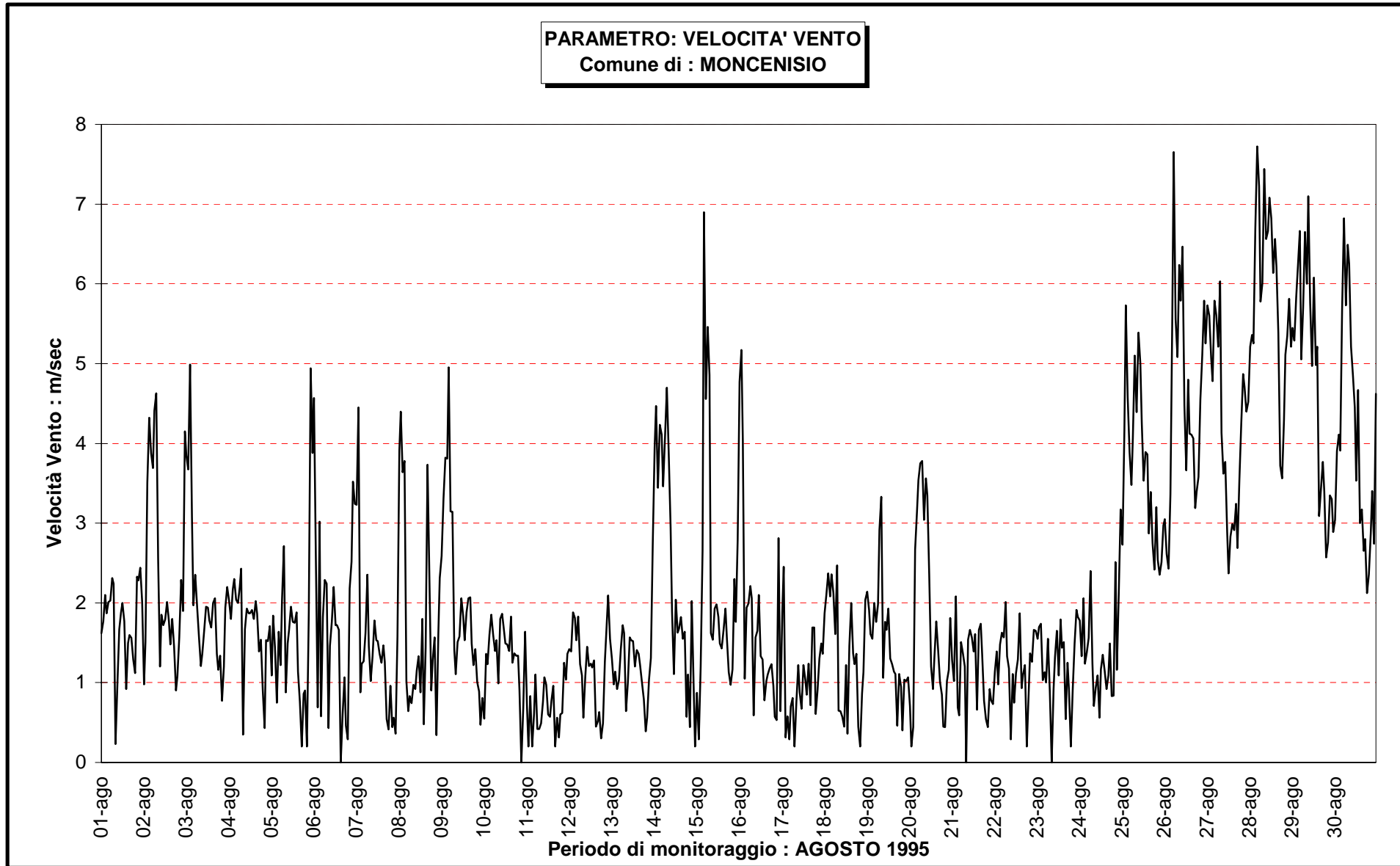
parametro D.V. ore diurne - 1° periodo -



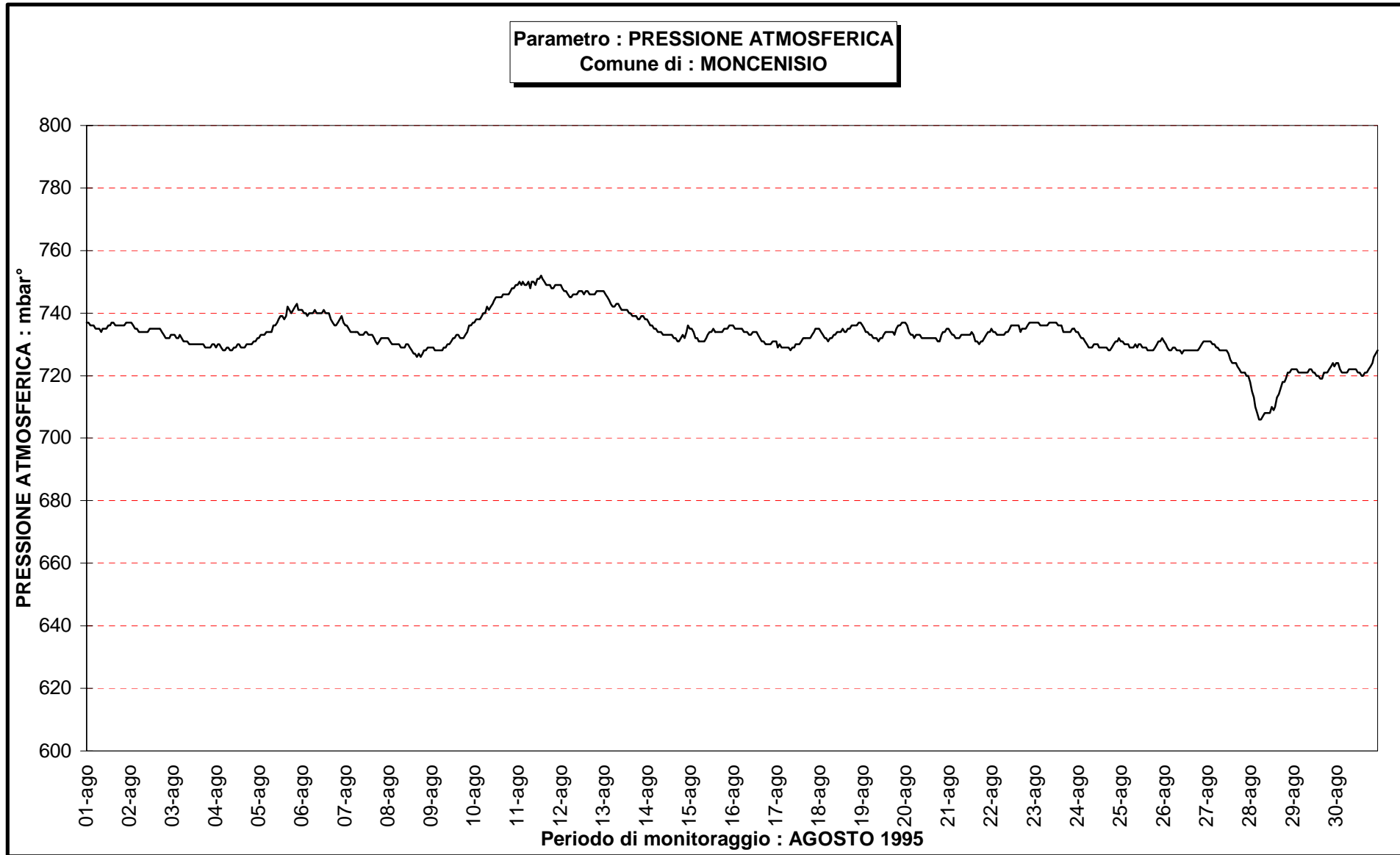
parametro D.V. ore notturne - 1° periodo -



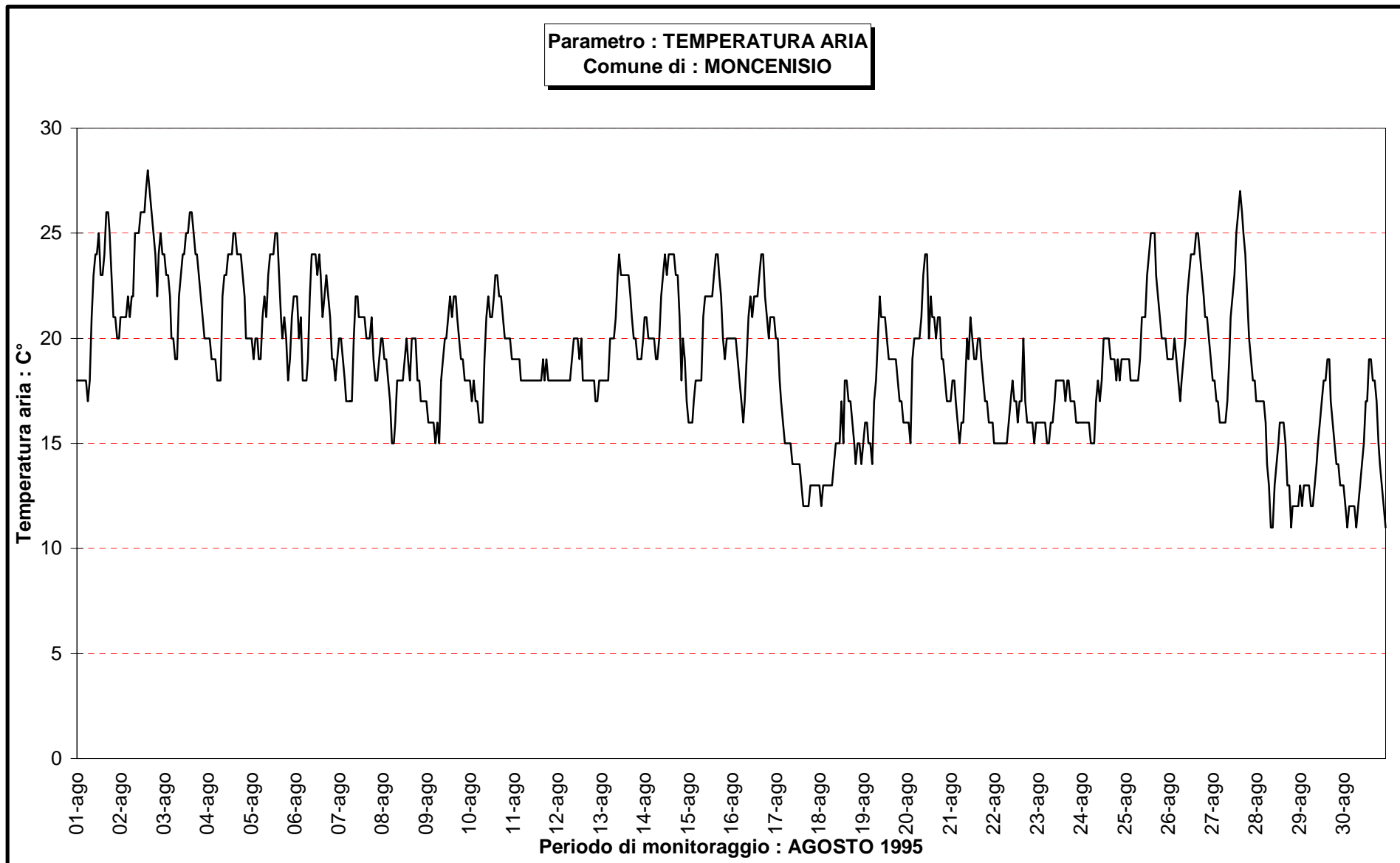
parametro V.V. - 1° periodo -



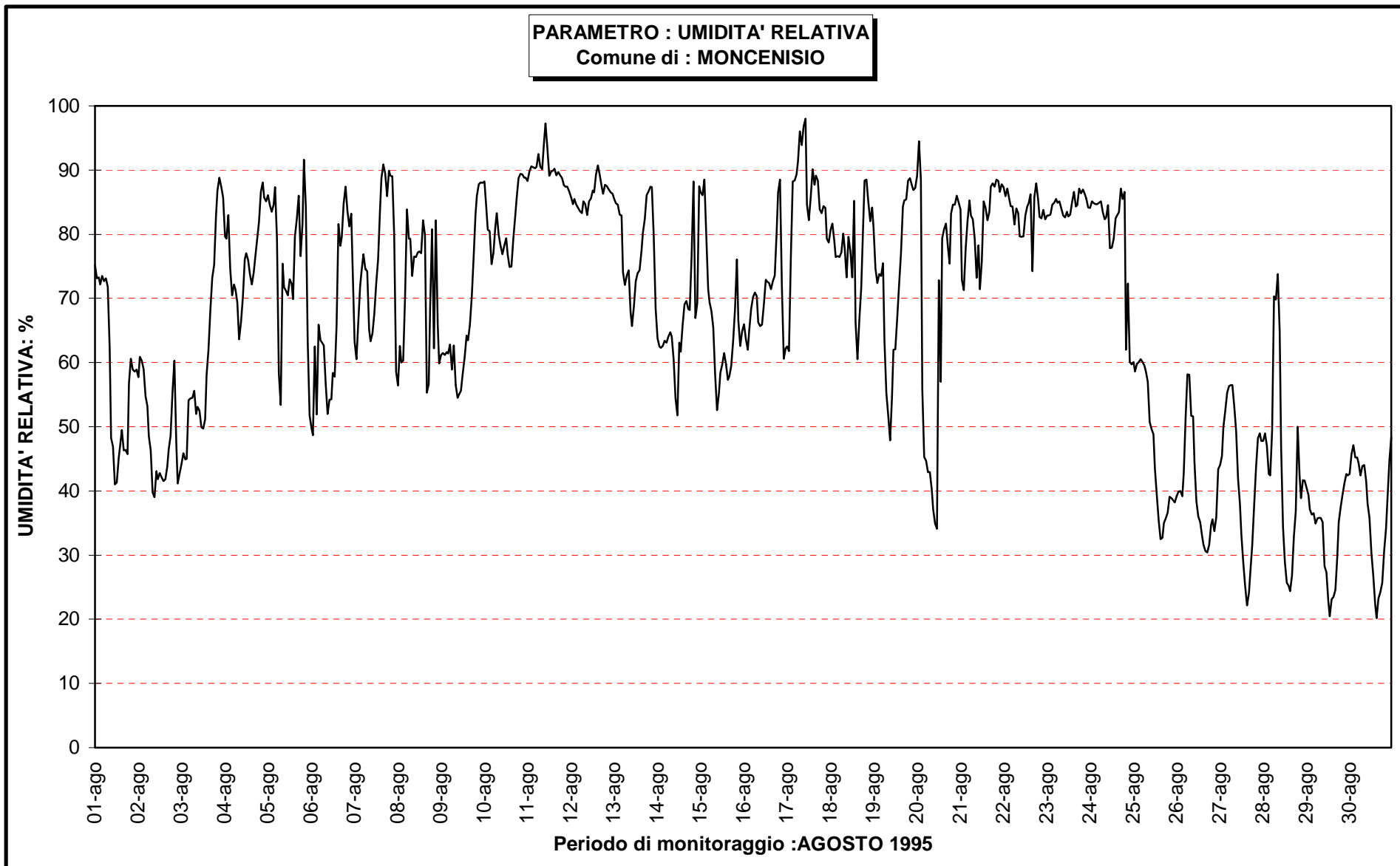
parametro P.A. - 1° periodo



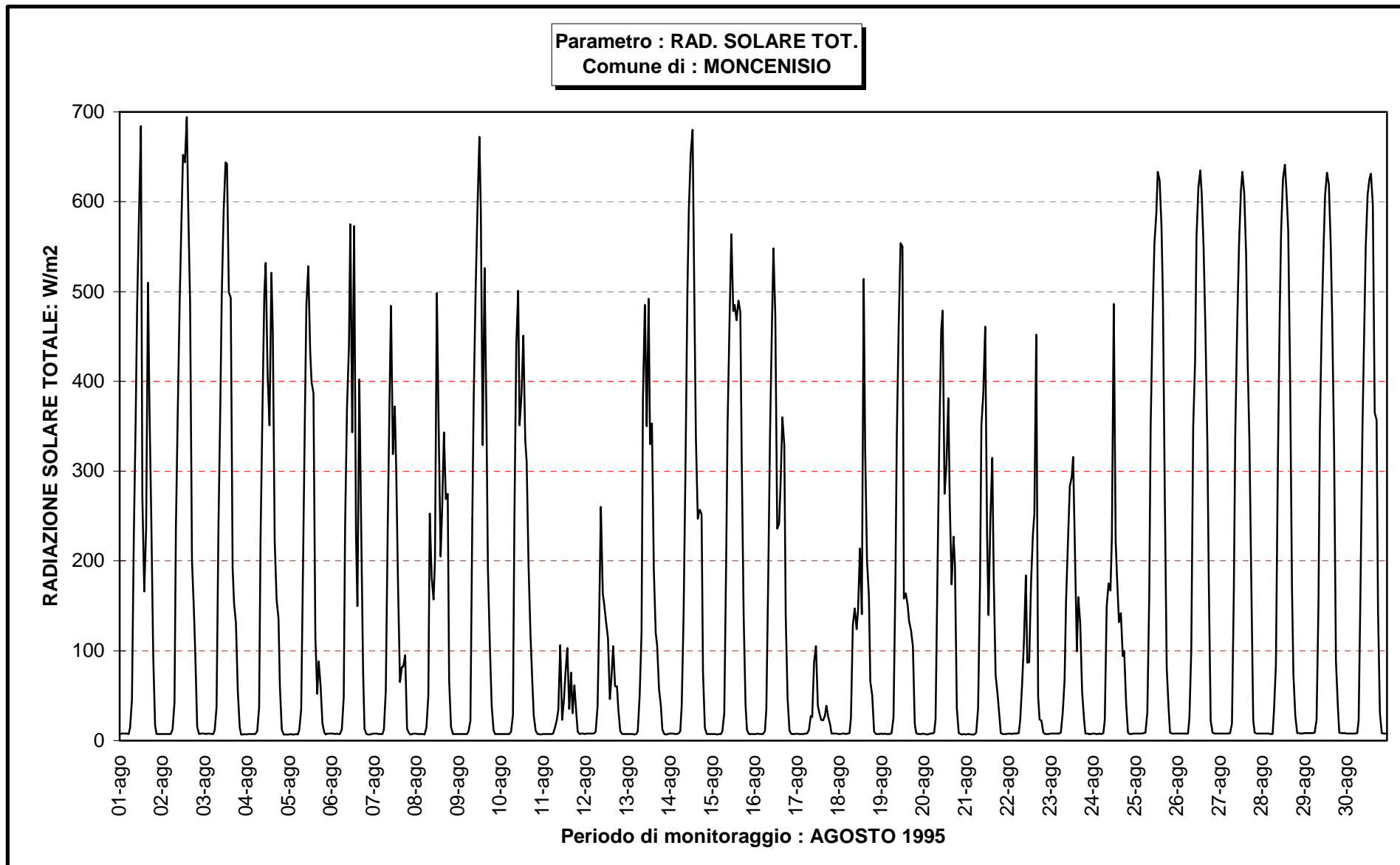
parametro T.A. - 1° periodo -



parametro U.R. - 1° periodo -



parametro R.S.T. - 1° periodo -



4.2 ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

TABELLA n° 2: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di agosto 1995 nel Comune di Moncenisio

inquinante :	SO2
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	6.23
Valore medio:	0.80
Valore mediana:	0.00
Deviaz. Standard:	1.21

inquinante :	NO
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	81.50
Valore medio:	5.66
Valore mediana:	0.00
Deviaz. Standard:	12.63

inquinante :	NO2
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	28.10
Valore medio:	4.34
Valore mediana:	2.41
Deviaz. Standard:	5.55

inquinante :	NOx
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	109.00
Valore medio:	10.00
Valore mediana:	4.01
Deviaz. Standard:	16.70

inquinante :	CO
	mg/mc
Valore minimo:	0.20
Valore massimo:	1.11
Valore medio:	0.38
Valore mediana:	0.38
Deviaz. Standard:	0.14

inquinante :	HCNM
	mcg/mc
Valore minimo:	
Valore massimo:	
Valore medio:	
Valore mediana:	
Deviaz. Standard:	

inquinante :	PTS
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	164.00
Valore medio:	28.90
Valore mediana:	19.00
Deviaz. Standard:	28.85

inquinante :	OZONO
	mcg/mc
Valore minimo:	51.00
Valore massimo:	208.00
Valore medio:	99.27
Valore mediana:	95.50
Deviaz. Standard:	22.47

TABELLA n° 2a: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di agosto 1995 a Moncenisio

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	720	100.0	125 (*)	0	0.0	250					
NO2	370	51.4	200	0	0.0	400					
O3	720	100.0	180	7	1.0	360			200(**)	3	0.4
CO	634	88.1	15	0	0.0	30			40(***)		
PTS	720	100.0	150 (*)	0	0.0	300					

(*) MEDIA GIORNALIERA

(**)CONCENTRAZIONE MEDIA DI UN'ORA DA NON RAGGIUNGERE PIU' DI UNA VOLTA AL MESE

(***) MEDIA ORARIA

TABELLA n° 3: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di agosto 1995 a Moncenisio

ore	SO2	NO	NO2	OZONO	CO	PTS	NOx
00:00	0.5	1.9	2.4	99.1	0.4	19.8	4.3
01:00	0.6	1.8	2.2	100.5	0.4	17.6	4.0
02:00	0.6	1.9	2.1	100.0	0.4	20.8	4.0
03:00	0.5	1.8	2.3	99.6	0.4	18.7	4.1
04:00	0.6	1.9	2.2	96.2	0.4	19.4	4.1
05:00	0.6	0.3	5.7	94.8	0.4	20.9	6.0
06:00	0.4	0.4	2.3	95.8	0.4	14.7	2.7
07:00	0.4	0.5	2.0	92.7	0.4	16.2	2.4
08:00	0.7	0.5	2.0	91.4	0.4	13.5	2.5
09:00	0.9	1.4	2.8	93.5	0.4	20.4	4.2
10:00	1.0	2.1	4.0	91.5	0.4	30.7	6.1
11:00	1.1	3.4	5.8	94.5	0.4	32.6	9.3
12:00	1.0	6.4	6.1	97.0	0.3	35.5	12.5
13:00	0.9	12.8	7.0	102.0	0.3	30.9	19.8
14:00	1.1	16.8	7.8	105.7	0.3	33.7	24.6
15:00	1.1	19.6	8.1	106.9	0.4	44.8	27.7
16:00	1.1	18.1	7.4	108.2	0.4	39.8	25.5
17:00	1.2	13.7	7.1	111.0	0.4	48.5	20.8
18:00	1.2	9.5	6.5	110.2	0.4	51.0	16.0
19:00	1.0	6.7	5.8	104.5	0.4	47.9	12.5
20:00	0.8	5.0	4.9	98.2	0.4	38.6	9.9
21:00	0.6	4.4	4.0	93.3	0.4	29.6	8.4
22:00	0.6	3.8	2.8	96.6	0.4	24.3	6.6
23:00	0.5	3.9	2.4	99.3	0.4	23.8	6.2

TABELLA n° 4: distribuzione di frequenza relative alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di agosto 1995 a Moncenisio

SO2	n° volte	% PSO2
1	535	74.3
2	78	10.8
3	65	9.0
4	24	3.3
5	9	1.3
6	8	1.1
7	1	0.1
TOTALE	720	

NO2	n° volte	% PNO2
5	237	64.1
10	77	20.8
15	34	9.2
20	15	4.1
25	4	1.1
30	3	0.8
TOTALE	370	

O3	n° volte	% PO3
75	71	9.9
100	373	51.8
125	203	28.2
150	46	6.4
175	18	2.5
200	6	0.8
225	3	0.4
TOTALE	720	

NO	n° volte	% PNO
5	275	74.3
10	29	7.8
15	16	4.3
20	16	4.3
25	11	3.0
30	11	3.0
35	1	0.3
40	1	0.3
45	0	0.0
50	2	0.5
55	0	0.0
60	1	0.3
65	0	0.0
70	2	0.5
75	3	0.8
80	1	0.3
85	1	0.3
TOTALE	370	

PTS	n° volte	% PPTS
30	484	67.2
60	129	17.9
90	73	10.1
120	20	2.8
150	11	1.5
180	3	0.4
TOTALE	720	

NOx	n° volte	% PNOx
5	202	54.6
10	54	14.6
15	28	7.6
20	21	5.7
25	20	5.4
30	22	5.9
35	4	1.1
40	4	1.1
45	3	0.8
50	1	0.3
55	1	0.3
60	0	0.0
65	1	0.3
70	0	0.0
75	1	0.3
80	1	0.3
85	2	0.5
90	0	0.0
95	1	0.3
100	3	0.8
105	0	0.0
110	1	0.3
TOTALE	370	

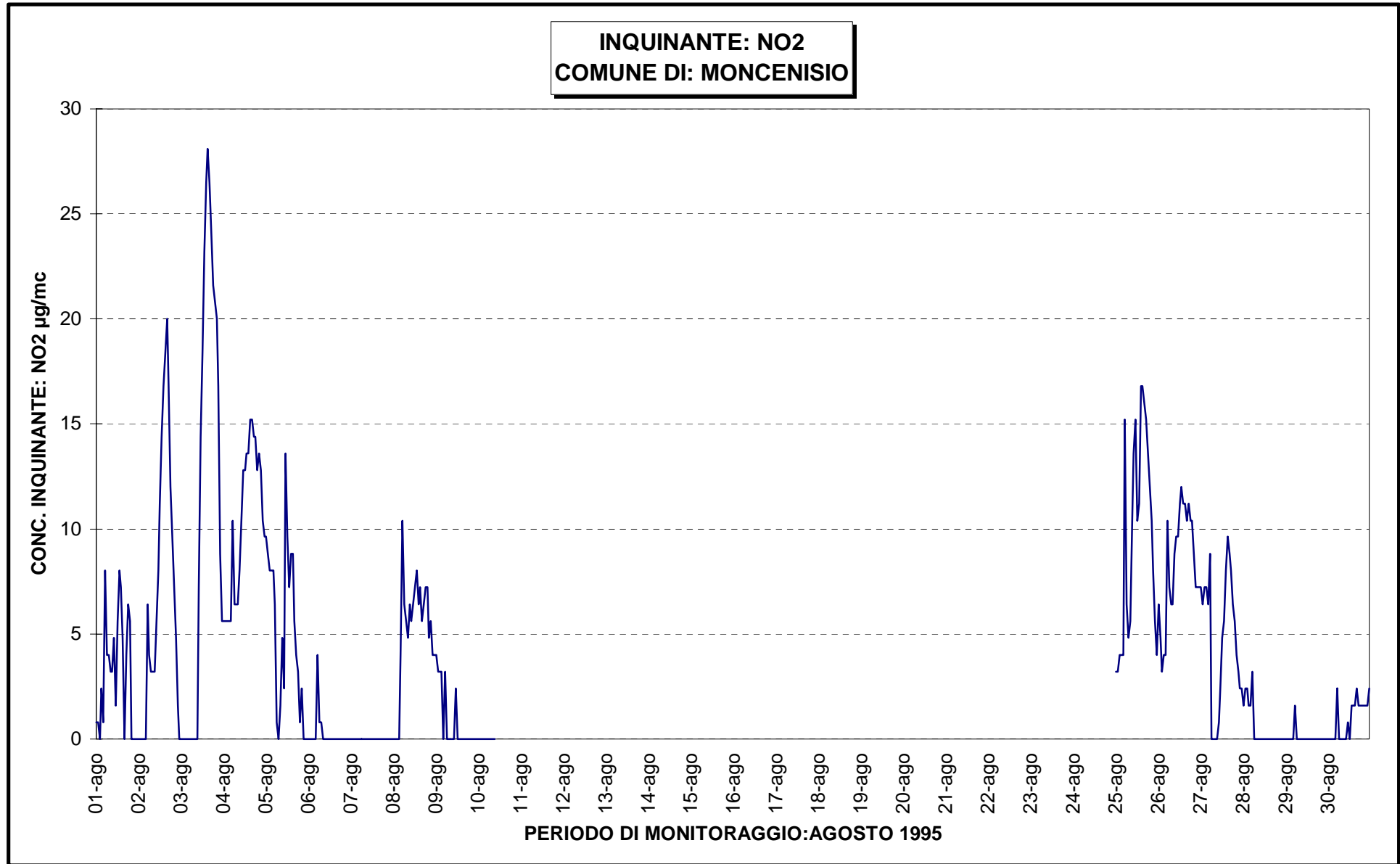
CO	n° volte	% PCO
0.2	83	13.1
0.4	297	46.8
0.6	229	36.1
0.8	23	3.6
1	1	0.2
1.2	1	0.2
TOTALE	634	

4.2.1 - NO - NO₂ - NO_x - Ossidi di Azoto

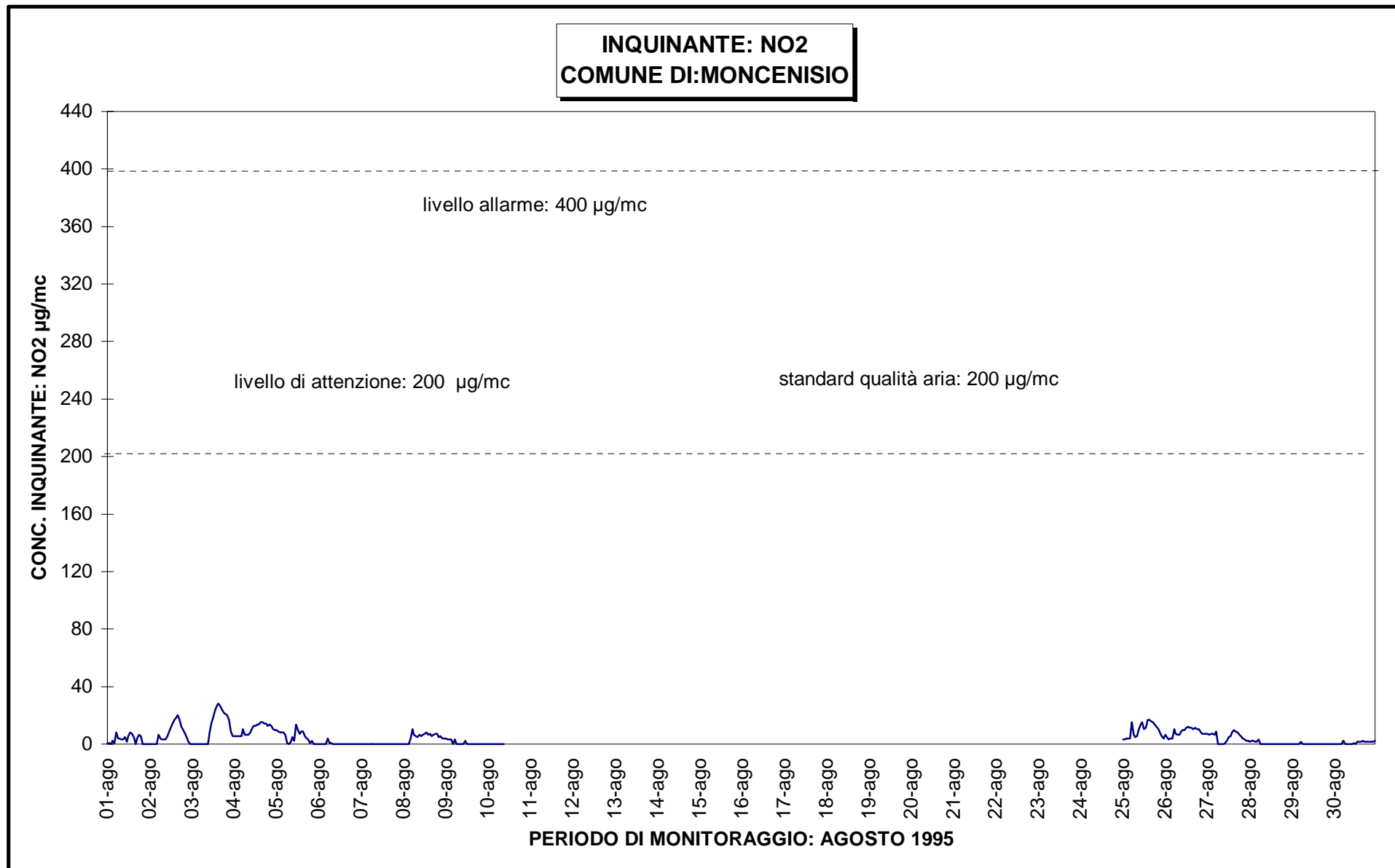
Il biossido di azoto (NO₂) presenta valori ampiamente al di sotto dei livelli di attenzione e di qualità dell'aria con punte massime di 28. mcg/mc.

Dall'elaborazione del giorno medio si evidenzia un primo massimo tra le 4:00 e le 6:00 del mattino e un secondo massimo compreso in un ampio intervallo orario tra le 13:00 e le 17:00.

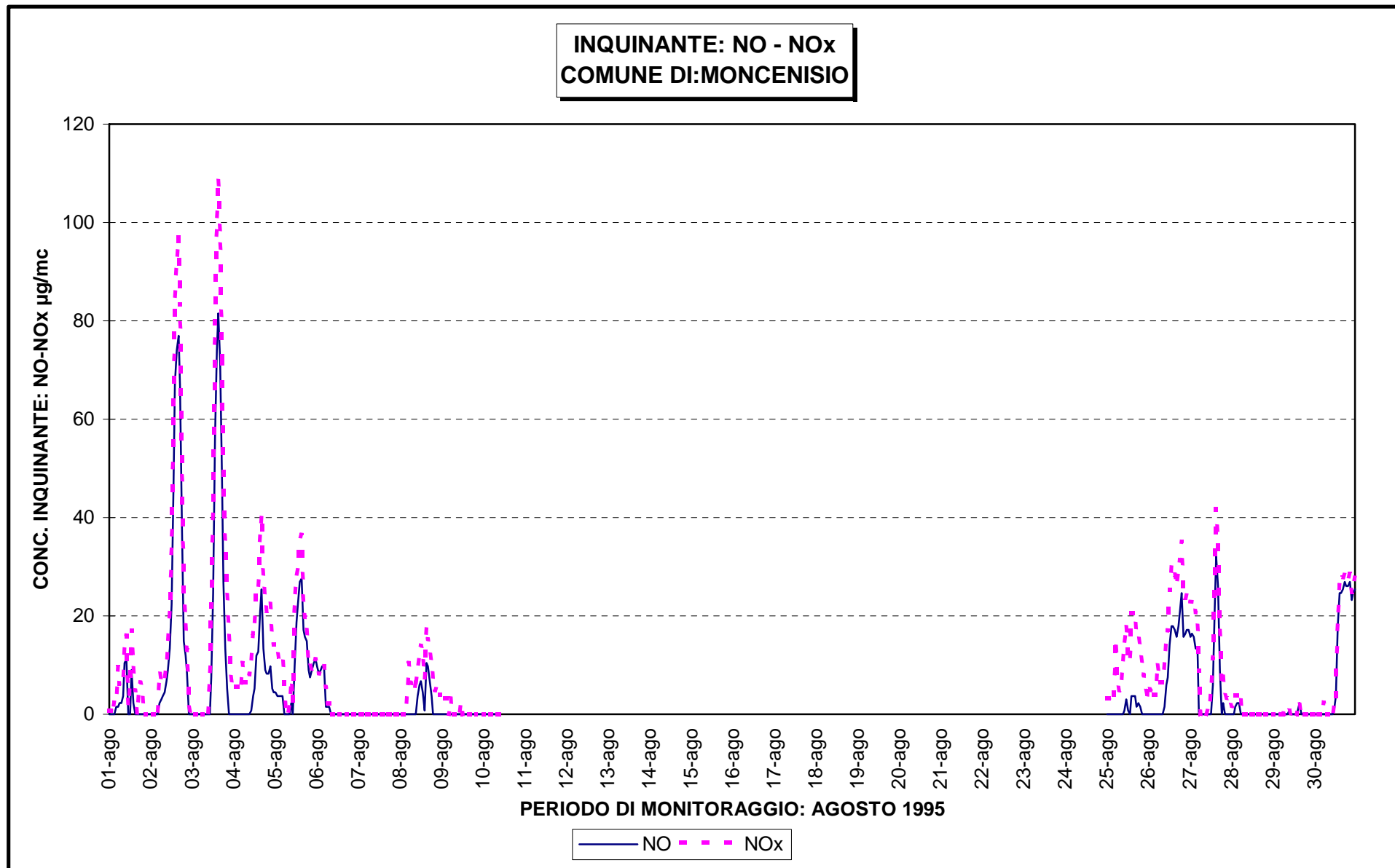
NO2: andamento medie orarie - 1° periodo -



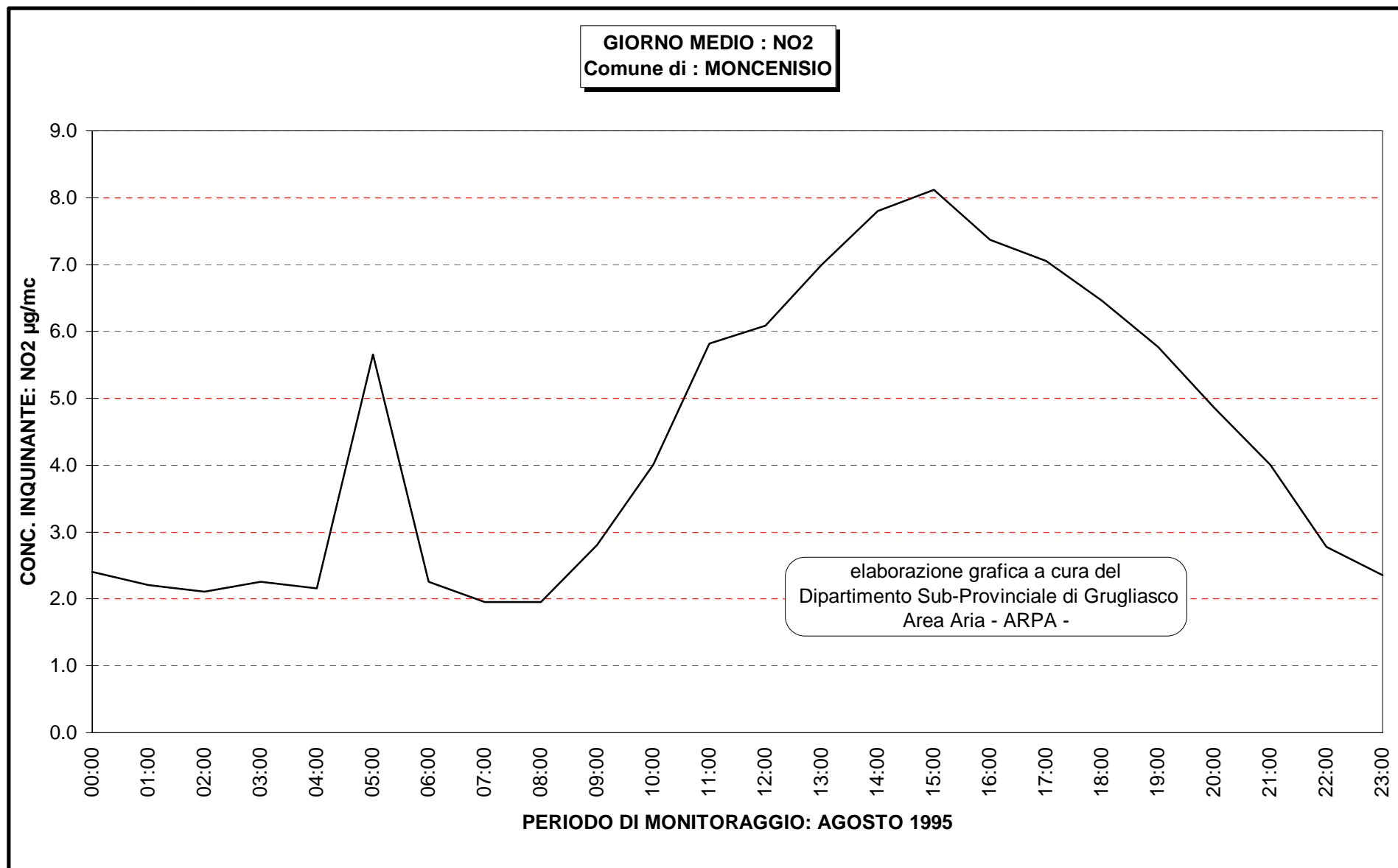
NO2: limiti di legge - 1° periodo -



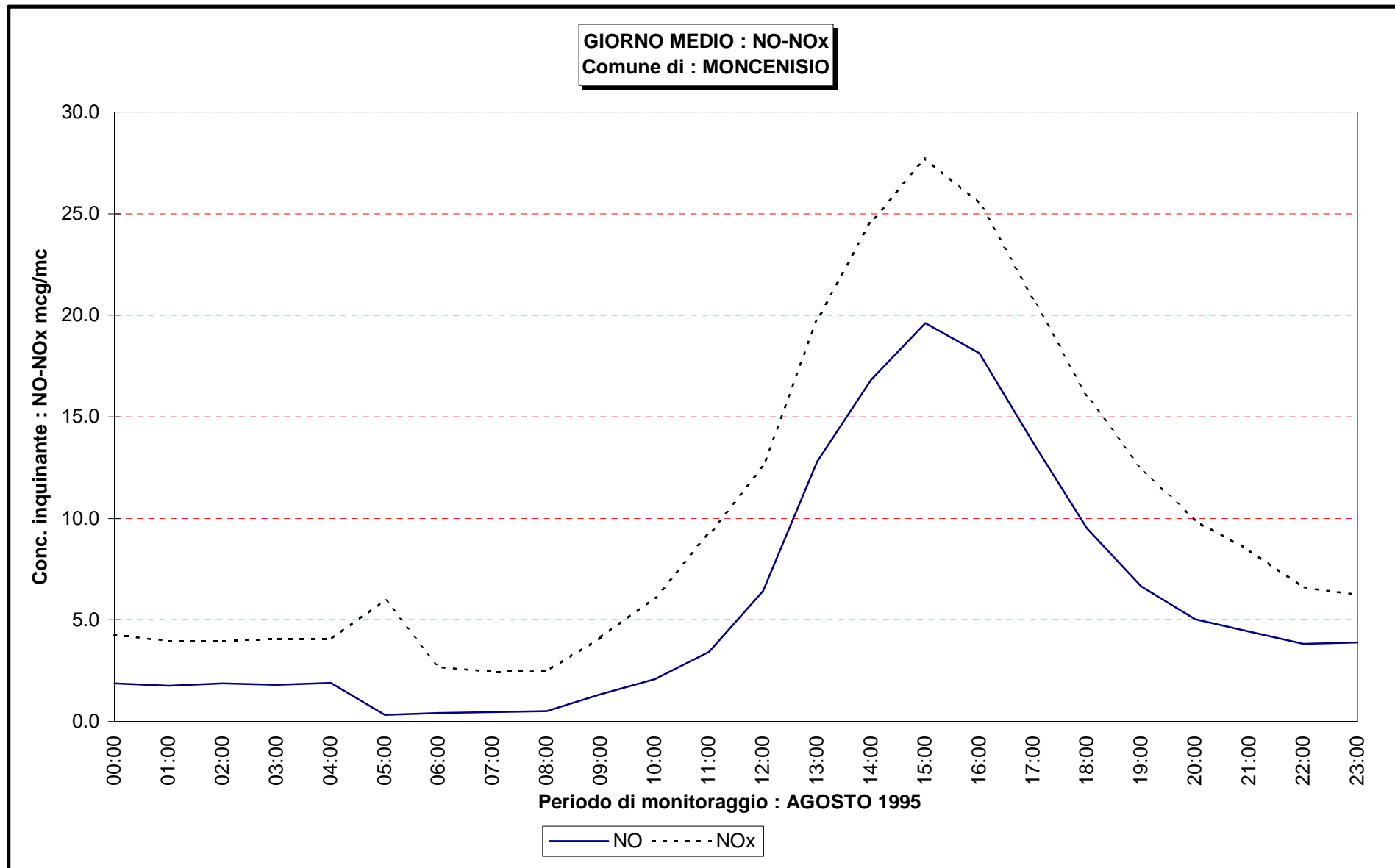
NO -NOx: medie orarie - 1° periodo -



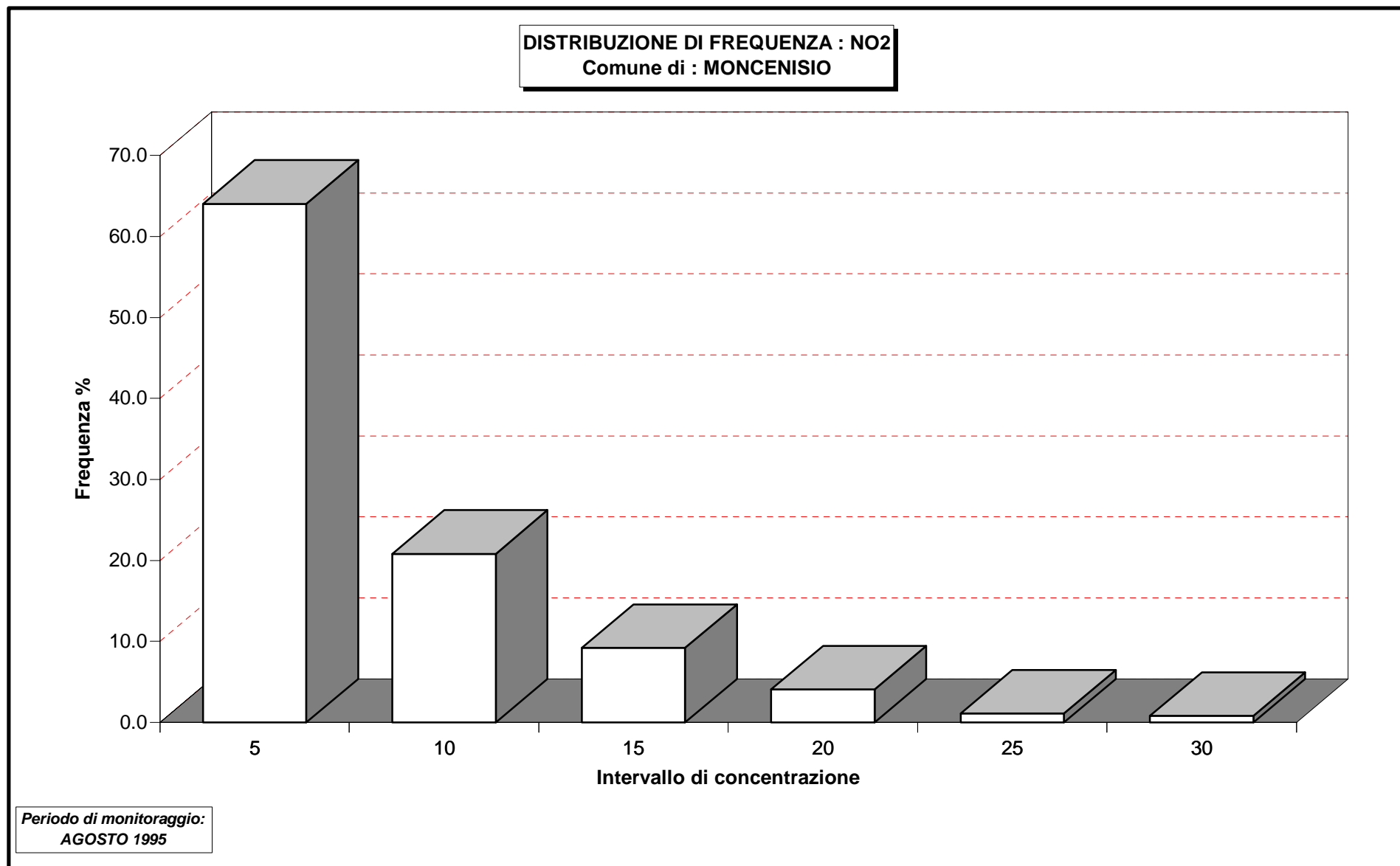
NO2: andamento giorno medio - 1° periodo -



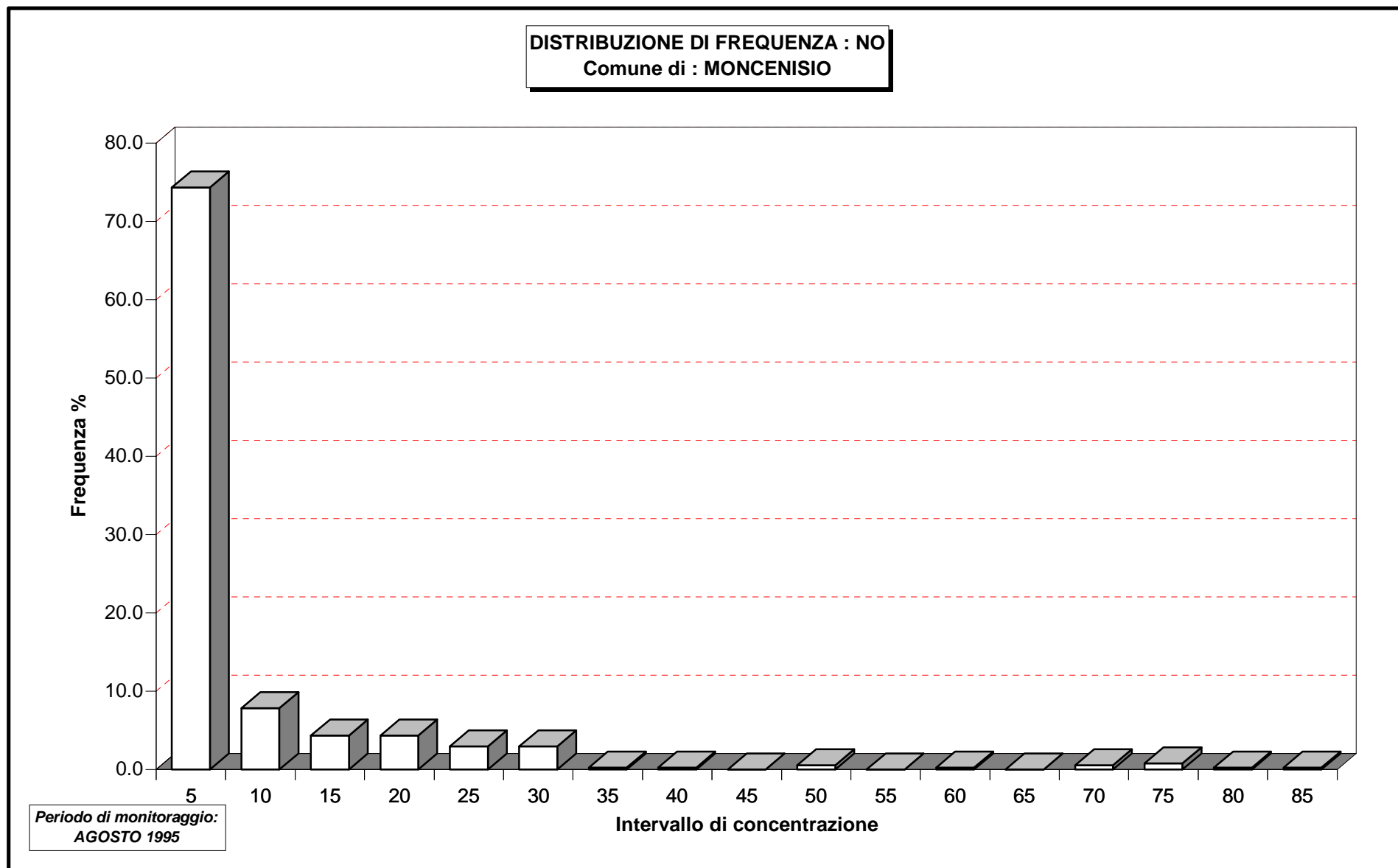
NO-NOx: andamento giorno medio - 1° periodo -



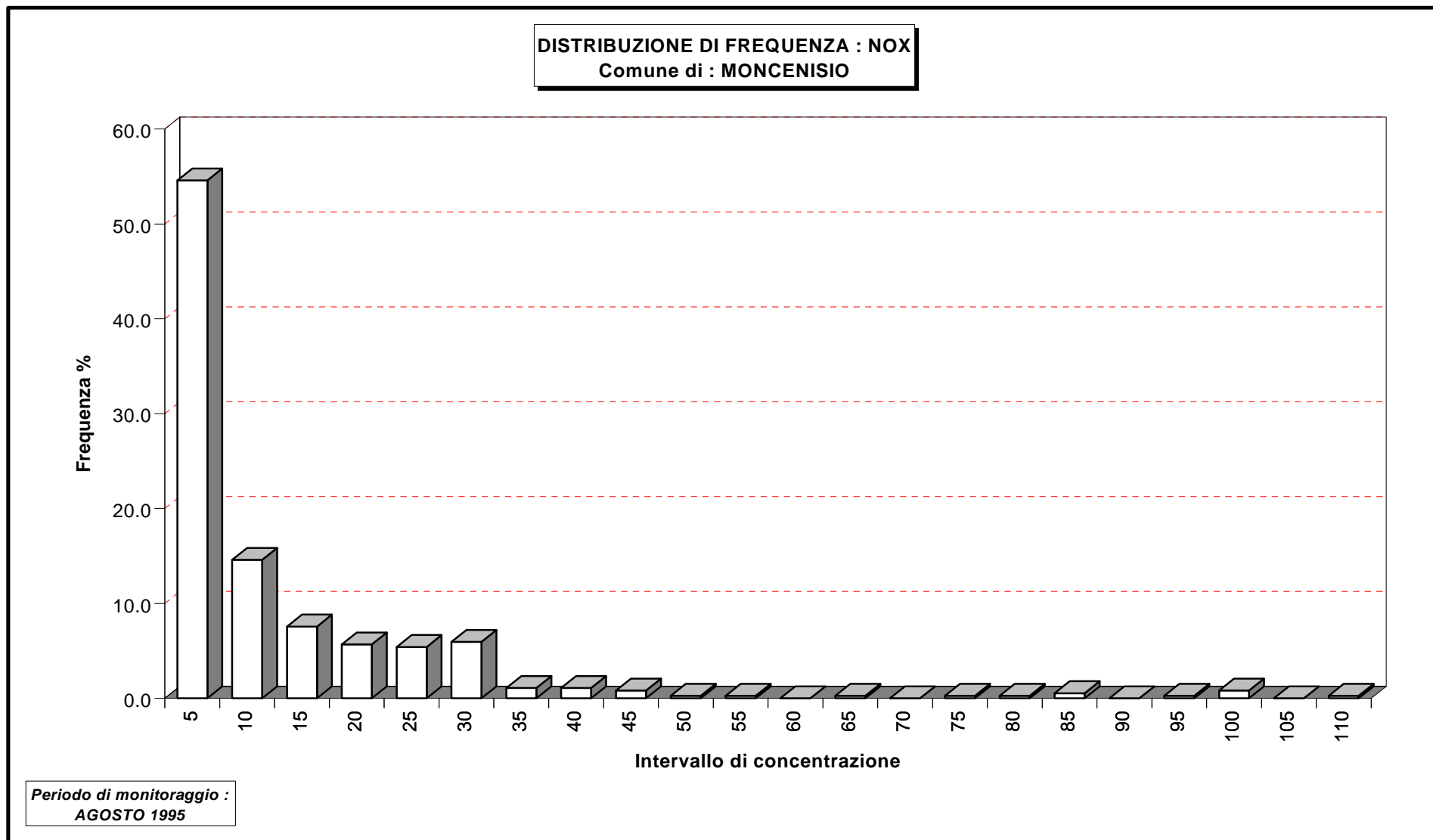
NO2: distribuzioni di frequenza - 1° periodo -



NO: distribuzioni di frequenza - 1° periodo -



NOx: distribuzioni di frequenza - 1° periodo -



4.2.3 - Ozono - (O₃)

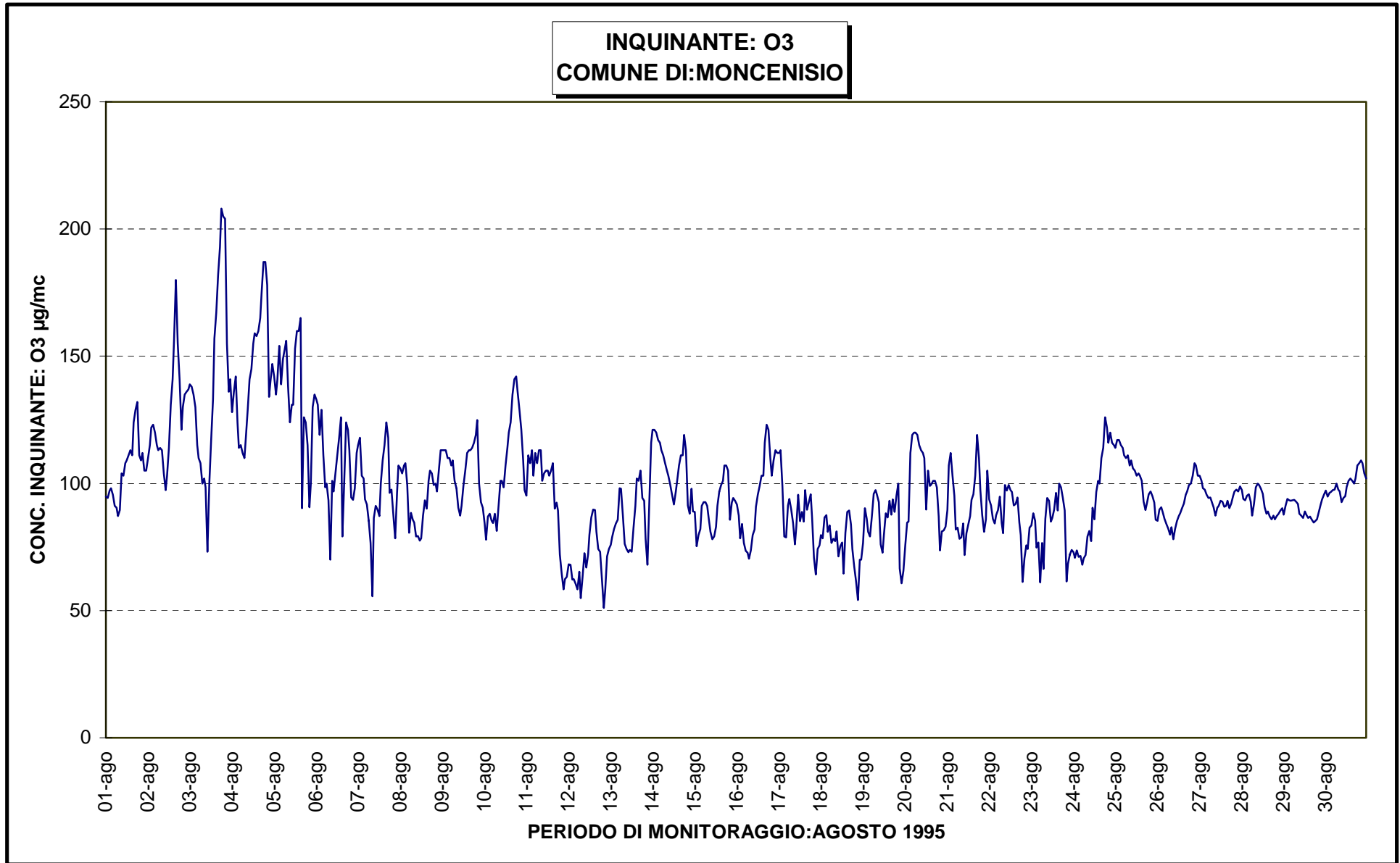
Per la valutazione dei dati relativi a questo parametro occorre ricordare quanto detto nel capitolo 2.3.

Nel periodo estivo si sono verificati 7 superamenti del livello di attenzione (180 µg/mc) e 3 superamenti dello standard di qualità dell'aria (200 µg/mc) con una punta massima di 208 µg/mc.

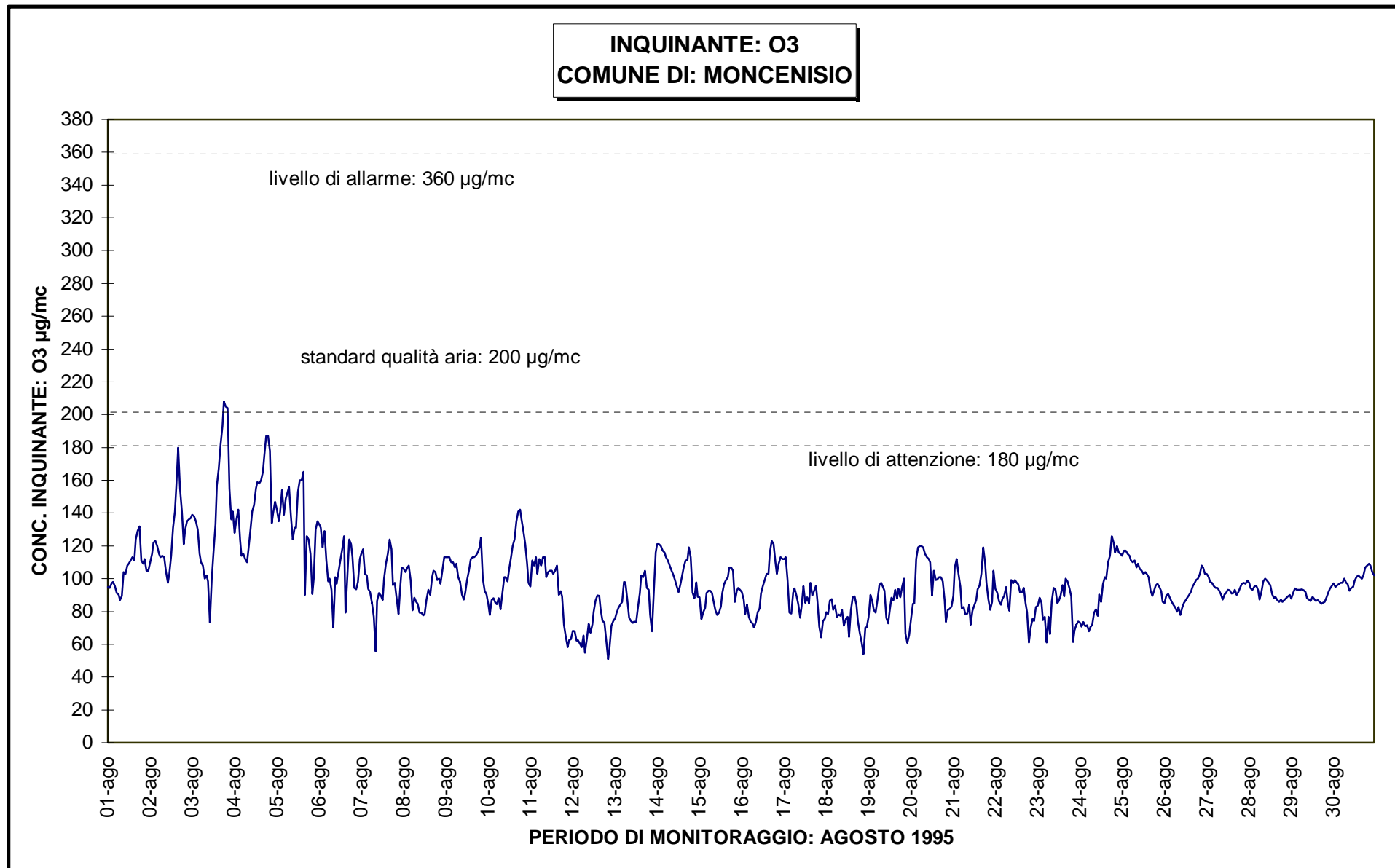
Il giorno medio evidenzia , a differenza della tipica situazione di un sito di pianura, una relativa costanza dei valori nell'arco della giornata, ad indicare fenomeni di accumulo di ozono.

Per poter meglio analizzare e quantificare l'inquinamento da ozono in alta quota si è proceduto ad una ulteriore elaborazione che tiene conto dei nuovi limiti stabiliti dal D.M. 16.5.96. emesso a seguito della Direttiva 92/72 dell'U.E.

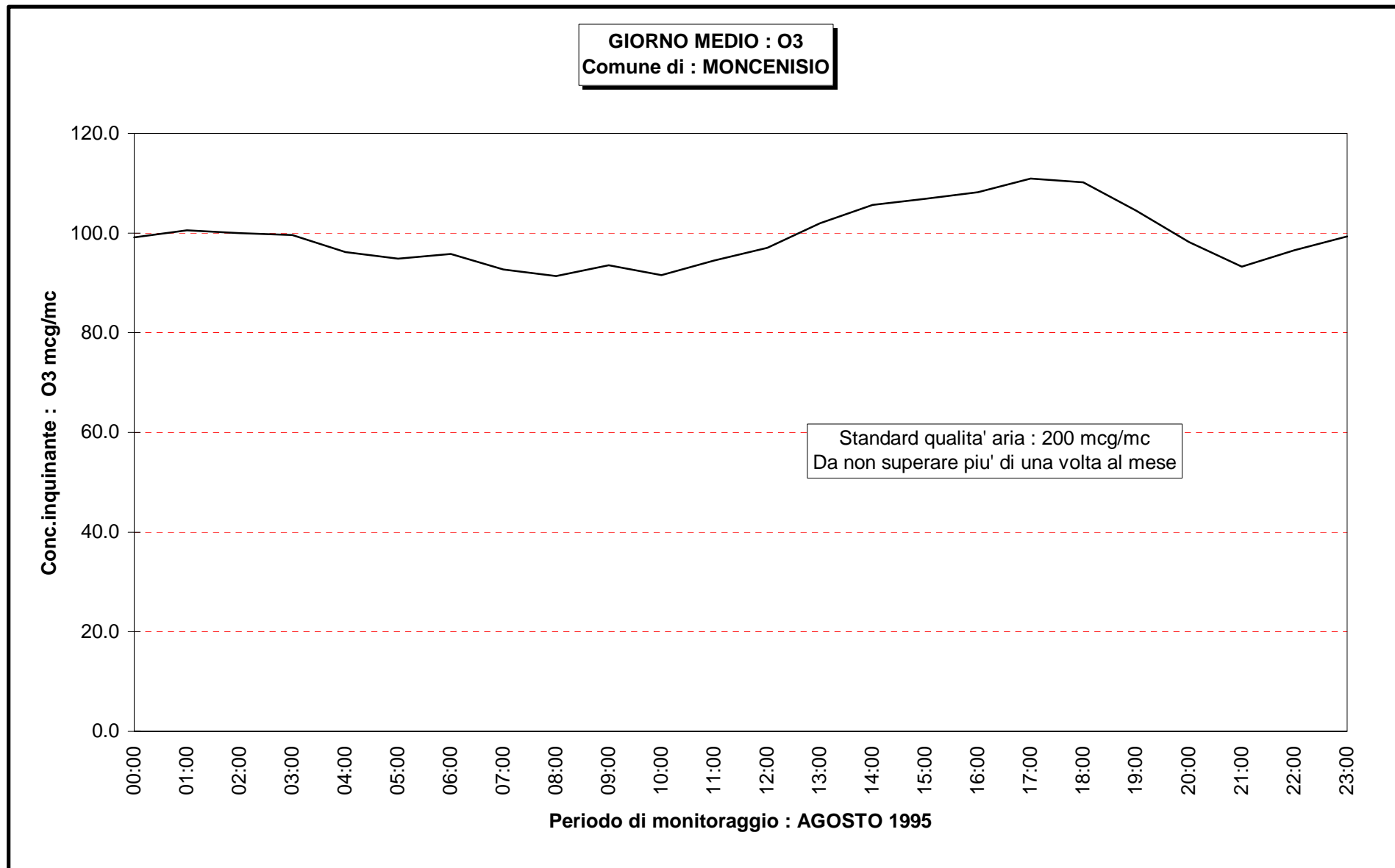
O3: andamento medie orarie - 1° periodo -



O3: limiti di legge - 1° periodo -



O3: giorno medio - 1° periodo -



O3: distribuzioni di frequenza - 1° periodo -

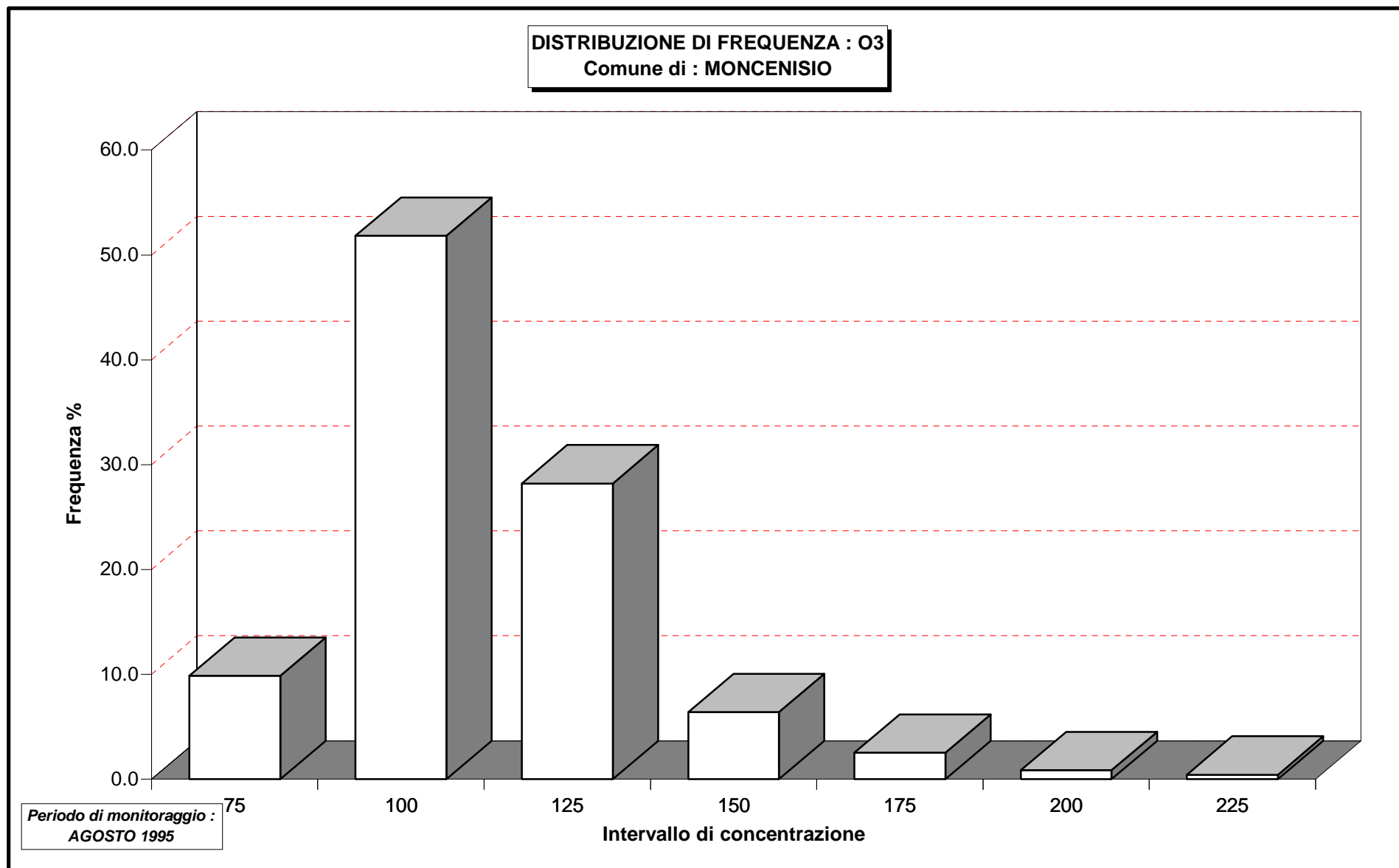


Tabella n° 5: tabella riassuntiva dei superamenti di ozono - Moncenisio - 1° periodo

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		SOGLIA PROTEZIONE SALUTE	NUMERO DI SUPERAMENTI		SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%
OZONO	720	100	110 (1)	110	22	200 (2)	3	0.4
OZONO	720	100				65 (3)	30	100

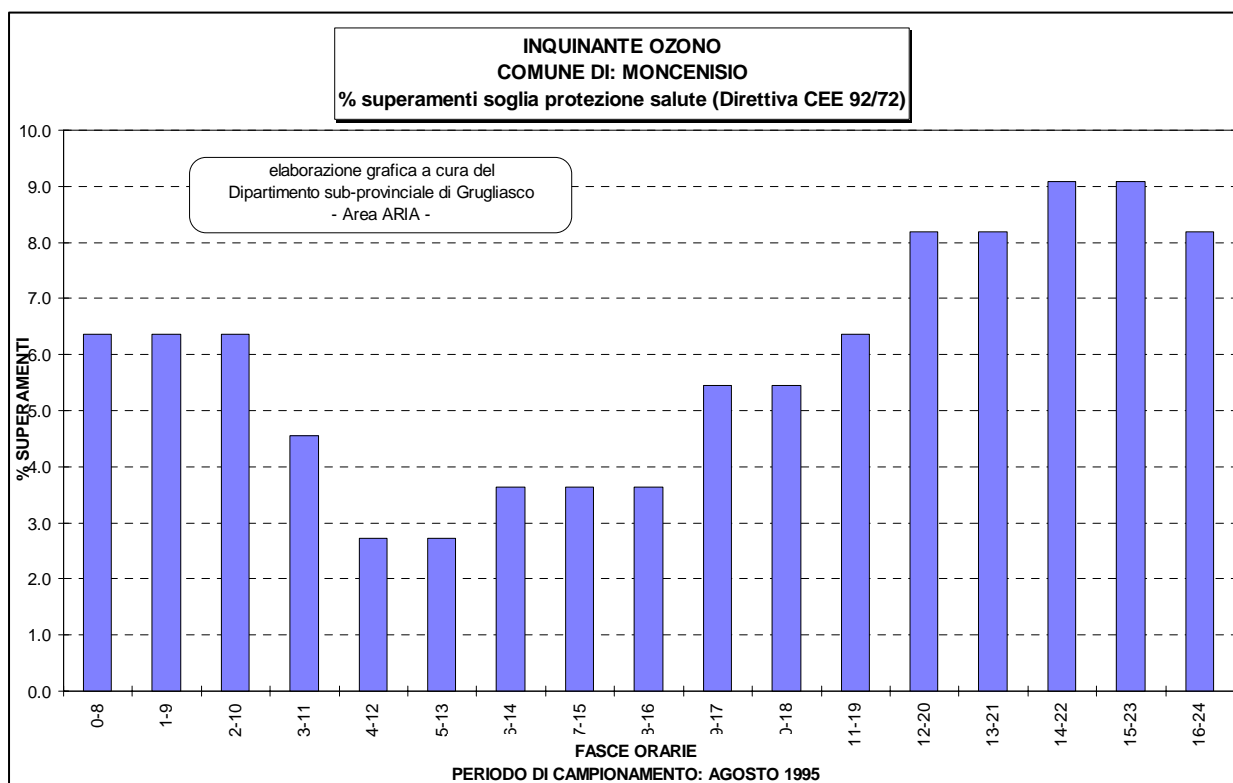
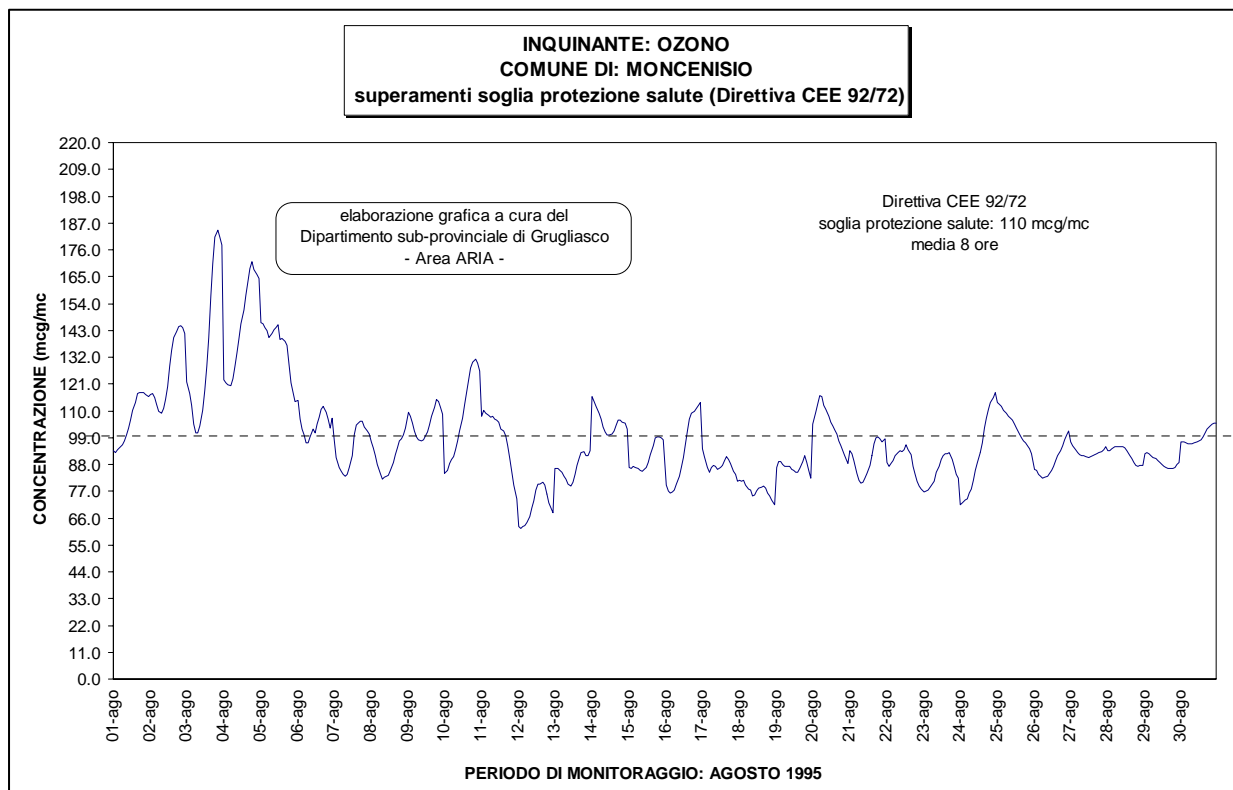
(1) media trascinata calcolata sulle 8 ore

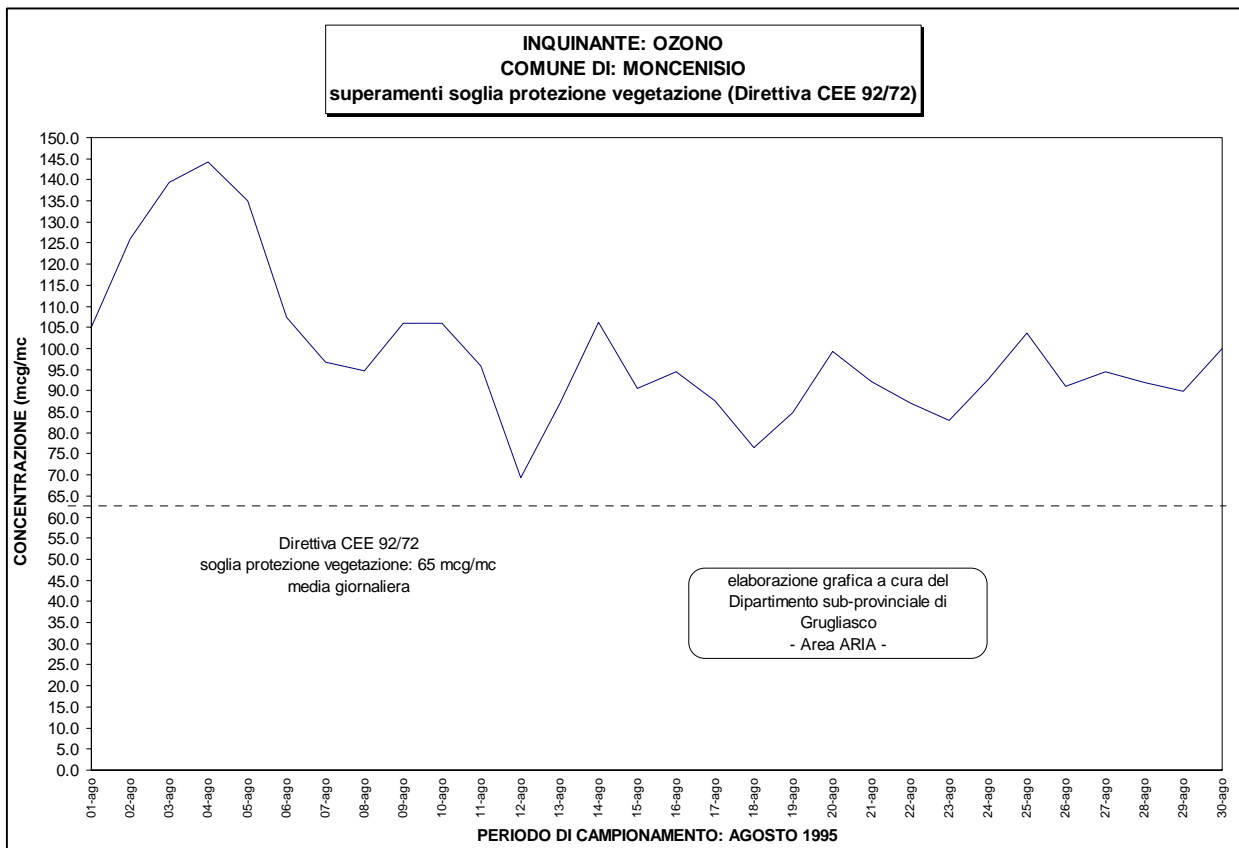
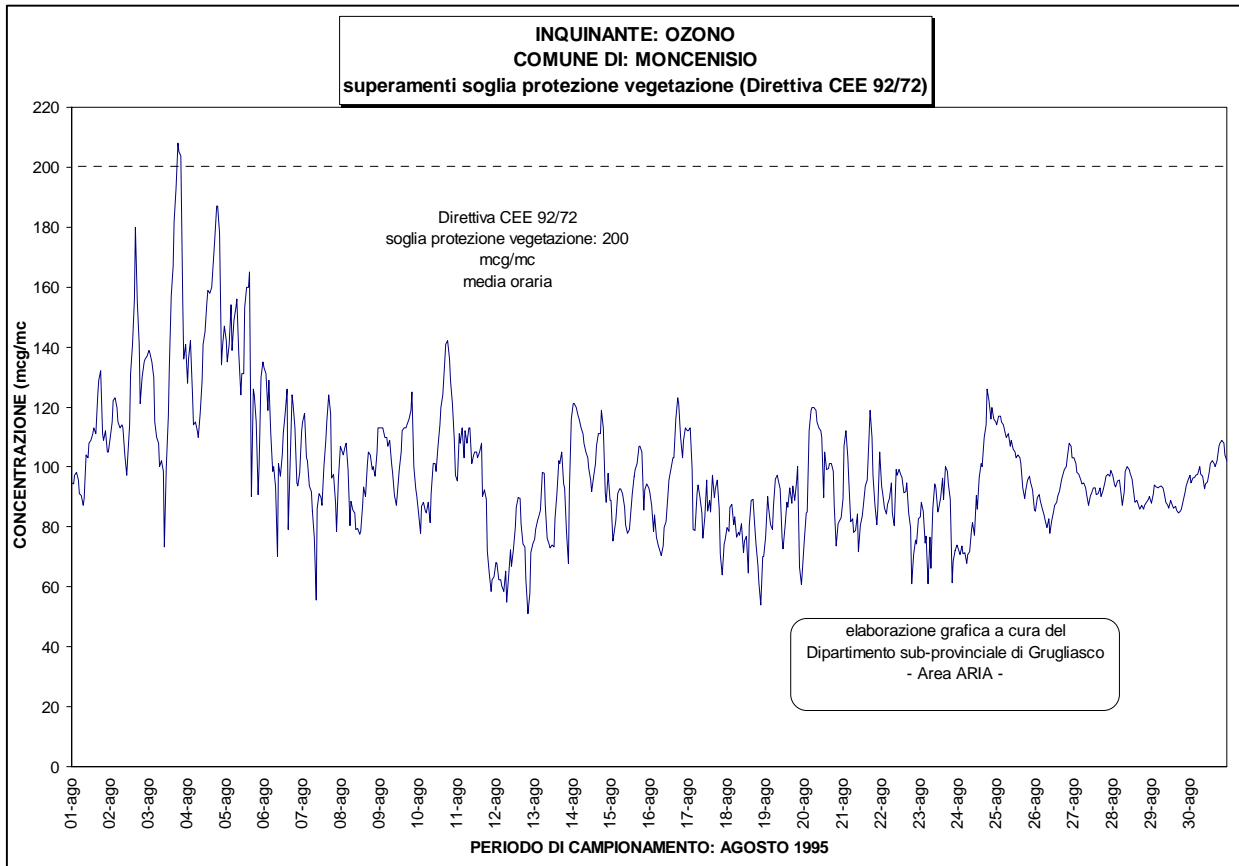
(2) media oraria

(3) media giornaliera

Tabella n° 6: superamenti delle diverse fasce orarie - Moncenisio -
1° periodo

fascia oraria	numero superamenti	percentuale superamenti rispetto al totale superamenti
0-8	7	6.4
1-9	7	6.4
2-10	7	6.4
3-11	5	4.5
4-12	3	2.7
5-13	3	2.7
6-14	4	3.6
7-15	4	3.6
8-16	4	3.6
9-17	6	5.5
10-18	6	5.5
11-19	7	6.4
12-20	9	8.2
13-21	9	8.2
14-22	10	9.1
15-23	10	9.1
16-24	9	8.2
SOMMA	110	





4.5 - Composti organici volatili - VOC.

Per dare completezza alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria sono stati eseguiti dei campionamenti per rilevare e quantizzare i principali composti organici volatili (VOC).

Si è proceduto ad un campionamento di aria con contenitori di TEDLAR e ad analisi dei V.O.C. mediante tecnica gascromatografica con criofocalizzazione.

Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive dei diversi campionamenti.

Per quanto riguarda i VOC nel loro complesso, si può assumere come confronto il limite di 200 $\mu\text{g}/\text{mc}$ previsto dal D.P.C.M. 30/83 per gli idrocarburi non metanici ai fini della prevenzione della formazione di smog fotochimico.

Esprimendo, come previsto dal D.P.C.M. citato, gli idrocarburi come carbonio, si ottengono i risultati riassunti nelle pagine seguenti.

Il confronto con il citato limite di 200 $\mu\text{g}/\text{mc}$ va effettuato tenendo conto che esso si riferisce ad una media di tre ore, mentre le misure effettuate nel corso della presente campagna sono relative a prelievi puntuali di durata superiore.

Per il commento ai dati si rimanda al capitolo relativo alle conclusioni.

TABELLA N° 7: monitoraggio V.O.C. del 22 agosto 1995: valutazione statistica

LOCALITA:	MONCENISIO
-----------	------------

Sito di monitoraggio	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n- Pentano	1-3 Butadiene	n- Esano
1	22/08/95	11-15	1.42	2.23	8.06	0.67	17.77	20.2	0.77	173.41
2	22/08/95	15-19	1.33	2.21	8.26		5.84	26.41	0.83	156.58
3	23/08/95	23-03	1.38	2.24	6.28		2.84	16.4	0.78	59.77
4	23/08/95	03-07	1.34	7.8	37.04		3.13	18.03	0.8	54.86
Val. MINIMO			1.3	2.2	6.3	0.7	2.8	16.4	0.8	54.9
Val. MASSIMO			1.4	7.8	37.0	0.7	17.8	26.4	0.8	173.4
Val. MEDIO			1.4	3.6	14.9	0.7	7.4	20.3	0.8	111.2
DEVIAZIONE STANDARD			0.0	2.8	14.8	0.0	7.0	4.4	0.0	62.6

Sito di monitoraggio	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			n- Eptano	Benzene	Toluene	m+p- Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	22/08/95	11-15	3.72	11.02	102.05	30.35	15.85			387.52
2	22/08/95	15-19	2.01	7.15	79.43	26.14	14.2			330.39
3	23/08/95	23-03	1.25	2.34	60.66	25.67	14.02			193.63
4	23/08/95	03-07	1.07	8.32	45.83	23.4	14.8			216.42
Val. MINIMO			1.1	2.3	45.8	23.4	14.0			193.6
Val. MASSIMO			3.7	11.0	102.1	30.4	15.9			387.5
Val. MEDIO			2.0	7.2	72.0	26.4	14.7			282.0
DEVIAZIONE STANDARD			1.2	3.6	24.3	2.9	0.8			92.4

TABELLA N° 7a : monitoraggio del 22/8/1995: valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C

Sito di monitoraggio	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n- Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	22/08/95	11-15	1.1	1.8	6.6	0.6	14.8	16.8	0.7	144.8
2	22/08/95	15-19	1.1	1.8	6.8	0.0	4.9	21.9	0.7	125.0
3	23/08/95	23-03	1.1	1.8	5.2	0.0	2.4	13.6	0.7	47.7
4	23/08/95	03-07	1.1	6.4	30.6	0.0	2.6	15.0	0.7	43.8
Val. MINIMO			1.1	1.8	5.2	0.6	2.4	13.6	0.7	43.8
Val. MASSIMO			1.1	6.4	30.6	0.6	14.8	21.9	0.7	144.8
Val. MEDIO			1.1	3.0	12.3	0.6	6.1	16.8	0.7	90.3
DEVIAZIONE STANDARD			0.0	2.3	12.2	0.0	5.9	3.6	0.0	52.1

Sito di monitoraggio	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			n-Eptano	Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	22/08/95	11-15	3.1	10.1	93.1	27.4	14.3	0.0	0.0	335
2	22/08/95	15-19	1.7	6.6	72.4	23.6	12.8	0.0	0.0	279
3	23/08/95	23-03	1.0	2.2	55.3	23.2	12.7	0.0	0.0	167
4	23/08/95	03-07	0.9	7.7	41.8	21.2	13.4	0.0	0.0	185
Val. MINIMO			0.9	2.2	41.8	21.2	12.7	0.0	0.0	167
Val. MASSIMO			3.1	10.1	93.1	27.4	14.3	0.0	0.0	335
Val. MEDIO			1.7	6.6	65.7	23.9	13.3	0.0	0.0	242
DEVIAZIONE STANDARD			1.0	3.3	22.2	2.6	0.7	0.0	0.0	80

4.2.4- Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.)

Si sono effettuati campionamenti finalizzati a quantizzare il livello di I.P.A. presenti nell'aria.

Il prelievo è stato eseguito captando su membrana in fibra di vetro un volume noto di aria; successivamente gli I.P.A. sono stati quantificati mediante Gascromatografia-Spettrometria di Massa

Il valore rilevato di benzo-a-pirene è ai limiti di rilevabilità del metodo. Il confronto con l'obiettivo di qualità, pari a 2,5 ng/mc, va effettuato tenendo conto che quest'ultimo si riferisce a misure su base annuale, mentre il prelievo della presente campagna è stato effettuato su un arco di 24 ore.

TABELLA n° 8: campionamenti IPA - Moncenisio - agosto 1995

	campione n° 7 dalle ore 11.00 del 22/08/95 alle ore 14.40 del 23/08/95
	(ng/Nmc)
naftalene	<0.1
acenaftilene	<0.1
acenaftene	<0.1
fluorene	<0.1
fenantrene	0.2
antracene	<0.1
fluorantene	0.5
pirene	0.3
benzo(a)antracene	0.2
crisene	0.3
benzo(b)fluorantene	<0.1
benzo(k)fluorantene	<0.1
benzo(a)pirene	0.1
indenopirene	<0.1
dibenzoantracene	<0.1
benzoperilene	<0.1
totale	1.6

CAPITOLO 5

ELABORAZIONE DATI RILEVATI NEL COMUNE DI MONCENISIO NEL MESE DI AGOSTO 1996.

5.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

5.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO:

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

5.3 - OSSIDI DI AZOTO (NO, NO₂, NO_x)

5.5 - OZONO (O₃)

5.6 - IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

5.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI - **Moncenisio - agosto 1996**

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

Si è registrata una presenza di vento quasi costante con velocità media di 1.45 m/sec con punte di 7.05 m/sec.

Non è stato possibile registrare i dati relativi ai parametri T.A. e U.R. perché i sensori non erano funzionanti.

Come già detto precedentemente per i diversi periodi di monitoraggio 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 notturne la predominante è ovest nord - ovest, mentre per le ore diurne la predominante è est nord est.

Tabella n° 9: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di agosto 1996 nel Comune di Moncenisio.

parametro	V.V. m/sec
% misure <0.5 m/sec:	15.7
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	7.05
Valore medio:	1.45
Valore mediana:	1.07
Deviaz.Standard:	1.13

parametro	U.R. %
Valore minimo:	
Valore massimo:	
Valore medio:	
Valore mediana:	
Deviaz.Standard:	

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	
Valore massimo:	
Valore medio:	
Valore mediana:	
Deviaz.Standard:	

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	717.00
Valore massimo:	742.00
Valore medio:	730.56
Valore mediana:	730.00
Deviaz.Standard:	5.37

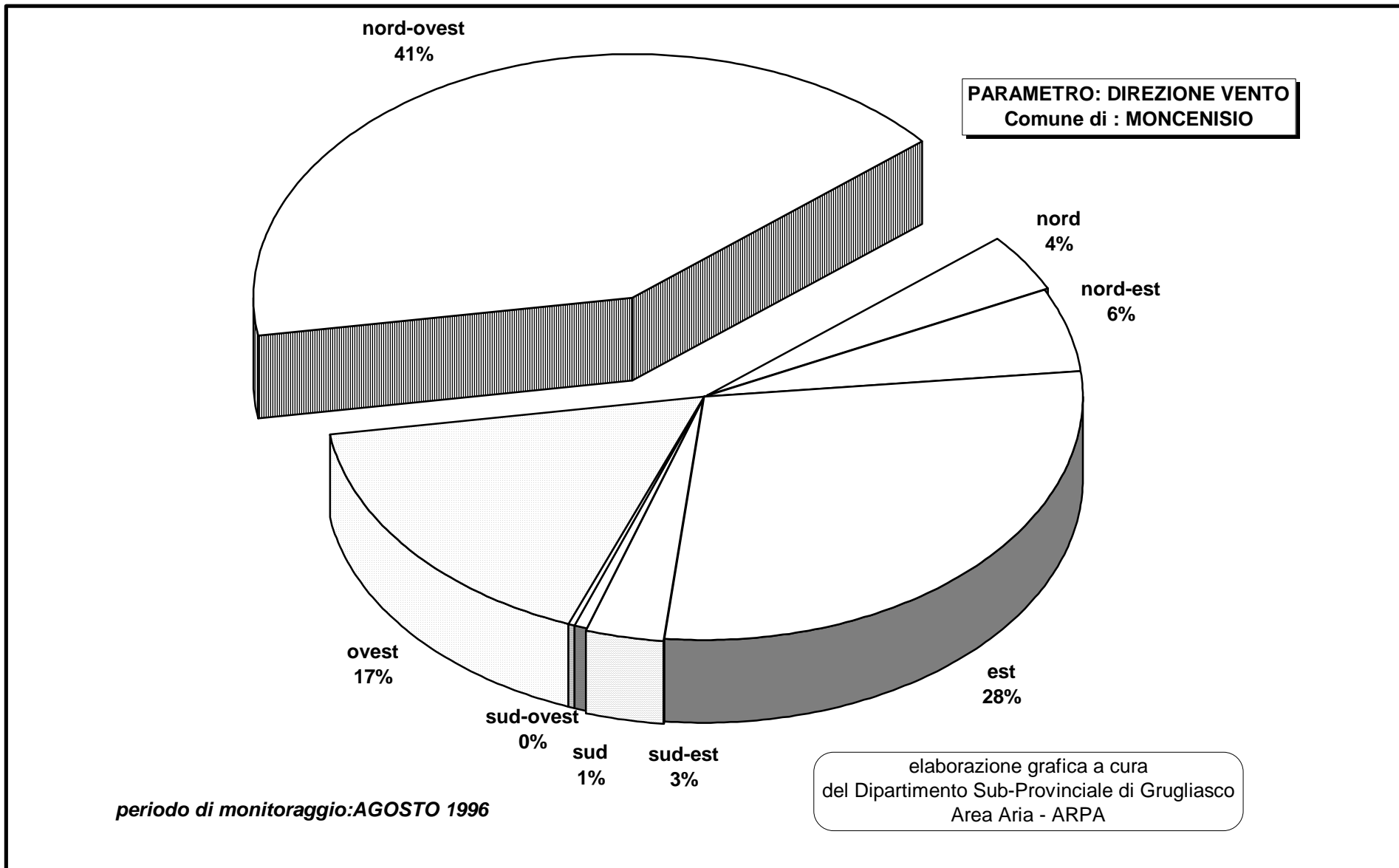
parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	7.32
Valore massimo:	692.00
Valore medio:	135.96
Valore mediana:	28.30
Deviaz.Standard:	185.61

direzione vento ore totali	
nord	20
nord-est	30
est	149
sud-est	17
sud	3
sud-ovest	1
ovest	88
nord-ovest	218
totale	526

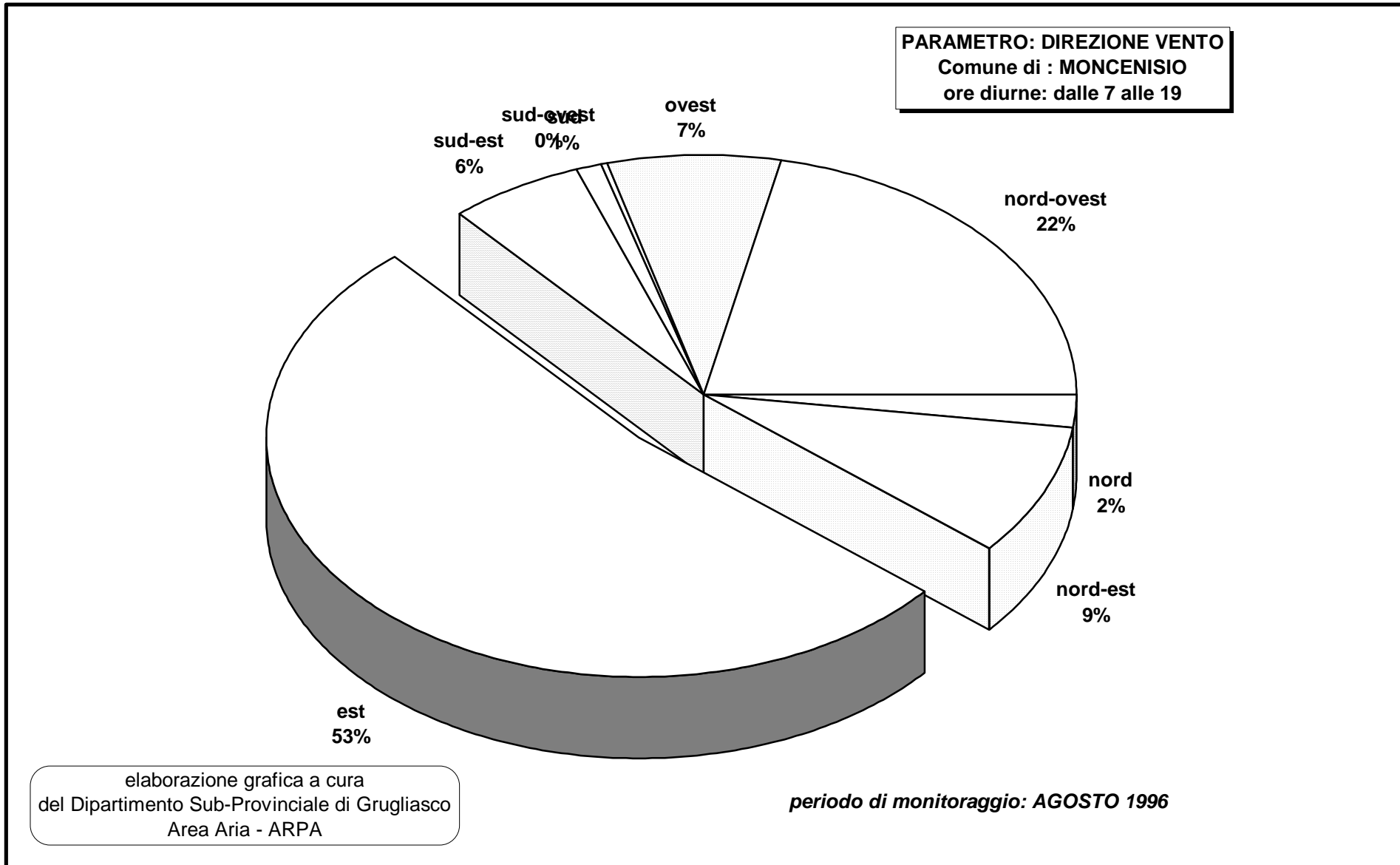
direzione vento ore diurne	
nord	6
nord-est	25
est	148
sud-est	17
sud	3
sud-ovest	1
ovest	21
nord-ovest	61
totale	282

direzione vento ore notturne	
nord	14
nord-est	5
est	1
sud-est	0
sud	0
sud-ovest	0
ovest	67
nord-ovest	157
totale	244

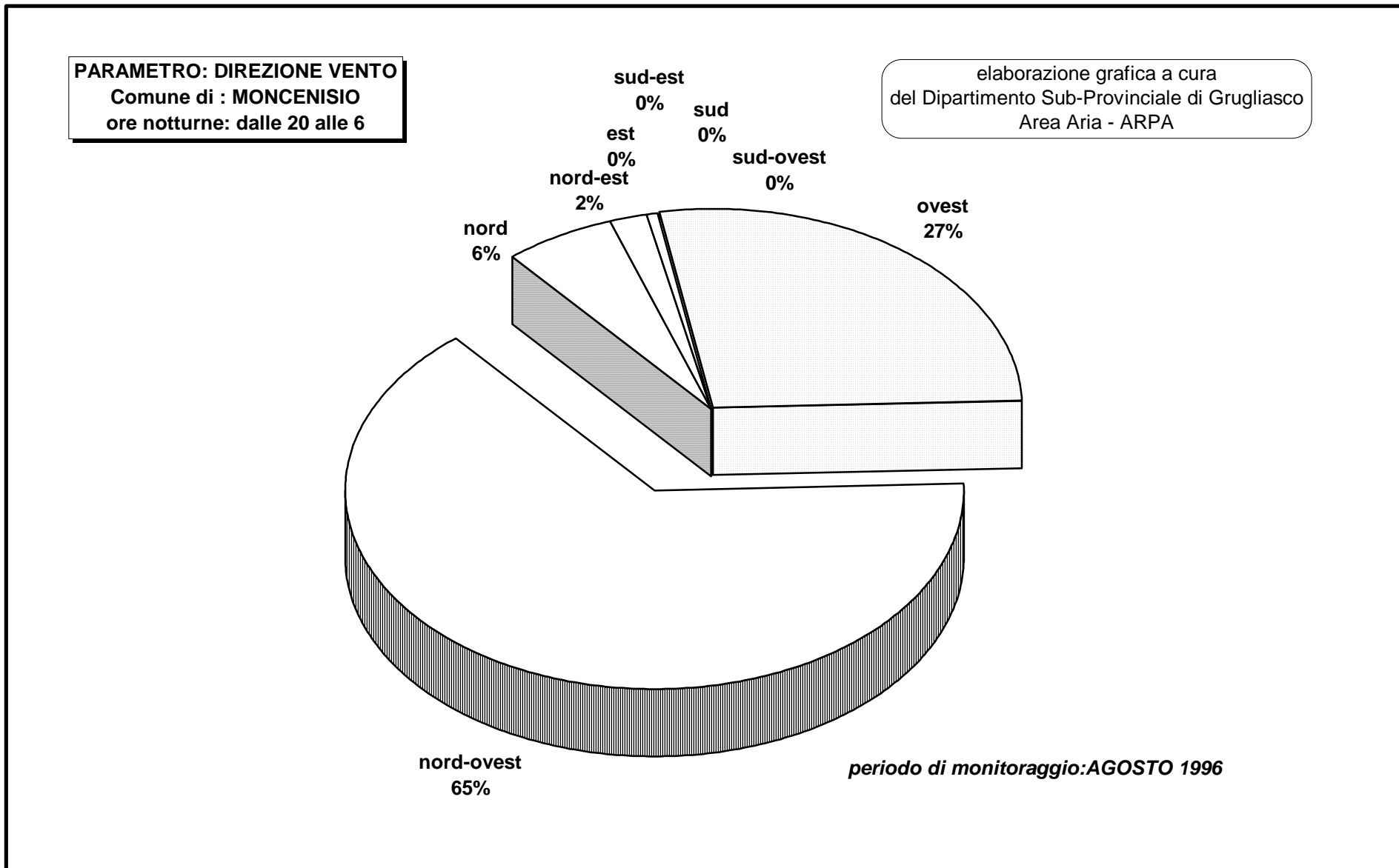
parametro D.V. - 2° periodo -



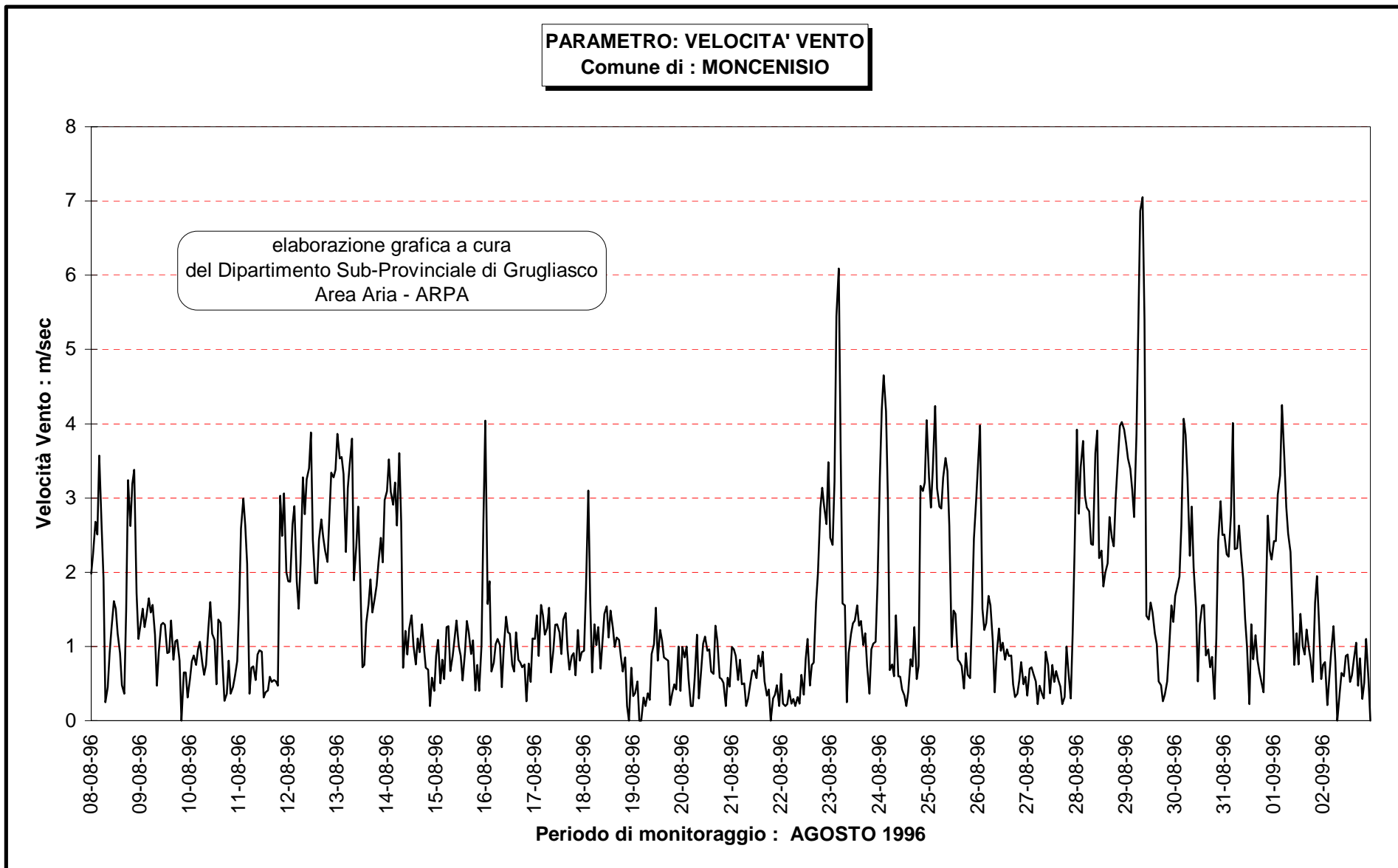
parametro D.V. ore diurne - 2° periodo -

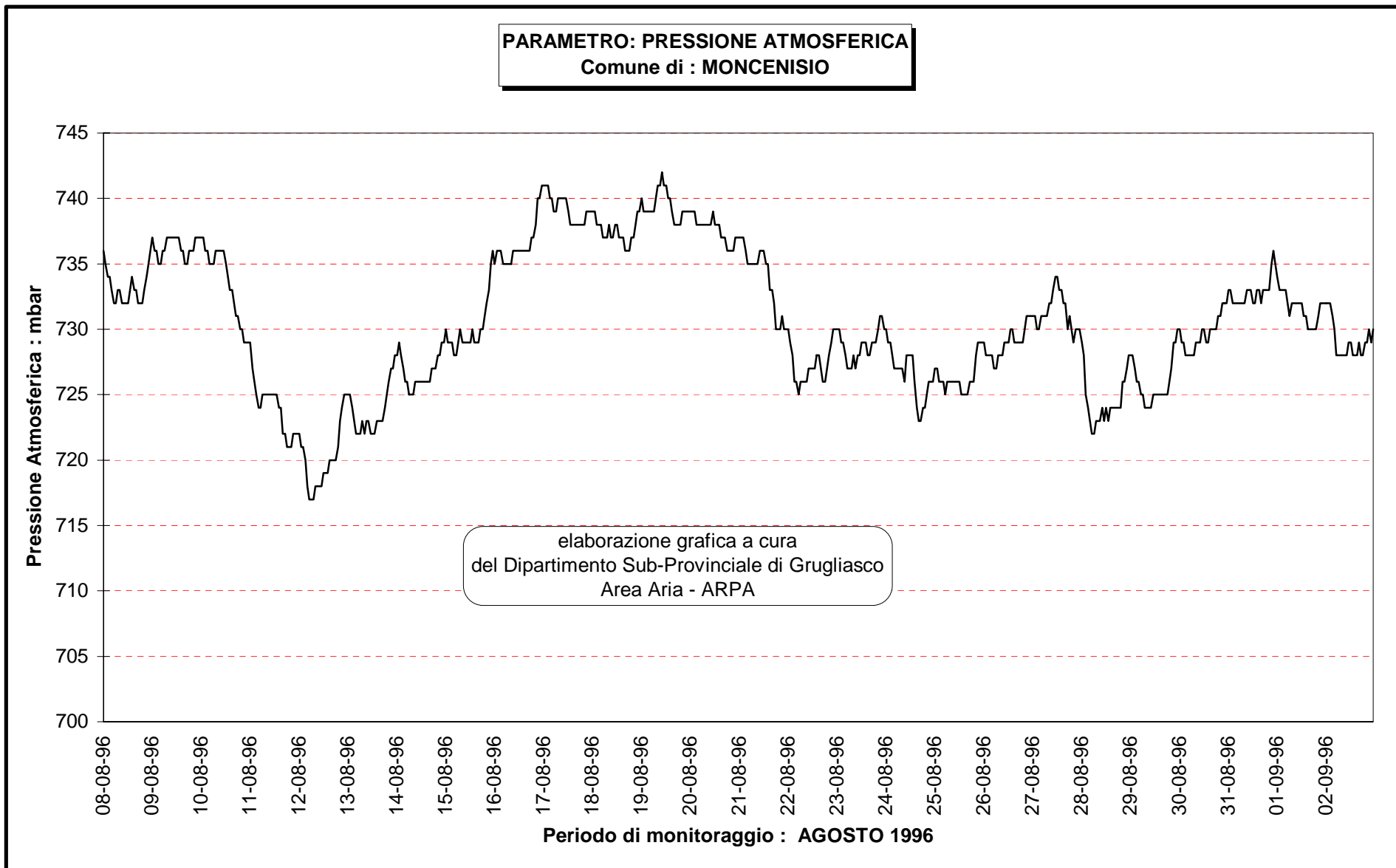


parametro D.V. ore notturne - 2° periodo -

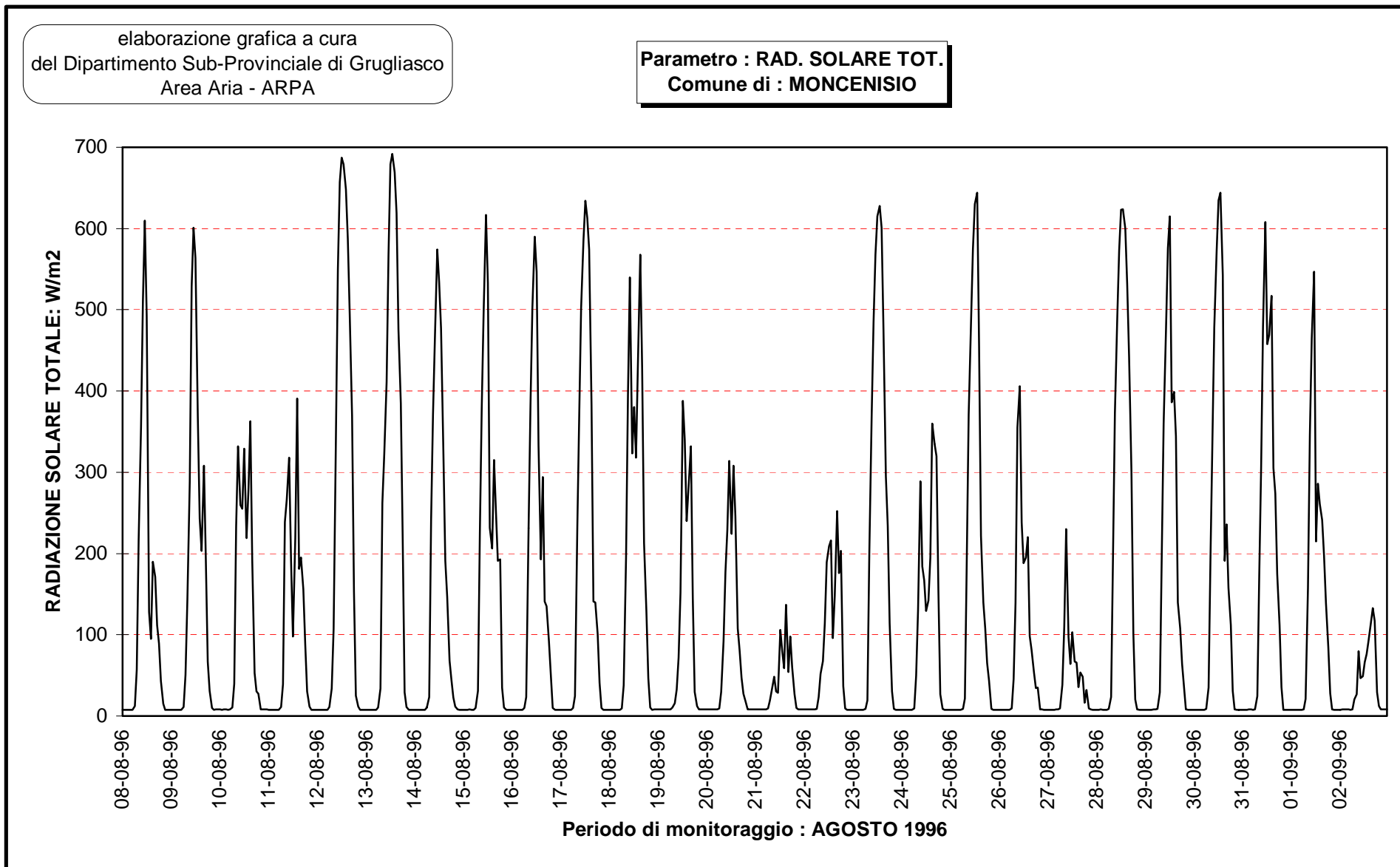


parametro V.V. - 2° periodo -





parametro R.S.T. - 2° periodo -



5.2 ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

TABELLA n° 10: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di agosto 1996 nel Comune di Moncenisio

inquinante :	SO2
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	3.35
Valore medio:	0.40
Valore mediana:	0.00
Deviaz. Standard:	0.74

inquinante :	NO
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	21.70
Valore medio:	2.95
Valore mediana:	1.49
Deviaz. Standard:	4.32

inquinante :	NO2
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	32.90
Valore medio:	6.27
Valore mediana:	4.82
Deviaz. Standard:	6.16

inquinante :	NOx
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	35.30
Valore medio:	9.21
Valore mediana:	7.78
Deviaz. Standard:	7.83

inquinante :	CO
	mg/mc
Valore minimo:	0.20
Valore massimo:	1.15
Valore medio:	0.62
Valore mediana:	0.59
Deviaz. Standard:	0.23

inquinante :	HCNM
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	0.00
Valore medio:	0.00
Valore mediana:	0.00
Deviaz. Standard:	0.00

inquinante :	PTS
	mcg/mc
Valore minimo:	1.00
Valore massimo:	138.00
Valore medio:	24.67
Valore mediana:	18.50
Deviaz. Standard:	21.72

inquinante :	OZONO
	mcg/mc
Valore minimo:	43.30
Valore massimo:	151.00
Valore medio:	95.40
Valore mediana:	95.20
Deviaz. Standard:	17.13

TABELLA n° 10a: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di agosto 1996 a Moncenisio

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	624	100.0	125 (*)	0		250	0			0	
NO2	624	100.0	200	0		400	0			0	
O3	624	100.0	180	0		360	0		200(**)	0	
CO	624	100.0	15	0		30	0		40(***)	0	
HCNM	0	0.0								0	
PTS	624	100.0	150 (*)	0		300	0			0	

(*) MEDIA

GIORNALIERA

(**) CONCENTRAZIONE MEDIA DI UN'ORA DA NON RAGGIUNGERE PIU' DI UNA VOLTA AL MESE

(***) MEDIA ORARIA

TABELLA n° 11: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di agosto 1996 a Moncenisio

	$\mu\text{g}/\text{mc}$ 2	$\mu\text{g}/\text{mc}$ 181	$\mu\text{g}/\text{mc}$ 901	$\mu\text{g}/\text{mc}$ 61	mg/mc 51	$\mu\text{g}/\text{mc}$ 381	$\mu\text{g}/\text{mc}$ 23	$\mu\text{g}/\text{mc}$ 191
ore	SO2	NO	NO2	OZONO	CO	HCNM	PTS	NOx
00:00	0.3	2.1	4.2	96.5	0.6	0.0	24.2	6.3
01:00	0.3	1.8	4.0	95.7	0.6	0.0	22.3	5.8
02:00	0.3	2.4	3.9	97.0	0.6	0.0	22.3	6.2
03:00	0.3	1.6	4.2	96.2	0.6	0.0	21.8	5.8
04:00	0.3	1.4	3.9	92.0	0.6	0.0	20.9	5.2
05:00	0.4	0.3	10.2	91.8	0.6	0.0	17.6	10.5
06:00	0.3	0.3	5.5	87.8	0.6	0.0	19.9	5.8
07:00	0.2	0.4	4.3	84.9	0.7	0.0	24.5	4.7
08:00	0.4	0.5	4.1	87.4	0.6	0.0	12.2	4.6
09:00	0.5	0.5	4.6	87.8	0.6	0.0	15.0	5.2
10:00	0.5	1.8	6.3	85.7	0.6	0.0	20.4	8.2
11:00	0.5	3.2	7.6	87.3	0.6	0.0	21.5	10.8
12:00	0.6	3.9	8.5	92.9	0.6	0.0	20.9	12.4
13:00	0.6	4.5	8.1	98.6	0.6	0.0	23.3	12.6
14:00	0.6	5.5	8.0	101.3	0.6	0.0	18.0	13.6
15:00	0.6	5.9	8.6	103.7	0.6	0.0	25.1	14.4
16:00	0.5	6.1	8.7	105.7	0.6	0.0	25.7	14.9
17:00	0.4	5.7	8.4	108.2	0.6	0.0	30.4	14.2
18:00	0.4	5.0	8.0	106.2	0.6	0.0	34.6	13.0
19:00	0.4	4.5	7.7	99.9	0.6	0.0	38.6	12.2
20:00	0.4	4.0	6.4	96.9	0.6	0.0	41.3	10.5
21:00	0.3	3.6	5.8	93.4	0.6	0.0	34.9	9.4
22:00	0.3	3.0	4.9	95.9	0.6	0.0	28.4	8.0
23:00	0.3	2.5	4.4	96.7	0.6	0.0	28.2	6.9

TABELLA n° 12: distribuzione di frequenza relative alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di agosto 1996 a Moncenisio

SO2	n° volte	% PSO2
1	527	84.5
2	68	10.9
3	28	4.5
4	1	0.2
TOTALE	624	

NO	n° volte	% PNO
5	502	80.4
10	70	11.2
15	31	5.0
20	16	2.6
25	5	0.8
TOTALE	624	

NO2	n° volte	% PNO2
5	327	52.4
10	145	23.2
15	85	13.6
20	46	7.4
30	20	3.2
35	1	0.2
TOTALE	624	

NOx	n° volte	% PNOx
5	232	37.2
10	146	23.4
15	102	16.3
20	79	12.7
25	36	5.8
30	19	3.0
35	10	1.6
TOTALE	624	

O3	n° volte	% PO3
50	6	1.0
75	60	9.6
100	345	55.3
125	179	28.7
150	33	5.3
175	1	0.2
TOTALE	624	

CO	n° volte	% PCO
0.2	30	4.8
0.4	90	14.4
0.6	213	34.1
0.8	139	22.3
1	150	24.0
1.2	2	0.3
TOTALE	624	

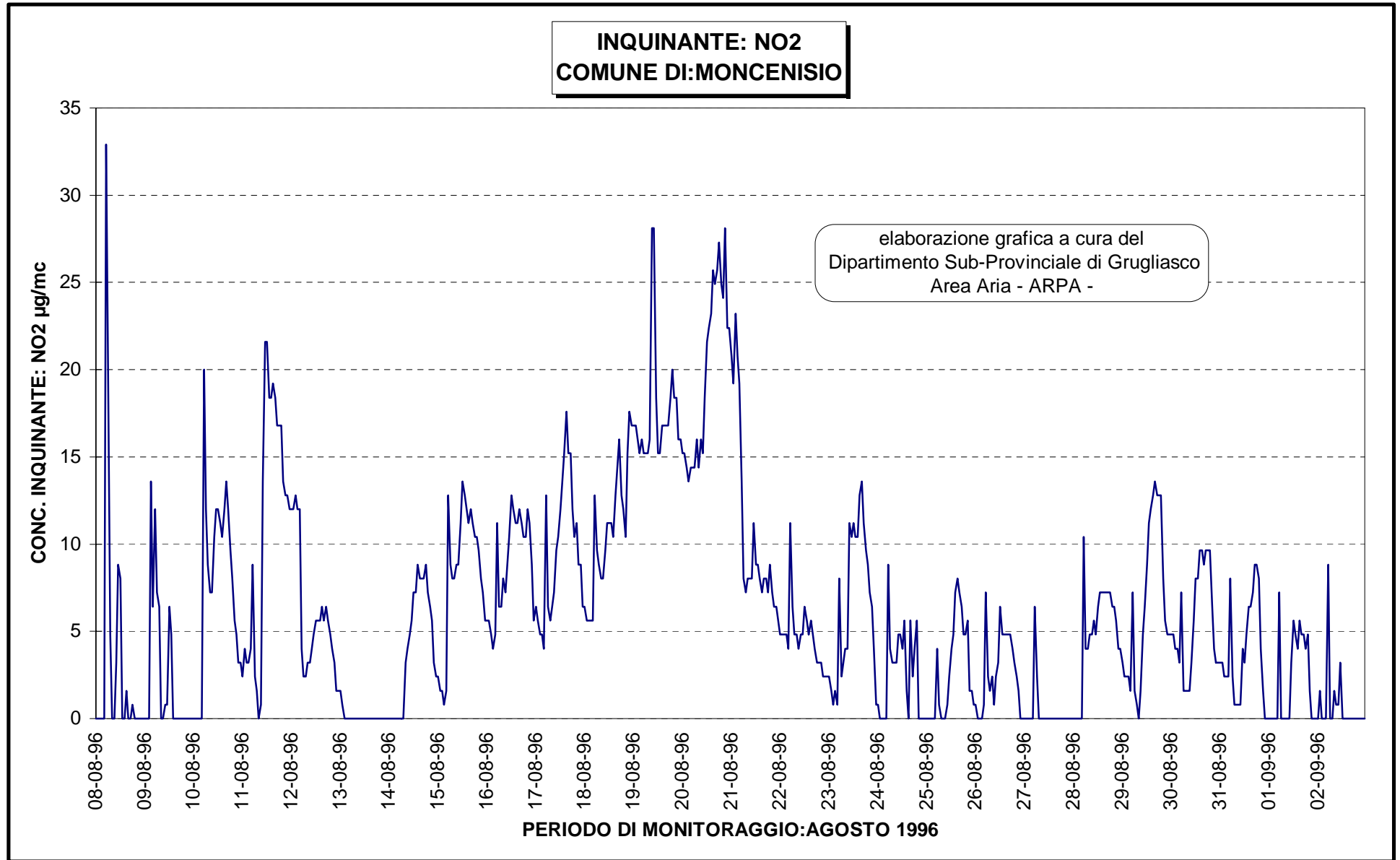
PTS	n° volte	% PPTS
30	454	72.8
60	123	19.7
90	36	5.8
120	7	1.1
150	4	0.6
TOTALE	624	

5.2.1 - NO - NO₂ - NO_x - Ossidi di Azoto

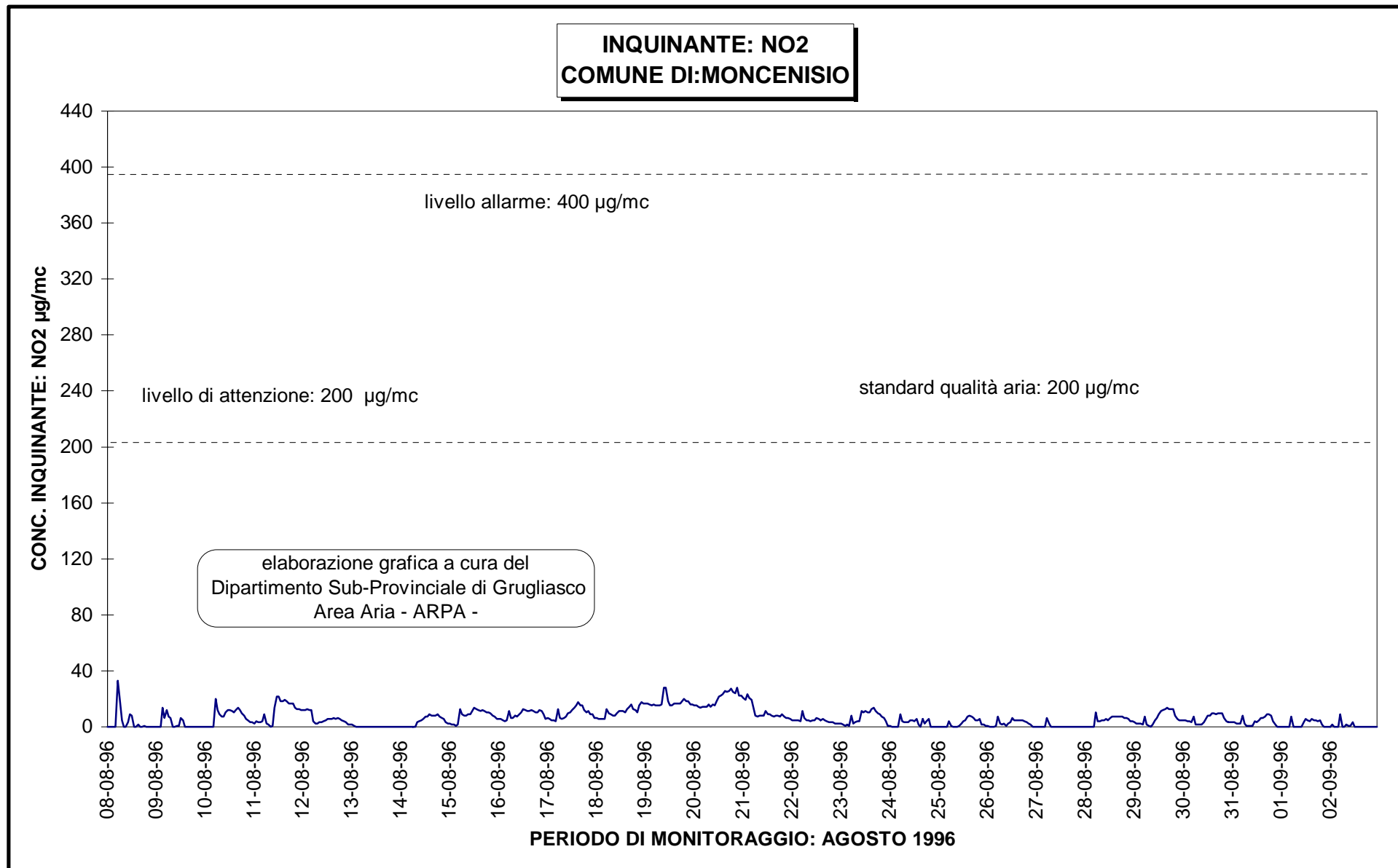
Il biossido di azoto (NO₂) presenta valori ampiamente al di sotto dei livelli di attenzione e di qualità dell'aria con punte massime di 32.9 mcg/mc.

Dall'elaborazione del giorno medio si evidenziano i valori di punta massima tra le ore 4 e le ore 6 del mattino e tra le ore 16 e le ore 18 del pomeriggio.

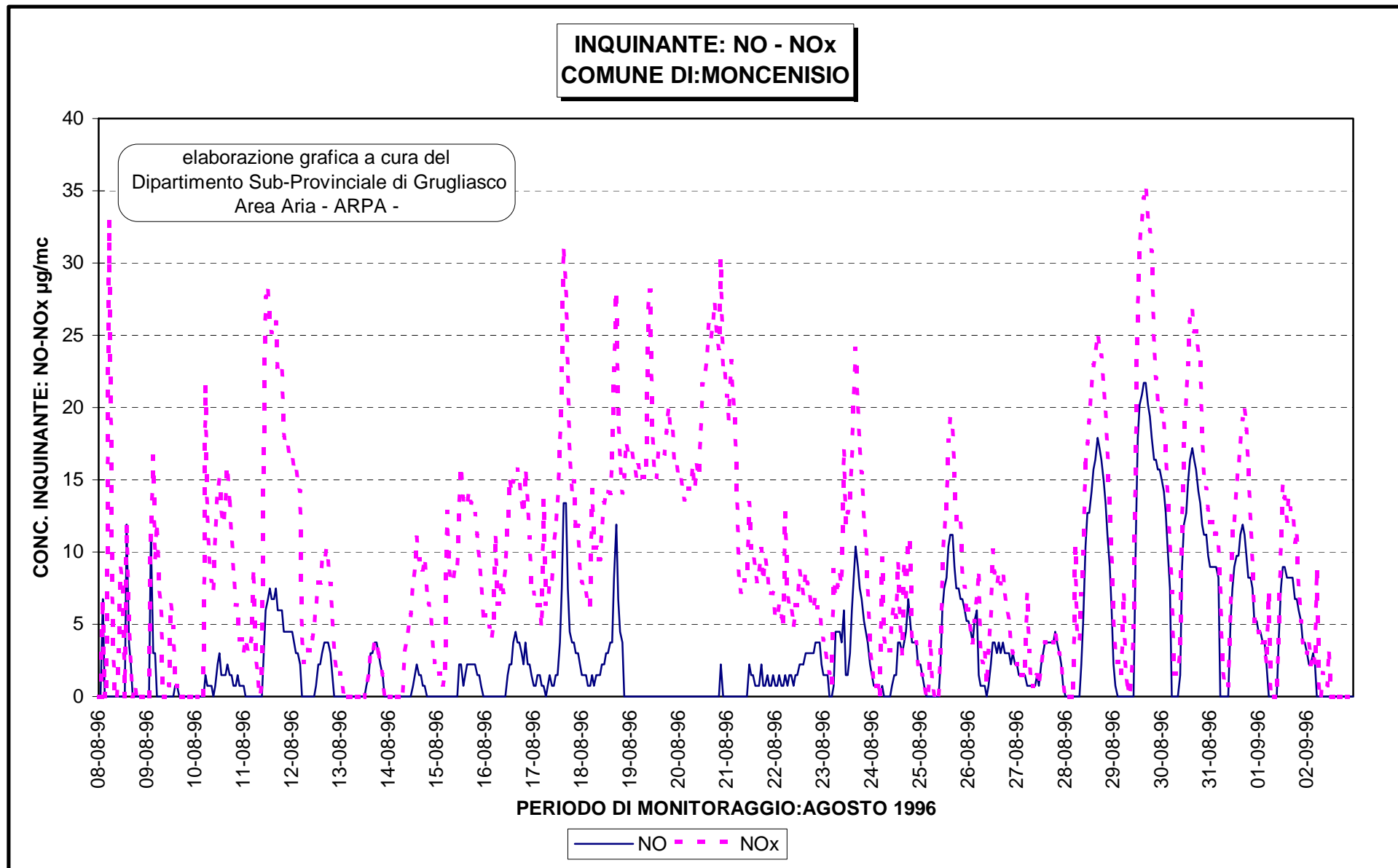
NO2: andamento medie orarie - 2° periodo -



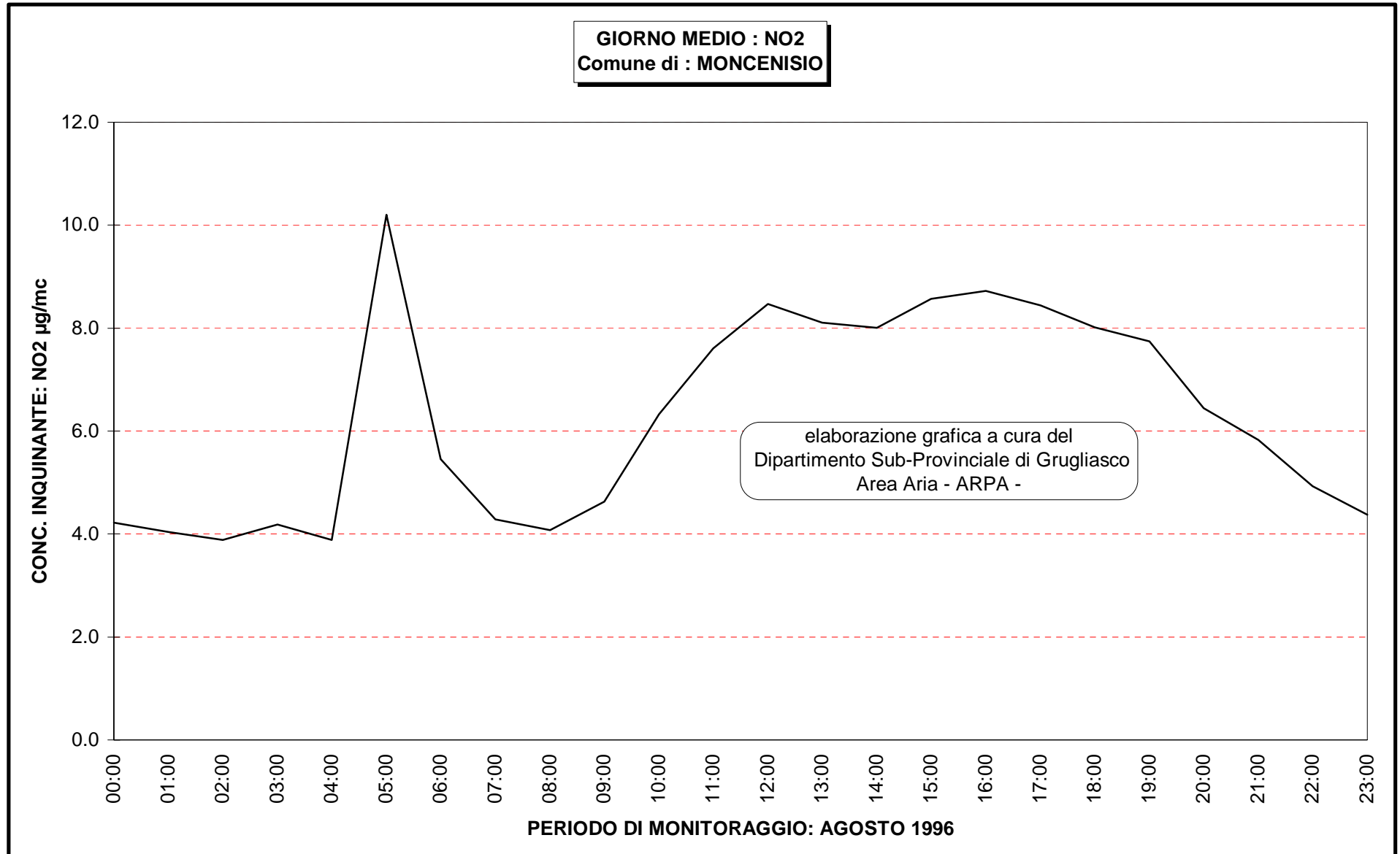
NO2: limiti di legge - 2° periodo -



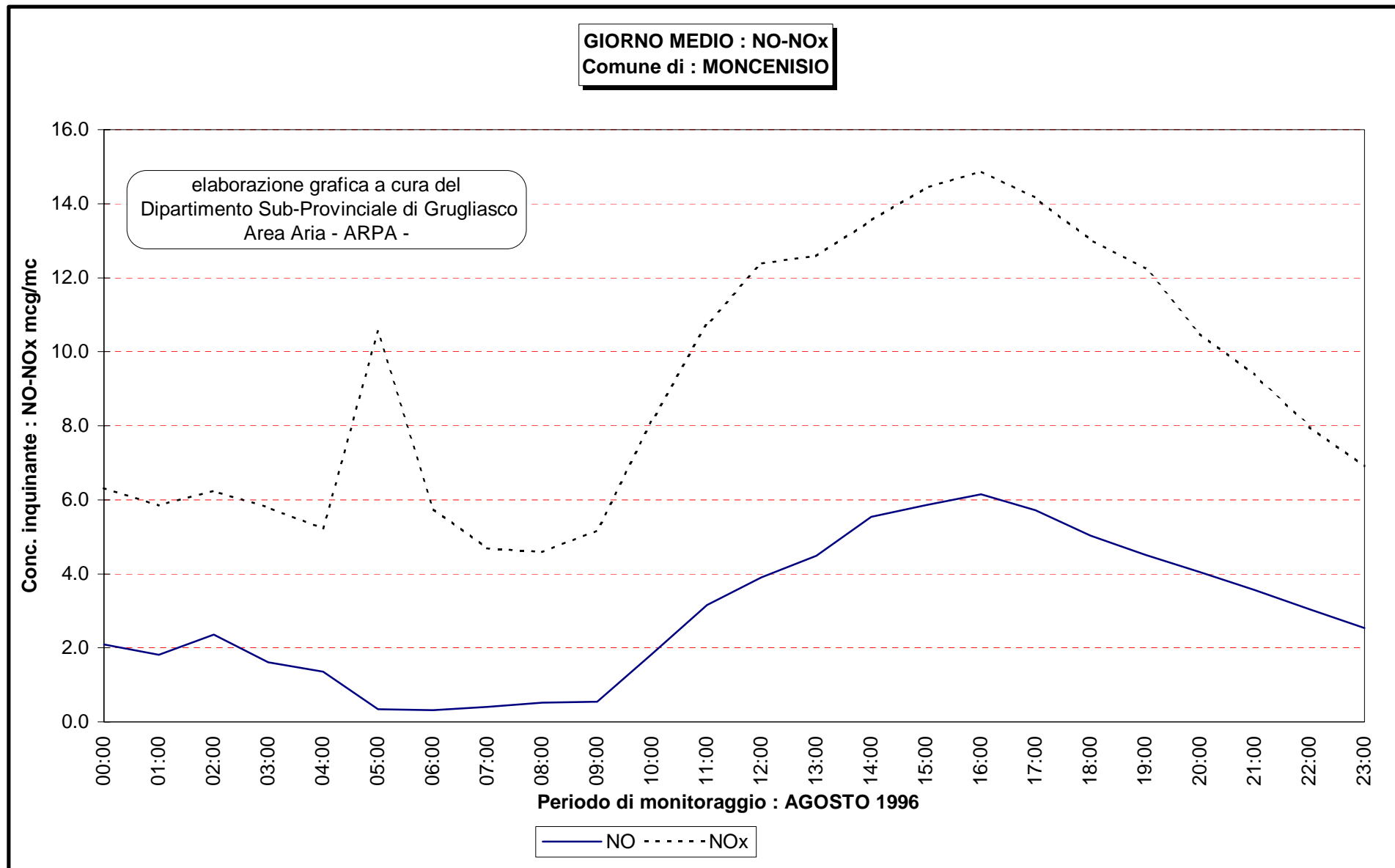
NO -NOx: medie orarie - 2° periodo -



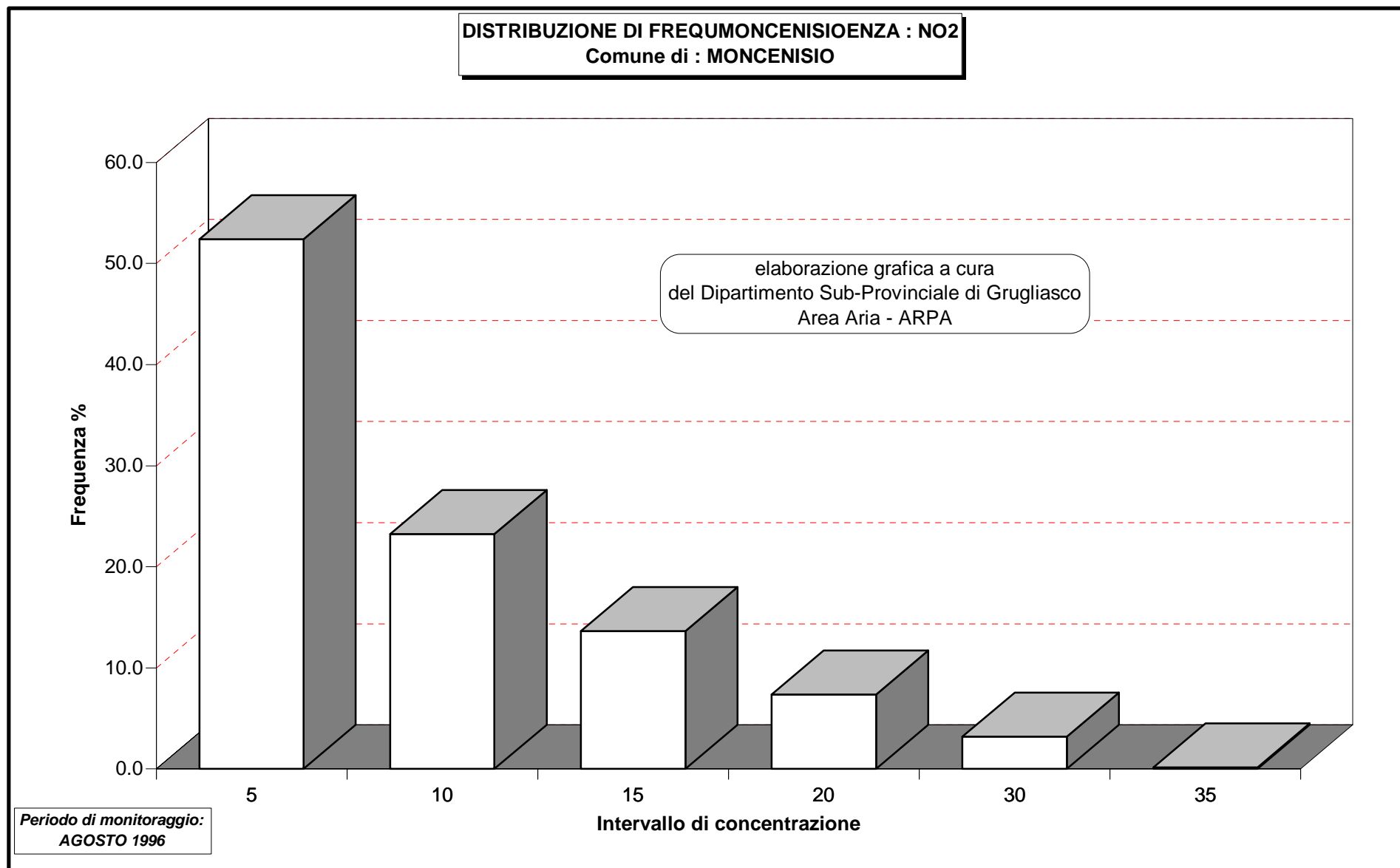
NO2: andamento giorno medio - 2° periodo -



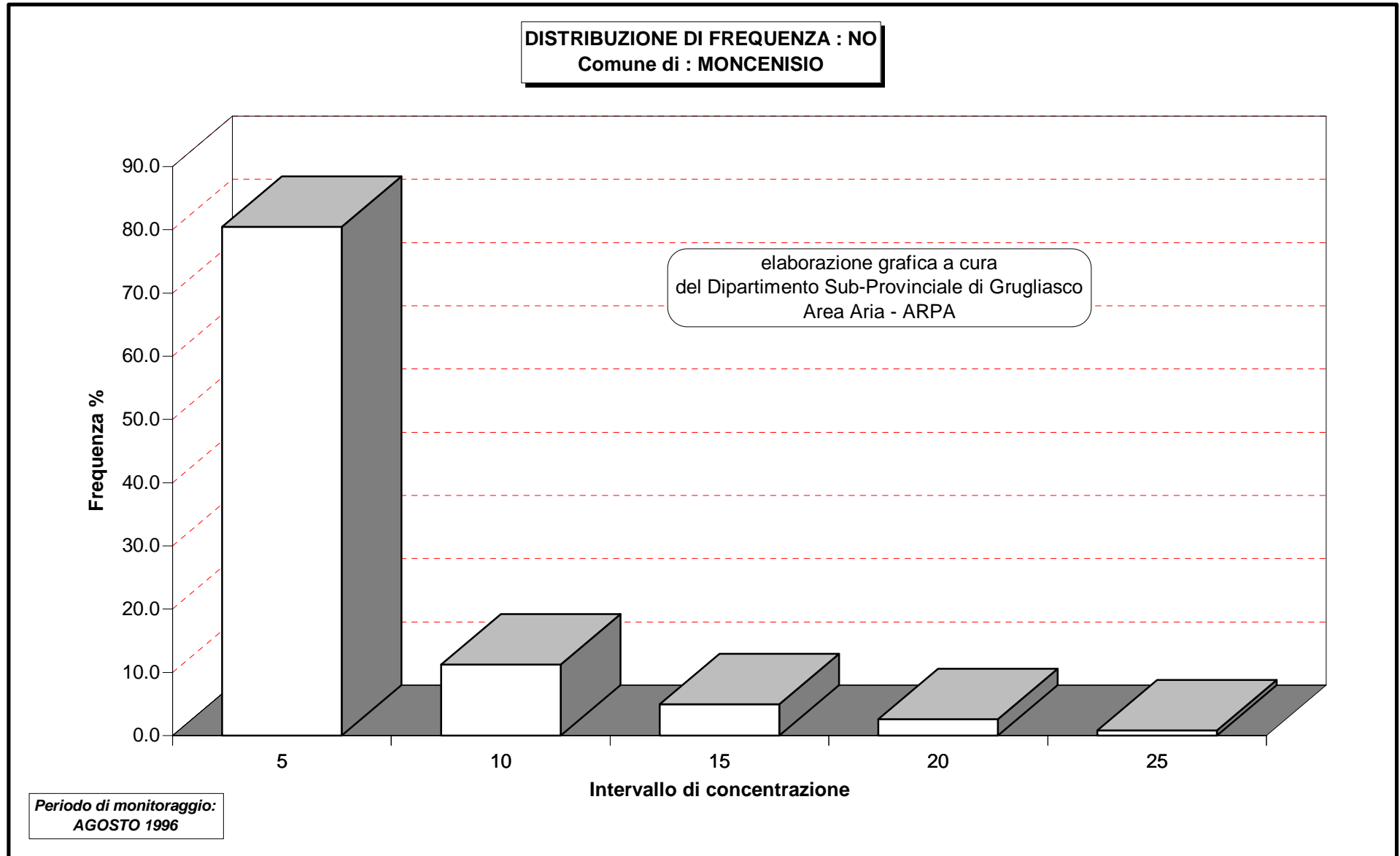
NO-NOx: andamento giorno medio - 2° periodo -



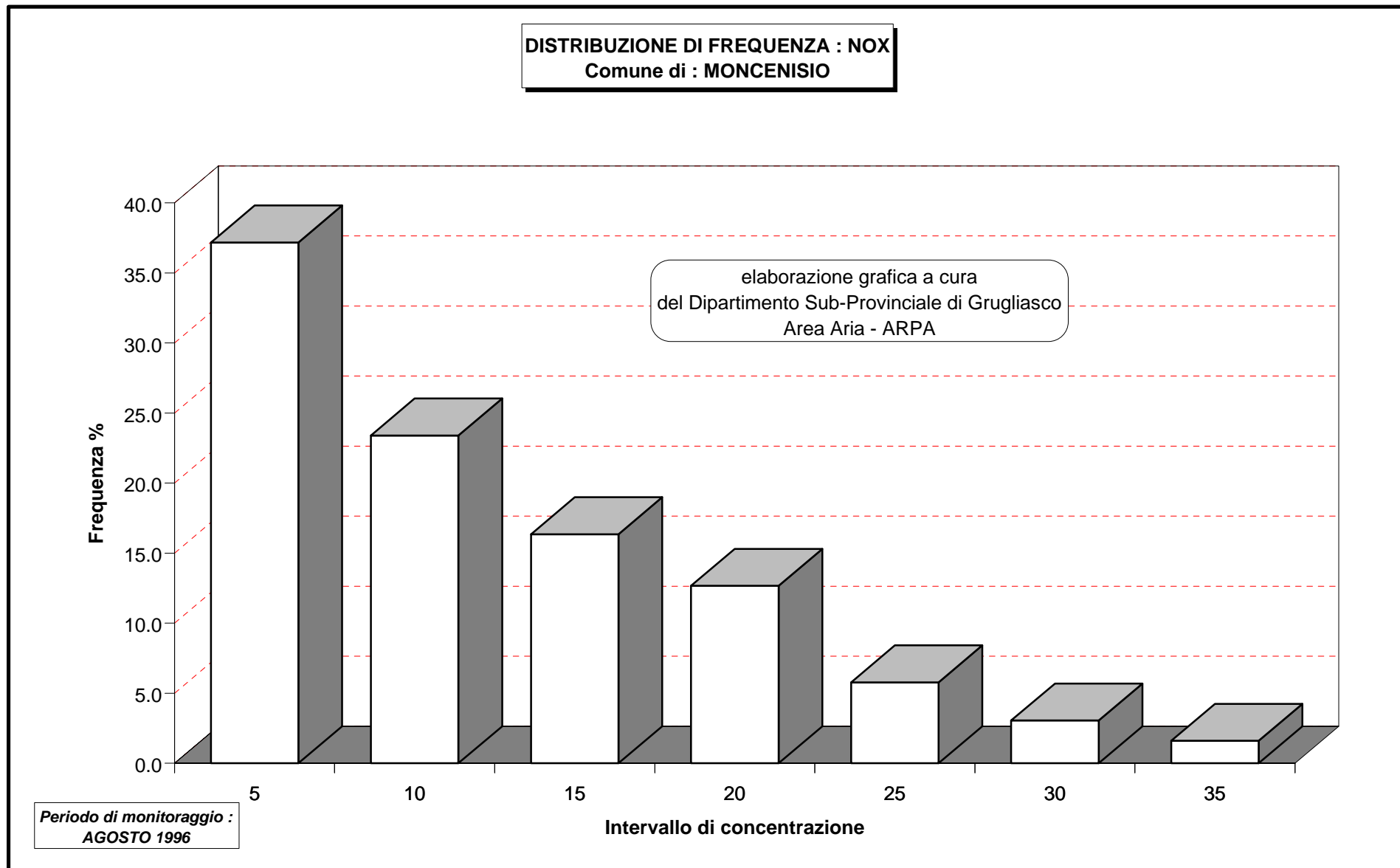
NO2: distribuzioni di frequenza - 2° periodo -



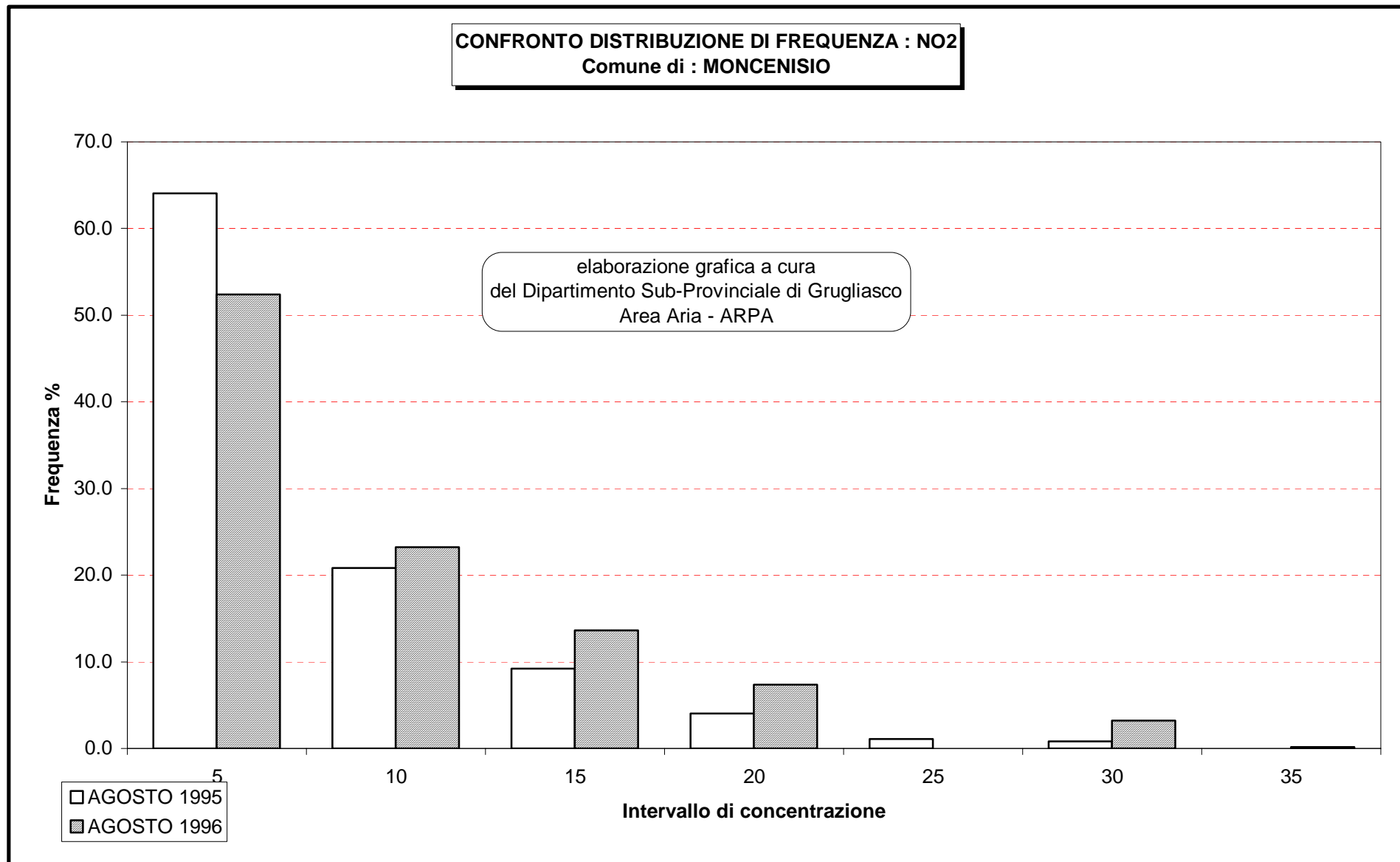
NO: distribuzioni di frequenza - 2° periodo -



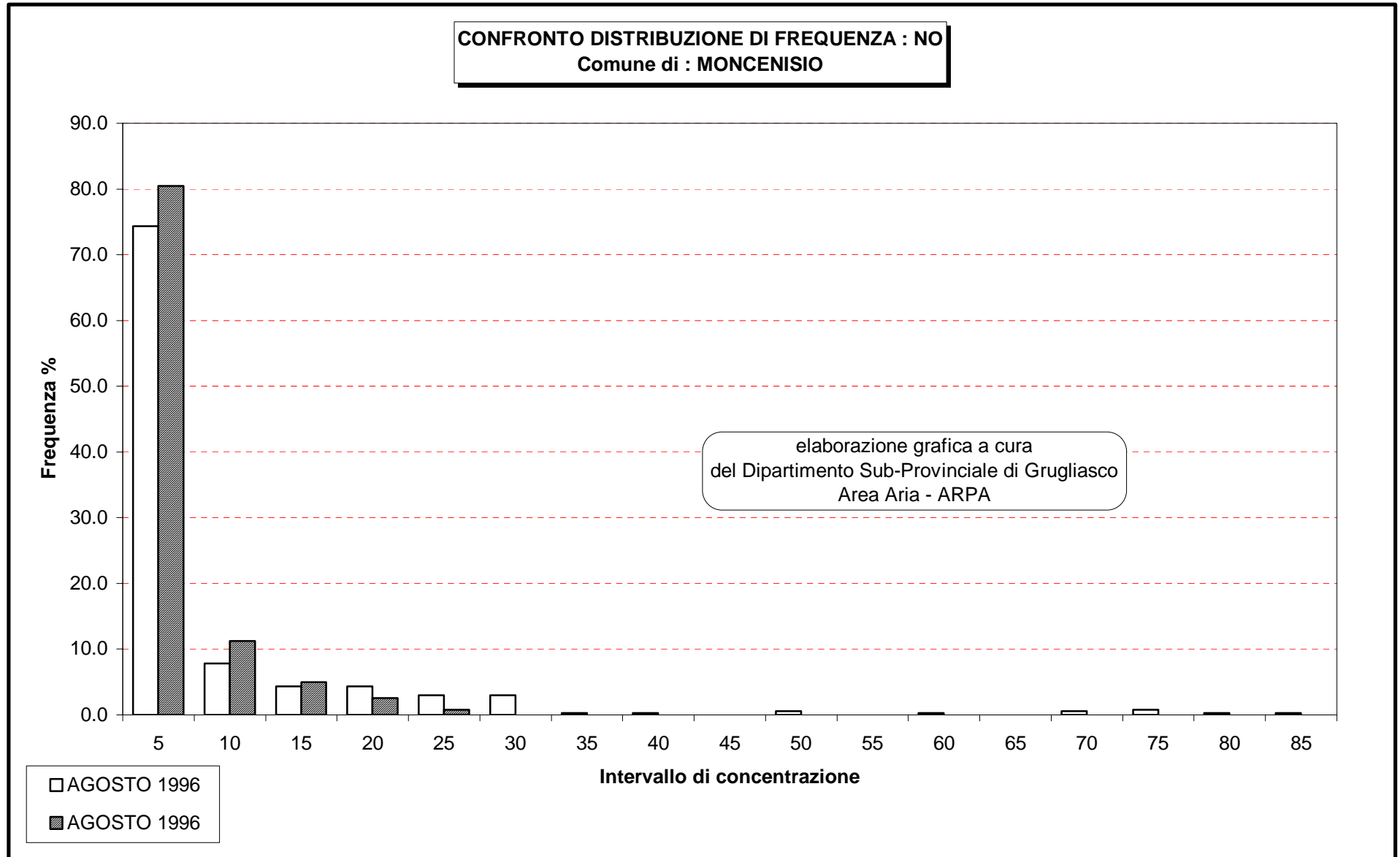
NOx: distribuzioni di frequenza - 2° periodo -



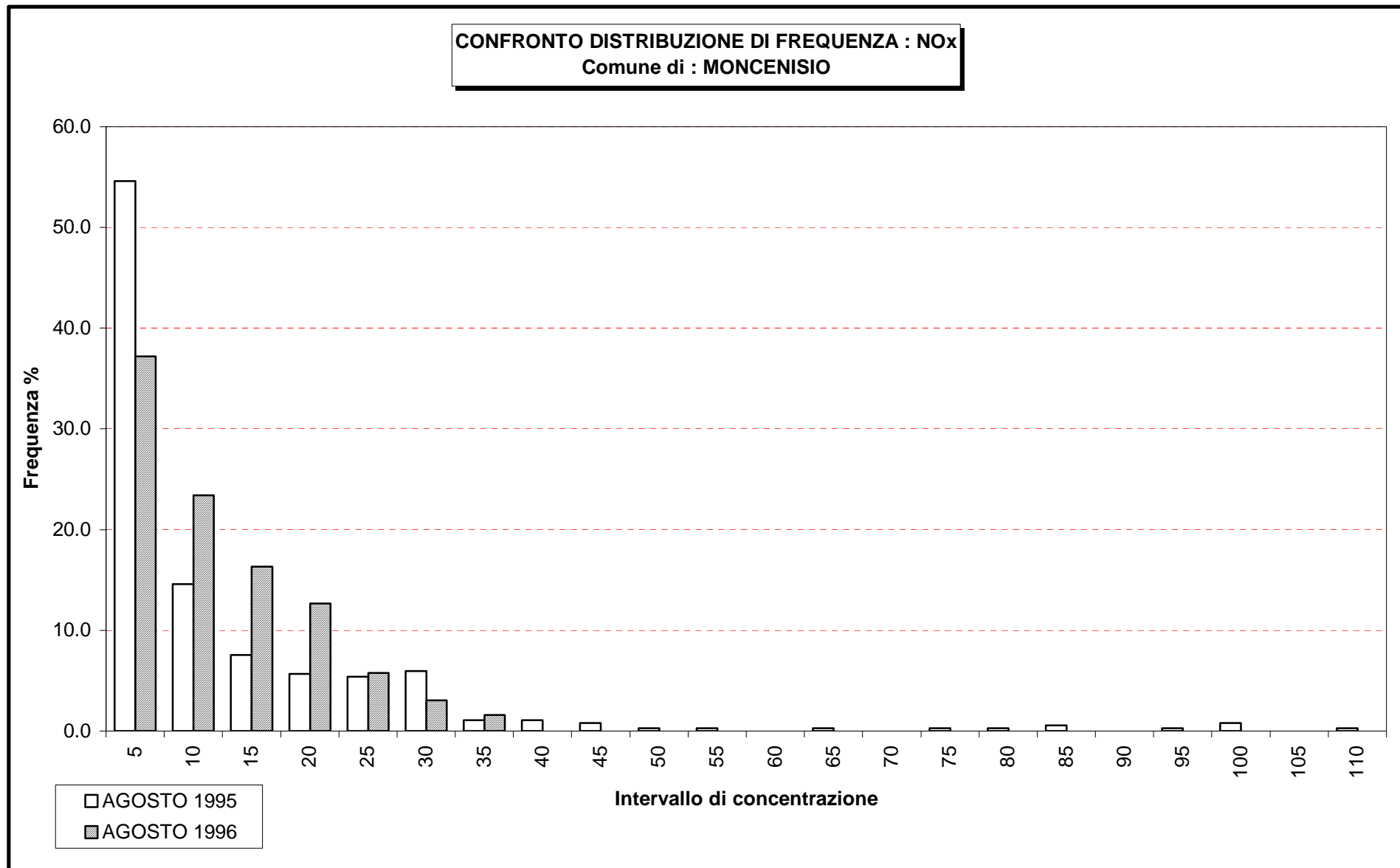
NO2: confronto distribuzioni di frequenza - Moncenisio - agosto 1995 - agosto 1996



NO: confronto distribuzioni di frequenza - Moncenisio - agosto 1995 - agosto 1996



NOx: confronto distribuzioni di frequenza - Moncenisio - agosto 1995 - agosto 1996



5.2.2 - Ozono - (O₃)

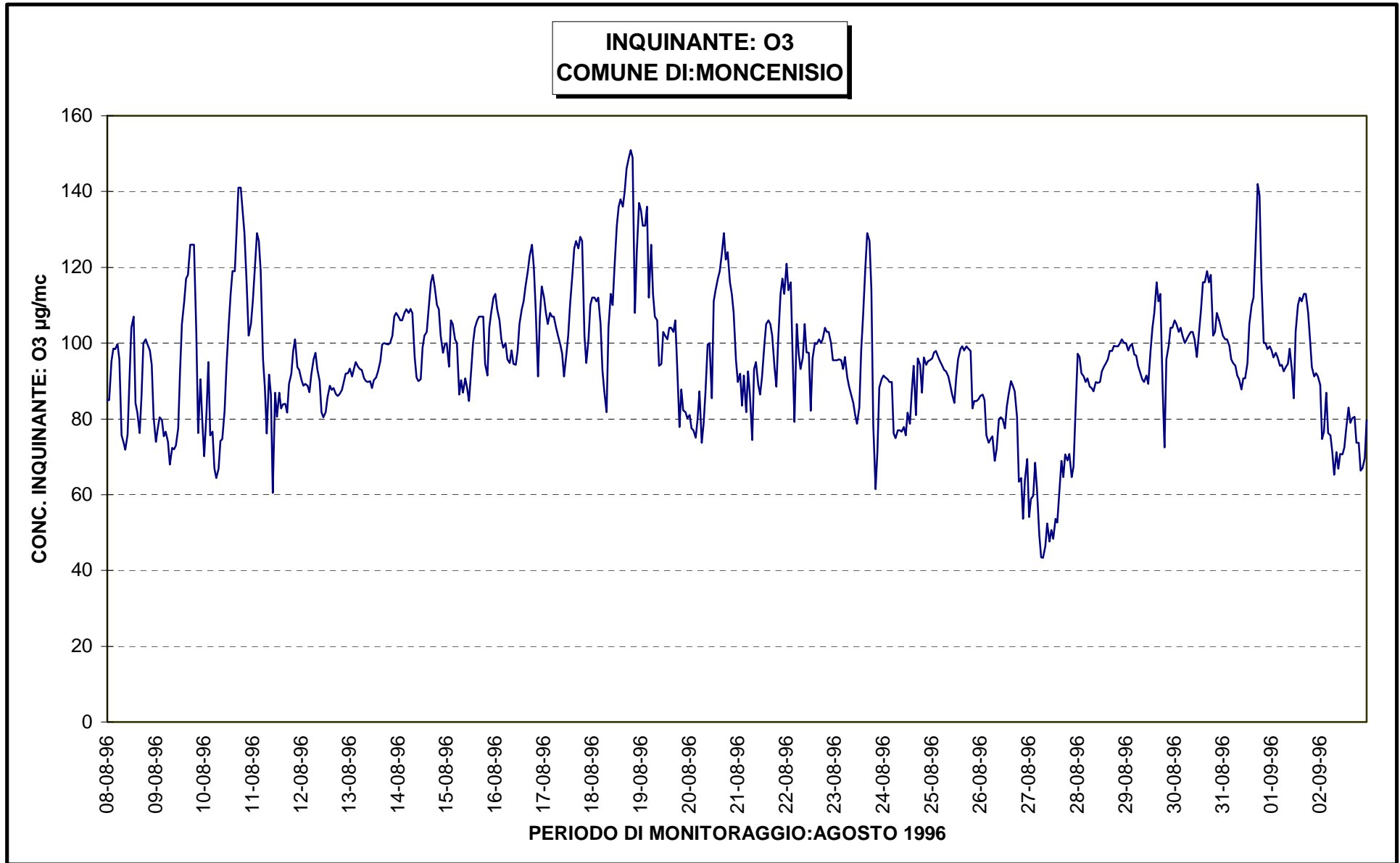
Per la valutazione dei dati relativi a questo parametro occorre ricordare quanto detto nel capitolo 2.3.

Nel 2° periodo estivo non si sono verificati superamenti dei livelli di attenzione (180 µg/mc) e dello standard di qualità dell'aria (200 µg/mc) con punta massima di 151 µg/mc.

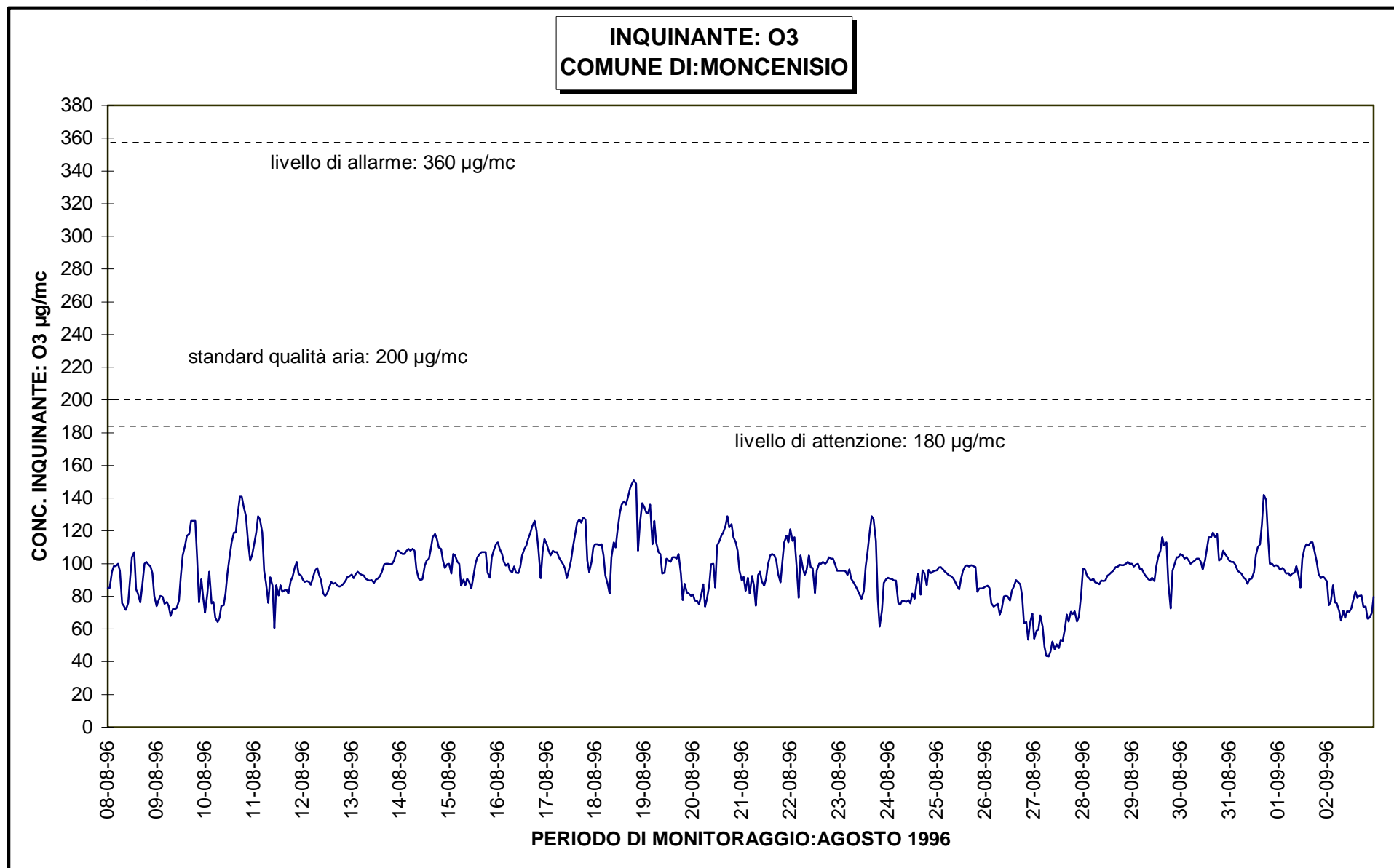
Dal grafico del giorno medio si evidenzia il picco caratteristico corrispondente alle ore di maggior irraggiamento solare .

Per poter meglio analizzare e quantificare l'inquinamento da ozono in alta quota si è proceduto ad una ulteriore elaborazione che tiene conto dei nuovi limiti stabiliti dalla D.M. 16.5.96.

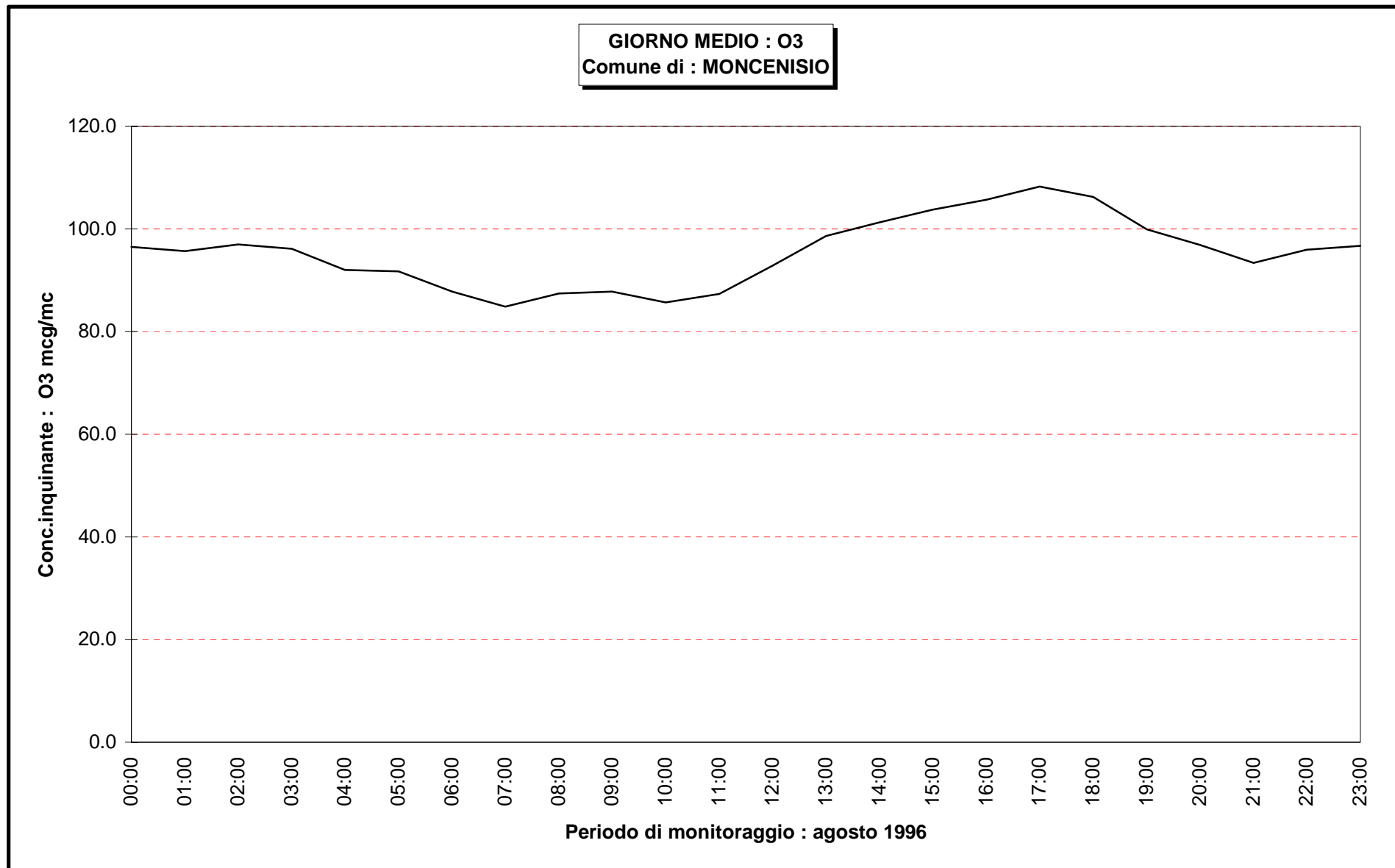
O3: andamento medie orarie - 2° periodo -



O3: limiti di legge - 2° periodo -



O3: giorno medio - 2° periodo -



O3: distribuzioni di frequenza - 2° periodo -

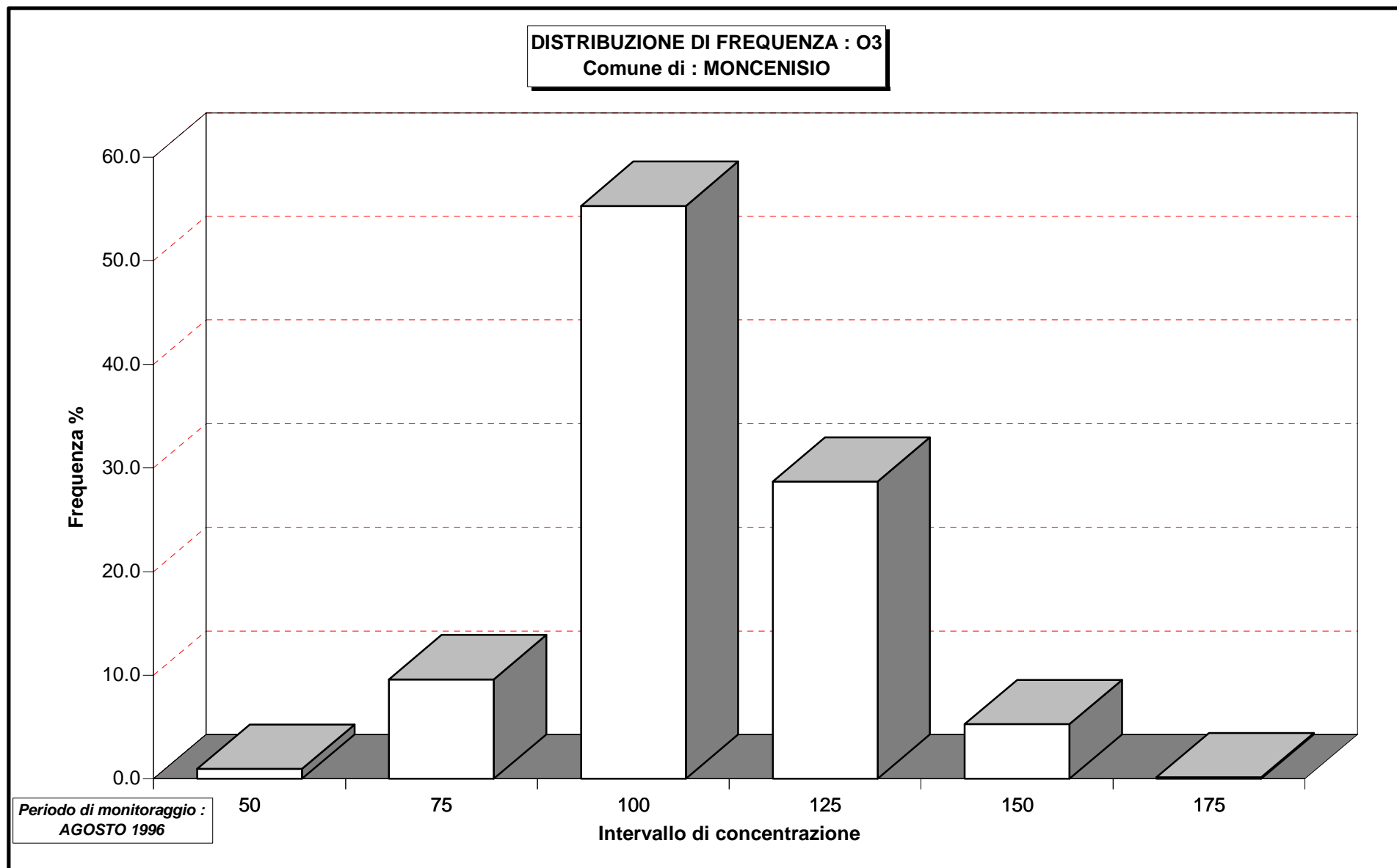


Tabella n° 13: tabella riassuntiva dei superamenti di ozono - 2° periodo

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		SOGLIA PROTEZIONE SALUTE	NUMERO DI SUPERAMENTI		SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%
OZONO	624	100	110 (1)	64	14	200 (2)	0	0.0
OZONO	624	100				65 (3)	26	100

(1) media trascinata calcolata sulle 8 ore

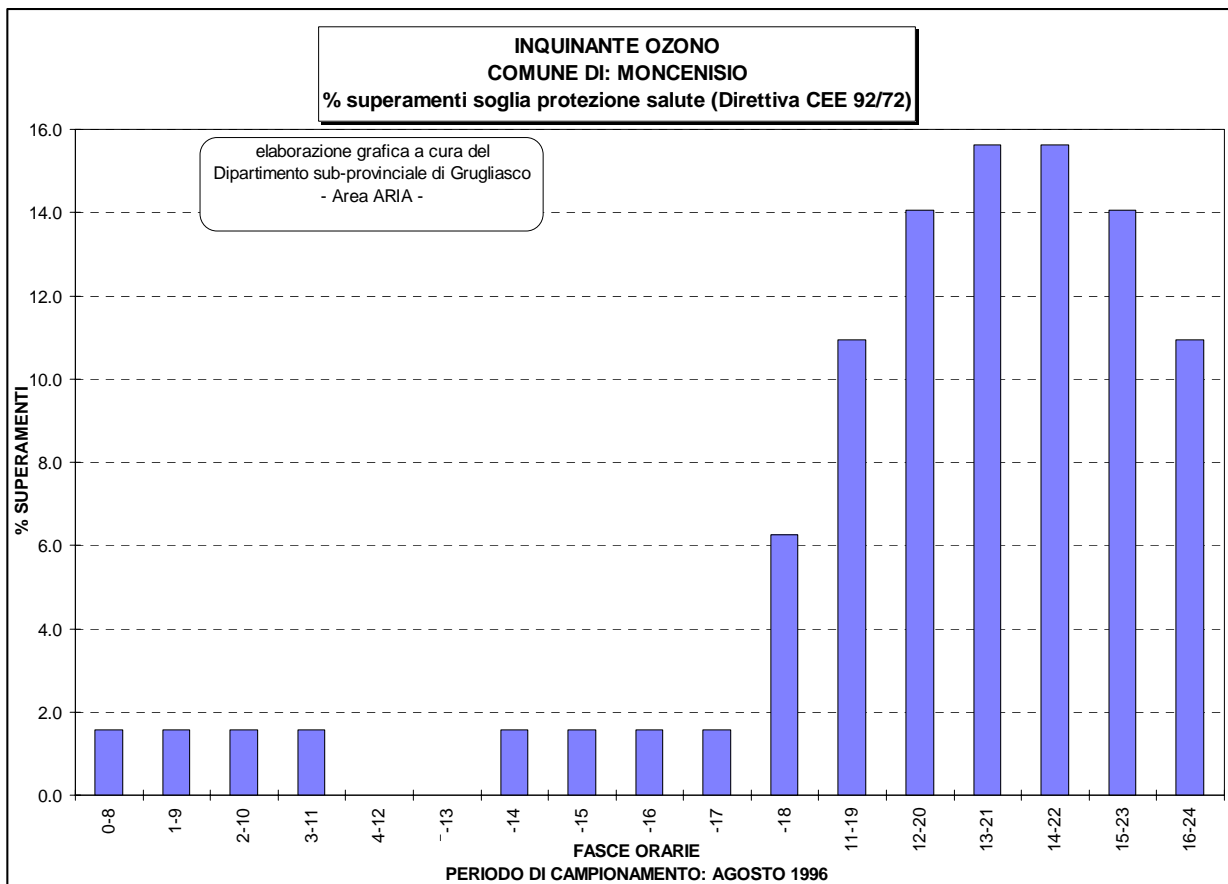
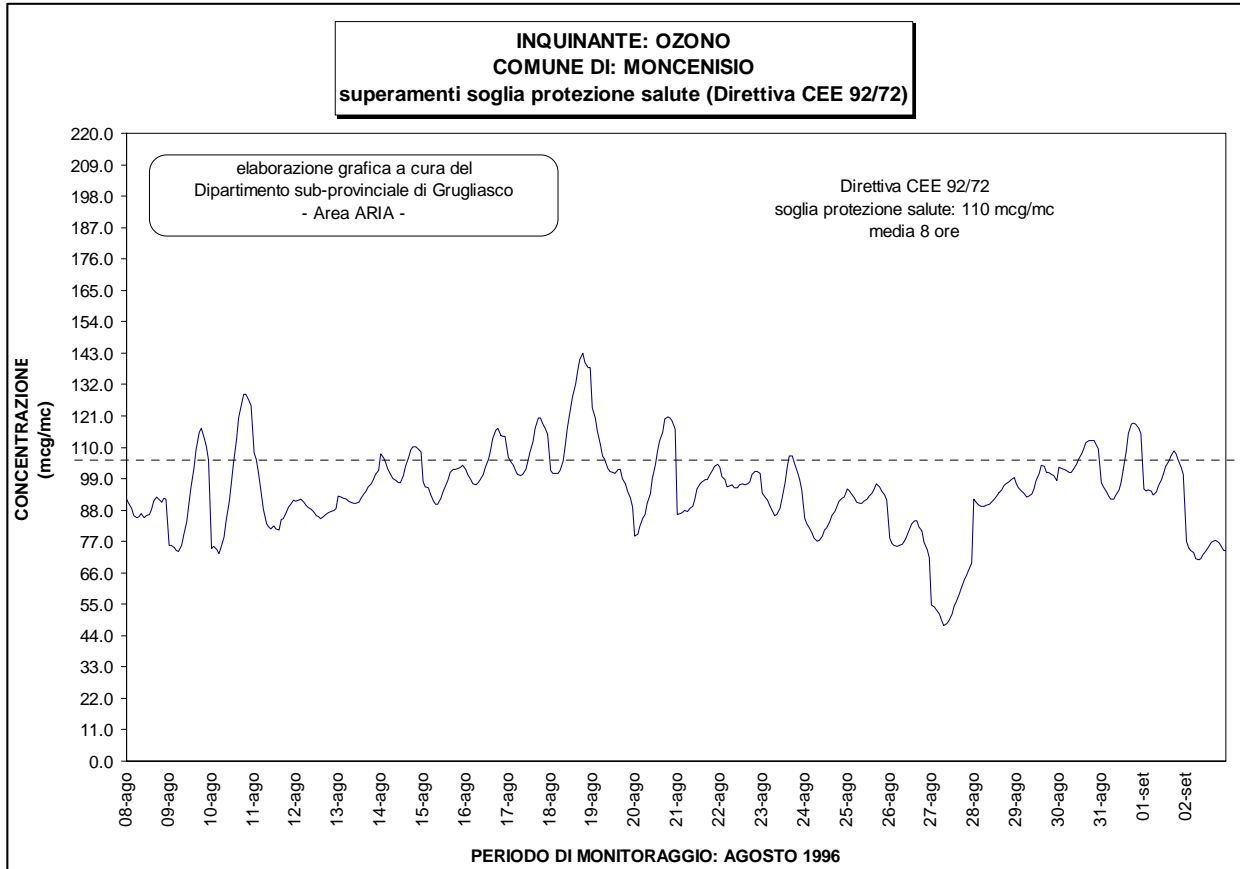
(2) media oraria

(3) media giornaliera

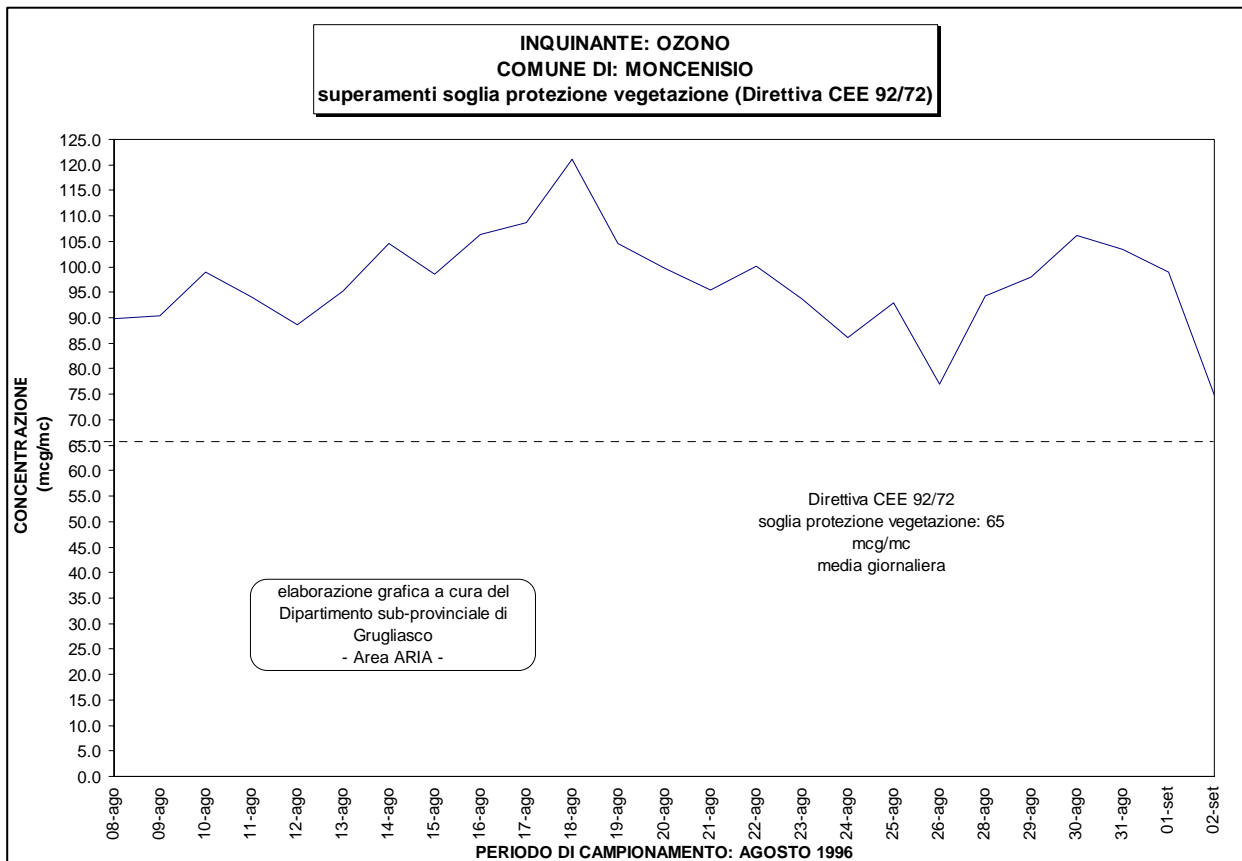
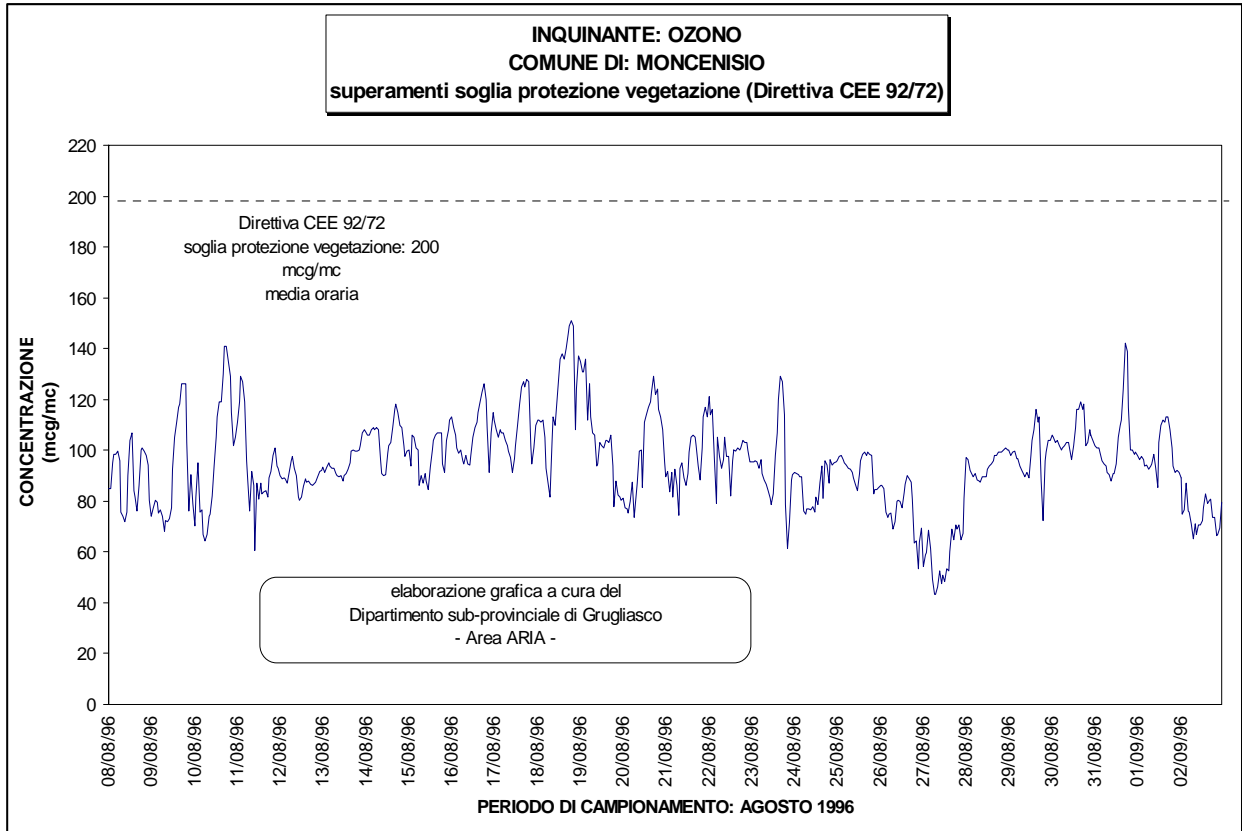
Tabella n° 14: superamenti delle diverse fasce orarie - 2° periodo

fascia oraria	numero superamenti	percentuale superamenti rispetto al totale superamenti
0-8	1	1.6
1-9	1	1.6
2-10	1	1.6
3-11	1	1.6
4-12	0	0.0
5-13	0	0.0
6-14	1	1.6
7-15	1	1.6
8-16	1	1.6
9-17	1	1.6
10-18	4	6.3
11-19	7	10.9
12-20	9	14.1
13-21	10	15.6
14-22	10	15.6
15-23	9	14.1
16-24	7	10.9
SOMMA	64	

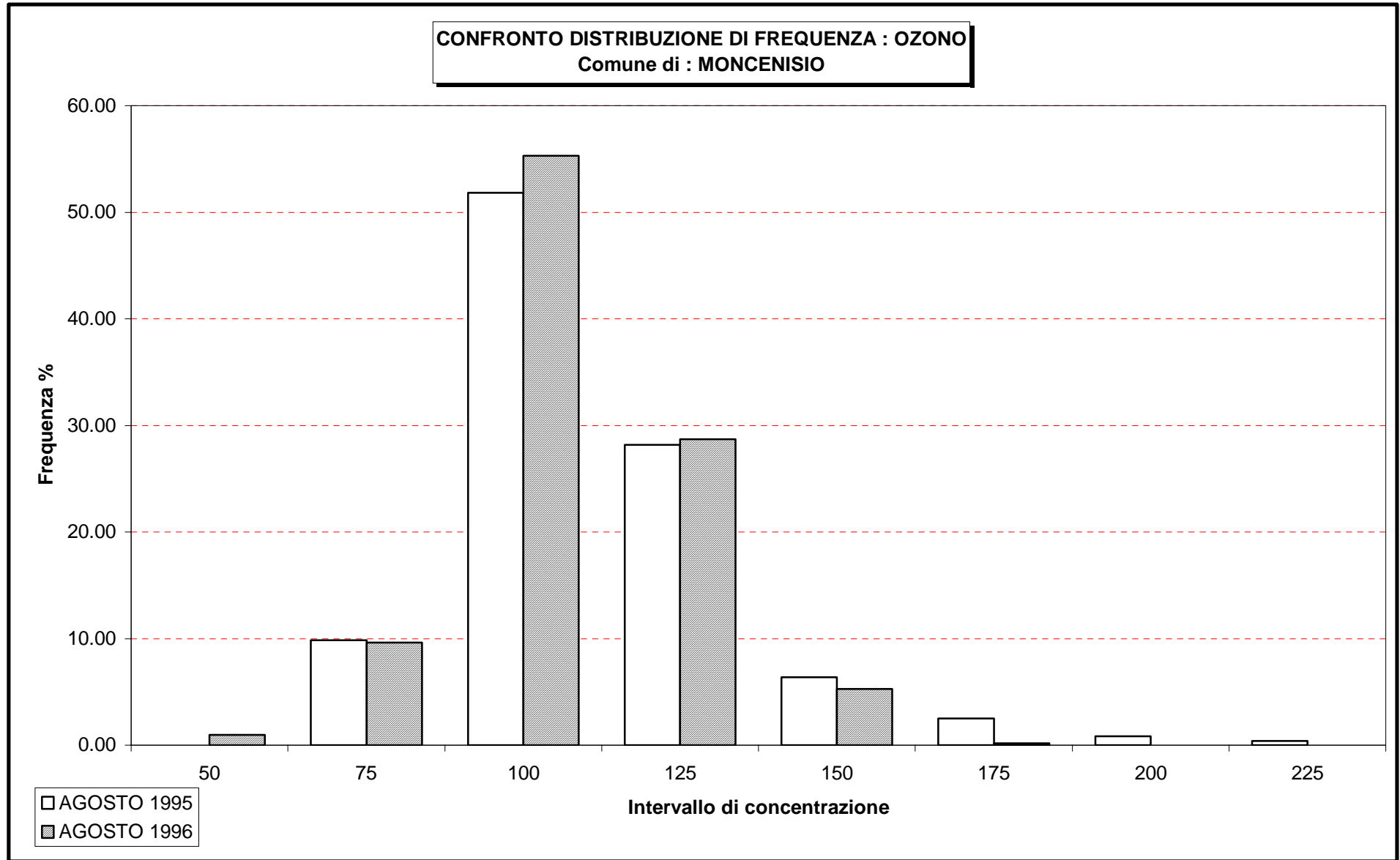
O3: protezione salute - Moncenisio - 2° periodo



O3: protezione vegetazione - Moncenisio - 2° periodo



O3: confronto distribuzioni di frequenza - Moncenisio - agosto 95 - agosto 96



5.2.3- Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.)

Si sono effettuati campionamenti finalizzati a quantizzare il livello di I.P.A. presenti nell'aria.

Il prelievo è stato eseguito captando su membrana in fibra di vetro un volume noto di aria; successivamente gli I.P.A. sono stati quantificati mediante Gascromatografia-Spettrometria di Massa.

Il valore rilevato di benzo-a-pirene è ai limiti di rilevabilità del metodo. Il confronto con l'obiettivo di qualità, pari a 2,5 ng/mc, va effettuato tenendo conto che quest'ultimo si riferisce a misure su base annuale, mentre il prelievo della presente campagna è stato effettuato su un arco di 24 ore.

TABELLA n° 15: campionamenti IPA - Moncenisio - agosto 1996

	campione n°81 dalle ore 11.00 del 27/08/96 alle ore 11.00 del 28/08/96
	(ng/Nmc)
naftalene	1.1
acenaftilene	0.1
acenaftene	10.1
fluorene	0.3
fenantrene	1.9
antracene	<0.1
fluorantene	0.2
pirene	0.3
benzo(a)antracene	<0.1
crisene	<0.1
benzo(b)fluorantene	0.2
benzo(k)fluorantene	0.1
benzo(a)pirene	<0.1
indenopirene	0.2
dibenzoantracene	<0.1
benzoperilene	0.2
totale	14.7

CAPITOLO 6

ELABORAZIONE DATI RILEVATI NEL COMUNE DI NOVALESA NEL MESE DI GIUGNO - LUGLIO 1997.

6.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

6.2 - - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO:

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

6.3 - OSSIDI DI AZOTO (NO, NO₂, NO_x)

6.4 - OZONO (O₃)

6.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI - Novalesa - giugno-luglio 1997

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

Si è registrata una presenza di vento quasi costante con velocità media di 0.95 m/sec con punte massime di 5.02 m/sec.

Non è stato possibile registrare i valori di T.A. e U.R. perché i sensori non erano funzionanti.

Come già detto precedentemente per i diversi periodi di monitoraggio 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 sia per le ore notturne che per le ore diurne la predominante è nord.

Tabella n° 16: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di giugno-luglio 1997 nel Comune di Novalesa.

parametro	V.V. m/sec
% misure <0.5 m/sec:	3
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	5.02
Valore medio:	0.95
Valore mediana:	0.73
Deviaz. Standard:	0.82

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	834.00
Valore massimo:	876.00
Valore medio:	862.02
Valore mediana:	865.00
Deviaz. Standard:	11.08

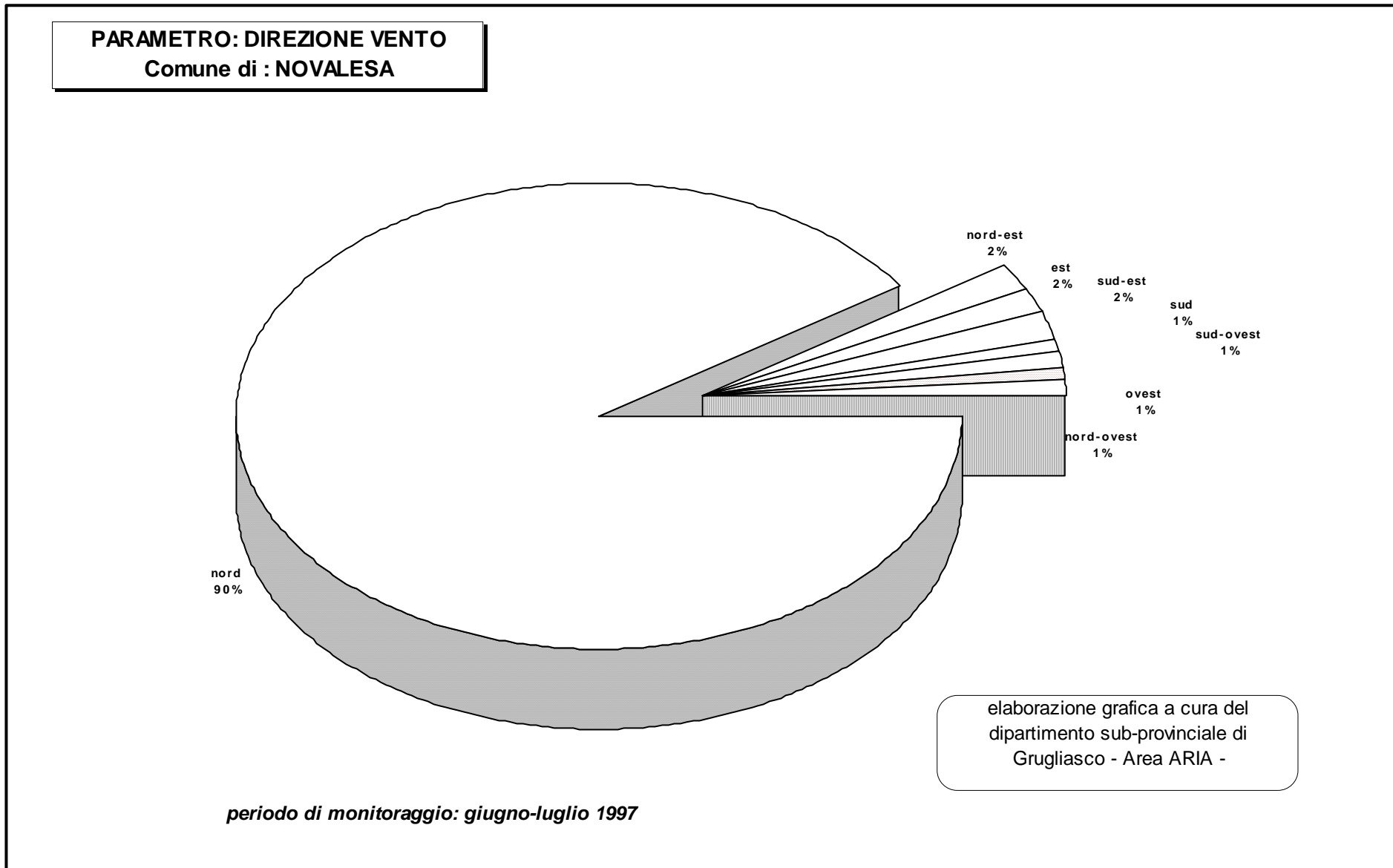
parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	7.32
Valore massimo:	766.00
Valore medio:	153.64
Valore mediana:	29.90
Deviaz. Standard:	209.00

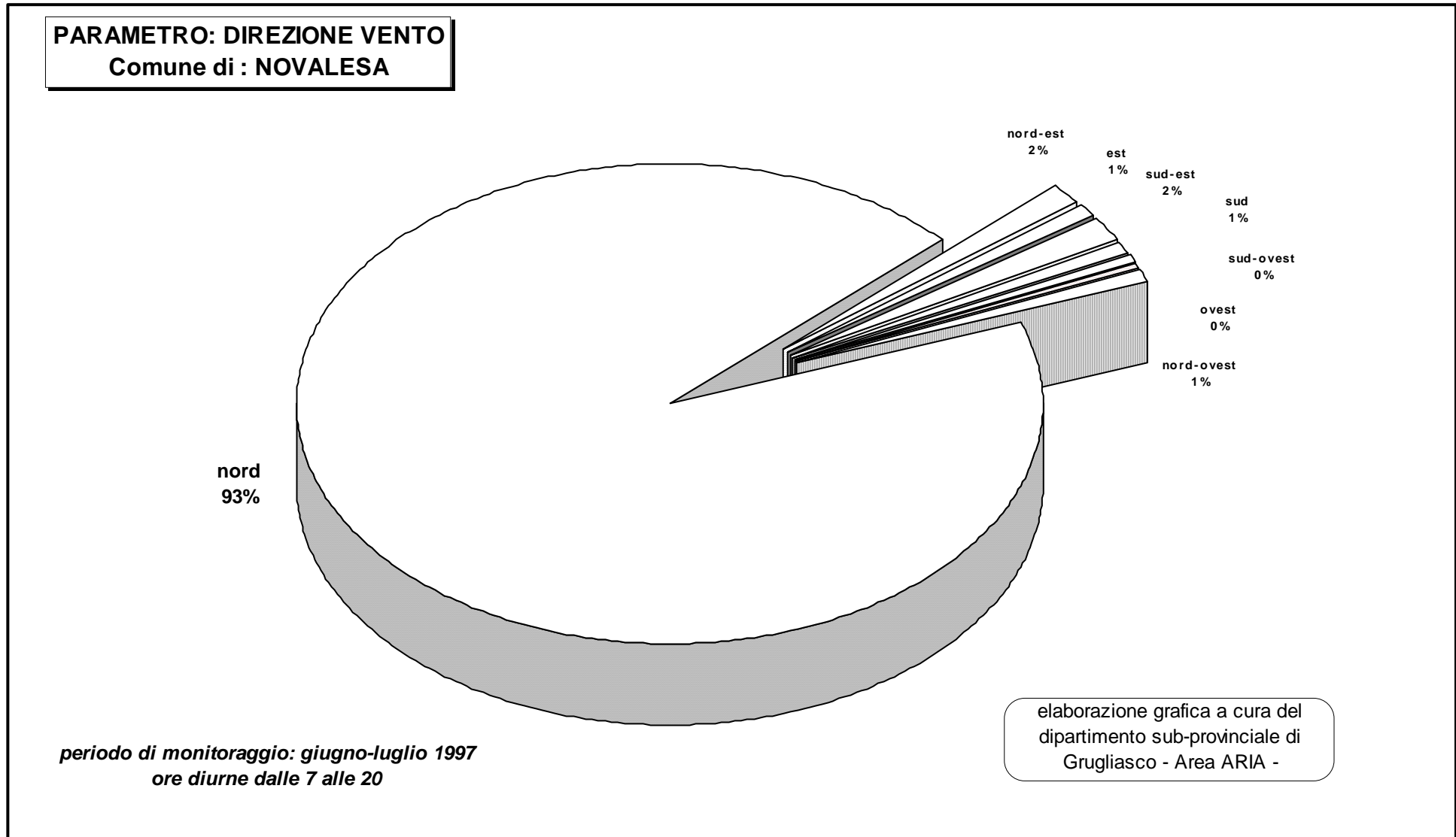
direzione vento ore totali	
nord	409
nord-est	8
est	8
sud-est	8
sud	4
sud-ovest	5
ovest	4
nord-ovest	5
totale	451

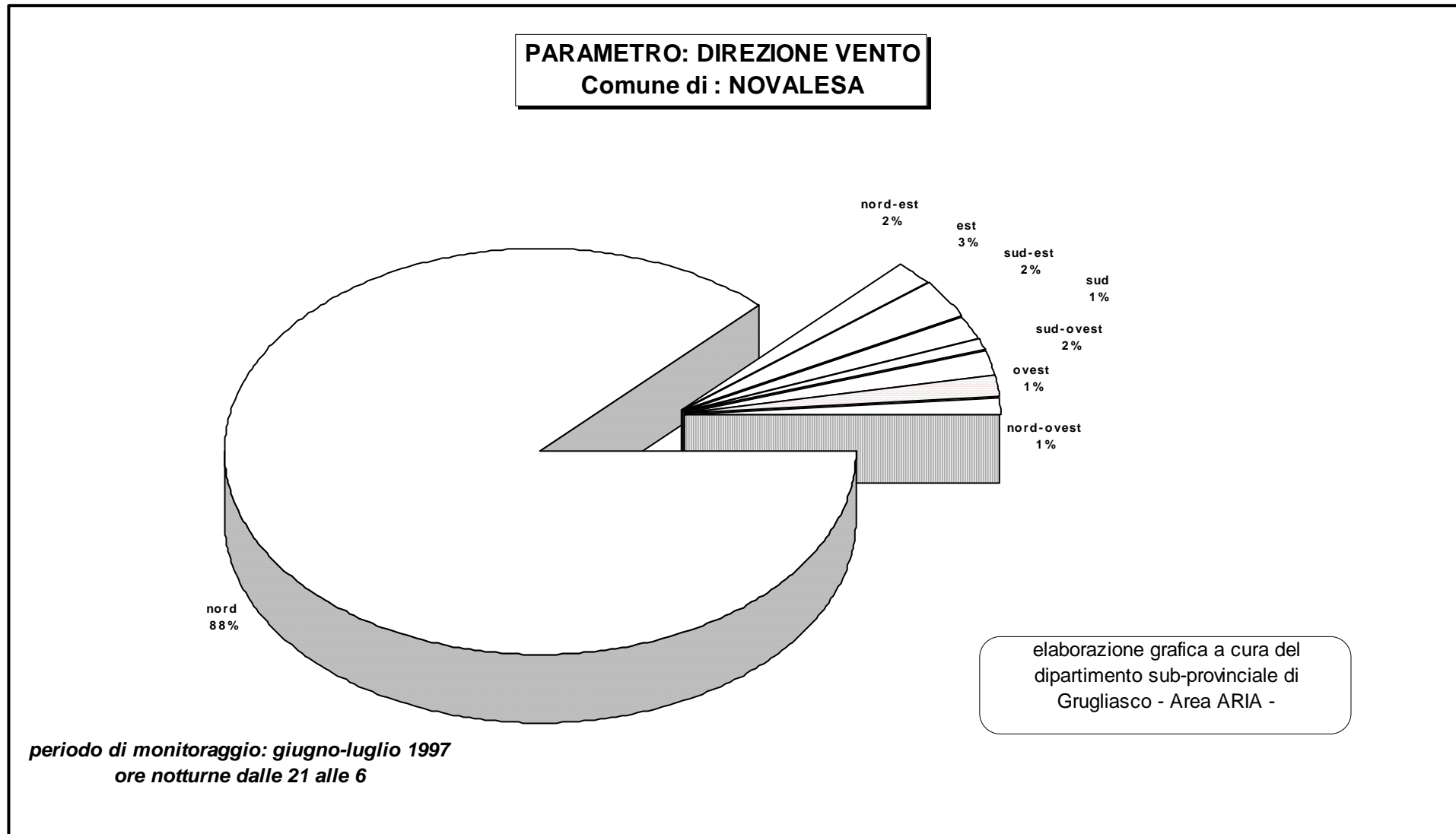
direzione vento ore diurne	
nord	230
nord-est	4
est	2
sud-est	4
sud	2
sud-ovest	1
ovest	1
nord-ovest	2
totale	246

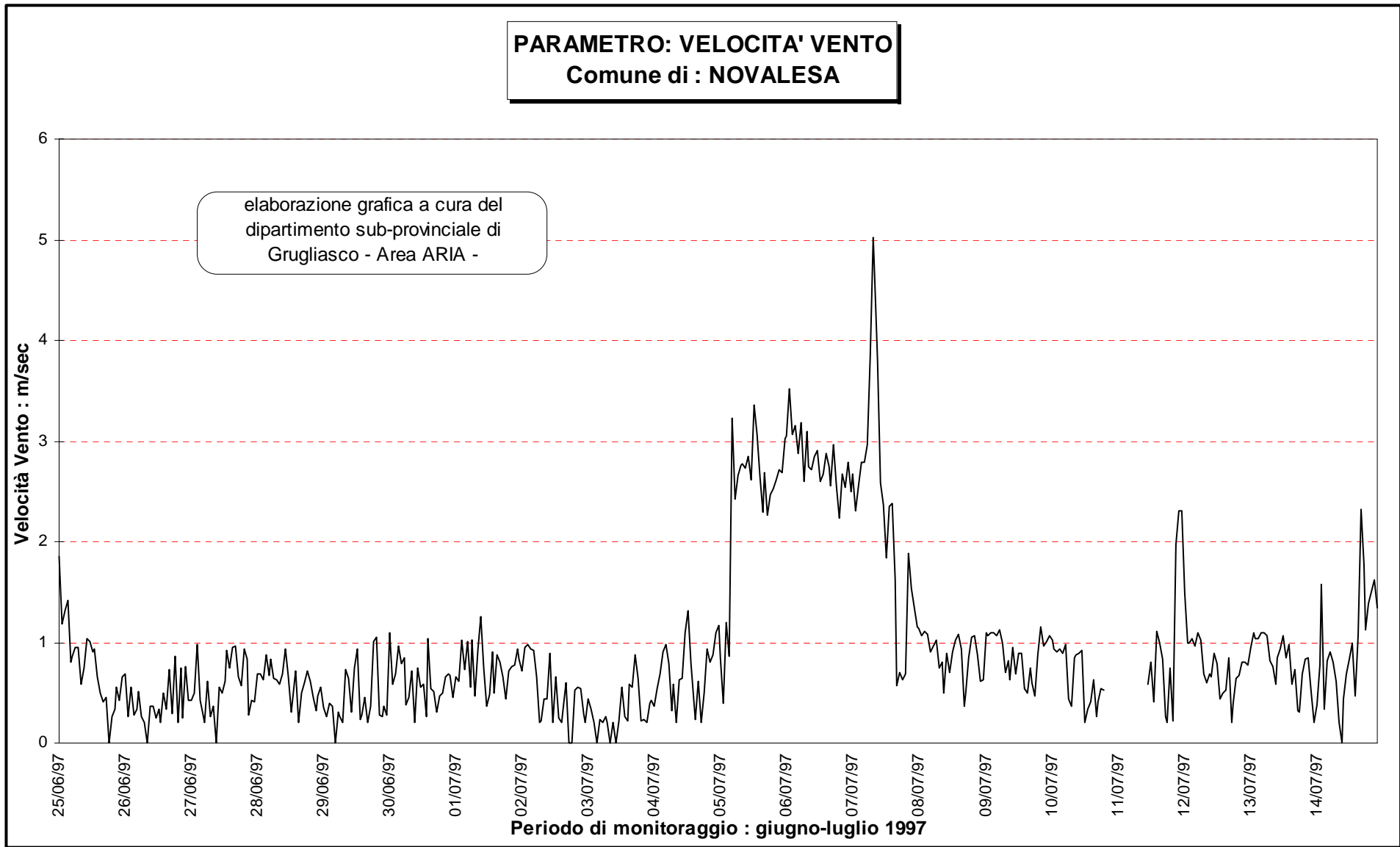
direzione vento ore notturne	
nord	179
nord-est	4
est	6
sud-est	4
sud	2
sud-ovest	4
ovest	3
nord-ovest	3
totale	205

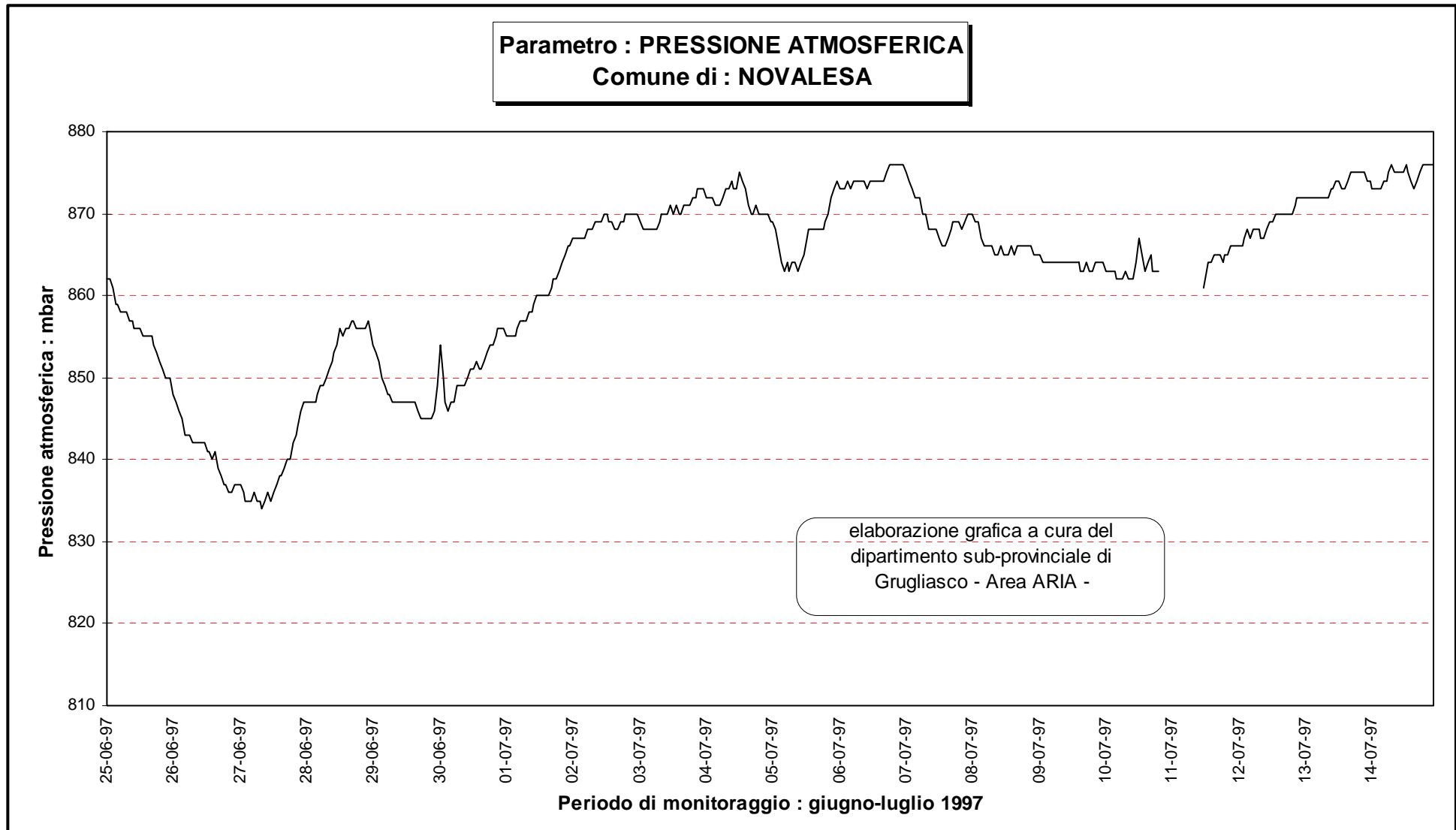
parametro	R.S.N. W/mq
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	700.00
Valore medio:	136.65
Valore mediana:	22.20
Deviaz. Standard:	193.02

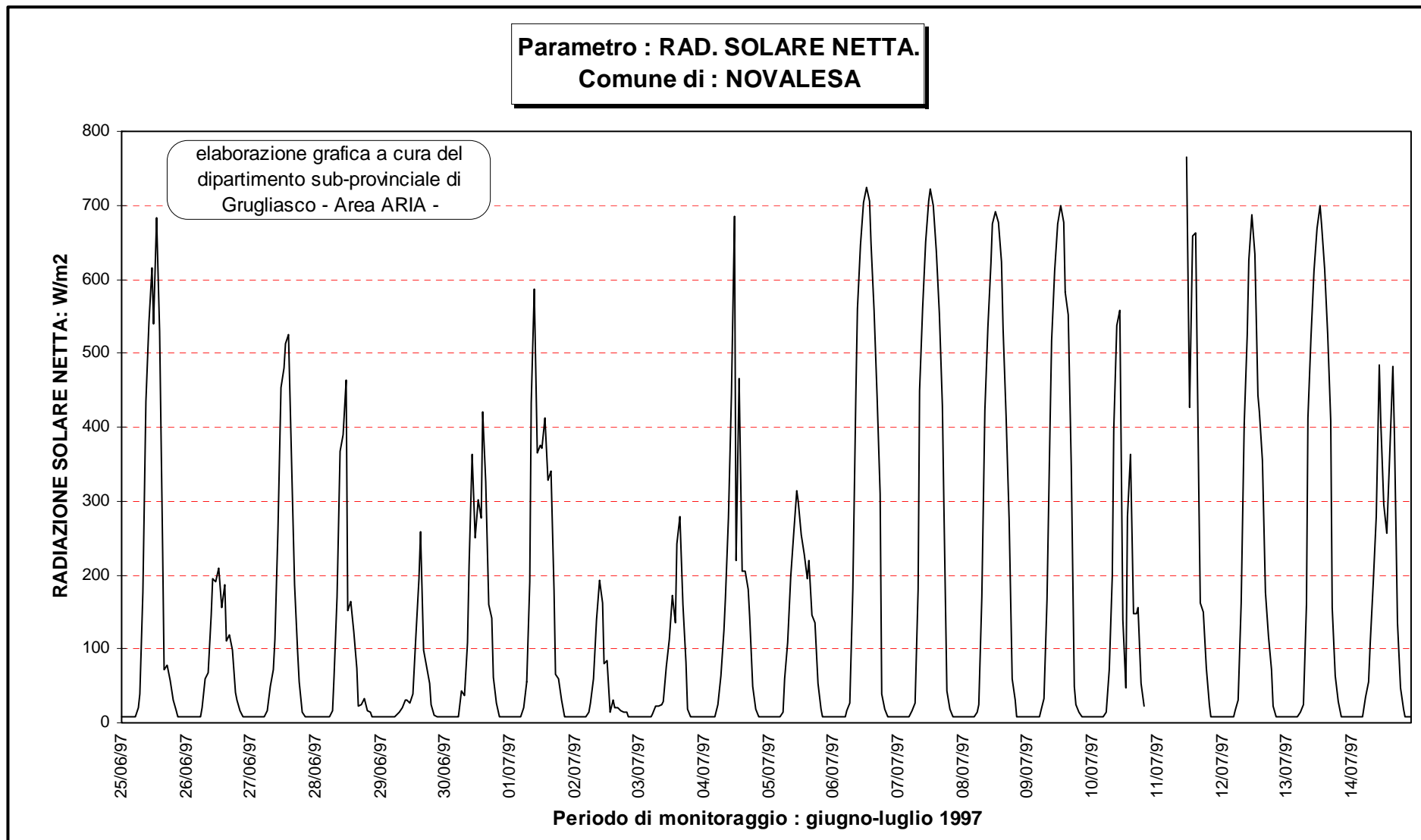


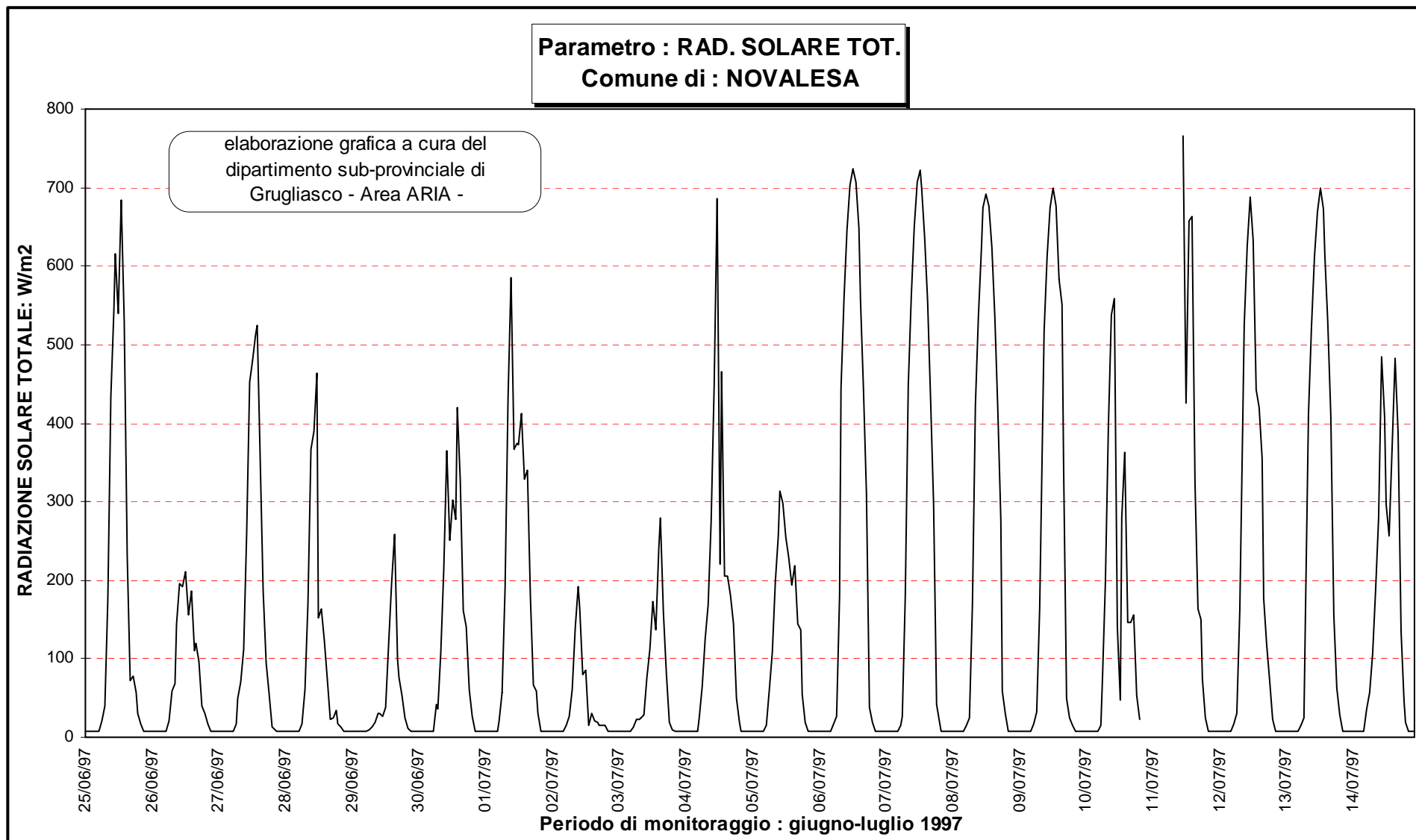












6.2 ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

TABELLA n° 17: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di giugno-luglio 1997 nel Comune di Novalesa

inquinante :	SO2
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	2.39
Valore medio:	0.44
Valore mediana:	0.00
Deviaz. Standard:	0.58

inquinante :	NO
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	158.00
Valore medio:	19.55
Valore mediana:	7.48
Deviaz. Standard:	30.94

inquinante :	NO2
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	44.90
Valore medio:	9.81
Valore mediana:	8.03
Deviaz. Standard:	9.00

inquinante :	NOx
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	178.00
Valore medio:	29.35
Valore mediana:	14.20
Deviaz. Standard:	37.85

inquinante :	CO
	mg/mc
Valore minimo:	0.20
Valore massimo:	1.01
Valore medio:	0.60
Valore mediana:	0.59
Deviaz. Standard:	0.20

inquinante :	O3
	mcg/mc
Valore minimo:	26.80
Valore massimo:	206.00
Valore medio:	73.04
Valore mediana:	69.90
Deviaz. Standard:	29.44

inquinante :	PTS
	mcg/mc
Valore minimo:	1.00
Valore massimo:	773.00
Valore medio:	37.91
Valore mediana:	23.00
Deviaz. Standard:	62.97

TABELLA n° 17a: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di giugno-luglio 1997 a Novalesa

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	316	65.8	125 (*)	0		250					
NO2	341	71.0	200	0		400					
O3	464	96.7	180	2	0.4	360			200(**)	1	0.2
CO	380	79.2	15	0		30			40(***)		
PTS	461	96.0	150 (*)	0		300					

(*) MEDIA GIORNALIERA

(**)CONCENTRAZIONE MEDIA DI UN'ORA DA NON RAGGIUNGERE PIU' DI UNA VOLTA AL MESE)

(***) MEDIA ORARIA

TABELLA n° 18: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di giugno-luglio 1997 a Novalesa

ore	$\mu\text{g}/\text{mc}$ SO2	$\mu\text{g}/\text{mc}$ NO	$\mu\text{g}/\text{mc}$ NO2	$\mu\text{g}/\text{mc}$ O3	mg/mc CO	$\mu\text{g}/\text{mc}$ PTS	$\mu\text{g}/\text{mc}$ NOx
00:00	0.5	4.0	4.1	63.4	0.53	24.3	8.1
01:00	0.4	3.4	4.0	60.0	0.54	21.3	7.4
02:00	0.4	2.6	3.3	59.4	0.54	20.1	5.9
03:00	0.4	1.9	3.3	58.4	0.54	27.6	5.3
04:00	0.6	1.8	10.3	55.6	0.55	24.0	12.1
05:00	0.3	1.4	6.0	51.2	0.56	19.1	7.4
06:00	0.4	1.3	5.2	48.1	0.59	26.4	6.5
07:00	0.5	1.7	5.9	46.0	0.59	38.1	7.6
08:00	0.8	3.0	7.2	53.5	0.57	53.8	10.2
09:00	0.6	4.7	6.0	62.6	0.57	37.9	10.7
10:00	0.5	9.9	8.5	69.0	0.55	21.7	18.4
11:00	0.4	21.3	10.6	76.4	0.52	32.7	31.8
12:00	0.4	29.8	13.1	82.9	0.55	41.1	43.0
13:00	0.3	36.7	14.5	87.3	0.57	40.5	51.1
14:00	0.2	42.4	16.4	94.9	0.58	31.5	58.8
15:00	0.2	49.3	17.6	97.0	0.59	65.1	67.0
16:00	0.2	53.3	19.0	97.8	0.58	40.4	72.2
17:00	0.3	50.7	18.0	91.6	0.57	51.9	68.7
18:00	0.2	41.8	14.2	79.3	0.61	44.5	55.9
19:00	0.3	22.0	8.0	68.7	0.59	50.2	37.4
20:00	0.5	15.4	6.0	66.8	0.58	30.9	26.5
21:00	0.5	12.2	4.1	64.7	0.58	32.3	19.7
22:00	0.5	5.4	4.9	64.2	0.56	23.5	11.7
23:00	0.5	3.9	4.4	61.5	0.55	64.6	9.1

TABELLA n° 19: distribuzione di frequenza relative alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di giugno-luglio 1997 a Novalesa

NO2	n° volte	% PNO2
0	37	11
10	182	53
20	82	24
30	25	7
40	9	3
50	6	2
60	0	0
TOTALE	341	

NO	n° volte	% PNO
0	46	13
20	219	64
40	24	7
60	12	4
80	13	4
100	12	4
120	7	2
140	6	2
160	2	1
TOTALE	341	

PTS	n° volte	% PPTS
0	0	0
20	209	45
40	132	29
60	50	11
80	31	7
100	10	2
120	10	2
140	4	1
160	3	1
180	1	0
200	1	0
220	1	0
240	1	0
260	0	0
280	2	0
300	1	0
320	0	0
340	1	0
360	0	0
380	0	0
400	0	0
420	0	0
440	1	0
460	0	0
480	1	0
500	1	0
520	0	0
540	0	0
560	0	0
580	0	0
600	0	0
620	0	0
640	0	0
660	0	0
680	0	0
700	0	0
720	0	0
740	0	0
760	0	0
780	1	0
TOTALE	461	

O3	n° volte	% PO3
0	0	0
10	0	0
20	0	0
30	6	1
40	43	10
50	55	13
60	71	17
70	58	14
80	76	18
90	41	10
100	43	10
110	20	5
TOTALE	413	

NOx	n° volte	% PNOx
0	10	3
20	203	60
40	62	18
60	13	4
80	10	3
100	15	4
120	11	3
140	8	2
160	4	1
180	5	1
TOTALE	341	

CO	n° volte	% PCO
0	0	0
0.5	104	29
1	251	71
1.5	1	0
TOTALE	356	

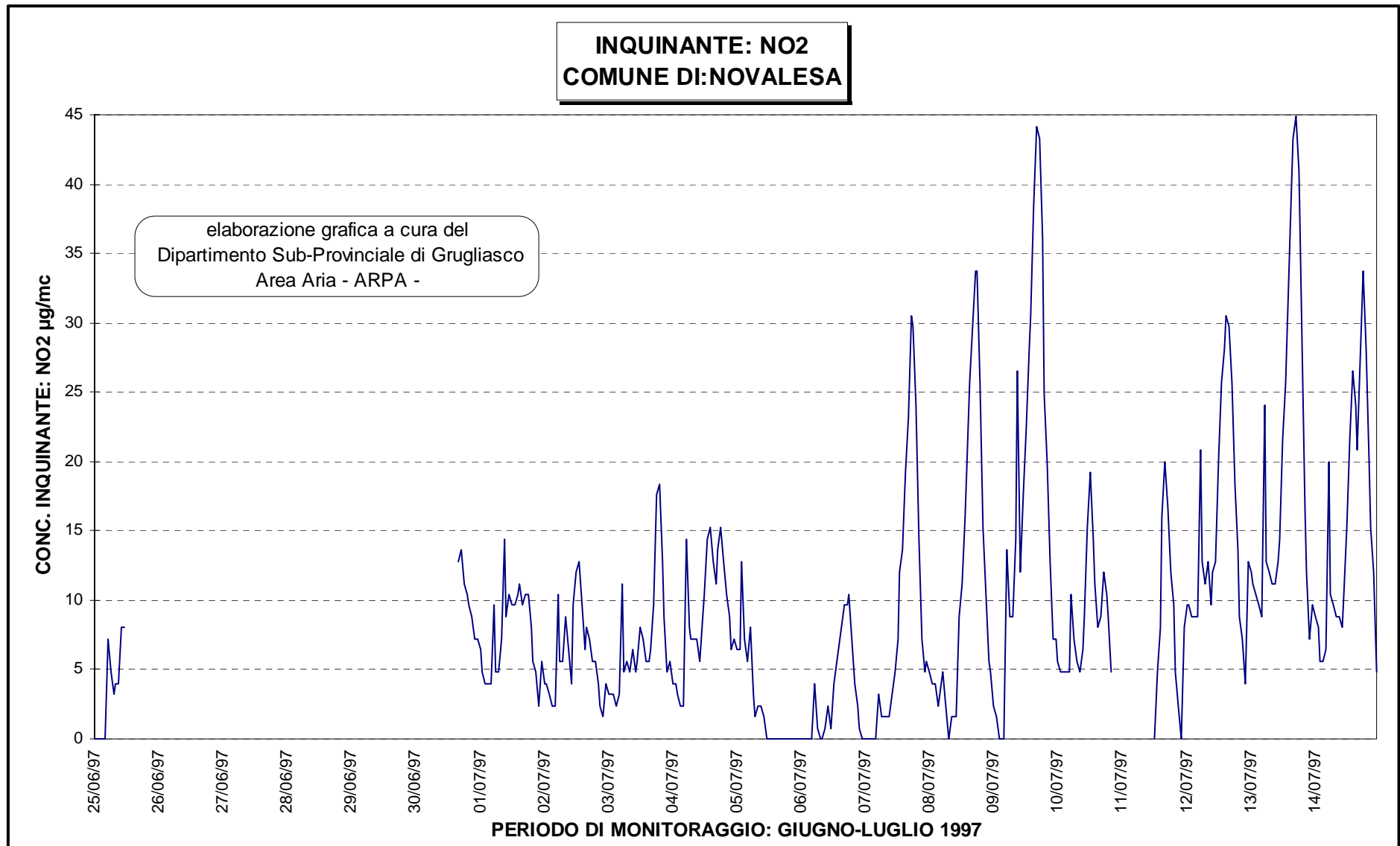
SO2	n° volte	% PSO2
0	168	53
5	148	47
10	0	0
TOTALE	316	

6.2.1 - NO - NO₂ - NO_x - Ossidi di Azoto

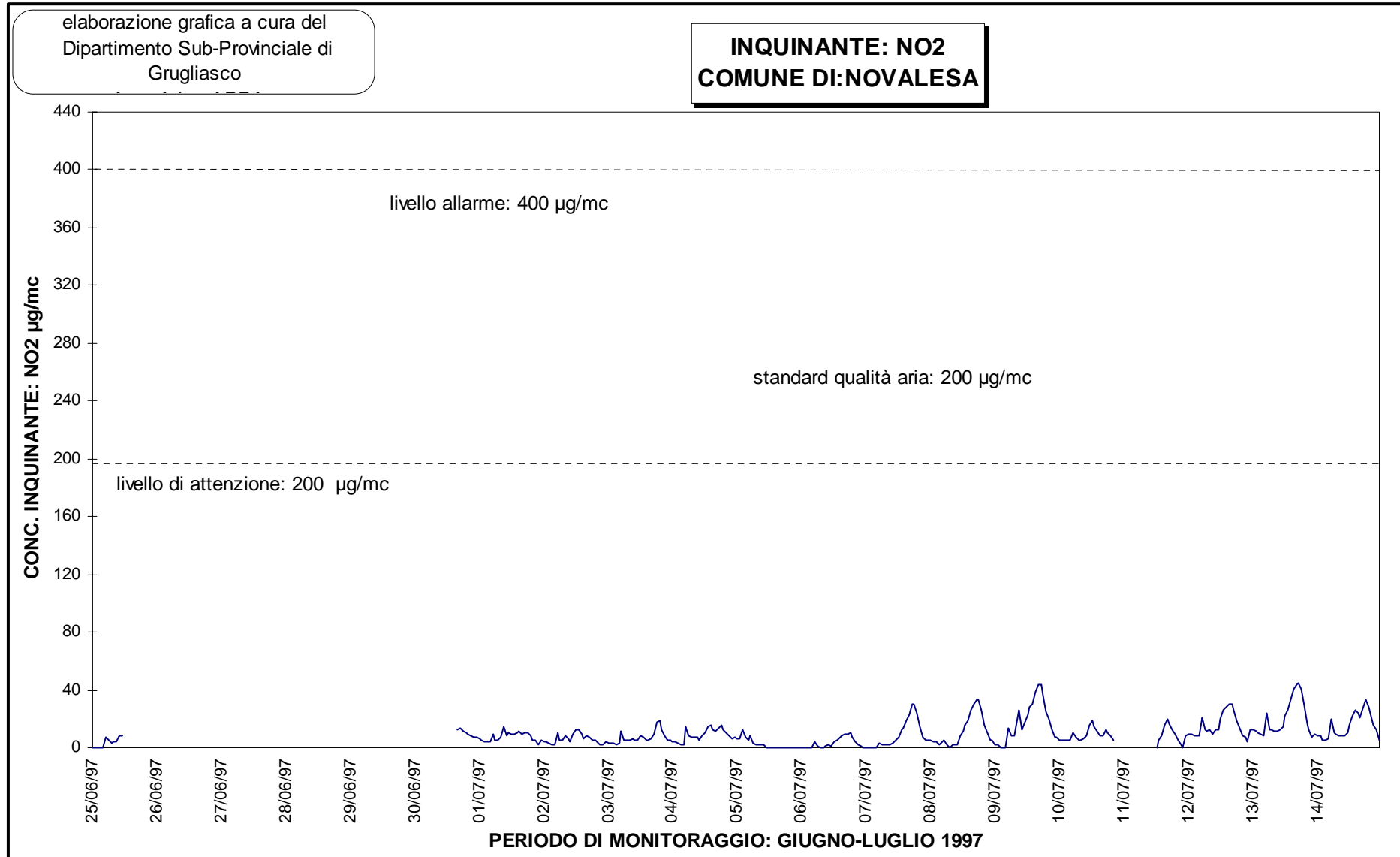
Il biossido di azoto (NO₂) presenta valori ampiamente al di sotto dei livelli di attenzione e di qualità dell'aria con punte massime di 44.9 mcg/mc.

Dall'elaborazione del giorno medio si evidenziano i valori di punta massima alle ore 5 del mattino e alle ore 16 del pomeriggio.

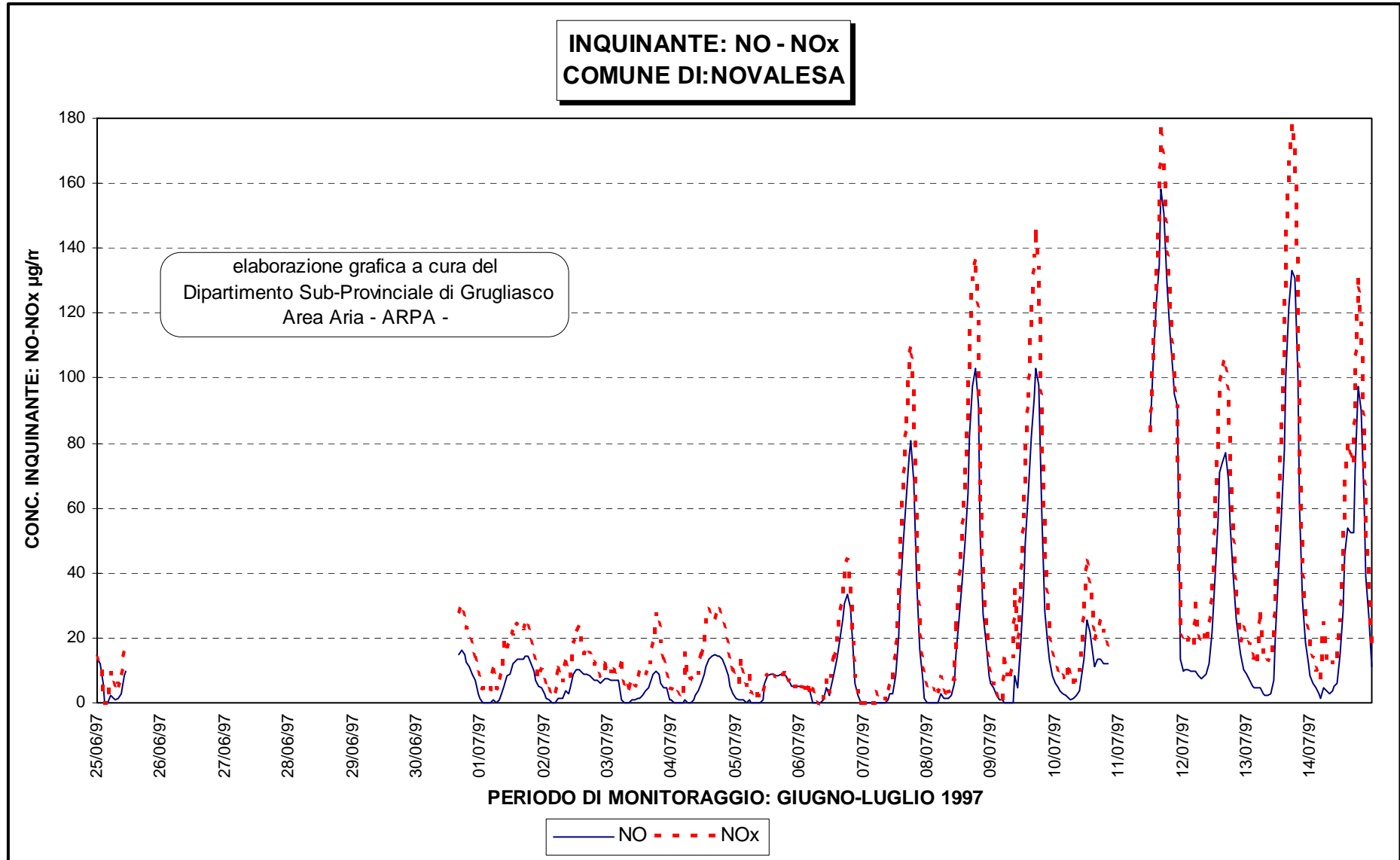
NO2: andamento medie orarie - Novalesa -



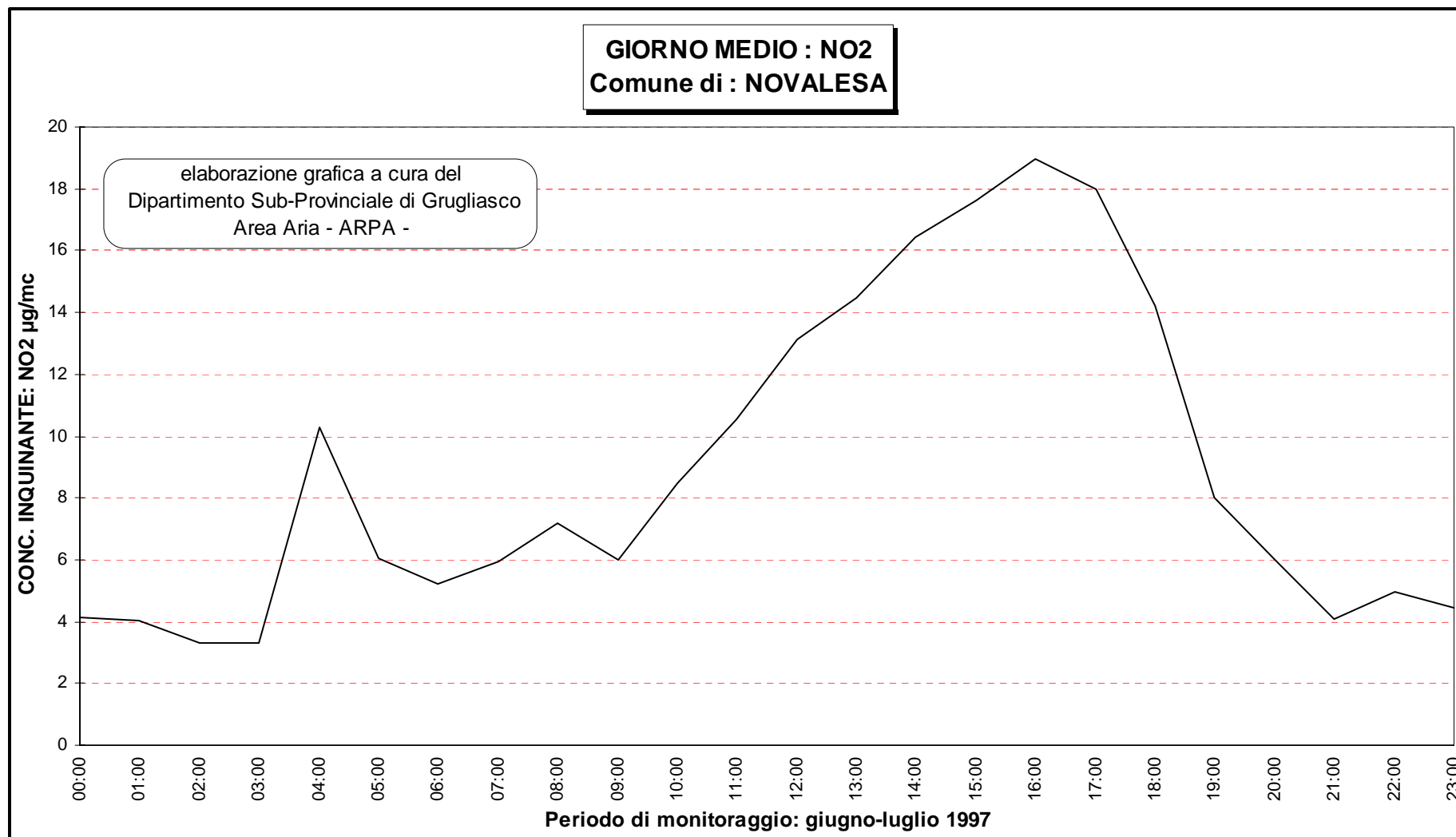
NO2: limiti di legge - Novalesa -



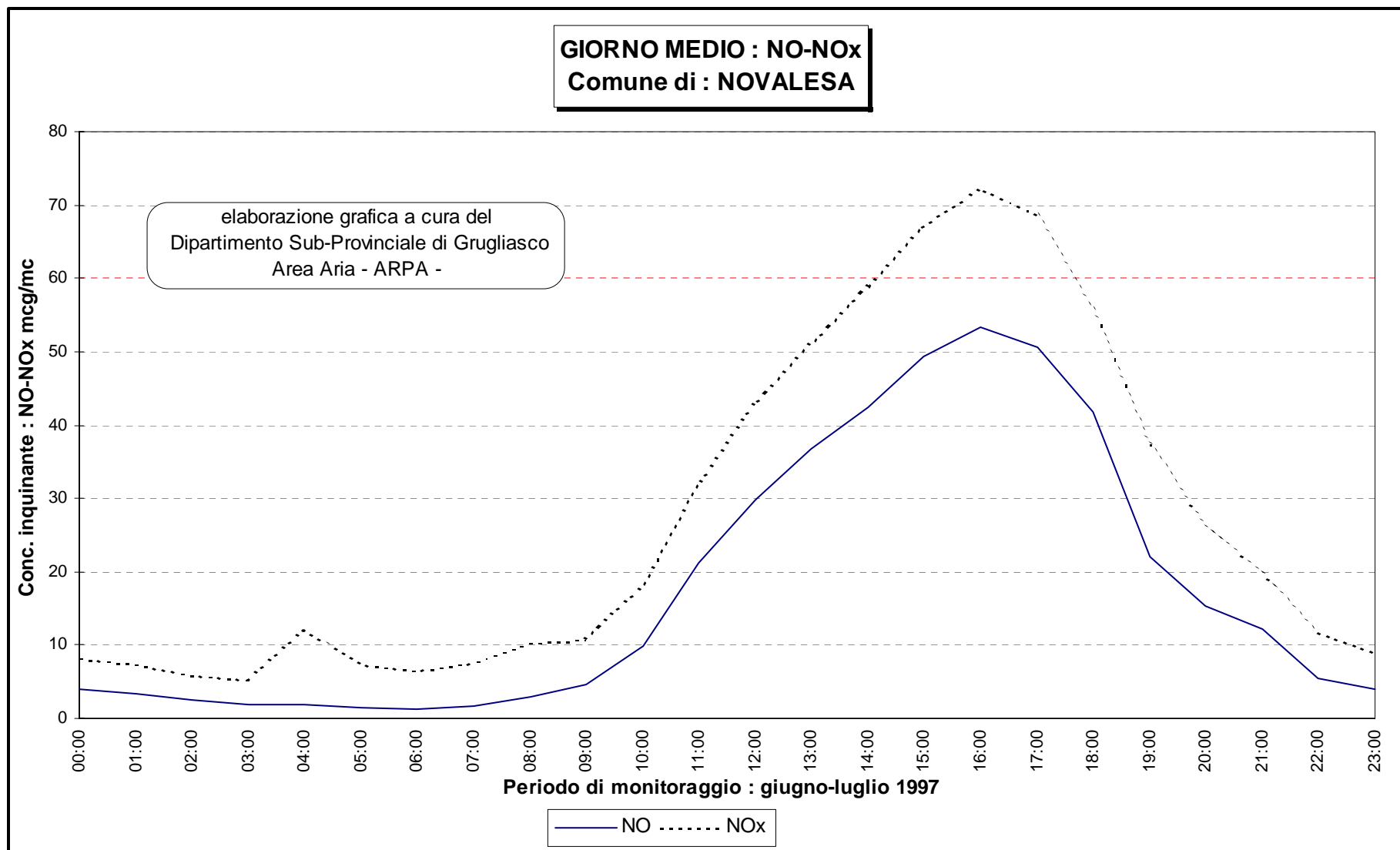
NO -NOx: medie orarie - Novalesa -



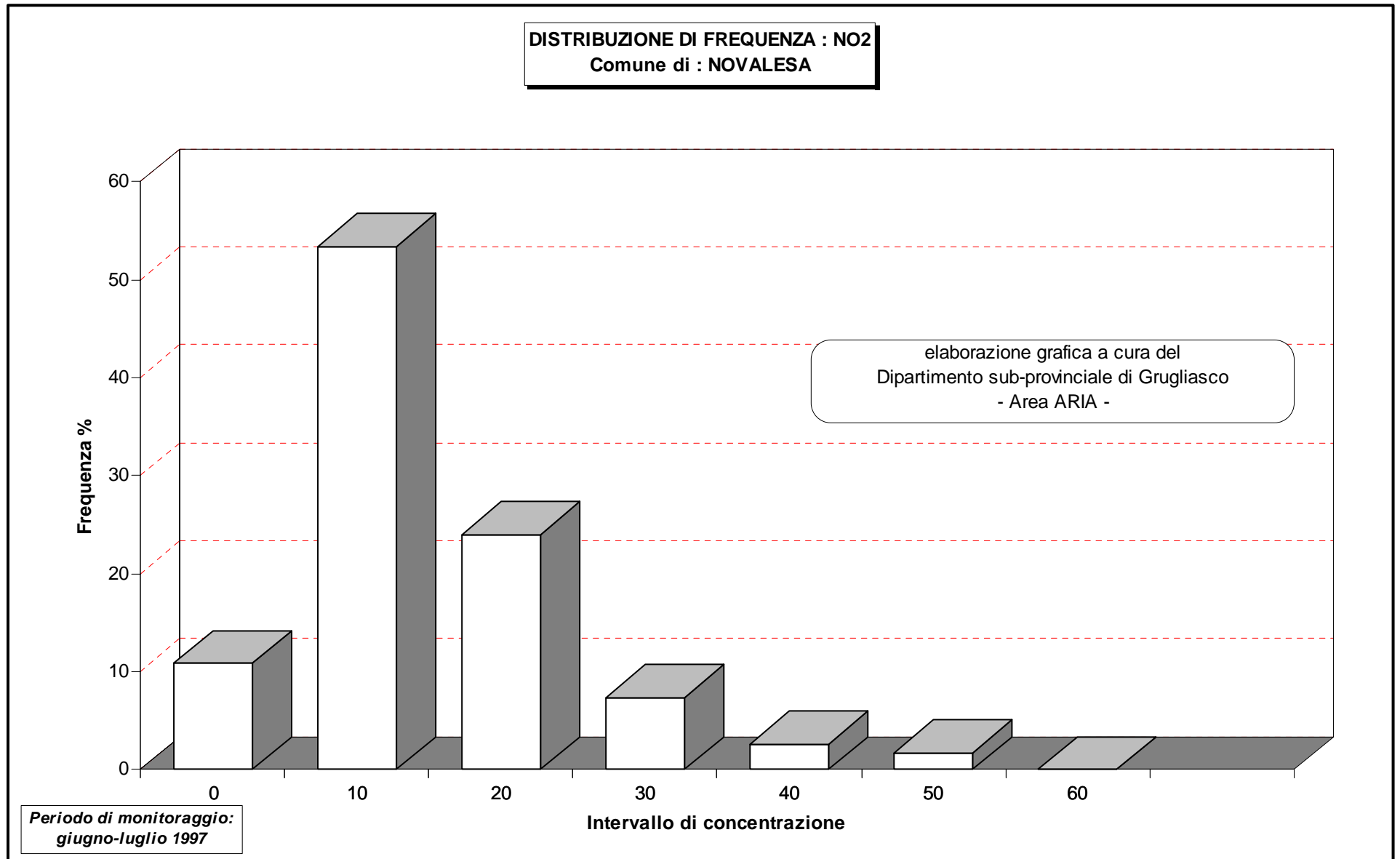
NO2: andamento giorno medio - Novalesa -



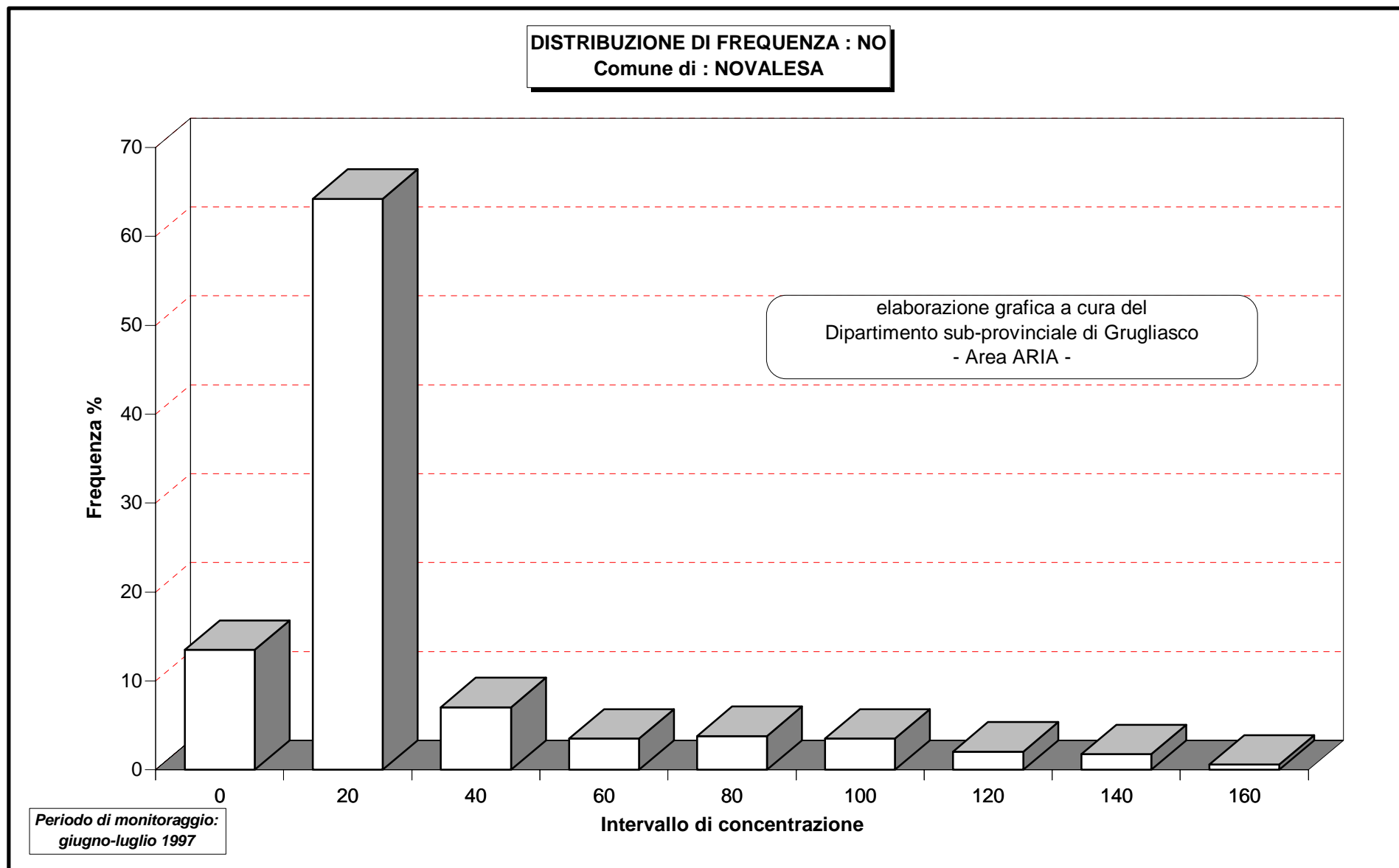
NO-NOx: andamento giorno medio - Novalesa -



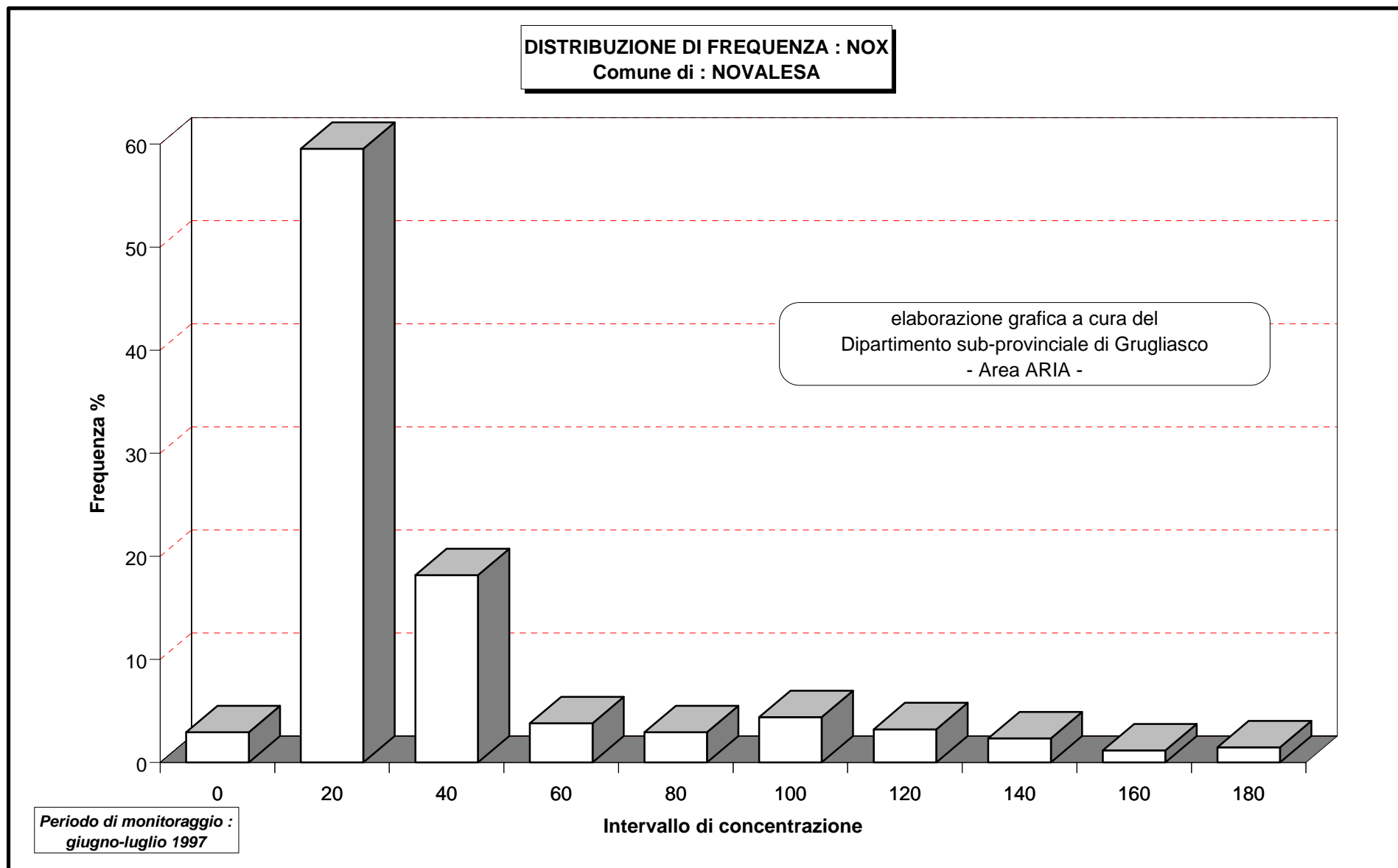
NO2: distribuzioni di frequenza - Novalesa -



NO: distribuzioni di frequenza - Novalesa -



NOx: distribuzioni di frequenza - Novalesa -



6.2.2 - Ozono - (O₃)

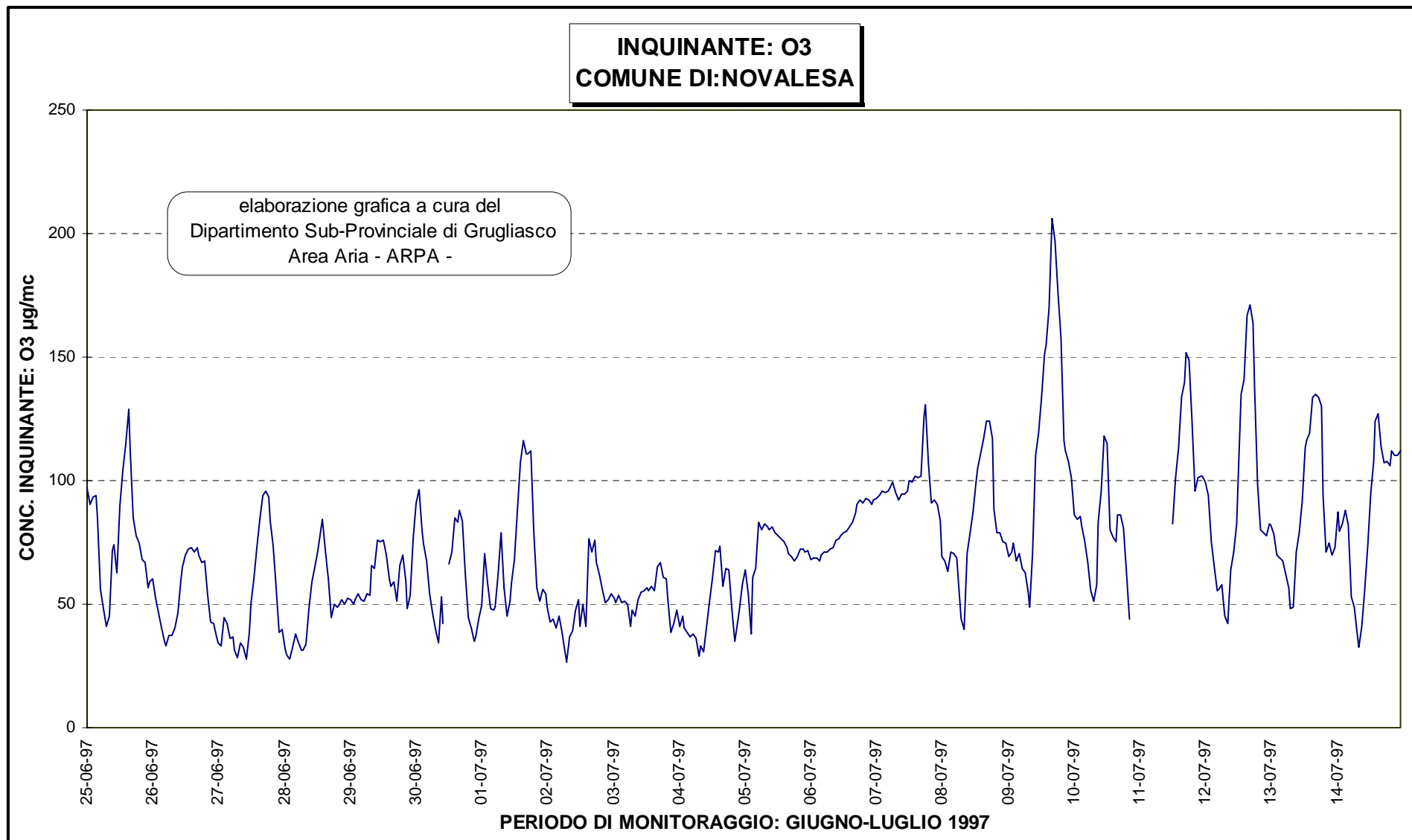
Per la valutazione dei dati relativi a questo parametro occorre ricordare quanto detto nel capitolo 2.3.

Nel periodo monitorato si sono verificati 2 superamenti del livello di attenzione (180 µg/mc) e 1 dello standard di qualità dell'aria (200 µg/mc) con punta massima di 206 µg/mc.

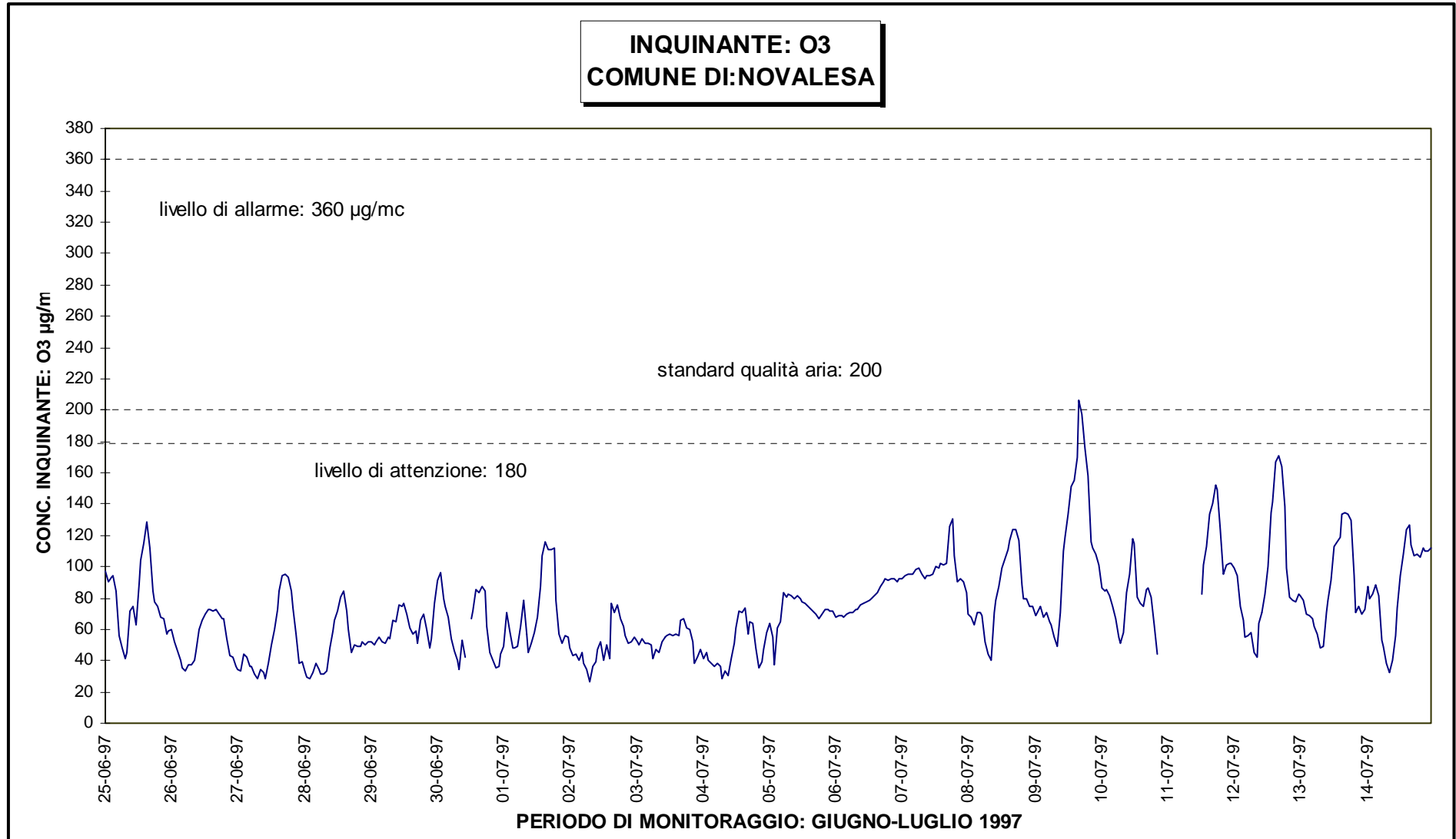
Dal grafico del giorno medio si evidenzia il picco caratteristico con punta massima intorno alle ore 17.

Per poter meglio analizzare e quantificare l'inquinamento da ozono in alta quota si è proceduto ad una ulteriore elaborazione che tiene conto dei nuovi limiti stabiliti dalla Direttiva CEE 92/72

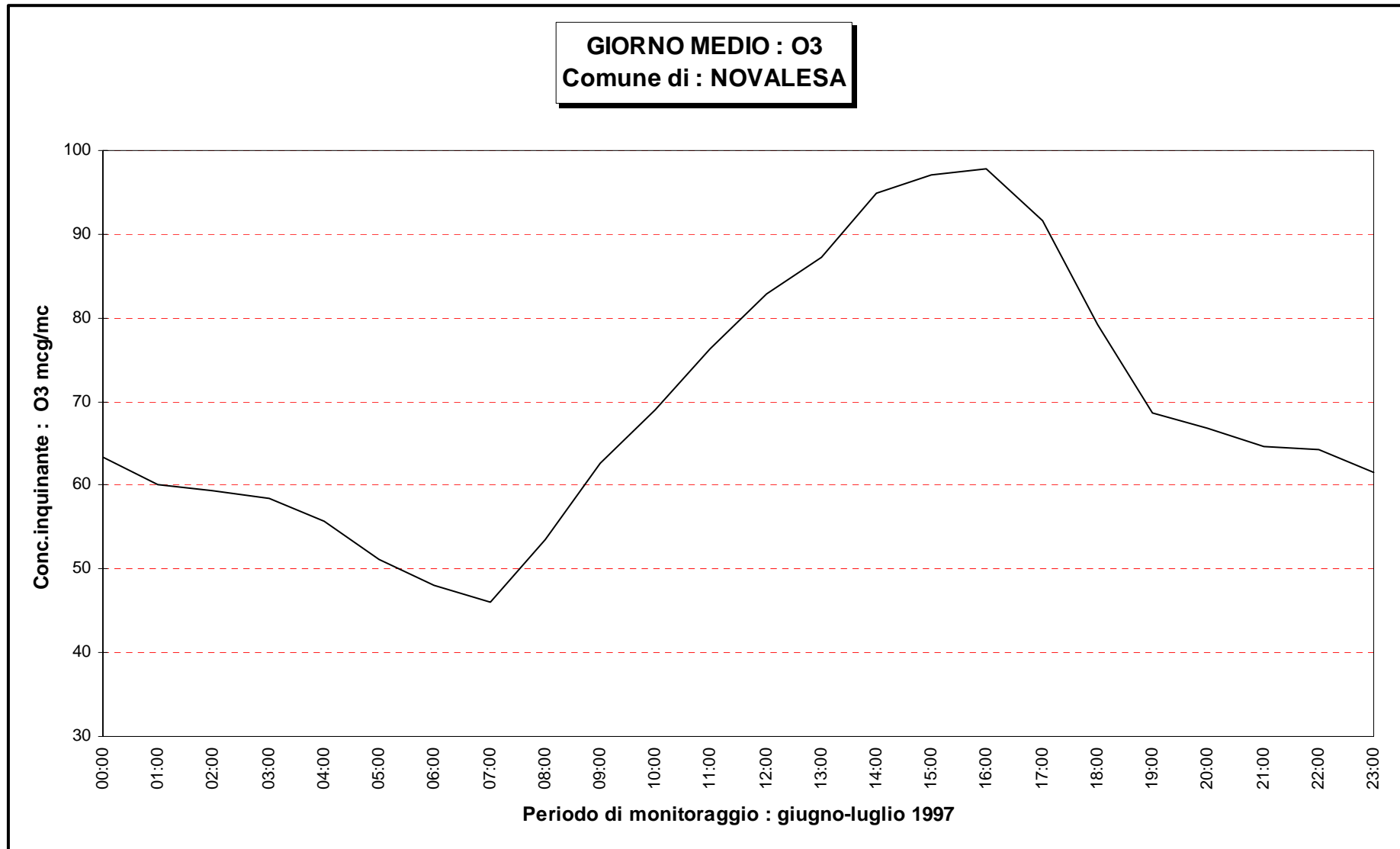
O3: andamento medie orarie - Novalesa -



O3: limiti di legge - Novalesa -



O3: giorno medio - Novalesa -



O3: distribuzioni di frequenza - Novalesa -

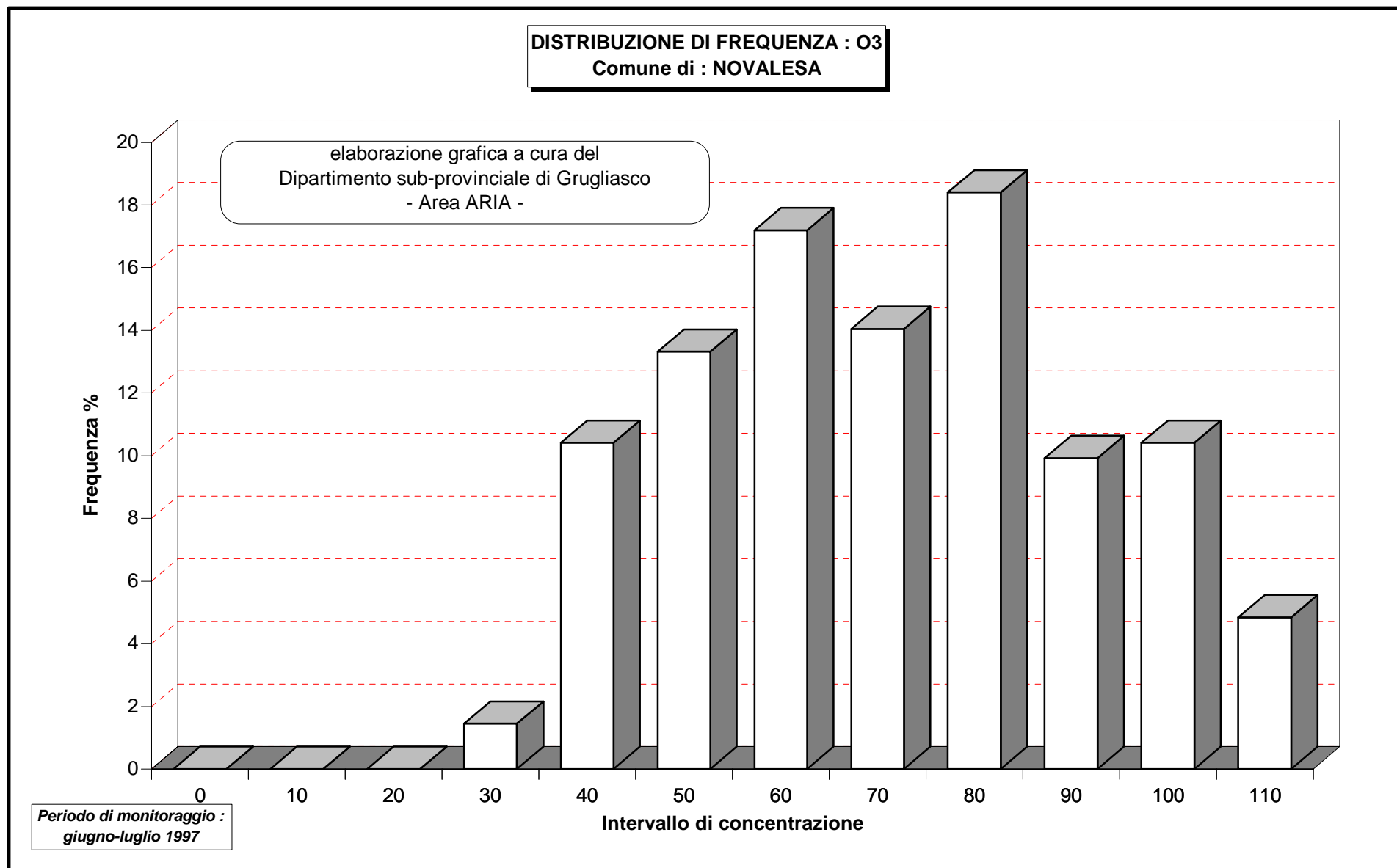


Tabella n° 20: tabella riassuntiva dei superamenti di ozono - Novalesa

NOVALESA - MESE DI GIUGNO-LUGLIO 1997- TABELLA RIASSUNTIVA SUPERAMENTI
OZONO

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		SOGLIA PROTEZIONE SALUTE	NUMERO DI SUPERAMENTI		SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%
OZONO	464	96.7	110 (1)	33	10	200 (2)	1	0.2
OZONO	464	96.7				65 (3)	12	60

(1) media trascinata calcolata sulle 8 ore

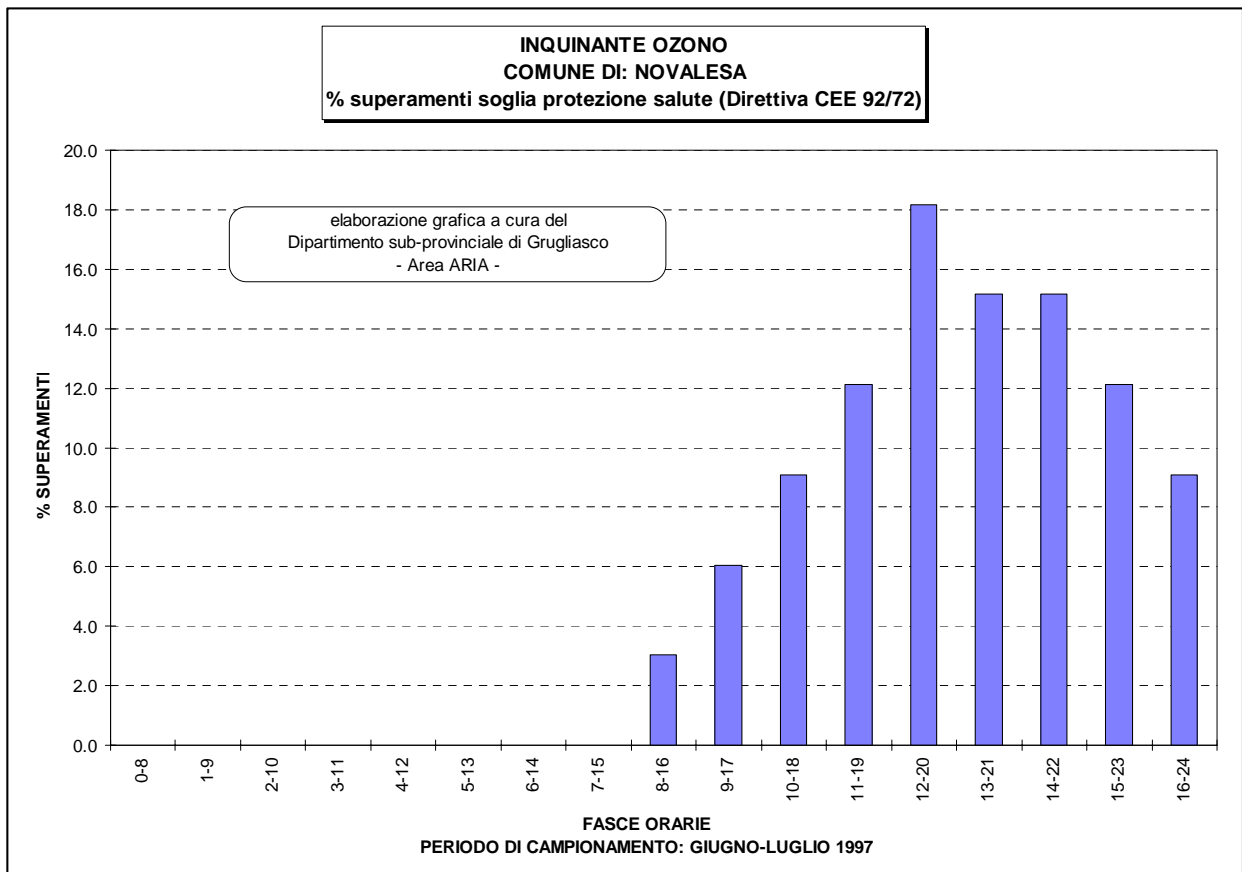
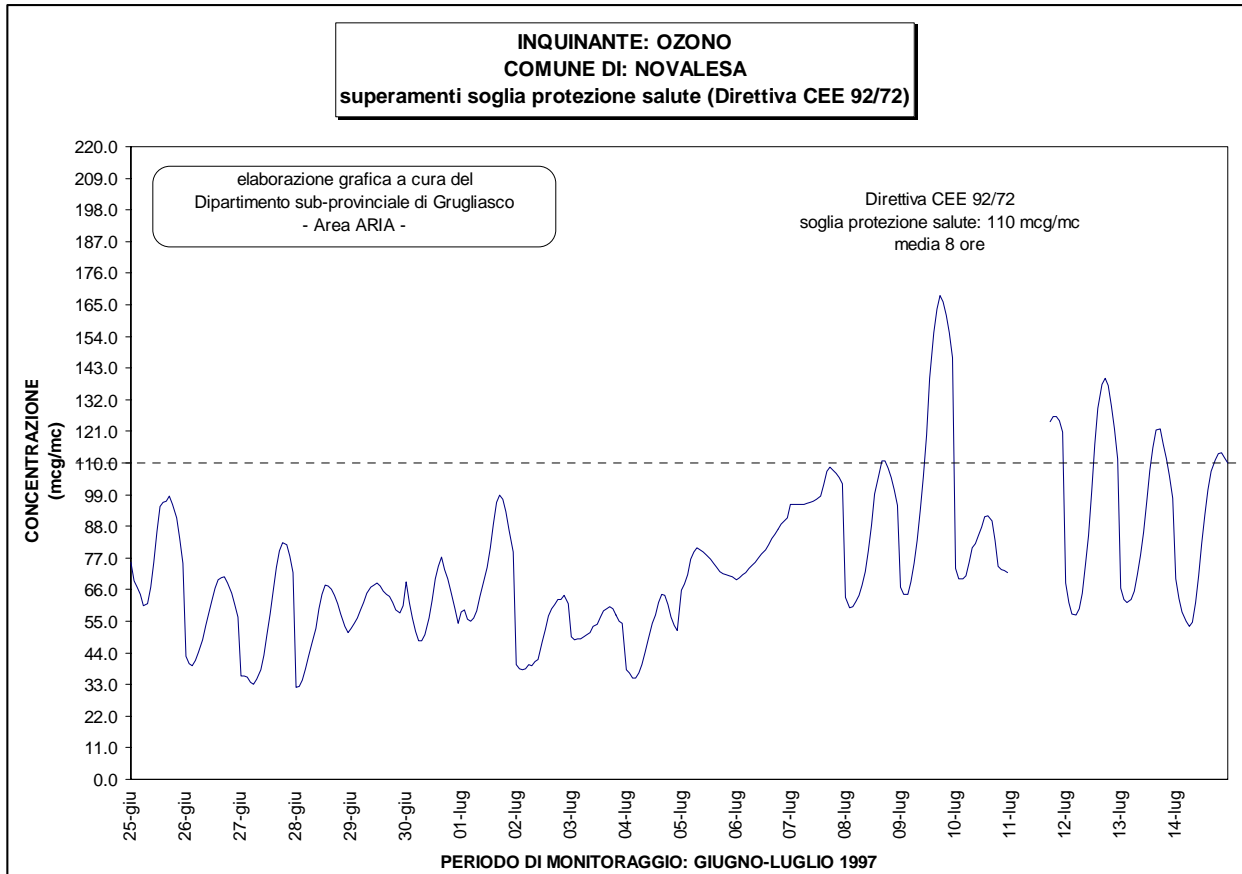
(2) media oraria

(3) media giornaliera

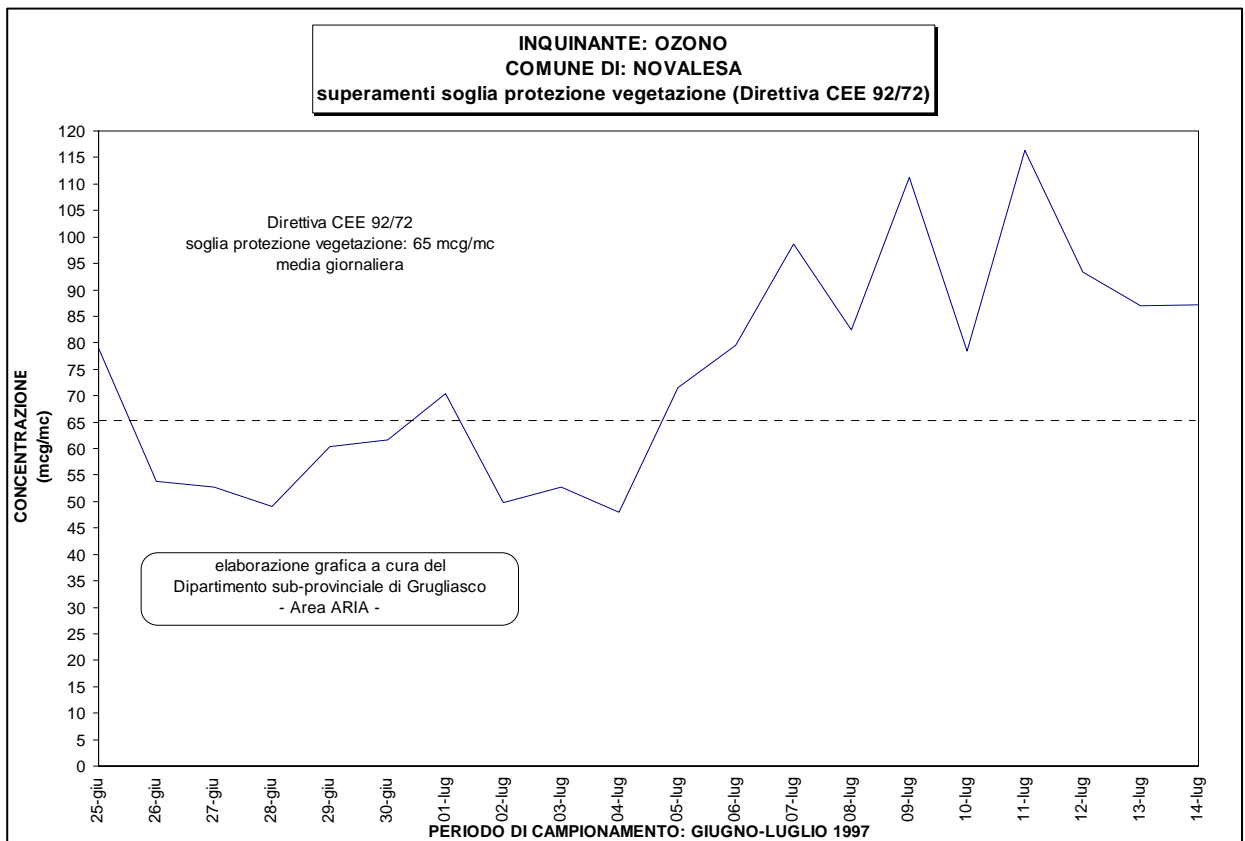
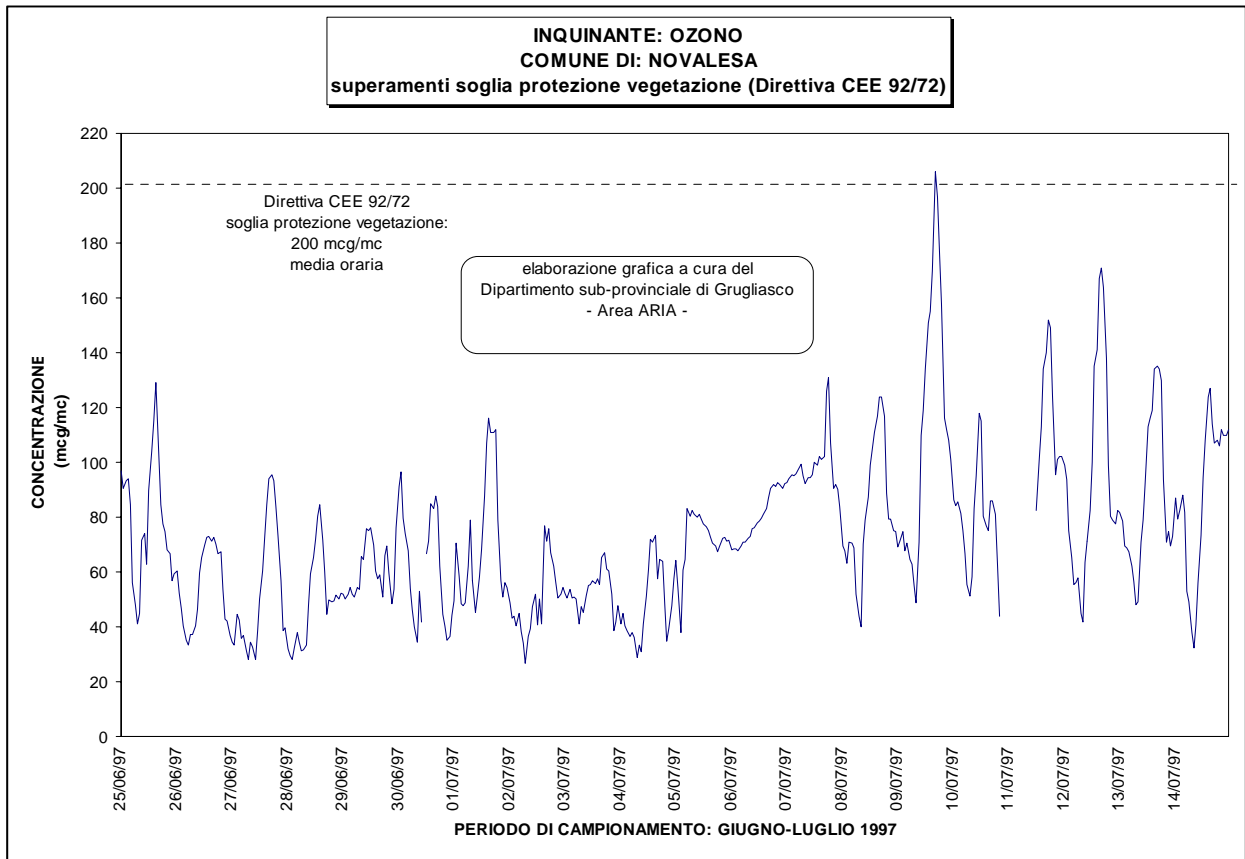
Tabella n° 21 : superamenti delle diverse fasce orarie - 2° periodo

fascia oraria	numero superamenti	percentuale superamenti rispetto al totale superamenti
0-8	0	0.0
1-9	0	0.0
2-10	0	0.0
3-11	0	0.0
4-12	0	0.0
5-13	0	0.0
6-14	0	0.0
7-15	0	0.0
8-16	1	3.0
9-17	2	6.1
10-18	3	9.1
11-19	4	12.1
12-20	6	18.2
13-21	5	15.2
14-22	5	15.2
15-23	4	12.1
16-24	3	9.1
SOMMA	33	

O3: protezione salute - Novalesa



O3: protezione vegetazione - 2° periodo



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

Le tre campagne oggetto della presente relazione (Comune di Moncenisio - agosto 1995 e agosto 1996; Comune di Novalesa - giugno - luglio 1997) sono state effettuate al fine di valutare l'incidenza dell'inquinamento da ozono, il principale tracciante dell'inquinamento fotochimico, in aree di quota.

La letteratura scientifica in materia evidenzia infatti che le concentrazioni di ozono in aree remote, vale a dire relativamente lontane dalle principali fonti inquinanti, raggiungono spesso valori significativi in termini di impatto sulla salute umana e sull'ecosistema. L'inquinamento di origine fotochimica è per sua natura caratteristico dei mesi estivi, per cui le campagne sono state concentrate nel periodo giugno - agosto.

Il commento che segue è stato effettuato sulla base della più recente normativa in materia, il D.M. 16.5.96 (Attivazione di un sistema di sorveglianza da ozono) per il quale si rimanda al capitolo 2.

I due siti considerati, entrambi posizionati nella Valle di Susa, hanno entrambi caratteristiche di siti remoti e si differenziano essenzialmente per l'altitudine: il Comune di Moncenisio è situato a circa 1459 m slm, quello di Novalesa a 828 m slm.

In base alle rilevazioni eseguite si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- 1) l'andamento del giorno medio nel sito di Novalesa è simile a quello riscontrabile in un sito di pianura, con un marcato aumento della concentrazione di ozono nelle ore centrali della giornata e una netta diminuzione al calare del sole. L'andamento della concentrazione di ozono, in altri termini, segue quello dell'irraggiamento solare; ciò fa presumere che la formazione di ozono avvenga nelle relative vicinanze del sito. Ciò è confermato dai valori di biossido di azoto, precursore dell'ozono, i quali sono significativamente più elevati che nel sito di Moncenisio;
- 2) nel sito di Moncenisio, invece si riscontra un andamento molto più uniforme, con concentrazioni comprese per tutto l'arco della giornata tra 90 e 110 $\mu\text{g}/\text{mc}$, ad indicare che alla presenza di ozono contribuiscono in maniera significativa fenomeni di accumulo per trasporto dell'inquinante da zone anche molto lontane dal sito. Ciò è confermato dai valori di velocità del vento medi e di punta, i quali sono significativamente superiori a quelli registrati a Novalesa. La campagna di 24 ore di misura dei V.O.C. effettuata in questo sito nell'agosto 1995 mostra valori nell'intorno del limite di 200 $\mu\text{g}/\text{mc}$ previsto dalla normativa come indicazione della formazione di smog fotochimico; ciò può far presumere

che vi sia possibilità anche di formazione locale di ozono per trasporto dei precursori.

Da notare che i due andamenti del giorno medio sono analoghi a quelli osservati in due siti simili come altitudine nel corso di una indagine⁷ svolta dalla Università di Milano e dalla Direzione Generale Tutela Ambiente della Regione Lombardia negli anni 1992-1995, a conferma della vastità delle aree interessate dai fenomeni di inquinamento fotochimico

3) per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana :

a) nell'agosto 1995 (comune di Moncenisio) si sono registrati sette superamenti del livello di attenzione come pure il superamento del valore di standard di qualità dell'aria; si sono inoltre verificati 110 superamenti della soglia di protezione della salute (prevista per periodi di otto ore consecutive), pari al 22% del totale dei periodi considerati.

Tali superamenti sono distribuiti con una certa omogeneità lungo tutto il corso delle 24 ore;

b) nell'agosto 1996 (comune di Moncenisio) non si sono verificati superamenti del livello di attenzione, né dello standard di qualità dell'aria; si sono verificati 64 superamenti della citata soglia di protezione della salute, pari al 14% dei periodi totali di rilevamento. Rispetto all'agosto 1995 tali superamenti risultano maggiormente concentrati nelle ore diurne;

c) nel giugno - luglio 1997 (comune di Novalesa) si sono verificati due superamenti del livello di attenzione, come pure il superamento dello standard di qualità dell'aria; si sono inoltre verificati 33 superamenti della soglia di protezione della salute (prevista per periodi di otto ore consecutive), pari al 10% del totale dei periodi considerati;

4) per quanto riguarda l'impatto sulla vegetazione:

a) nell'agosto 1995 (comune di Moncenisio) si sono verificati tre superamenti della soglia di protezione della vegetazione su base oraria, pari allo 0.4% delle ore totali di rilevamento, mentre la soglia di protezione della vegetazione su base giornaliera è stata superata in tutte le giornate di rilevamento;

b) nell'agosto 1996 (comune di Moncenisio) non si sono verificati superamenti della soglia su base oraria, mentre nuovamente la soglia di protezione della vegetazione su base giornaliera è stata superata in tutte le giornate di rilevamento;

c) nel giugno - luglio 1997 /comune di Novalesa) si è verificato un superamento della soglia su base oraria e dodici superamenti di quella su base giornaliera, pari al 60% delle giornate totali di rilevamento.

⁷ Vecchi et al. "Studio dei livelli di ozono in aree alpine e prealpine della Lombardia" in "Ozono in regione Lombardia" Milano 25-26 giugno 1997

In termini generali è certamente un dato positivo il fatto che non si siano verificati superamenti del livello di allarme, indice di esposizione della popolazione a episodi acuti di inquinamento. D'altra parte, in base ai dati dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, tali superamenti sono relativamente rari in quanto legati di solito a condizioni meteorologiche particolari.

Appare invece preoccupante il verificarsi frequentemente, in entrambi i siti, di superamenti della soglia di protezione della salute (relativa a periodi di otto ore consecutive) che è indice di esposizione a concentrazioni non particolarmente elevate ma che si mantengono relativamente costanti nel tempo.

E' inoltre certamente critico l'impatto sulla vegetazione, soprattutto per quanto riguarda il superamento della soglia su base giornaliera, che interessa la **quasi totalità** delle giornate di rilevamento.

In conseguenza dei risultati della presente indagine, si ritiene opportuno che, all'interno della rete provinciale di rilevamento dell'inquinamento atmosferico, attualmente priva di stazioni in situazioni di quota, sia previsto il posizionamento di una stazione fissa di misura in uno dei due comuni considerati.

Il chimico
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 SO₂ 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_x.

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 O₃ 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

INDICE

CAPITOLO 1		
NORMATIVA E LIMITI DI LEGGE	pag.	3
CAPITOLO 2		
CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	17
CAPITOLO 3		
OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	pag.	31
CAPITOLO 4		
ELABORAZIONE DATI RILEVATI NEL COMUNE DI MONCENISIO NEL MESE DI AGOSTO 1995.	pag.	39
4.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI	pag.	40
4.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	50
CAPITOLO 5		
ELABORAZIONE DATI RILEVATI NEL COMUNE DI MONCENISIO NEL MESE DI AGOSTO 1996	pag.	77
5.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI	pag.	78
5.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	86
CAPITOLO 6		
ELABORAZIONE DATI RILEVATI NEL COMUNE DI NOVALESA NEL MESE DI GIUGNO - LUGLIO 1997.	pag.	114
6.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI	pag.	115
6.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	124
5.4 -.CONCLUSIONI	pag.	146
SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	pag.	148
BIBLIOGRAFIA	pag.	150
stampa a cura del Centro Stampa - Provincia di Torino		