



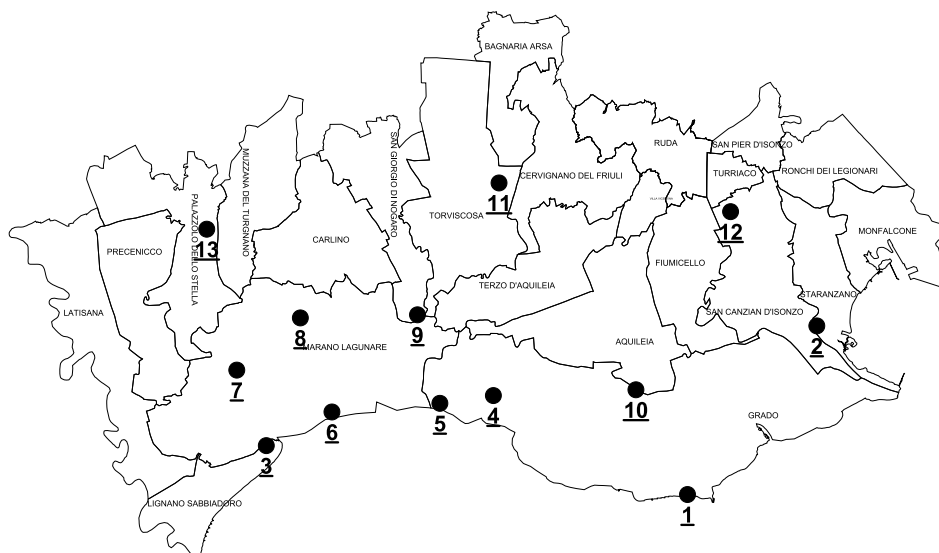
# Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia

## 8. BIOMONITORAGGIO DI MERCURIO AERODISPERSO TRAMITE LICHENI COME BIOACCUMULATORI NELLA LAGUNA DI MARANO E GRADO E BASSO BACINO SCOLANTE

Il mercurio è uno degli elementi meno abbondanti nella crosta terrestre (0,027 ppm, Floccia et al., 1985), appena il 74° per abbondanza, ma importante per l'alta tossicità e per le modalità di circolazione in natura. Il mercurio ha una spiccata tendenza a passare nell'atmosfera, ritornando in breve tempo sulla superficie terrestre con le piogge. Il solo minerale per l'utilizzo industriale è il cinabro: l'estrazione mediante arrostitimento contamina l'atmosfera in prossimità dei forni. Il mercurio è utilizzato nelle industrie chimiche (cloro e soda caustica) e petrolchimiche, nelle fonderie, acciaierie, nella fabbricazione di vernici e della carta, batterie ed interruttori elettrici, per la produzione di insetticidi e fungicidi; è anche impiegato per produrre antisettici, cere per pavimenti, prodotti lucidanti per mobili, ammorbidenti di tessuti, filtri dei condizionatori d'aria (Dall'Aglio, 1988). La sua tossicità è dovuta alla grande affinità per i gruppi sulfidrilici delle proteine: legandosi alle proteine di membrana oppure agli enzimi cellulari, il mercurio può alterare le normali attività cellulari. Il mercurio e i suoi composti possono subire trasformazioni biologiche sia nell'ambiente che nell'organismo; i composti organici sono i più pericolosi perché permeano le membrane e si accumulano nel cervello, fegato e rene; il metilmercurio si accumula nelle catene alimentari con effetti fortemente tossici. Nei vegetali esso causa disturbi mitotici, ma le piante ne assorbono solo piccole quantità, e le concentrazioni sono generalmente inferiori a 0,1 ppm. I licheni vengono ampiamente utilizzati come bioaccumulatori negli studi di biomonitoraggio per valutare i pattern di trasporto e di diffusione dei metalli in traccia aerodispersi.

Scopo di questo lavoro è di verificare, utilizzando i licheni come bioaccumulatori, la distribuzione del mercurio aerodisperso nella Laguna di Marano e Grado, nonché nel suo basso bacino scolante e l'eventuale apporto del Fiume Isonzo, storicamente fonte di mercurio dall'industria estrattiva di Idrja in Slovenia, dismessa dal 1996.

L'area di studio ricade interamente nella Laguna di Marano e Grado e nella bassa porzione del suo bacino scolante, interessando un totale di 22 Comuni. La strategia di campionamento è di tipo preferenziale e consta di 13 stazioni di campionamento (fig. 1). Di queste, 8 perimetrano la Laguna





# Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia

Fig. 1 - Localizzazione delle 13 stazioni di campionamento nell'area di studio.

di Marano e Grado e sono situate a ridosso di spiagge e barene, 3 rappresentano una sorta di "cinturazione" interna in modo tale da verificare l'eventuale influenza dell'ex impianto cloro-soda di Torviscosa nella parte bassa del bacino scolante e nella laguna, nello specifico alla foce dell'Aussa-Corno, le rimanenti 2 sono situate una presso la foce del Fiume Isonzo e l'altra sulla spiaggia di Grado.

Come bioaccumulatore è stata impiegata *Xanthoria parietina*, un lichene con ampia distribuzione nell'area di studio. La forma foliosa favorisce i procedimenti di prelievo e di allestimento dei campioni per le ulteriori fasi di analisi.

Il campionamento è stato eseguito nel periodo gennaio-febbraio 2011. I prelievi sono stati eseguiti lontano da strade con intenso traffico, o lungo strade poco frequentate, per ridurre l'influenza delle emissioni veicolari.

In ogni stazione sono stati campionati almeno sei talli su tre alberi diversi seguendo le linee guide stabilite da Nimis e Bargagli (1999).

Il materiale è stato ripulito al microscopio binoculare per eliminare materiali estranei, e seccato a temperatura ambiente ( $H_2O$  residua <3%), in quanto l'essiccamento in stufa determina la parziale volatilizzazione del mercurio, con bassa tensione di vapore. Prima del trattamento chimico, il materiale è stato triturato ed omogeneizzato (Bargagli et al., 1985). Circa 50 mg di materiale sono stati analizzati mediante DMA80.

Le elaborazioni sono state eseguite in modo tale da ridurre il margine di soggettività nell'interpretazione dei dati. La distribuzione delle concentrazioni di metalli sul territorio è stata riportata sotto forma di carte, ottenute con programmi di cartografia computerizzata (SURFER per Windows, Golden Software Inc.). Le carte sono basate su una griglia le cui maglie hanno dimensioni calcolate sulle coordinate estreme dei dati. Il metodo di interpolazione, che crea una maglia regolare a partire da punti (stazioni) disposti irregolarmente sul territorio, attribuisce a ciascun nodo un valore che dipende da quelli delle  $n$  stazioni più vicine, sulla base dell'inverso della distanza tra ciascun nodo e le stazioni circostanti, elevato al quadrato (*Inverse Distance to a Power*).

In tabella 1 si riportano i valori di concentrazione del Mercurio, in ordine decrescente, riscontrati nei talli lichenici prelevati dalle 13 stazioni di campionamento. In figura 2 il risultato dell'elaborazione cartografica sul territorio oggetto di studio. Il valore massimo è stato riscontrato presso la stazione 11 (Torviscosa, 0,40 ppm), il minimo presso la stazione 13 (Piancada, 0,05 ppm).

x	y	n	località	Hg
2387204	5075275	11	Torviscosa	0,40
2396750	5059537	1	Grado	0,39
2403300	5068055	2	Isola Cona	0,15
2394138	5064828	10	Belvedere	0,12
2386918	5064536	4	Valle Pontelli	0,11
2398932	5073825	12	Pieris	0,11
2384208	5064144	5	Porto Anfora	0,10
2383074	5068615	9	Foce Aussa-Corno	0,09
2377141	5068458	8	Marano	0,09
2373921	5065822	7	Oasi fiume Stella	0,08
2378741	5063707	6	Isola S.Andrea	0,07
2375416	5062007	3	Lignano	0,06
2372400	5072939	13	Piancada	0,05

(Torviscosa, 0,40 ppm),  
stazione 13 (Piancada



# Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia

**Tab.1** - Coordinate, località e valori di concentrazione riscontrati nei talli lichenici delle 13 stazioni di campionamento, ordinate per valore decrescente di Mercurio

Per valutare i livelli di naturalità/alterazione espressi dalle concentrazioni di mercurio nei talli lichenici è stata utilizzata la scala di tabella 2, elaborata sulla base dell'analisi di centinaia di misure svolte in Italia, in aree con diverse situazioni geomorfologiche e con diversi tassi di inquinamento.

Nr. Misure			606
PERC.	NAT./ALTER.	COLORI	Hg
20°perc.	1- Nat.molto alta	Blu	<0.07
50°perc.	2 - Nat.alta	Verde scuro	0.13
75°perc.	3 - Nat.media	Verde chiaro	0.20
90°perc.	4 - Nat./Alter.basse	Giallo	0.29
95°perc.	5- Alter.media	Arancione	0.42
98°perc	6- Alter.alta	Rosso	0.74
	7 -Alter.molto alta	Cremisi	>0.74
Max Italia			1.84

**Tab.2** - Tabella di naturalità/alterazione relativo alle concentrazione di Mercurio nei talli lichenici.

Si individua, come riportato anche in figura 2, una situazione sostanzialmente omogenea in tutta l'area lagunare, con valori di mercurio interpretabili in termini di elevata naturalità.

Come riportato in figura 2, si osserva una situazione sostanzialmente omogenea nella Laguna di Marano con valori di concentrazione che tendono ad aumentare verso la Laguna di Grado, benché mantenendosi in un range di alta naturalità (tab. 1). Questa tende a degradare a un livello di naturalità media presso l'Isola della Cona (tab. 2; 0,15 ppm) che probabilmente risente delle rivolatilizzazione del mercurio trasportato dal Fiume Isonzo e sedimentato sulle sue rive in prossimità della foce. Sorprende il valore di concentrazione riscontrato presso la spiaggia di Grado (tab. 2; 0,30 ppm) di poco inferiore a quello riscontrato presso Torviscosa, in cui al contrario era prevedibile riscontrare i maggiori valori di concentrazione dell'area di studio dal momento che l'area è stata contaminata per lunghi anni da un impianto cloro-soda, dismesso dal 2009.



# Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia

È tuttavia da sottolineare che, rispetto ad analoghi studi svolti in regione negli ultimi anni (Nimis et al., 1999; Tretiach e Baruffo, 2001; Tretiach e Pittao, 2008) si tratta dei valori di concentrazione più elevati mai riscontrati nei talli lichenici di *Xanthoria parietina* di tutto il Friuli Venezia Giulia.

I valori individuati presso la spiaggia di Grado sono probabilmente imputabili alle correnti marine che tendono a trasportare i sedimenti provenienti dalla foce dell'Isonzo, nonché dai fenomeni di ripascimento artificiali eseguito nei decenni passati utilizzando il materiale derivato dai dragaggi dei canali lagunari. È presumibile che il vento sollevi i granelli di sabbia cui il mercurio è legato e che questo venga assorbito dai talli lichenici. Non è da escludere pure fenomeni di rivolatilizzazione del mercurio per effetto dell'insolazione estiva che può sollevare la temperatura della sabbia a temperature anche superiori ai 50 gradi centigradi. Il fatto che si osservi un trend negativo di concentrazione lungo la direttrice est-ovest favorisce l'ipotesi che il maggiore influsso al fenomeno sia imputabile al Fiume Isonzo, piuttosto che all'attività di lavorazione dell'impianto dismesso di Torviscosa che scaricava presso il fiume Corno e quindi in ambito lagunare.

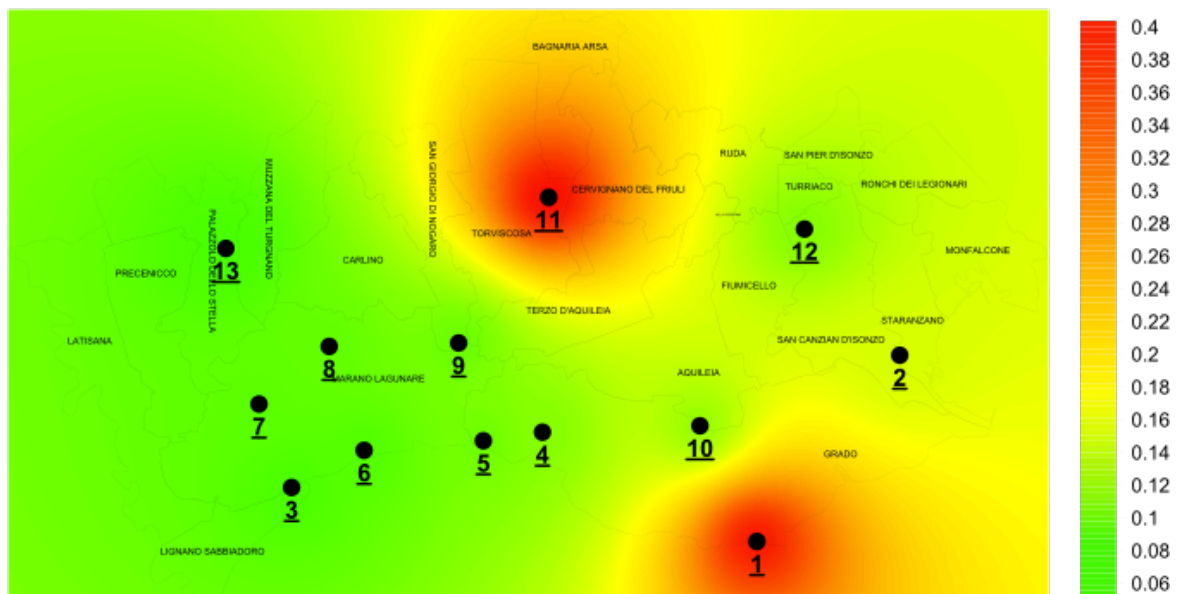


Fig. 2 - Distribuzione delle concentrazioni di mercurio nei talli lichenici delle 13 stazioni di campionamento.