



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE

REALIZZAZIONE DELL'INVENTARIO REGIONALE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE, DEL DOCUMENTO SULLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE IN SARDEGNA E INDIVIDUAZIONE DELLE POSSIBILI MISURE DA ATTUARE PER IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI CUI AL D.LGS N. 351/99.

VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
ZONIZZAZIONE PRELIMINARE
APPENDICE B: ESEMPIO DI APPLICAZIONE AD UN COMUNE DELLA
METODOLOGIA DI VALUTAZIONE PRELIMINARE

SETTEMBRE 2005

Realizzazione del progetto a cura delle società

Progemisa S.p.A., Consorzio SAR s.r.l., Enviroware s.r.l., Orion s.r.l.



S O M M A R I O

1	INTRODUZIONE	1
2	VULNERABILITÀ AMBIENTALE	2
3	PRESSIONE AMBIENTALE	5
4	STATO DI QUALITÀ DELL’ARIA	7
5	CLASSIFICAZIONE	11

1 INTRODUZIONE

Questa appendice illustra l’applicazione dei calcoli che portano alla definizione delle zone della Regione Sardegna per il caso particolare di un comune. A titolo di esempio è stato selezionato il Comune di Alghero, che è tra i medio-grandi della Regione.

Questo documento è suddiviso in paragrafi che illustrano le procedure per il calcolo dei punteggi relativi alla vulnerabilità ambientale, alla pressione ambientale e allo stato di qualità dell’aria. I punteggi relativi a questi tre comparti vengono infine sommati nell’ultimo paragrafo per ottenere il punteggio totale del comune.

2 VULNERABILITÀ AMBIENTALE

Le variabili utilizzate per determinare la vulnerabilità ambientale sono:

- la popolazione;
- la presenza di aree di particolare pregio naturalistico;
- la presenza di vegetazione.

Il punteggio relativo alla popolazione è stato assegnato in funzione del numero degli abitanti residenti, come risulta dall’ultimo censimento generale della popolazione pubblicato dall’ISTAT; agli effetti della stima della vulnerabilità si assegna il punteggio 1 ai comuni con numero di residenti minori di 5000, 2 ai comuni con numero di residenti compresi tra 5000 e 30.000 e 3 ai comuni con numero di residenti maggiori di 30.000; Alghero, con oltre 38.000 abitanti, assume dunque un punteggio pari a 3.

Il punteggio relativo alla presenza di aree di particolare pregio naturalistico può assumere i valori 0 (assenza di aree) o 1 (presenza di aree); per aree di particolare pregio naturalistiche sono state assunte, nel presente studio, quelle individuate dalla Legge regionale 07/06/1989 n. 31, dal DPR 30/03/1998, dal DPR 22/07/1999 e dalla Direttiva 92/43 (“Habitat”) della Comunità Europea recepita con il DPR 357/1997 (siti di importanza comunitaria e zone a protezione speciale). Le aree di pregio naturalistico del territorio regionale sono mostrate nella figura seguente, dalla quale risulta anche evidente che il comune di Alghero ne è interessato (zone di capo Caccia, porto Conte, Tramariglio, stagno di Calich); Alghero, pertanto, assume da questo punto di vista un punteggio pari a 1.

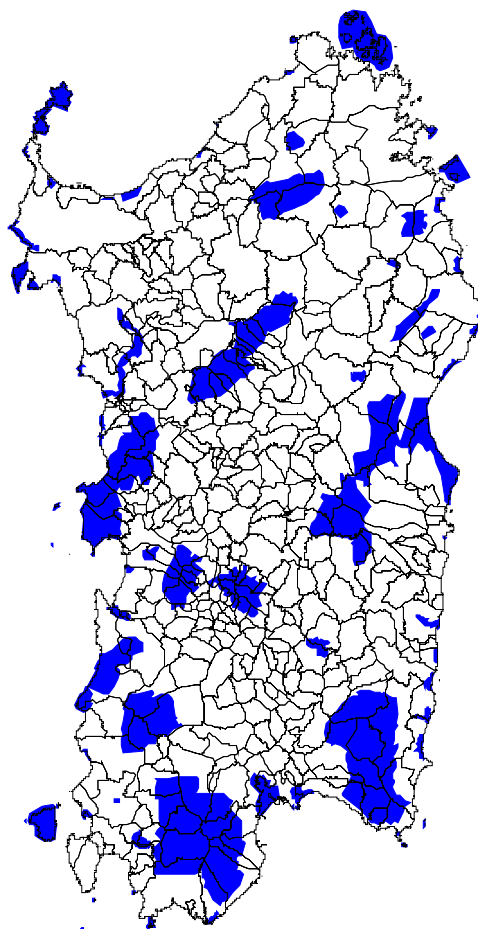


Figura 1 - Aree di pregio naturalistico della Regione Sardegna.

Ai fini della protezione della vegetazione i comuni sono stati classificati anche in base al numero di diversi tipi di coltivazioni o di vegetazione presenti nel loro territorio. Le informazioni necessarie per questa classificazione sono state prese dalla *Carta dell’uso del suolo della Regione Autonoma della Sardegna, Edizione 2002*, opportunamente corretta ed analizzata con l’utilizzo di strumenti di cartografia digitale. È stata considerata in ogni comune la presenza di vigneti, frutteti, oliveti, risaie, vivai, boschi di conifere, boschi di latifoglie, boschi misti, macchia mediterranea, gariga, sugherete, castagneti, pioppeti, lagune e stagni. L’ultima voce (lagune e stagni) è stata inserita allo scopo di considerare, in senso generale, gli ecosistemi.

Ogni coltivazione è stata considerata significativa all’interno di un comune solo quando il rapporto tra la superficie comunale dedicata alla coltivazione e la superficie totale regionale dedicata a quella coltivazione supera una determinata soglia. Il valore soglia utilizzato è pari a

0.265%, cioè il valore che si otterrebbe se ogni coltivazione si distribuisse omogeneamente all’interno di ognuno dei 377 comuni della Sardegna indipendentemente dalla superficie del comune. Per Alghero sono state valutate significative, secondo questa metodologia, più di 6 diverse specie di vegetazione, cioè i vigneti (con una percentuale sul totale regionale pari al 4.70 %), gli oliveti (5.88%), i boschi di conifere (6.21%), i boschi misti (2.69%), le lagune (1.23%), la macchia mediterranea (0.77%), ecc.. La figura seguente mostra come il territorio di Alghero sia suddiviso nelle varie classi di uso del suolo: le barre indicano gli ha di ogni classe presenti nel territorio comunale e la linea continua la percentuale che quella classe di uso del suolo del comune di Alghero ha sul totale regionale.

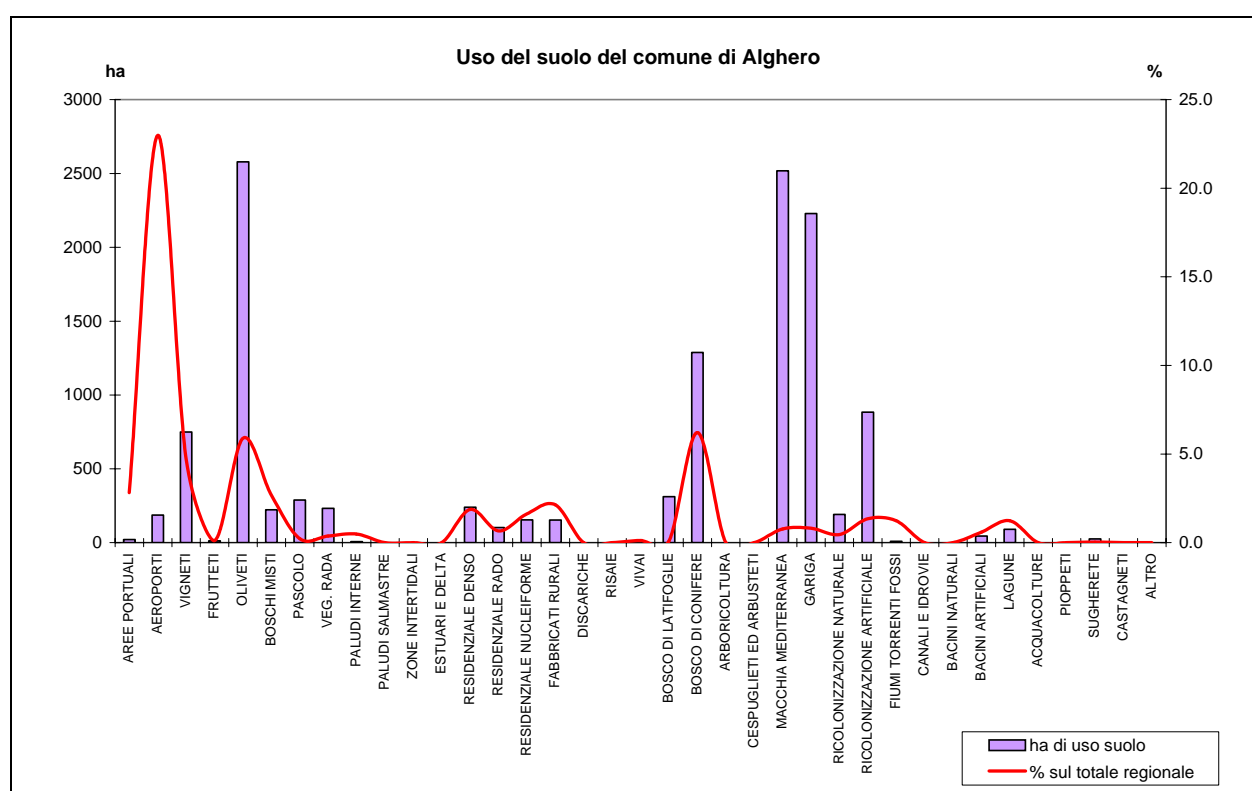


Figura 1 – Uso del suolo del comune di Alghero

Ai comuni con un numero di coltivazioni/tipi di vegetazione significative da 0 a 3 è stato assegnato il punteggio 1, da 4 a 6 il punteggio 2 e maggiore di 6 il punteggio 3; Alghero assume quindi, sotto questo aspetto, il punteggio 3.

Dal punto di vista della vulnerabilità ambientale il punteggio totale di Alghero è quindi pari a 7.

3 PRESSIONE AMBIENTALE

Le variabili utilizzate per determinare la pressione ambientale sono le emissioni, diffuse e puntuali, di monossido di carbonio, ossidi di azoto, specie organiche non metaniche, ossidi di zolfo e polveri; per la protezione della salute umana vengono considerati tutti questi inquinanti, mentre per la vegetazione solo ossidi di azoto, specie organiche non metaniche e ossidi di zolfo.

In questo studio vengono considerate puntuali tutte le sorgenti fisse le cui dimensioni spaziali sono trascurabili rispetto all’area di studio e il cui rateo emissivo sia superiore a 10 t/anno almeno per un inquinante *convenzionale*, oppure superiore a 250 kg/anno per i metalli; in pratica sono classificabili come sorgenti puntuali solo alcuni camini di grandi stabilimenti industriali.

Viene inoltre considerata la distanza dalle sorgenti puntuali, assegnando 1 ai comuni i cui centri abitati (precisamente i baricentri dei centri abitati) distano meno di 10 km dalle sorgenti puntuali e 0 a quelli che distano più di 10 km. Alghero non possiede sorgenti puntuali (secondo la convenzione precedente) e dista oltre 10 km dalla più vicina, quindi totalizza il punteggio 0 sotto questo aspetto.

Per quanto riguarda le emissioni diffuse, il metodo di attribuzione dei punteggi, le emissioni di Alghero e i conseguenti punteggi sono riassunti nella seguente Tabella 3.1. Per le emissioni puntuali il metodo è simile, ma, come ricordato in precedenza, Alghero non ha sorgenti classificabili come puntuali.

Inquinante	CO (t/a)	NM VOC (t/a)	NO_x (t/a)	Polveri (t/a)	SO₂ (t/a)
Salute umana	✓	✓	✓	✓	✓
Ecosistemi		✓	✓		✓
1	0 – 100	0 – 100	0 – 100	0 – 10	0 – 10
2	100 – 1000	100 – 1000	100 – 1000	10 – 100	10 – 100
3	> 1000	> 2000	> 1000	> 100	> 100
Alghero	2211.6	819.2	525.2	45.0	23.3
Punteggio	3	2	2	2	2

Tabella 3.1 – Emissioni diffuse in Alghero e relativi punteggi.

Per quanto riguarda la pressione ambientale per la protezione della salute umana quindi Alghero totalizza un punteggio pari ad 11, mentre per la protezione della vegetazione totalizza un punteggio pari a 6 (per maggior chiarezza si veda anche la Tabella 5.1).

4 STATO DI QUALITÀ DELL’ARIA

I parametri di interesse per determinare lo stato di qualità dell’aria sono stati stimati a partire dalle due formule empiriche riportate nel paragrafo relativo alla metodologia utilizzata; a titolo esemplificativo si considera qui come inquinante il biossido di zolfo. Le emissioni di biossido di zolfo per macrosettore sono riepilogate nella seguente figura.

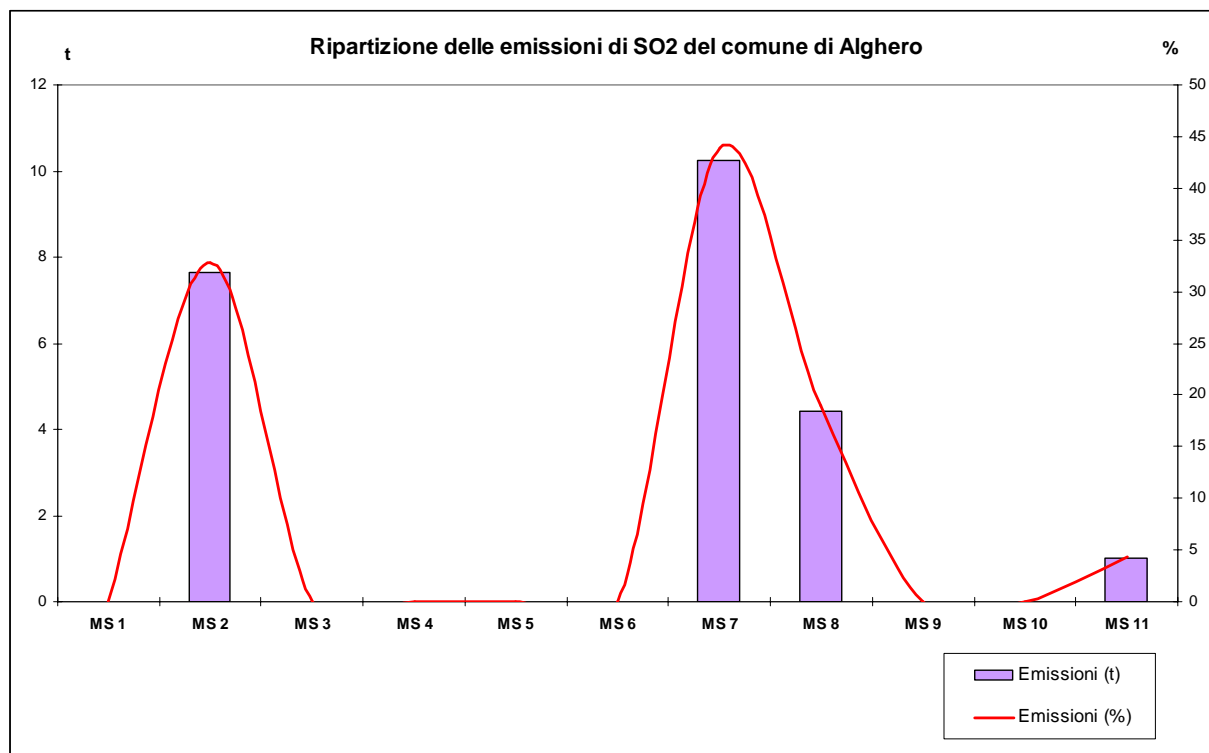


Figura 2 – Ripartizione delle emissioni di SO₂ del comune di Alghero

I settori più rilevanti per questa emissione sono, come si vede, il MS2 (**Combustione negli impianti non industriali**, soprattutto impianti di riscaldamento a gasolio), il MS7 (**Traffico stradale**), il MS8 (**Altre sorgenti mobili e macchinari**, cioè traffico aereo, traffico marittimo, traffico ferroviario, mezzi agricoli, ecc.), MS11 (**Natura**, comprendente anche gli incendi forestali); per gli altri macrosettori (come ad esempio il MS 1, cioè **Combustione nell’industria dell’energia e della trasformazione**, o il MS5, cioè **Estrazione e distribuzione di combustibili fossili ed energia geotermica**) le emissioni di SO₂ relative al comune di Alghero sono assenti o trascurabili.

L’emissione annuale di SO₂ nel comune di Alghero è pari a 23.3 t, tutte le sorgenti sono di tipo diffuso e il 44% circa dell’emissione è dovuta al traffico veicolare. Le stazioni di misura di SO₂ all’interno della Regione Sardegna, per l’anno 2001, sono distribuite per caratteristiche emissive dei comuni che le ospitano e tipo di stazione, come indicato in Tabella 4.1, dove I indica le stazioni il cui scopo è misurare la concentrazione atmosferica degli inquinanti emessi dalle industrie e D le stazioni il cui scopo è misurare la concentrazione atmosferica degli inquinanti emessi dal traffico veicolare e dalle altre attività non industriali. La media dei rapporti tra concentrazioni medie ed emissioni risulta essere pari a 0.343 e 0.002 rispettivamente per i comuni con emissioni inferiori a 1000 t/a e per i comuni con emissioni superiori a tale soglia. Quindi, applicando la relazione empirica del *cQ model* per stimare la concentrazione media annuale di SO₂ sull’intero territorio comunale di Alghero si ottiene (assumendo nulla la concentrazione di fondo):

$$C = 0 + 0.343 \frac{[27.4 + 0.4(0 + 72.6)]}{100} 23.3$$

La concentrazione media annuale così calcolata per Alghero risulta pari a 4.5 µg/m³. Quindi considerando la media annuale di SO₂ il punteggio attribuito al comune è nullo.

		Classe Comune	
		E1 (≤ 1000 t/a)	E2 (> 1000 t/a)
Tipo Stazione	I	11	7
	D	8	2

Tabella 4.1 – Distribuzione dei punti di misura per SO₂ in Sardegna

Per quanto riguarda il numero di superamenti della media oraria delle concentrazioni di SO₂, l’analisi dei dati ha indicato che la media dei superamenti delle stazioni di tipo industriale poste nei comuni della stessa classe emissiva di Alghero è pari a 0.364, mentre quella relativa alle stazioni di tipo non industriale è pari a 0.250. Applicando la formula indicata nel paragrafo relativo alla metodologia, ricordando che la percentuale delle emissioni da camino è nulla, si

ottiene che la stima dei superamenti della media oraria di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 per Alghero è 0.250, cioè inferiore a 24, quindi anche sotto questo aspetto il suo punteggio è nullo. In maniera analoga si ottiene la stima dei superamenti della media giornaliera.

Se, a titolo di esempio, si considera un comune caratterizzato da importanti attività industriali come Porto Torres, in cui le emissioni da camino pesano per il 92.5%, si ottiene una stima di oltre 39 superamenti della media oraria di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$; infatti Porto Torres appartiene ai comuni di classe 2, avendo un’emissione di 9913 t/a, ed essendo la media dei superamenti delle stazioni di tipo industriale pari a 42.1 e quella delle stazioni di tipo non industriale paria a 0.5.

Il punteggio relativo al superamento del valore di AOT40 per l’ozono è stato assegnato analizzando le curve di isolivello per tale variabile ottenute applicando l’interpolazione di kriging ai valori ottenuti a partire dalle misure delle stazioni di monitoraggio fisse. Alghero supera la soglia di $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, quindi gli è stato assegnato punteggio 1.

Ulteriori indicazioni sullo stato di qualità dell’aria sono state ottenute a partire dalla campagna di misure condotta durante l’anno 2004 nell’ambito di questo progetto.

Le misure del mezzo mobile sono state utilizzate per stimare i valori massimi di concentrazione oraria raggiungibili a livello comunale per gli inquinanti biossido di zolfo e biossido di azoto. È stato necessario stimare la concentrazione massima oraria annuale a partire dalle misure effettuate per un periodo di tempo poco superiore ad una settimana. Questa operazione è stata effettuata, come suggerito nel documento *Guidance on assessment under EU air quality directives*, attraverso un confronto con le misure di una stazione fissa rappresentativa per la posizione del mezzo mobile. La stazione fissa rappresentativa per ogni posizione del mezzo mobile è stata determinata in funzione delle caratteristiche emissive del comune in cui era ubicato il mezzo e dei comuni con stazioni di monitoraggio fisse.

Fissato un inquinante I la concentrazione massima oraria a livello annuale relativamente alla posizione del mezzo mobile è stata stimata secondo la seguente formula:

$$C_A^{MM} = \frac{C_P^{MM}}{C_P^{SF}} C_A^{SF} \frac{E_I^{MM}}{E_I^{SF}}$$

dove C_A^{MM} è la concentrazione massima oraria stimata a livello annuale, C_P^{MM} è la concentrazione massima rilevata nel periodo di misura dal mezzo mobile, C_P^{SF} è la concentrazione massima rilevata nel periodo di misura (del mezzo mobile) dalla stazione fissa,

C_A^{SF} è la concentrazione massima oraria annuale misurata dalla stazione fissa, E_I^{MM} è l’emissione annuale dell’inquinante I del comune dove è ubicato il mezzo mobile, E_I^{SF} è l’emissione annuale dell’inquinante I del comune dove è ubicata la stazione fissa.

Il comune con emissioni più prossime a quelle di Alghero e caratterizzato al tempo stesso dalla presenza sul suo territorio di una stazione di monitoraggio per la misura di SO_2 è Siniscola. Il rapporto tra le emissioni annuali di SO_2 in Siniscola ed in Alghero vale 1.5. La concentrazione massima misurata dal mezzo mobile in Alghero durante il periodo di misura vale $9 \mu g/m^3$, mentre nello stesso periodo di misura la stazione di monitoraggio CENSN1 misurava un massimo di $8 \mu g/m^3$. Infine, il massimo orario annuale misurato dalla stazione di monitoraggio CENSN1 vale $159 \mu g/m^3$. Quindi, applicando la formula sopra riportata, la concentrazione massima annuale stimata nella posizione del mezzo mobile per Alghero vale:

$$C_A^{MM} = \frac{9}{8} 159 \cdot 1.5 = 268$$

La concentrazione massima annuale stimata viene utilizzata nella procedura di interpolazione di kriging assieme alle stime in corrispondenza agli altri punti di misura del mezzo mobile e alle misure delle stazioni fisse relative all’anno 2004 per ottenere indicazioni sui valori massimi relativi a tutti i comuni della Sardegna.

In maniera analoga si è proceduto con le misure dei campionatori passivi che sono state utilizzate per stimare le concentrazioni medie annuali di SO_2 , NO_2 e NO_x . Così facendo si è ottenuto, ad esempio per il campionatore passivo posto in prossimità dei giardini comunali, un valore medio annuale di SO_2 pari a $8.8 \mu g/m^3$.

5 CLASSIFICAZIONE

Nel dettaglio i punteggi relativi al Comune di Alghero sono riportati in Tabella 5.1. Il punteggio totale di Alghero vale quindi 19 per quanto riguarda la protezione della salute umana, e 12 per quanto riguarda la protezione della vegetazione. Questi valori vengono normalizzati a 100 utilizzando i valori massimi raggiunti da Porto Torres (e Assemini e Portoscuso per la protezione della vegetazione), essi valgono rispettivamente 33 e 18. I punteggi normalizzati per Alghero valgono 45 e 48, quindi il Comune non risulta tra quelli a rischio di superamento dei valori limite poiché non supera la soglia di 50.

	Variabile	Salute umana	Vegetazione
VULNERABILITA'	Popolazione	3	
	Aree verdi		1
	Coltivazioni		3
PRESSIONI	Emissioni diffuse di CO	3	
	Emissioni diffuse di NMVOC	2	2
	Emissioni diffuse di NOX	2	2
	Emissioni diffuse di Polveri	2	
	Emissioni diffuse di SO ₂	2	2
	Emissioni puntuali di CO	0	
	Emissioni puntuali di NMVOC	0	0
	Emissioni puntuali di NOX	0	0
	Emissioni puntuali di Polveri	0	
	Emissioni puntuali di SO ₂	0	0
	Distanza dalle sorgenti puntuali	0	0

		Variabile	Salute umana	Vegetazione
Stazioni fisse per l’anno 2001	STATO DI QUALITA’ DELL’ARIA	Superamenti del valore limite della media giornaliera di SO ₂	0	
		Superamenti del valore limite della media annuale di SO ₂		0
		Superamenti del valore limite della media oraria di NO ₂	0	
		Superamenti del valore limite della media annuale di NO ₂	2	
		Superamenti del valore limite della media annuale di PM10	2	
		Valore massimo della media di 8 ore di CO	0	
		Superamento del valore bersaglio di AOT40 per O ₃		0
Mezzo mobile e Stazioni fisse per l’anno 2004		Superamenti del valore limite della media oraria di SO ₂	0	
		Superamenti del valore limite della media oraria di NO ₂	0	
Campionatori passivi e Stazioni fisse per l’anno 2004		Valore della media di 30 giorni di ozono	1	
		Superamenti del valore limite della media annuale di SO ₂		1
		Superamenti del valore limite della media annuale di NO ₂	0	
		Superamenti del valore limite della media annuale di NO _x		1

Tabella 5.1 – Matrice delle variabile atte a determinare lo stato di qualità dell’aria (caso di Alghero)