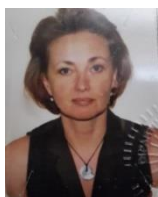


Il Polo Petrolchimico e S.I.N. di Gela, Sicilia, PARTE 2

Capitolo 3

www.plumatella.it

Posted on 03 March 2025, agg. 29.05.2025



3. Inquinamento causato dal Polo Petrolchimico di Gela

- 3.1. La questione idrica
- 3.2. Fonti di inquinamento all'interno del Polo Petrolchimico
- 3.3. Principali contaminanti all'interno del perimetro del S.I.N di Gela
- 3.4. L'acqua di falda e il suolo
- 3.5. Rame, cloruro di vinile, cadmio, cromo esavalente, piombo, vanadio, tetracloroetilene, tricloroetilene, esaclorobenzene e policlorobifenili all'interno del S.I.N.
- 3.6. Direzione dei venti
- 3.7. Emissioni in atmosfera
- 3.8. Reparto pet-coke
- 3.9. Biomonitoraggio dell'aria con aghi di pino
- 3.10. Fumi emessi in atmosfera dai CAMINI del Polo Petrolchimico di Gela
- 3.11. Cattivi odori nella città di Gela
- 3.12. Reparto cloro-soda –reparto “killer”
- 3.13. Simulazione METI-LIS di dispersione delle sostanze inquinanti in atmosfera
- 3.14. Impatto dell'inquinamento sulla flora e fauna
- 3.15. IMPATTO SU PRODOTTI ALIMENTARI

Il territorio del comune di **Gela** è formato per circa tre quarti dalla **Piana di Gela** (o **Piana del Signore**), la seconda pianura della Sicilia per estensione dopo la Piana di Catania. Il **Polo Petrolchimico** che si estende su un'area di **5 km²**, suddiviso in **32 isole**, è stato costruito sulla costa del **Golfo di Gela** sulla **Piana di Gela**, a circa **1 km** a ovest dalla città. È delimitato a ovest dal **Fiume Gela**, a nord e est dal **SIC Biviere e Macconi di Gela**, dalla **ZPS Piana di Gela**, da **Torre Manfredia e Biviere di Gela**, mentre a est si trova la foce del **Fiume Dirillo** (o **Acate**), situata a **5,5 km** di distanza. La **Riserva Naturale Biviere di Gela**, posta all'interno del SIC/ZPS, dista circa **4 km**, mentre il **SIC Torre Manfredia** dista circa **7 km** dal **Polo Petrolchimico**. (Figure 6 e 7)



Figura 6. Posizione geografica, da sinistra: la città di Gela, il Fiume Gela, il Polo Petrolchimico sulla Piana del Signore, Openstreetmaps

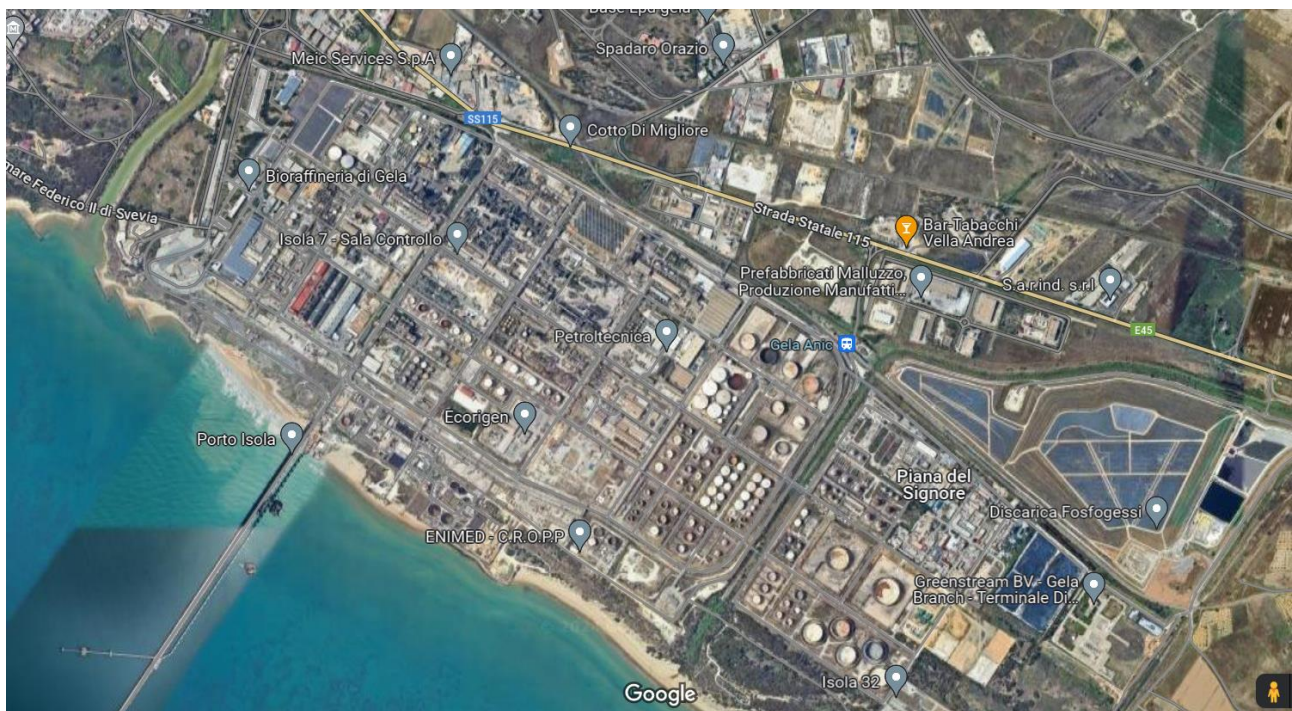


Figura 7. Il Polo Petrolchimico di Gela, Googlemaps

Il **Polo Petrolchimico di Gela** comprende 3 settori di produzione: **petrolifero** (raffinazione), **petrolchimico organico** (produzione di etilene), **petrolchimico inorganico** (produzione di fertilizzanti utilizzando ammoniaca, gli acidi solforico e fosforico), ausiliari.

Gli autori **G.Amata, D. D'Agata, M.Gambuzza, C.F.Cavelli** e **G.Moriani** nel libro pubblicato nel **1986** intitolato **"Inquinamento e territorio, Il caso Gela"**, indicano che il settore **petrolifero** aveva impianti di topping (distillazione a

pressione atmosferica), desolforazione flussanti, desolforazione gasolio, vacuum FCC (cracking catalico, distillazione sotto vuoto), coking (per ricavare gasolio e il pet-coke per alimentare la centrale termoelettrica), isomerizzazione, butano, frazionamento benzene, frazionamento gasolina, Merox GPL/FCC (neutralizzazione del contenuto dello zolfo), benzine leggere sature, Merox butano reforming, estrazione aromatici C6-C8, dealchilazione toluolo, compressione e purificazione idrogeno, unifining e platforming MF e TX etc.

Questa complessa struttura produttiva ha avuto un impatto significativo sul territorio, contribuendo all'**inquinamento ambientale** e ai rischi per la salute della popolazione.

Il **settore petrolchimico organico** sull'impianto cracking produceva **etilene** (per produrre polietilene a bassa e alta densità, per produrre dicloroetano usando il cloro prodotto dall'impianto **cloro-soda** – materia prima per produrre il **cloruro di vinile**, per produrre il glicole etilenico e etanolamina), **propilene** (per produrre polipropilene e acrilonitrile), **butano-butadiene**, **benzine**.

Il **settore petrolchimico inorganico** (sintesi dell'ammoniaca ottenuta facendo reagire l'azoto e idrogeno proveniente dall'impianto **TEXACO** che produce idrogeno e anidride carbonica bruciando il metano proveniente dal giacimento di Gagliano). L'ammoniaca veniva utilizzata anche per la produzione di acrilonitrile. Il solfato di ammonio, acido fosforico e sali potassici utilizzavano per i **concimi**.

ENICHEM POLIMERI produceva etilene, polietilene, **cloro-soda**, soda concentrata, dicloroetano.

ISAF (Industria Sali Fosforici) utilizzava 120'000 t di **zolfo** e **fosfati**/anno per produrre **acido solforico** e **acido fosforico**.

La **Raffineria del Polo Petrolchimico di Gela** si estende per circa **220 ha**. La società **SYNDIAL** occupa una superficie di **15 ha** in cui erano presenti impianti per la produzione di **cloro-soda**, **dicloroetano**, **ossido di etilene**, **acrilonitrile**.

POLIMERI EUROPA (ex ENICHEM) occupa la superficie pari a **16 ha**, in cui erano presenti impianti di produzione dell'**etilene**, del **polietilene** e del **polipropilene**.

Le attività di **ENIMED** (ex Agip Mineraria, ex Eni Exploration& Production) consistono nell'**estrazione di petrolio**, anche da piattaforme off-shore, nel trasporto in centri di raccolta oli attraverso le condotte di una lunghezza totale di 60 km, e poi in Raffineria e in un trattamento preliminare. (4, 19)

Le attività produttive del **Polo Petrolchimico** risultavano concentrati in una ristretta fascia di territorio dislocata lungo la costa. Tali insediamenti erano classificati **industrie a rischio ai sensi del DPR 175/88**.

19. Ambiente e salute a Gela: stato delle conoscenze e prospettive di studio, a cura di Loredana Musmeci, Fabrizio Bianchi, Mario Carere, Liliana Cori, E&P, anno 33 (3) maggio-giugno 2009, 160 pp.

3.1. La questione idrica

La struttura del territorio gelese è caratterizzata da suoli di natura alluvionale composti da associazioni sabbiose limose o argillose, di bassa permeabilità, con limitate estensioni d'affioramenti permeabili quali calcari e gessi della serie gessoso solfifera, per cui **non sono disponibili significative risorse idriche sotterranee**. L'area della **Piana di Gela**, afflitta da un grave **deficit idrico**, costringeva al prelievo di ingenti apporti di **acque superficiali** e **sotterranee** dai bacini limitrofi.

La questione idrica incarnava anche simbolicamente la questione del potere: l'industria impiegava **acqua di falda**, mentre alla popolazione era **riservata acqua dissalata**, impiegata per i servizi igienici e per lavarsi. Questa situazione illogica si spiegava così: gli **impianti industriali potrebbero essere danneggiati dall'acqua salina**.

Sul **Fiume Dirillo** fu costruito l'**invaso Ragoletti** di **21 mln m³** e una condotta di **40 km** per convogliare l'acqua allo stabilimento.

Intorno alla metà degli anni **'70** viene costruito un **dissalatore**. L'acqua prodotta veniva ceduta all'**Ente Acquedotti Siciliani (EAS)** per tutti gli usi civili.

Il **dissalatore** aveva le sue prese proprio nell'acqua antistante lo stabilimento, vicino al lungo pontile che serviva per l'attracco delle navi petroliere, e pescava l'acqua da destinarsi **a fini potabili** lì dove lo stabilimento riversava **liquidi inquinati, mercurio e sostanze oleose**.

Il complesso industriale utilizzava **20 milioni di m³ d'acqua potabile** al giorno provenienti da un **dissalatore**, gestito dall'**AGIP**, mentre per gli abitanti di Gela e alla **popolazione** del Villaggio Macchitella, composta all'epoca dall'"aristocrazia operaia", restavano solo **9 milioni di m³ di acqua dissalata**, per i servizi igienici e per lavarsi.

Il processo di **dissalazione** e il trattamento per l'epurazione ha finito col produrre un'acqua **priva di minerali** fondamentali per la vita degli esseri umani, oltre che dalla temperatura elevata pari a 30-35 °C, sconsigliabile per l'uso potabile.

Agli inizi degli anni 2000 l'acqua è stata ufficialmente definita **non potabile**.

La popolazione era costretta acquistare l'**acqua in bottiglie**.

La Gazzetta Ufficiale del **1995** indicava che il **comune di Gela** veniva fornito con l'acqua dal **dissalatore**, utilizzava anche l'acqua della **sorgente Mulinello**. Il **comune di Butera** veniva fornito con l'acqua dalle **sorgenti Italia, Fico e Soficana** e da un pozzo (Floresta). Il **comune di Niscemi** era approvvigionato dal **dissalatore di Gela** e dalle **sorgenti Polo e Princiane**, ubicate nel proprio territorio comunale e dalla **sorgente Monciane**, ubicata nel territorio del **comune di Caltagirone**.

Per **usi irrigui** venivano utilizzate le acque superficiali accumulate in 4 invasi:

- **diga del Disueri** sul **Fiume Gela**, con capacità utile pari a 14 milioni di m³/anno;
- **Lago del Biviere**, con capacità utile pari a 3,7 milioni di m³/anno;
- **bacino Comunelli**, con capacità utile pari a 6 milioni di m³/anno;
- **bacino Cimia sul Fiume Cimia**, con capacità utile pari a 7 milioni di m³/anno.

I consumi idrici dell'area assommavano a 59 milioni di m³ all'anno di cui 20 adibiti ad usi industriali, 9 per usi civili e 30 per usi agricoli.

I **reflui del Polo Industriale**, dotato di **11 punti di scarico**, ammontavano a circa 800 milioni di m³ annui, di tale quantità circa il 56 % scaricavano direttamente in **mare**, mentre il rimanente veniva scaricato nel **Fiume Gela** in zona foce.

Tutte le fonti irrigue naturali ed artificiali (il **bacino di Ragoletti** sul **Fiume Dirillo**, il **bacino di Disueri**, i **bacini Comunelli** e **Cimia**, i pozzi Comiso etc) erano indirizzate principalmente per la sopravvivenza del Petrolchimico, comportando la **sottrazione d'acqua per l'agricoltura**, che ha subito un **depauperamento** nella **fertilità dei terreni**.

Scriva **V.Ruggiero** nel libro "I porti petroliferi della Sicilia e le loro aree di sviluppo industriale", pubblicato da Annali del Mezzogiorno nel **1972**, che "Nell'estate del **1969** l'ANIC, che consuma circa 500 m³ di acqua all'ora, ha rischiato di rimanere priva d'acqua per l'**esaurimento delle scorte idriche della diga di Ragoletti** sul **Fiume Dirillo**, e ha dovuto scavare dei pozzi presso Comiso. L'**industria chimica**, inoltre, è venuta a **conflitto con gli agricoltori** del ragusano che sfruttano parte delle risorse idriche della diga Ragoletti per irrigare le colture della **Valle del Dirillo**".

Gli autori G.Amata, D. D'Agata, M.Gambuzza, C.F.Cavelli e G.Moriani nel libro del 1986 evidenziavano i **conflitti** legati alla **scarsità dell'acqua nel settore di agricoltura e la diminuzione della quantità di fauna ittica legata alle inquinanti**. (3, 4, 11, 20, 21)

3.2.Fonti di inquinamento all'interno del Polo Petrolchimico

Il Rapporto "Ambiente e salute a Gela: stato delle conoscenze e prospettive di studio", a cura di **Loredana Musmeci, Fabrizio Bianchi, Mario Carere e Liliana Cori**, pubblicato sulla rivista E&P nel **2009**, evidenzia all'interno del **Polo Petrolchimico** le seguenti **fonti di inquinamento**:

- scarichi dall'impianto **cloro-soda** e l'accumulo di **mercurio** nei sedimenti marini;
- sversamento di **fanghi mercuriosi** all'interno e all'esterno del perimetro industriale;
- scarichi dagli impianti di depurazione delle **acque oleose** in mare alla foce del **fiume Gela**;
- dispersione dal bacino dei **rifiuti oleosi**;
- fognature, serbatoi, tubature sotterranee perdenti e sversamenti da impianti per incidenti;
- **emissioni in atmosfera** dagli impianti industriali;
- **emissioni in atmosfera** della centrale termoelettrica;
- **discarica di fosfogessi**, a essa è ricollegabile la presenza di **boro** e **solfati** delle acque della **falda** nello strato sabbioso; è stata rilevata **radioattività del percolato** e delle **acque**;
- le **discariche interne** ai siti industriali;
- **aree pozzi di estrazione greggio**, centro oli e tubature;
- **suolo** superficiale inquinato, che potrebbe generare polveri contaminate;
- **sottosuolo** inquinato;

20. https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaArticolo?art.progressivo=1&art.idArticolo=1&art.versione=1&art.codiceRedazionale=095A2395&art.dataPubblicazioneGazzetta=1995-05-2&art.idGruppo=0&art.idSottoArticolo1=10&art.idSottoArticolo=1&art.flagTipoArticolo=1, (GU n.100 del 2-5-1995 - Suppl. Ordinario n. 51)

21. LO CHIAMAVANO "SVILUPPO": IL COMPLICATO RAPPORTO DI GELA CON L'ENI. Pietro Saitta e Luigi Pellizzoni, Archivio di studi urbani e regionali, n. 96, 2009, 31 pp.

- fase organica separata in galleggiamento di **prodotti petroliferi**;
- solventi clorurati, come il **dicloroetano**, a densità maggiore dell'acqua, che diventano **sottonatante**;
- **acque sotterranee** inquinate di una falda compresa tra 2 e 15 m;
- **sedimenti marini** inquinati.

Sorgenti esterne al Polo Petrolchimico:

- aree di smaltimento di **fanghi mercuriosi** all'esterno del sito;
- suolo superficiale inquinato per ricaduta atmosferica o contatto con rifiuti industriali o urbani;
- sedimenti marini inquinati a causa degli scarichi industriali e degli scarichi del depuratore industriale;
- discarica di rifiuti speciali pericolosi;
- altre discariche di rifiuti industriali o dalle serre o accumuli interrati, legali o abusive;
- terreni superficiali agricoli inquinati nel passato per riporto di sedimenti inquinati, per irrigazione con acque superficiali inquinate o per deposizione atmosferica.

Lo stesso Rapporto indica che le **principali produzioni del Polo Petrolchimico** nel **1980** erano le seguenti sostanze:

etilene 160'000 t
 ossido etilene – 16'000 t
 glicole etilenico – 20'000 t
 ammoniaca – 110'000 t
 cloro – 76'000 t
 soda – 83'000 t
 EDC – 102'000 t
 polietilene BD – 72'000 t
 polietilene AD – 0,5 t
 acqua dissalata – 9'200'000 t
 coke – 150'000 t
 acido solforico – 175'000 t
 urea – 65'000 t
 acrilonitrile – 58'000 t (19)

Il **Rapporto dell'ARPA Sicilia nell'Annuario Regionale dei dati ambientali del 2005** indica che negli stabilimenti di **Gela** erano presenti oltre **un milione e 600'000 t di sostanze chimiche**, così ripartite (D. Lgs 334/99 relativo agli stabilimenti a rischio d'incidente rilevante):

sostanze infiammabili 914'621,06 t
sostanze tossiche 775'565,00 t
sostanze pericolose per l'ambiente 1'527,01 t (22)

22. Ass.Reg.Terr.Amb.DD.G.n 929 del 26 Ottobre 2007, LIPU Ente Gestore R.N.O. Biviere di Gela Rete Natura 2000 Piano di Gestione Siti di importanza Comunitaria Biviere Macconi di Gela, 346 pp.

Il Rapporto **LIPU** del **26 Ottobre 2007** indica che in base ai **Registro INES** (Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti) (www.eper.sinanet.apat.it) e **Registro europeo delle emissioni inquinanti** detto **EPER** (European Pollutant Emission Register) www.eper.eea.europa.eu, sono state immesse in **atmosfera** altissime quantità delle sostanze chimiche negli anni 2002, 2004 e 2005 solo da questi 3 impianti, **Raffineria di Gela**, **Polimeri Europa Spa** stabilimento di Gela e **SYNDAL**.

RAFFINERIA di GELA Spa, emissioni in **ARIA**, 2004:

monossido di carbonio CO 1'060 t/a
anidride carbonica (CO₂) 3'760'000 t/a
composti organici volatili non metallici 2'550 t/a
ossidi di Azoto (NO_x) 3'220 t/a
ossidi di zolfo (SO_x) 18'200 t/a
arsenico e suoi composti 0,0457 t/a
cromo e suoi composti 0,256 t/a
nickel e suoi composti 0,942 t/a
zinco e suoi composti 1,91 t/a

Benzene (C₆H₆) 31,70 t/a

fluoruro e suoi composti come HF 7,43 t

PM10 particolato 77,30 t

cloro e composti inorganici 54,3 mg/a (2005)

cromo (Cr) e composti 800,9 kg/a (2005)

mercurio (Hg) e composti 52,1 kg/a (2005)

POLIMERI EUROPA Spa, emissioni in **ARIA**, 2005:

anidride carbonica (CO₂) 186'848,5 mg/a

benzene (C₆H₆) 13'593,8 mg/a

composti organici volatili non metallici 473,7 mg/a

ossidi di azoto (NO_x) 406,8 mg/a

SYNDAL Spa, emissioni in **ARIA**, 2002:

acido cianidrico 240 kg/a

ammoniaca NH₃ 47 mg/a

ossidi di azoto (NO) mg/a 406,8 (22)

3.3.Principali contaminanti all'interno del perimetro del S.I.N di Gela

Analizzando **acqua di falda**, **suoli** e **sedimenti marini e fluviali**, **Bosco M.L.**, **Varrica D.** e **Dongarrà G.** nell'articolo "Case Study: Inorganic Pollutants Associated with particulate matter from an area near a petrochemical plant", pubblicato nella rivista Environ Res nel **2005**, hanno individuato i **principali contaminanti inorganici e organici nell'area di Gela** (Bosco ML, Varrica D, Dongarrà G. Case Study: Inorganic Pollutants Associated with particulate matter from an area near a petrochemical plant. Environ Res 2005; 99: 18-30, citato da 23). (Tabella 1)

Inorganici	Organici
arsenico	1,2 dicloroetano
cadmio	BTEX (benzene, toluene, xileni, etilbenzene)
cobalto	cloruro di vinile
cromo vi	esaclorobenzene
mercurio e composti	idrocarburi C<12
nichel	idrocarburi C>12
piombo (anche piombo-alchili)	IPA (benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(a)antracene)
vanadio	PCBs
rame	

Tabella 1. Principali contaminanti nell'area S.I.N. di Gela. (23)

In particolare, in molte **aree interne** alla **Raffineria di Gela** la più diffusa è stata rilevata la presenza di

- nei **suoli**: idrocarburi leggeri C $\leq$ 12 e pesanti C $>$ 12, IPA, mercurio, composti alifatici clorurati cancerogeni (in prevalenza 1,2-dicloroetano, cloruro di vinile), ammoniaca, benzene, etilbenzene, toluene, p-xilene, PCB;
- nelle **acque di falda**: alluminio, vanadio, arsenico, boro, manganese, cadmio, piombo, piombo tetraetile, ferro, cobalto, solfati, crisene, nichel, IPA, BTEX, MTBE, PCB, p-xilene, o-xilene, idrocarburi totali (n-esano), cloruro di vinile, 1,2 dicloroetano, 1,1 dicloroetilene, tricloroetilene, toluene, cloroformio, esaclorobenzene, dibenzo(a,h)antracene, benzene, etilbenzene, stirene, toluene. (24)

Il **suolo** e le **acque di falda** hanno maggiormente risentito dell'impatto del **Polo Petrolchimico**, che ha causato lo sversamento dei metalli pesanti come arsenico, selenio, mercurio, nichel, piombo, cadmio, ferro e manganese, idrocarburi aromatici, composti clorurati cancerogeni, ammoniaca, benzene, toluene e policlorobifenili (PCB). (25)

3.4.L'acqua di falda e il suolo

I parametri rilevati nell'**acqua di falda** sul territorio intorno alla **Raffineria di Gela** con i superamenti più rilevanti dei limiti normativi erano l'**arsenico**, il **mercurio**, il **benzene**, l'**1,2 dicloroetano** e il **cloruro di vinile**, che talvolta raggiungevano concentrazioni mai riscontrate prima in letteratura.

Per l'**arsenico** sono state riscontrate concentrazioni fino a **70'000 μ g/l** e a **250'000 μ g/l**, quando il limite per le acque destinate a consumo umano è di **10 μ g/l** (Paris 2006, 2007). I valori erano **oltre il limite**, rispettivamente, di **7'000** e **25'000 volte**.

23. Environmental pollution in the area of Gela, Epidemiologia e Prevenzione 33 (3), May 2009, 17-23 pp. Loredana Musmeci, Mario Carere, Fabrizio Falleni, Istituto superiore di sanità, Dipartimento Ambiente e connessa prevenzione primaria

24. Camera dei Deputati, XVII Legislatura, Senato della Repubblica, Doc. XXIII No. 50, 16 pp., 353-368 pp.

25. Interrogazione Parlamentare Gela, 2014, 3 p.

L'ingestione di **arsenico** con l'**acqua potabile**, **prodotti ittici**, **frutta**, **verdura**, **latte**, **pollami** può portare ad un aumentato rischio di tumore di pelle, vescica urinaria, polmone, fegato, rene, prostata. Il livello minimo di rischio per malattie non tumorali (arsenico inorganico, via orale, esposizione cronica) è di **0,0003 mg/kg** peso corporeo/giorno (lesioni della pelle).

Per il **mercurio** sono state rilevate concentrazioni fino a **6'600 µg/l**, a fronte di un limite di legge pari a **1 µg/l**, come riporta **Paris** nell'articolo del **2007**, quindi, **oltre il limite di 6'600 volte**.

A **Porto Marghera** per esempio, sono stati riscontrati i valori pari a **450 µg/l** per l'**arsenico** e **14 µg/l** per il **mercurio**, come indica **Rabitti** nell'articolo del **1998**, rispettivamente, **556** e **472 volte in meno**.

Sono state rilevate concentrazioni di **nichel all'interno del S.I.N.** fino a **150 µg/l** che risultano superiori di **7,5 volte** del limite di **20 µg/l** delle acque destinate al consumo umano.

Un'esposizione della popolazione accade attraverso il consumo di **acqua potabile** o di **vegetali irrigati** con acqua, e/o attraverso l'inalazione di aria contaminata.

Nell'**aria** nel **particolato aeriforme** sono state rilevate concentrazioni superiore al limite normativo (**20 ng/m³**).

Il **nichel (Ni)** colpisce il sistema respiratorio, a seguito di inalazione, il sistema immunitario, inalazione-orale-dermico, in parte il sistema riproduttivo e lo sviluppo. Dati su animali e sull'essere umano evidenziano che il **Ni** può provocare **cancro al polmone**.

Aumenti della mortalità per **tumori polmonari** o **nasali** sono stati osservati tra i lavoratori. La **IARC** (International Agency for Research on Cancer) ha classificato il **Ni** metallico come **possibile cancerogeno** per l'essere umano.

USEPA (Environmental Protection Agency statunitense) ha classificato le **polveri di nichel** e i sub **solfuri di nichel** come cancerogeno umano. Tra gli **animali** il **Ni** provoca **infiammazione ai polmoni** a seguito di esposizioni acute, intermedie e croniche. Il **solfato di nichel** è il più tossico dei composti testati. Sono stati osservati danni anche all'**apparato olfattivo**. La concentrazione di **Ni** per l'inalazione e l'esposizione cronica (sistema respiratorio, ad esempio infiammazioni ai polmoni) è di **9x10⁻⁵ mg Ni/m³**.

Per il **benzene** a **Gela** sono stati rilevati valori di concentrazione da **34'000 µg/l** fino a **160'000** (Paris, 2006), contro un valore di legge pari a **1 µg/l**. (Paris, 2007), rispettivamente, **oltre il limite di 34'000 e 160'000 volte**.

Nel **2006** nell'**acqua di falda** sono state rilevate concentrazioni di **1,2 dicloroetano** (1,2 DCE) fino a **3'252'000 µg/l**, valore mai riportato in letteratura (i valori medi nei siti americani contaminati sono di 175 ppb), superando **1'084'000 volte** il limite per le **acque** destinate al consumo umano di **3 µg/l**. (Paris, 2007)

Il **Rapporto di Loredana Musmeci, Mario Carere e Fabrizio Falleni** dell'Istituto Superiore di Sanità "**Environmental pollution in the area of Gela**" del **2009**, pubblicato nella rivista Epidemiologia e Prevenzione, indica che la contaminazione delle **acque sotterranee** è estremamente grave e presenta tanti **metalli pesanti** come arsenico, mercurio, nichel, manganese, ferro, piombo, alluminio, cobalto, selenio, vanadio, cadmio, manganese, ferro, cromo, anche **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)**, **composti alifatici clorurati** cancerogeni e **BTEX** (benzene, toluene, etilbenzene e xileni). Come si vede dalla Tabella 2, che indica alcuni degli

inquinanti presenti nell'**acqua di falda**, le concentrazioni di **arsenico**, **cloruro di vinile**, **1,2 dicloroetano**, **mercurio**, **benzene**, **nicel**, **para-xilene** e **benzo(a)pirene**, rispettivamente, superavano il limite di legge di **25'000**, **400'000**, **1'084'000**, **2'300**, **160'000**, **7,5**, **158** e **14 volte**.

Sostanze	Concentrazioni rilevate (µg/L)	Limiti normativi (µg/L)
arsenico	250.000	10
cloruro di vinile	200.000	0,5
1,2 dicloroetano	3.252.000	3
mercurio	2.300	1
benzene	160.000	1
nicel	150	20
para-xilene	1.580	10
benzo(a)pirene	0,14	0,01

Tabella 2. Valori massimi di concentrazione rilevati nelle **acque sotterranee** per alcuni inquinanti e relativi limiti legislativi. (23)

Il suolo

Il **suolo** all'interno del **perimetro del sito di bonifica S.I.N.** presenta numerose sostanze inquinanti, come **metalli pesanti**, **idrocarburi**, **solventi aromatici**, **composti alifatici clorurati**, **composti alifatici alogenati** e **idrocarburi policiclici aromatici**, come si vede dalla Tabella 3. Le concentrazioni di diverse sostanze cancerogene hanno tutte superato i limiti di legge. (Paris, 2007). I superamenti dei valori di concentrazione in alcuni casi erano di diversi ordini di grandezza per il **mercurio**, **arsenico**, **rame**, **cloruro di vinile**, **benzene**, **xileni**, **1,2-dicloroetano**, rispettivamente, di **118**, **1,7**, **1,7**, **3'500**, **1'900**, **1'542** e **5'000 volte di più**, rispetto i limiti di legge. (Tabella 4)

Gruppi	Sostanze
metalli pesanti	arsenico, mercurio, nichel, piombo, cadmio, cromo, antimonio, piomboalchili, vanadio
idrocarburi	(C<12 e C>12)
solventi aromatici	benzene, toluene, etilbenzene, stirene, xilene
composti alifatici clorurati cancerogeni	cloruro di vinile, 1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetilene, 1,1,2-tricloroetano, tetracloroetilene, tricoloroetilene
composti alifatici alogenati cancerogeni	bromoformio, dibromoclorometano, bromodiclorometano
idrocarburi policiclici aromatici	benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(g,h,i)perilene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3-cd)pirene

Tabella 3. Inquinanti presenti nei **suoli** nel perimetro S.I.N. (23)

Sostanze	Concentrazioni rilevate (mg/kg)	CSC uso residenziale (mg/kg)
mercurio	118	1
arsenico	34,24	20
rame	203	120
cloruro di vinile	35	0,01
benzene	190	0,1
xileni	771	0,5
1,2 dicloroetano	1.000	0,2

Tabella 4. Valori massimi di concentrazione per alcuni inquinanti nei **suoli** e relativi limiti legislativi. (23)

3.5. Rame, cloruro di vinile, cadmio, cromo esavalente, piombo, vanadio, tetracloroetilene, tricloroetilene, esaclorobenzene e policlorobifenili all'interno del S.I.N.

Rame (Cu)

Il **rame** è stato rilevato in concentrazioni alte nei **prodotti ittici** pescati nell'area marina antistante la città di Gela, nel **suolo** dell'area perimetrata **S.I.N.** e nei **Fiumi Gela** e **Acate**. Nel **suolo** del perimetro del sito di bonifica sono state rilevate concentrazioni fino a **203 mg/kg** che risultano superiori di **1,7 volte** dei limiti definiti per uso verde/residenziale (**120 mg/kg**).

L'esposizione della popolazione può essere avvenuta attraverso il consumo di **prodotti ittici** e attraverso il consumo di **vegetali irrigati** o cresciuti su suoli contaminati. I danni più importanti causati dal **Cu** sono quelli all'**apparato gastrointestinale, rene e sviluppo** (decrementi crescita di feto e embrione). Studi su **ratti, topi e visoni** suggeriscono che l'esposizione a elevati livelli di **rame** nella dieta può causare un **decremento nella crescita di feto ed embrione**. Gli studi su essere umano e animale suggeriscono che il **sistema gastrointestinale** è il target principale per la tossicità del rame. Gli studi su **topi** suggeriscono che l'esposizione all'aerosol o all'ingestione di acqua potabile possono danneggiare il **sistema immunitario** con conseguente aumento di malattie infettive.

Cloruro di vinile

I valori di **cloruro di vinile**, sostanza cancerogena umana, riscontrati nell'**acqua di falda**, arrivano a **200'000 µg/l**, quando il valore protettivo per la salute umana è di **0,5 µg/l**, di circa **400'000 volte** maggiore il limite.

I valori di **cloruro di vinile** riscontrati nel **suolo** arrivano a di **35 mg/kg** rispetto ad un valore limite di **0,01 mg/kg** (uso verde/residenziale) e **0,1 mg/kg** (uso industriale/commerciale), superando il limite, rispettivamente, di **3'500** e **350 volte**.

Gli **effetti neurologici** a seguito di inalazione includono vertigine, sonnolenza e stanchezza, mal di testa, euforia, irritabilità, nausea, perdita di coscienza. Nausea e mal di testa sono stati rilevati a seguito di esposizioni a **20'000 ppm**. Su **animali** alcuni studi hanno evidenziato a esposizioni di **100-500 ppm** ridotto peso testicolare, ridotta fertilità maschile e necrosi epiteliale spermatogena. Sono state osservate dilatazioni di uteri in **ratti** in gravidanza. A seguito di esposizioni a **500 ppm** è stata osservata una ritardata ossificazione in **topi**.

Lo sviluppo del **cancro** è stato dimostrato in studi su lavoratori esposti che sviluppavano **angiosarcoma del fegato** (il periodo latente è piuttosto lungo e può arrivare anche a 47 anni), il **carcinoma epatocellulare**, il **cancro del polmone** e del **tratto respiratorio**, il cancro del **sistema linfatico** ed **emopoietico**, del **sistema nervoso centrale** e del **cervello**. Il **cloruro di vinile** provoca il **cancro** mediante interazioni col **DNA**.

Cadmio (Cd)

Il **Cd** è considerato cancerogeno per l'uomo, si accumula in modo efficiente in **reni** e **fegato** e ha un'emivita che varia da 10 a 30 anni.

In seguito a esposizione per via orale gli organi più sensibili sono **reni** e **ossa**, nel caso di un'esposizione per via inalatoria – sono **reni** e **polmoni**.

Il **Cd** si elimina molto lentamente dall'organismo umano. È tossico per il **rene**, specialmente per le cellule del tubulo prossimale, ove si accumula progressivamente compromettendo la **filtrazione glomerulare** e alterando così la **funzionalità renale**. Può causare **demineralizzazione ossea**, danneggiando direttamente l'osso come effetto secondario della **disfunzione renale**.

Esposizioni ripetute ambientali a bassi livelli di **Cd** possono comportare una diminuita **funzionalità renale** ed effetti sul **sistema scheletrico** (osteoporosi, aumento del rischio di fratture ossee, diminuzione della densità minerale ossea). Il **Cd** può provocare il **cancro**, **alterazioni genetiche** e nuocere alla **fertilità** e al **feto**.

Cromo esavalente Cr (VI)

Il **Cr (VI)** e composti sono considerati cancerogeni per l'uomo per esposizione inalatoria. Il **Cr (VI)** è assorbito dal tratto respiratorio e si distribuisce in reni, fegato, ossa e in tutti i tessuti. Effetti gastrointestinali si associano all'esposizione orale, mentre il bersaglio nel caso dell'esposizione inalatoria a **Cr (VI)** sono i **polmoni**. L'esposizione professionale a **Cr (VI)** determina un aumento del rischio di **cancro broncogeno** e **nasale**. Con l'esposizione ambientale tramite acqua potabile esiste il rischio di **tumore dello stomaco**.

Piombo (Pb)

La **tossicità cronica** del **Pb** dipende dalla sua lunga emivita (di circa 30 giorni e 10-30 anni nel sangue e nell'osso).

Nell'uomo, il principale organo bersaglio è il **sistema nervoso centrale**. Il **cervello** in via di sviluppo è più vulnerabile alla neurotossicità del **Pb** rispetto al cervello maturo. Il **Pb** può avere effetti sulle **ossa** sia negli adulti sia nei bambini. Negli adulti l'esposizione a **Pb** è associata a **effetti neurotossici** (neuropatie periferiche), **renali** (nefropatie croniche), a carico del **sistema cardiovascolare** (ipertensione), sulla **riproduzione** e sul **sistema immunitario**.

Il **Pb** è facilmente trasferito al **feto** attraverso la **placenta** durante la gestazione e durante l'allattamento. Può avere effetti sulla **fertilità** (atrofia testicolare e bassa qualità dello sperma) e sospettato di nuocere al **feto**.

Vanadio (V)

La tossicità dei composti del **V** aumenta con lo stato di valenza: i composti pentavalenti sono i più tossici. Il **V** pentossido è possibile cancerogeno per l'uomo. Il bersaglio primario sono le **vie respiratorie** superiori (è un potente irritante respiratorio).

Tetracloroetilene (percloroetilene)

Il **tetracloroetilene** è classificato come probabile **cancerogeno** per l'uomo, rapidamente assorbito per tutte le vie di esposizione (inalatoria, cutanea e orale) e si distribuisce in tutti i tessuti.

Nell'uomo, l'**esposizione prolungata** (oltre 10 anni) e ripetuta a **basse concentrazioni atmosferiche** è stata associata a **epatotossicità** e danno **epatico**. Il **sistema nervoso centrale** è un tessuto bersaglio per la tossicità, la sostanza è neurotossica per lo **sviluppo**.

Tricloroetilene (TCE)

Il **TCE** è **cancerogeno** per l'uomo per tutte le vie di esposizione. Gli organi bersaglio principali sono il **sistema nervoso centrale**, **reni**, **fegato**, **sistema immunitario**, **sistema riproduttivo maschile** e **sviluppo fetale**.

Esaclorobenzene

La sostanza è classificata come possibile **cancerogena** per l'uomo. L'organo bersaglio primario è il **fegato**.

Policlorobifenili (PCB)

I **PCB** hanno proprietà tossicologiche simili alle **diossine**.

La popolazione è esposta soprattutto attraverso il **consumo di alimenti**.

I **PCB** sono rapidamente assorbiti e tendono ad accumularsi nell'organismo nel **tessuto adiposo**.

L'esposizione ambientale a **lungo termine** causa effetti sul **sistema immunitario**, effetti sul **sistema endocrino**, a carico dello **sviluppo**, **neurocomportamentali**, su **tiroide** e sulla **funzione riproduttiva**. Gli stadi di vita più sensibili sono quello **fetale** e **neonatale**. Tutti i **PCB** possono indurre effetti genotossici, immunosoppressivi, effetti infiammatori, effetti endocrini. I **PCB diossina-simili** sono classificati come cancerogeni per l'uomo. (11, 19, 23, 26, 27)

3.6.Direzione dei venti

Il **Petrolchimico** è posizionato non solo su un suolo non idoneo a questo tipo di attività, ma anche in una **posizione orografica** tale che con l'effetto dei **venti dominanti** gli inquinanti prodotti si riversano su tutta la **Piana del Signore**.

L'andamento **annuale** dei venti è prevalentemente lungo l'asse **NE-SO (nord/est-sud/ovest)**, come anche in **primavera**. Anche la **rosa dei venti** nella stazione di **AGIP Petroli** (2013) presenta due direzioni prevalenti: **NE** e **SO**. In **estate** la direzione prevalente dei venti estivi è quella da **OSO**. Durante il giorno e la notte a Gela il **vento** soffia in direzioni opposte (da **sud-ovest** a **nord-est** durante il **giorno**). (Figura 42).

26.Studio per la caratterizzazione su Ambiente e Salute nei siti contaminati di Gela e Priolo.

Rapporto ISTISAN 16/35, 2016, **76 pp.**

27. IL SITO DI GELA: INQUINANTI PRIORITARI ED EFFETTI SULLA SALUTE, SENTIERI, Quinto Rapporto www.epiprev.it, anno 43 (2-3) marzo-giugno 2019, Epidemiol Prev 2019; 43 (2-3):1-208. doi: 10.19191/EP19.2-3.S1.035, **9 pp.**

28.Gela, i signori dell'inquinamento e un territorio dove la mafia ha vinto, <https://lavocedineyork.com/news/primo-piano/2013/09/19/gela-i-signori-dellinquinamento-e-un-territorio-dove-la-mafia-ha-vinto/19.9.2013>

Quindi, più soffia durante il giorno, più la regione a **nord-est** della **Raffineria** è interessata dalle emissioni e la città di **Gela** rimane **sopravento**. Nelle **ore notturne** i venti predominanti provengono da **nord-est** a **sud-ovest** interessando la **città di Gela** e questo spiega i **cattivi odori** provenienti dal **Polo Petrochimico** nelle ore serali. Arrivando di **giorno** a Gela **da Licata**, cioè da ovest, la **puzza di petrolio** si sente a **3-4 km** dalla città. Se invece a Gela si arriva **da Vittoria**, cioè da est, **controvento (sottovento)**, l'**odore di idrocarburi** si cominciava ad avvertire **10 km** prima.

Le aree di maggior ricaduta dei **fumi**, a causa delle condizioni climatiche della zona, rispetto al **Polo Petrochimico**, risultano essere ubicate nei quadranti **nord-est** della **Piana di Gela**, interessando le **serricole** dei **pomodori** e **carciofi** e le aree **SIC** e **ZPS** della **Riserva Naturale del Biviere**, e **sud - ovest**, interessando il centro abitato di **Gela**. Qualche volta i **venti** assumono una direzione da **sud-sud-est**, o anche in situazioni di **calma di vento**, la città di Gela rimane **sottovento** rispetto al **Polo Industriale**, e si verificano i **cattivi odori** lamentati dalla popolazione.

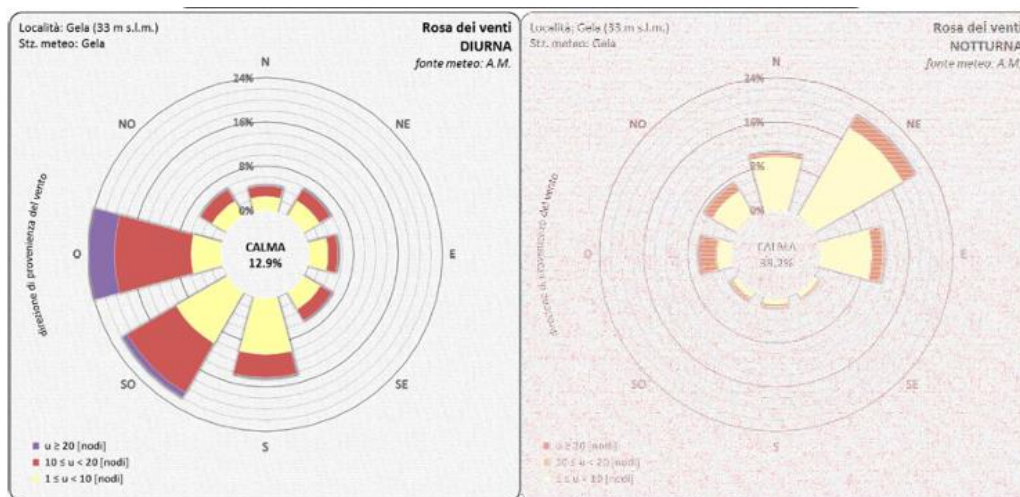


Figura 42. Stazione Gela: rose dei venti diurna e notturna, periodo dal 1971 al 2000 (Fonte: Atlante Climatico AM) (22 a)

22 a. Studio R_EIA_004_Studio di Impatto Ambientale, 336 pp.

29. Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Scienze MM.FF.NN., Corso di Laurea in Scienze Naturali, Aspetti naturalistici ed antropici della Piana di Gela, Fulvio Boatta, 2006-2007, 88 pp.

Il periodo tra **aprile** e **settembre** è caratterizzato da **estrema siccità**, da **ottobre** a **marzo** - di **pioggia moderata**. Le sostanze chimiche ricadono a causa dei fenomeni di deposizione secca (periodo estivo) e umida (periodo invernale), avendo un raggio di azione fino a 20-30 km di distanza. (Figure 8 e 9) (13, 14, 22)

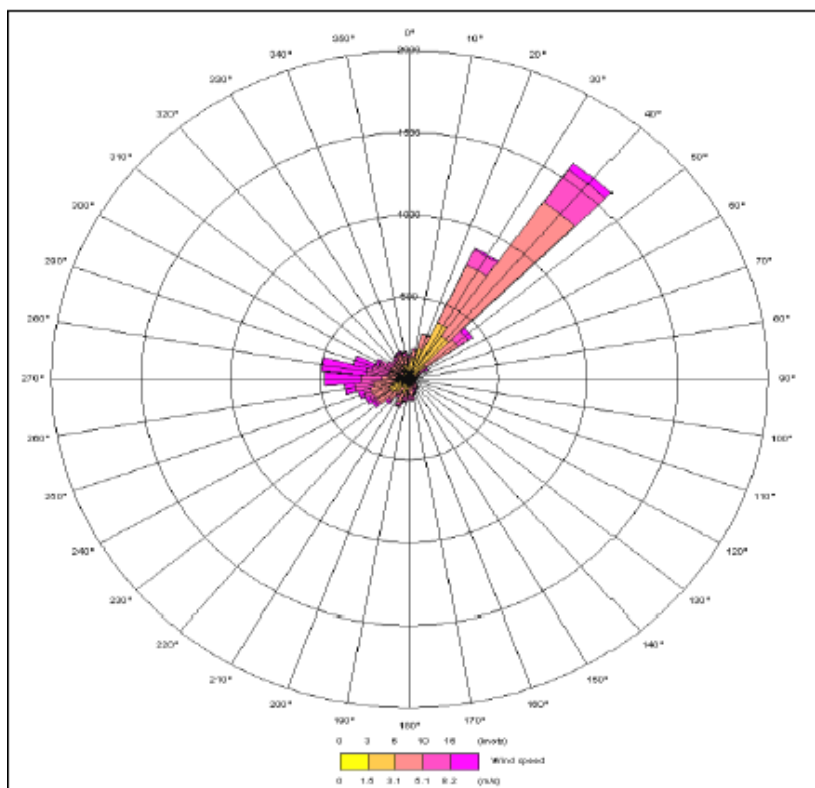


Figura 8. Venti dominanti nel S.I.N. di Gela (22)

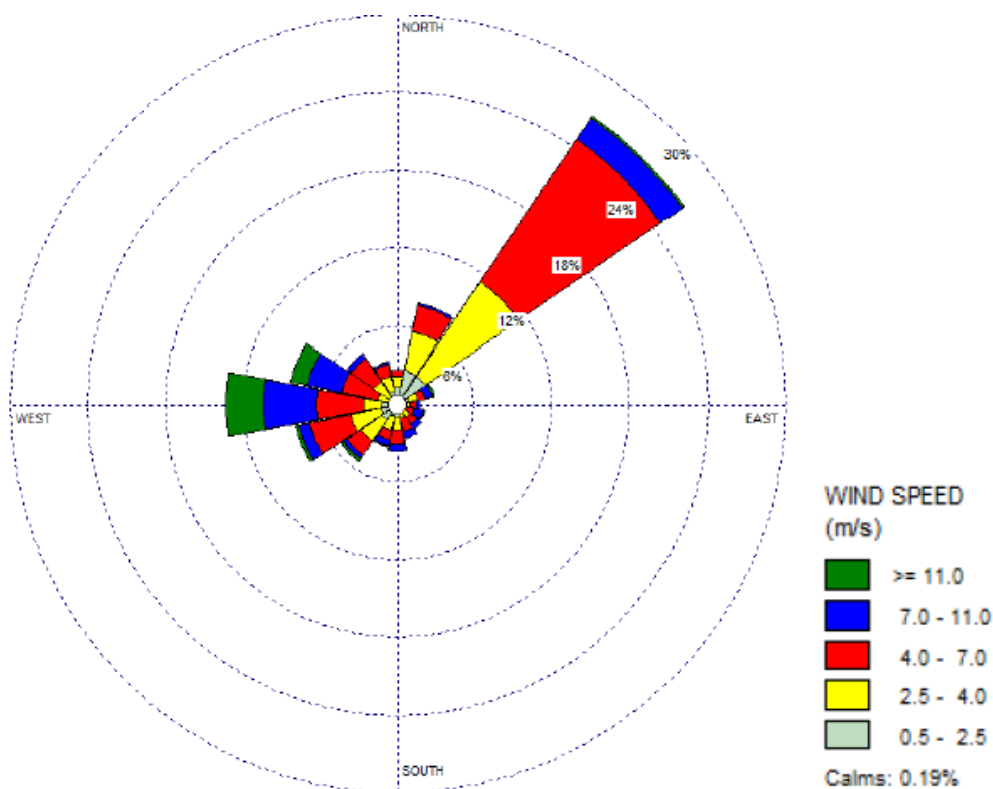


Figura 9. Rosa dei venti presso la centralina di AGIP Petroli, 2013. (14)

3.7.Emissioni in atmosfera

Ancora negli anni Settanta del secolo passato indagini condotte già (Duce e Hoffman, 1976; Hope, 1997; Stigter e altri, 2000) avevano rilevato nell'aria la presenza di alcuni **metalli** (vanadio, arsenico, cromo, cadmio) in quantità significative nei territori in prossimità ai territori dei **Poli Petroliferi**. (30)

La presenza del **Polo Petrolchimico** a **Gela** costituisce il fattore determinante del **degrado della qualità dell'aria**. Un sistema di **anfiteatro naturale**, in cui la città di **Gela** e il **Petrolchimico** occupano il posto centrale, contribuisce ad intrappolare i **fumi emessi in atmosfera** dal **Polo Petrolchimico**.

Il **Rapporto** del **17 gennaio 1995** confermava che in base a **come soffiavano i venti** della zona, le aree di potenziale maggior ricaduta erano ubicate a **nord** del **Polo Petrolchimico**, interessando l'area naturalistica di **Biviere** e parzialmente l'abitato di **Gela**. Il rapporto affermava che la presenza del **Polo Industriale** costituiva indubbiamente il fattore determinante per il **degrado** della qualità dell'aria nell'area.

Si legge nel **Rapporto** "Piano di risanamento ambientale" il quadro delle **emissioni in atmosfera**: "Lo stabilimento è fonte causale di impatto sulla qualità dell'aria di **biossido di zolfo**, **ossidi di azoto** e **particolato**. Tra i microinquinanti potenzialmente emessi dagli impianti di combustione si segnalano il **benzolo**, gli **idrocarburi aromatici**, il **piombo**, il **rame**, il **vanadio**, il **nicel** e il **cromo**... La presenza del **Polo Industriale** costituisce indubbiamente il fattore determinante per il degrado della **qualità dell'aria** nell'area..."

Il **Rapporto** del **1995** ha stimato che in sintesi l'intero **Polo Petrolchimico** immetteva in atmosfera:

- le emissioni di **biossido di zolfo** ammontano a circa 84'000 t/anno e sono dovute per il 98 % alle attività dello stabilimento **PRAOIL**;
- le emissioni di **ossidi di azoto**, pari a circa 8'800 t, risultavano da attribuire allo stabilimento **PRAOIL**;
- le **polveri** (1'840 t su 2'050 t) da attribuire allo stabilimento **PRAOIL**;
- venivano emesse alcune decine di t di **ammoniaca** dallo stabilimento **ENICHEM AGRICOLTURA**;
- alcune decine di t di **acrilonitrile** dallo stabilimento **ENICHEM ANIC**;
- alcune decine di t di **fluoro** dallo stabilimento **ENICHEM AGRICOLTURA**;
- il **90 %** circa delle emissioni totali di **acido fosforico** (20 t/anno circa) dallo stabilimento **ENICHEM AGRICOLTURA**;
- **dicloroetano**, pari a circa 26 t/anno e di **cianuri**, pari a circa 11 t/anno, sono da attribuire allo stabilimento **ENICHEM ANIC**. (20)

Secondo i dati dell'**ARPA Sicilia (2005)**, l'aria dell'Impianto Petrolchimico era associata a livelli elevati di emissioni di **arsenico**, **molibdeno**, **nicel**, **zolfo**, **selenio**, **vanadio** e **zinco**, **benzene**, **idrocarburi non metanici** e i **PM10** contenenti il **nicel**. L'area esterna prospiciente la **Raffineria di Gela** ha evidenziato superamenti dei limiti per l'**ozono** e i **VOC (composti organici volatili)**. (16)

30.Gela, Milazzo, Melilli e Priolo dove i veleni e il cancro sono di casa, <https://meridionews.it/gela-milazzo-melilli-e-priolo-dove-i-veleni-e-il-cancro-sono-di-casa/19/01/2013>

3.8.Reparto pet-coke

La **Raffineria di Gela** è alimentata da una **Centrale Termoelettrica (CTE)** da 262MW che brucia prevalentemente, caso non comune in Europa e unico in Italia, il **coke da petrolio (pet-coke)**, circa 900'000 t/anno, o 2'500 t/giorno), oltre a olio combustibile ATZ, TAR e BTZ, gas recuperato da sintesi, fuel gas di raffineria, metano algerino, coke estero. **Pet-coke** è una sostanza di **scarto** del processo di **cracking**.

L'impiego del **pet-coke** come combustibile produce forte l'impatto ambientale a causa dell'alto contenuto di **zolfo** (6 %), di **metalli pesanti** e **idrocarburi policiclici aromatici**. Anche se ad oggi l'impianto di **pet-coke** si è dotato di sistemi di abbattimento dei **metalli pesanti**, bisogna tenere conto dei precedenti **50 anni di inquinamento**.

Nel territorio di Gela è confermata abbondante presenza di **arsenico** e **molibdeno**, di **metalli pesanti**, **diossine** e altre sostanze legate al processo di combustione del **pet-coke**, che possono generare **malattie cancerogene** e **malformazioni**. Il suo uso abbondante genera stati tossici, **malattie cancerogene** e **malformazioni** nel territorio gelese, come è stato dimostrato da diverse studi. (Gebel, 1997; Bosco, Varrica e Dongarrà, 2005; Bianchi et al., 2006; Nardo, 2006, Dorru, 2012).

Tuttavia, sullo sfondo di una **devastazione ambientale e sanitaria**, nel **2002**, con il grido di "**meglio ammalati che disoccupati!**", circa **20'000 abitanti di Gela** scesero in strada in difesa della Raffineria e contro l'ordinanza di sequestro, facendo scontri con le forze dell'ordine.

La situazione venne sbloccata con un Decreto che definiva tale rifiuto come **combustibile**, autorizzandone l'utilizzo.

8 marzo 2002, "La Stampa" diceva:

"Via libera del governo al Decreto che autorizza l'utilizzo del **pet coke** negli impianti di combustione dell'**AGIP** di Gela."

A proposito del Decreto il Presidente dei Verdi **Alfonso Pecoraro Scanio** ha denunciato:

"È una truffa, un nuovo condono – Invece di stanziare fondi per salvaguardare salute e occupazione il governo ha preferito **legalizzare inquinamento e malattie**. Il Decreto classifica il **pet-coke** come un combustibile, nonostante si tratta in realtà di un **residuo del processo di raffinazione del petrolio**, e dunque di una sostanza **altamente dannosa**. Non solo viene by-passata la **legge Ronchi** ma soprattutto viene messa a rischio la salute di chi lavora e vive a Gela. Il Petrolchimico resta così uno dei siti a più alto rischio, una vera **bomba ambientale** che il governo Berlusconi preferisce mantenere".

Nei prossimi anni gli studi sulla pericolosità del **pet-coke** usato come combustibile furono decine. (5, 11, 22, 31)

31.Gela e polo petrolchimico: tra antichità gloriosa, presente difficile e futuro...green, DI MARI, Giuliana; Garda, EMILIA MARIA; Renzulli, Alessandra; Scicolone, Omar. - ELETTRONICO. - (2021), pp. 486-495., Articolo presentato al Simposio Internazionale Reuso 2020. Restauro: temi contemporanei per un confronto dialettico, 20.03.2024, 11 pp.

3.9. Biomonitoraggio dell'aria con aghi di pino

Il **pet-coke**, un sottoprodotto della raffinazione di petrolio, ha forte **impatto ambientale** e elevata concentrazione di **zolfo**, **metalli pesanti** e **IPA**.

Uno studio condotto dal team di ricercatori del Dipartimento di Chimica e Fisica della Terra dell'Università degli Studi di Palermo, **M.L.Bosco**, **D.Varrica** e **G.Dongarra**, intitolato "Case study: Inorganic pollutants associated with particulate matter from an area near a Petrolchemical Plant" e pubblicato nella rivista Environmental Research nel **2005**, ha dimostrato la stretta relazione tra la presenza di **sostanze cancerogene** e **teratogene** nel territorio di **Gela** e l'incenerimento di **pet-coke** nella **CTE di Gela**. Lo studio ha analizzato la presenza di **metalli pesanti** nell'aerosol atmosferico a Gela, nell'area industriale e nell'area rurale della **Piana di Gela** sugli **aghi di pino Pinus halepensis**. (Figura 10) (33)

Gli **aghi di pino** presentano uno strato esterno ceroso capace di assorbire il particolato fine. L'analisi della deposizione del particolato su **aghi di pino** costituisce un metodo veloce di **monitoraggio degli inquinanti** presenti in aria, come è stato dimostrato anche per l'inquinamento nel **S.I.N. di Priolo**. (32)

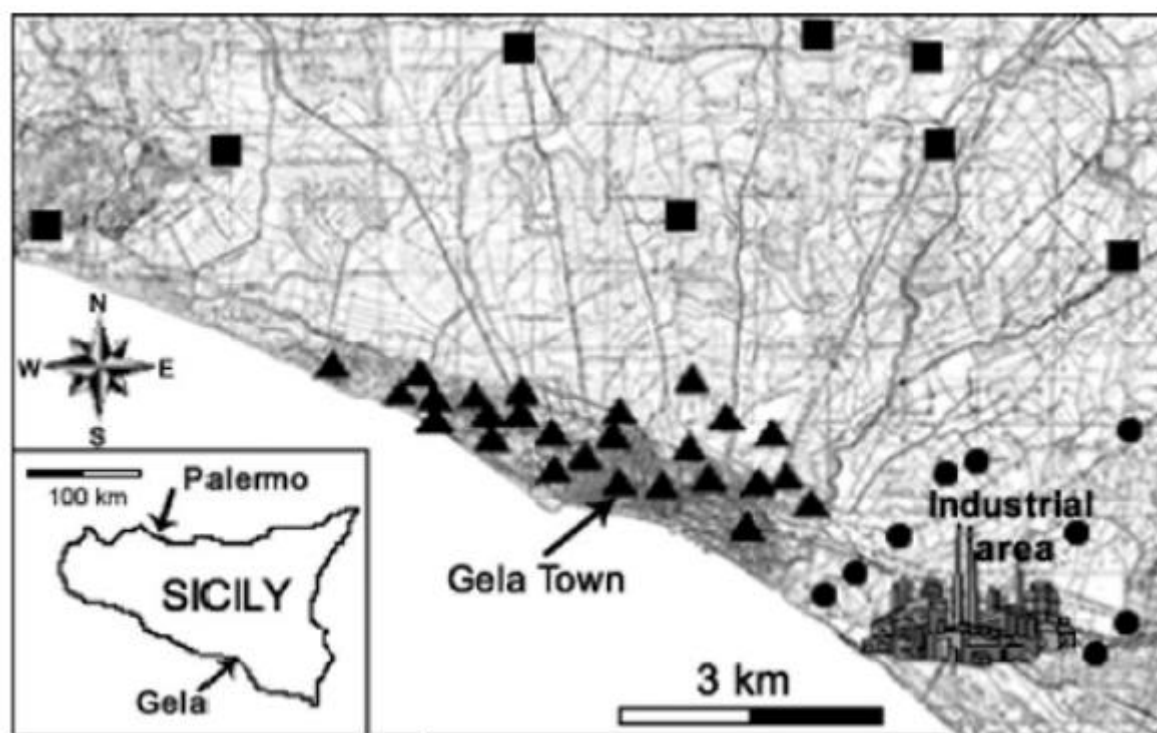


Figura 10. Campioni di **pino Pinus halepensis** raccolti nella città di Gela, nell'area del Polo Petrolchimico di Gela, nella zona rurale della Piana di Gela. (33)
Legenda:

 città di Gela  area del Polo Petrolchimico di Gela  zona rurale della Piana di Gela

32. www.plumatella.it, S.I.N. Polo Petrolchimico di Priolo. PARTI 1-8 – Plumatella, 5.8. Il mercurio nelle foglie degli alberi, 107 – 109 pp.
33. M.L.Bosco, D.Varrica, G.Dongarra, Case study: Inorganic pollutants associated with particulate matter from an area near a Petrolchemical Plant, Environmental Research 99 (2005), 18-30 pp.

Nello studio sono stati analizzati 41 campioni di **aghi di pino** della specie **Pinus halepensis** e due campioni di polveri stradali. Le informazioni sull'origine naturale o antropogenica dei metalli pesanti sono state dedotte attraverso **analisi fattoriale** e mappe di distribuzione degli elementi.

Bosco et al. hanno dimostrato che il **pet-coke** prodotto a **Gela** è ricco di zolfo, ferro, vanadio, nichel, arsenico, piombo, cromo, rame e alluminio. (Tabella 9) (33, 33 a)

Elemento	Contenuto mg/kg
Piombo	125
Zolfo	44.790
Rame	145
Cromo	114
Ferro	76600
Vanadio	1070
Arsenico	17,3
Nichel	787
Alluminio	2200

Tabella 9. Composizione del **pet-coke** prodotto a Gela. (33, 33 a)

Il team ha analizzato i **metalli pesanti** presenti nel **pet-coke** di Gela, paragonando i dati con la concentrazione media nella crosta terrestre.

Risultava che **pet-coke** aveva la concentrazione più alta di metalli come il **molibdeno**, lo **zinco**, l'**arsenico**, il **piombo**, il **nichel**, il **vanadio** e il **cromo**, rispettivamente, di **1'838**, **1'202**, **355**, **357**, **387**, **292** e **42 volte di più**, rispetto la crosta terrestre. (Tabella 5)

Elemento	Zinco	Vanadio	Piombo	Nichel	Molibdeno	Cromo	Arsenico
[K], mg/kg	2'609	1'070	125	787	75	114	17,3
[K], rispetto la crosta terrestre	1'202 v.	292 v.	357 v.	387 v.	1'838 v.	42 v.	355 v.

Tabella 5. Concentrazione di metalli pesanti nel **pet-coke** di Gela, paragonata con la media nella crosta terrestre. (33)

Analizzando la concentrazione degli inquinanti negli **aghi di pino** nell'Activation Laboratories Ltd in Ontario, Canada, i ricercatori hanno trovato nei campioni raccolti nelle diverse aree di Gela la maggioranza di **metalli pesanti** presenti nel **pet-coke di Gela**. (Figura 11)

33 a. Università degli Studi di Messina, Facoltà di Farmacia, Dipartimento Farmaco-Chimico, Settore analitico-alimentare, dottorato di ricerca in Chimica e sicurezza degli alimenti, Dr. Tiziano Granata, Monitoraggio e valutazione dei rischi derivati dalla contaminazione con metalli tossici nella catena alimentare nell'area a rischio ambientale a Gela, tutor Prf.Daniele Giuffrida, coordinatore Prof.Luigi Mondello, 2008-2010, 156 pp.

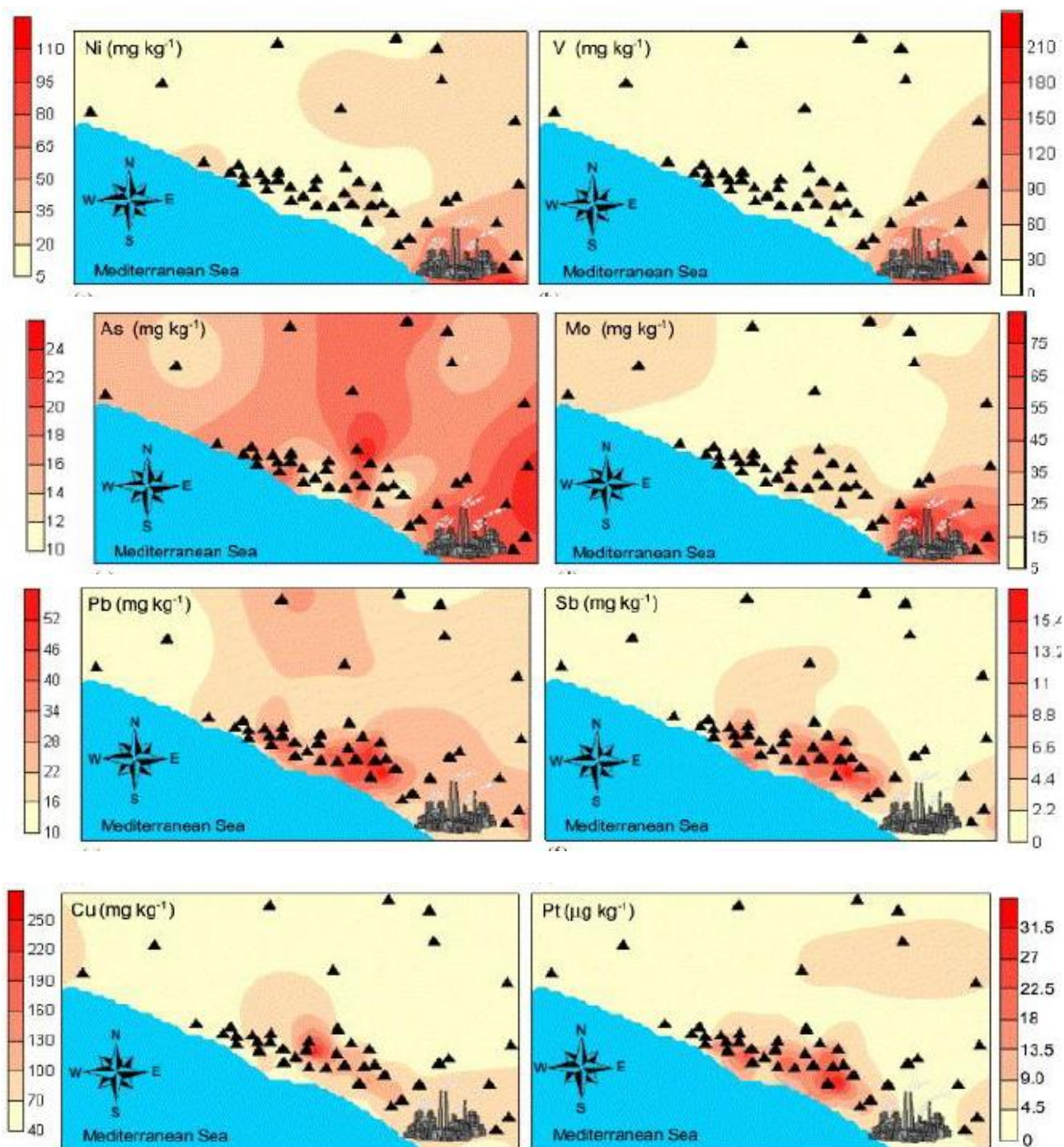


Figura 11. Distribuzione di metalli pesanti Ni, V, As, Mo, Pb, Sb, Cu e Pt negli aghi di **Pinus halepensis** in prossimità del Polo Petrolchimico di Gela. (33)

La concentrazione di zinco, rame, vanadio, nichel, piombo, molibdeno e antimonio nei campioni di **aghi di pino** risultava più alta di **2-20 volte** nella città di **Gela** (70'000 abitanti) e nelle sue zone industriale e rurale, rispetto la città di **Palermo** (850'000 abitanti). Per esempio, come si vede dal Grafico 12, la concentrazione di **zinco** su **aghi di pino** a **Gela** era **364 mg/kg**, **17 volte di più** rispetto a **Palermo (22 mg/kg)**. La differenza delle concentrazioni di metalli tra i campioni a Gela, dell'area industriale e area rurale, non era molto significativa, essendo il Polo distante solo **1 km** dalla città di Gela e considerando i venti prevalenti che soffiano nella zona depositando le sostanze inquinanti nella parte **N-E**, diffondendosi su tutta la **Piana del Signore**. (Figura 12)

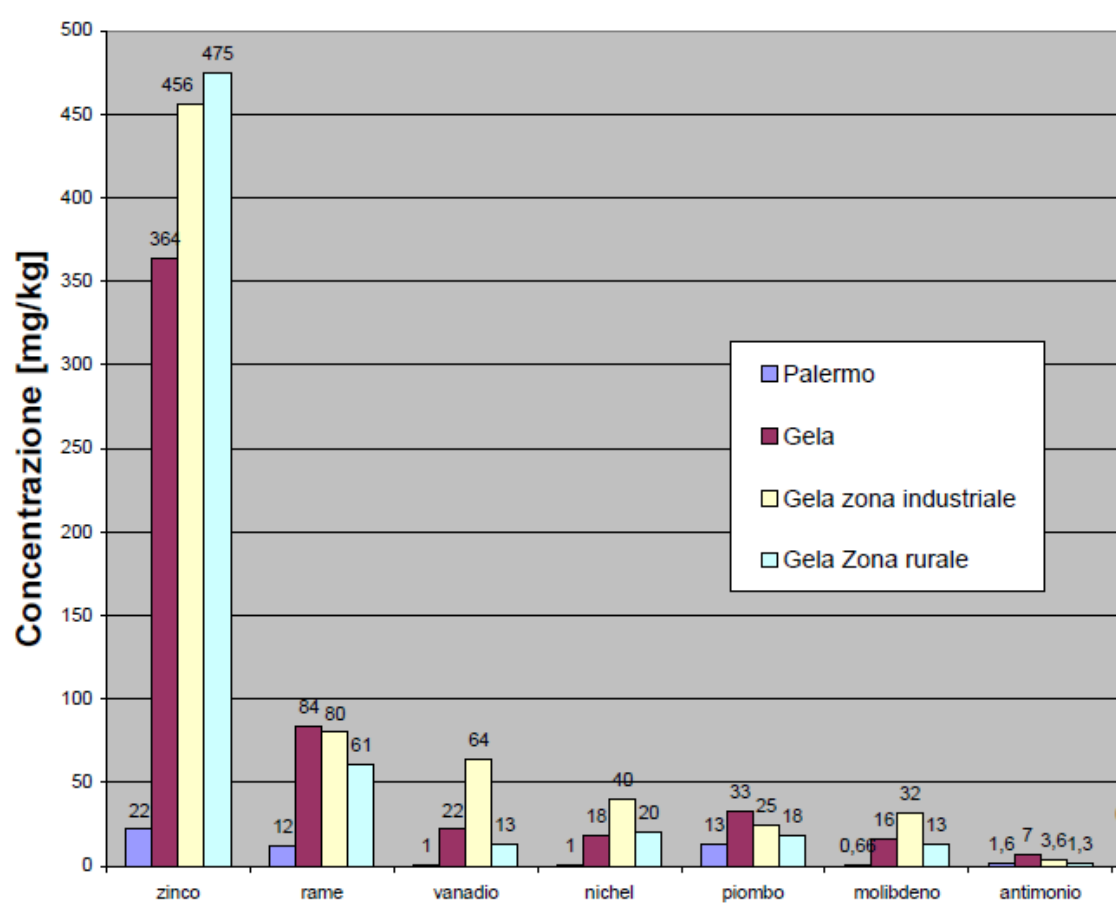


Figura 12. Concentrazione di metalli pesanti negli **aghi di pino Pinus halepensis** nella città di Gela (colore bordo), nell'area del Polo Petrolchimico di Gela (colore giallo), nella zona rurale della Piana di Gela (colore verde chiaro), nella città di Palermo (colore viola). (33)

Dallo studio di **Bosco** et al è emerso che la media dei contenuti di **metalli pesanti** negli **aghi di pino** nell'area di **Gela** è più elevata, rispetto **Palermo** e che l'intera area di **Gela** è pesantemente influenzata da emissioni di metalli provenienti da **inquinamento industriale**. Lo studio sulla **composizione chimica** delle **polveri a Gela** ha confermato abbondante presenza di **metalli** come **Zn, Cu, V, Ni, Pb, Se e As**, riconducibili all'**inquinamento atmosferico di origine industriale**, nella **Zona Industriale di Gela**.

Un altro studio di **Manno** et al. del **2006** sulle deposizioni di **polveri** ha mostrato alte concentrazioni di **nicel, vanadio**, e in parte di **bario e cromo**, associabili alle emissioni dell'industria **Petrolchimica**.

A luglio **2008** anche l'**ISS** ha effettuato una campagna di campionamento degli **aghi di pino** nell'area di Gela, riscontrando un accumulo maggiore di **arsenico, mercurio, cadmio, piombo e cromo lungo la direzione prevalente dei venti**.

Legambiente nel Rapporto del **2006** ha evidenziato che la presenza di **cloro, IPA e metalli pesanti** favorisce alla formazione delle **diossine** come PCDD (policlorodibenzodiossine) e PCDF (policlorodibenzofurani). Interazione **diossina-DNA** è un potente sregolatore genetico conosciuto. La presenza di **metalli pesanti, IPA e diossine** nell'area di Gela, sospettati di attività **cancerogena e teratogena**, è probabilmente la prevalente causa dell'abnorme mortalità da tumori e malformazioni nei nascituri.

Il Report condotto da **ARPA Sicilia** durante il monitoraggio del **2007** ha confermato l'elevato inquinamento prodotto dal **Polo Petrolchimico** di **Gela** misurato nell'aria che consisteva nei valori alti di numerosi **idrocarburi alifatici e aromatici, solfuri e mercaptani**, metalli pesanti nel particolato **PM10**, in particolare, **Ni, V, Al, Fe, Zn, Cr e Ba**, caratteristici per il **pet-coke**.

Diversi studi hanno dimostrato che alcuni metalli e metalloidi presenti nel materiale particolato sospeso in aria sono potenzialmente tossici con effetti **teratogeni e cancerogeni** nei **mammiferi** (Hlavay et al., 1992; Domingo, 1994; Christensen, 1995; Chang, 1996; Hamilton, 2000; Fernandez et al., 2001). (11, 19, 22, 23, 26, 33, 34)

3.10. Fumi emessi in atmosfera dai CAMINI del Polo Petrolchimico di Gela

Ogni impianto del **Polo Petrolchimico** riversa in **atmosfera** sostanze inquinanti allo stato solido, liquido e gassoso per mezzo di **camini**, torce, serbatoi, etc.

Le emissioni delle seguenti sostanze che presentano la maggiore fonte di preoccupazione dal punto di vista igienico-sanitario, avvengono a diverse quote, a seconda dell'altezza dei **CAMINI**:

ossidi di zolfo (SOx), **ossidi di azoto (NOx)**, ozono (**O₃**), i microinquinanti organici (policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani, PCDD/F, policlorobifenili, PCB diossina-simili, **Idrocarburi Policiclici Aromatici IPA**, benzene), **particolato PM10** e metalli **As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Hg, Pb, V**.

Secondo **INES 2006** (l'Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti), la **Sicilia** risulta la seconda regione in Italia, dopo la **Puglia**, per le emissioni di **NOx**, **SOx** e **benzene** derivanti da attività industriali, con le emissioni di **NOx** pari a 32'568 t/anno (11,65 %), di **SOx** pari a 61'459 t/anno (21,20 %) e di **benzene** pari a 140'823 kg/anno (26,16 %).

Secondo l'inventario delle emissioni da grandi impianti di combustione, nel **2004** la **Centrale termoelettrica (CTE)** a **Gela** ha prodotto **emissioni in atmosfera** per 13'331,80 t di **SOx** e 3'068,2 t di **NOx**.

I fumi emessi dalla **CTE** che **brucia pet-coke**, sono trattati con il processo **SNOx**, che dovrebbe rimuovere **NOx, SOx, polveri** e altre sostanze.

Secondo il **Rapporto** del **2007**, la **Raffineria di Gela** presentava **24 punti** di emissione che immettevano in atmosfera il **benzolo**, gli **IPA, SOx e NOx, PM10** e metalli pesanti come **piombo, rame, vanadio, nichel e cromo**.

Gli stabilimenti ex **ENICHEM ANIC** ed **ENICHEM POLIMERI** (poi **POLIMERI EUROPA**) convogliavano le loro emissioni in atmosfera attraverso **73 CAMINI** (produzione di etilene, acronitrile e idrocarburi).

Lo stabilimento oggi non più attivo **ENICHEM AGRICOLTURA** immetteva **ammoniaca e fluoro** attraverso **23 CAMINI**.

L'ex **ISAF** attraverso **20 CAMINI** introduceva nell'atmosfera **biossido di azoto (NO₂)**, emissioni consistenti di **biossido di zolfo** dall'impianto **acido solforico**, polveri, fluoro, ammoniaca, fosfato di ammonio e **acido fosforico**.

In totale, il **Polo Petrolchimico** riversava in **atmosfera** sostanze inquinanti attraverso **140 CAMINI**. Considerando la chiusura degli impianti **ENICHEM AGRICOLTURA** e **ISAF**, il **Rapporto** ha stimato che al **2007** l'impianto industriale immetteva in atmosfera sostanze inquinanti da **97 CAMINI**.

34. Legambiente Gela, Report L'emergenza ambientale e sanitaria di Gela, 6.12.2006, 14 pp.

Tiziano Granata et al dell'Università degli Studi di Messina nell'articolo intitolato "**Contaminazione da piombo, cadmio e rame di prodotti alimentari nell'area a rischio di Gela**" pubblicato nella rivista E&P nel **2011** indicano che il **Polo Petrolchimico** contava circa **97 punti di emissione** che scaricavano in **atmosfera sostanze organiche** e **metalli pesanti** come piombo, rame, vanadio, nichel e cromo. (11, 19, 22, 35)

Per il periodo **2000-2007**, i dati sull'**inquinamento atmosferico** a **Gela** hanno evidenziato inquinanti come **anidride solforosa (SO₂)**, **PM10**, **biossido di azoto** e **ozono** che superavano i limiti della legge. Per lo stesso periodo, non erano disponibili dati su metalli, policlorodibenzo-p-diossine e dibenzofurani, policlorobifenili e IPA.

Sono stati rilevati i **picchi orari** per l'**anidride solforosa** pari a **500 µg/m³** nel sud-orientale della città di Gela e **800 µg/m³** nella stazione di monitoraggio vicina al **Polo Industriale**. Tuttavia, i valori **medi annui** erano, rispettivamente, di 12 µg/m³ e 21 µg/m³.

Nel periodo **2000-2007** una stazione di monitoraggio situata nei pressi dell'**ospedale di Gela** ha registrato i valori medi annui di **PM10** inferiori a 40 µg/m³, mentre nel periodo **2006-2007** sono stati registrati i **picchi orari** superiori a **400 µg/m³** (Settimo, Mudu e Viviano, 2009).

Il monitoraggio condotto tra il **2002** e il **2005** ha rilevato concentrazioni anomali di **n-butano** nell'**aria** di circa **238 µg/m³** (100 ppm). I livelli di **benzene**, **toluene** e **benzo[a]pirene** nell'**aria**, nello stesso periodo, hanno raggiunto i **picchi**, rispettivamente, di **151,02 µg/m³**, **25,21 µg/m³** e **264 ng/m³**.

Durante il monitoraggio **2002-2005** sono state misurate nell'**aria** concentrazioni di **nichel** e di **vanadio** che andavano a oltre **2'000 ng/m³**, entrambi contenuti nel **coke** prodotto dalla Raffineria, e i **picchi** di **1'000-15'816 ng/m³** di **cromo** (Cortina & Toscano, 2009).

I dati raccolti dalla rete di rilevamento della **qualità dell'aria** della **Provincia Caltanissetta** hanno evidenziato superamenti per inquinanti **SO₂**, **PM10**, **NO₂** e **O₃**. Le **emissioni gassose** interessavano sia la città **Gela** che l'abitato **Niscemi** a **14 km** dal **Polo Petrolchimico**. (4, 13, 19)

3.11. Cattivi odori nella città di Gela

Tra il **2002** e il **2005** il **Centro Interdipartimentale di Tossicologia Sperimentale, Ambientale e del Lavoro dell'Università degli studi di Messina** ha fatto 53 campionamenti dell'**aria** nei 4 siti (no 1, 2, 3, 4 indicati sulla Figura 13) durante le ore quando si verificano i **cattivi odori** nella città di **Gela**. (19)

35. Contaminazione da piombo, cadmio e rame di prodotti alimentari nell'area a rischio di Gela, Tiziano Granata, Maria Alfa, Daniele Giuffrida, Rossana Rando, Giacomo Dugo, Università degli Studi di Messina, Facoltà di Scienze, Dipartimento di scienze degli alimenti e dell'ambiente, Messina, e&p anno 35 (1) gennaio-febbraio 2011

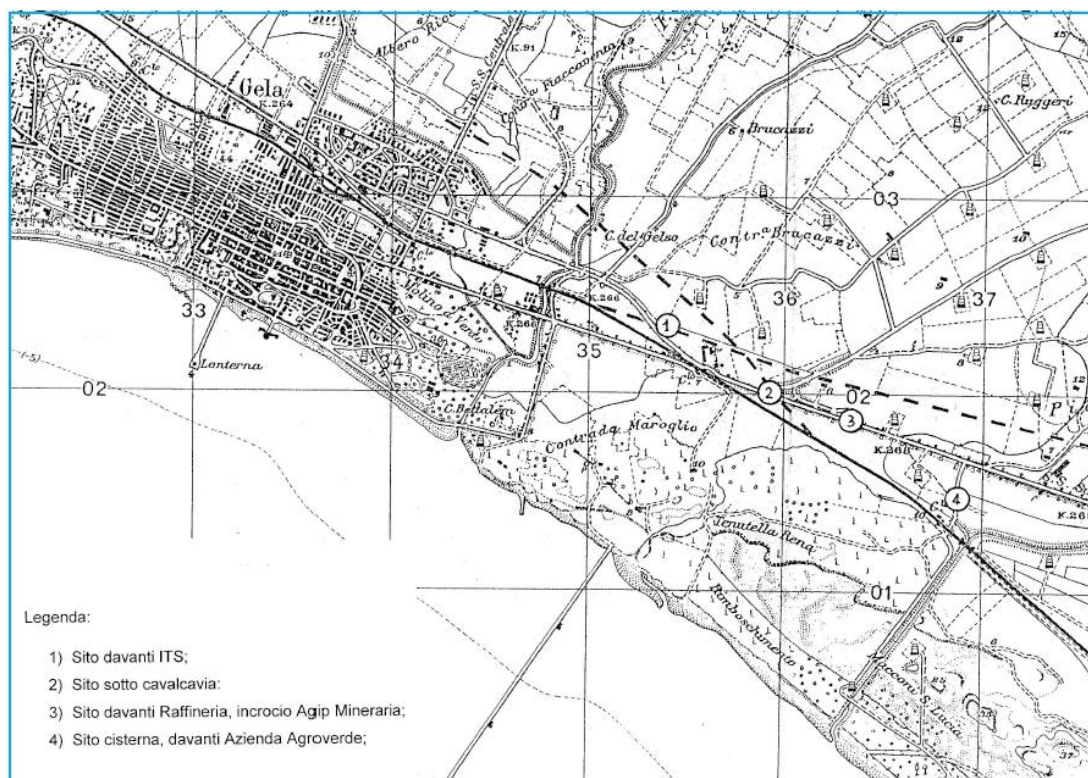


Figura 13. Siti di campionamento dell'aria vicino alla città di Gela, 2002-2005. (19)

I risultati esposti per 2 siti (no 3 davanti alla Raffineria e no 2 sotto cavalcavia) mostrano i valori più alti, rispetto agli altri siti di campionamento e i limiti di legge, delle sostanze inquinanti trovati nell'**atmosfera** durante le ore quando si manifestavano **cattivi odori** nella città di **Gela**. (Tabella 6)

Sostanze	Concentrazioni	Sostanze	Concentrazioni
Sito davanti alla Raffineria, 2004 (3)		Sito sotto cavalcavia, 2005 (2)	
IPA	ng/m³	IPA	ng/m³
-	-	antracene	864,88
-	-	benzoantracene	53,41
-	-	benzofluoroantene	191,34
Altri idrocarburi	ppm	Altri idrocarburi	ppm
-	-	etano	0,029
-	-	propano	15,07
n-butano	38'428	-	-
-	μg/m³	-	μg/m³
esano	16'613	esano	6,63
eptano	33'102	ottano	1,74
benzene	0,963	-	-
toluene	213'821	-	-
xilene	0,408	xilene	0,222
etilbenzene	0,229	etilbenzene	0,181
metilcicloesano	21'163	n-ottano	34,86
Metalli	ng/m³	Metalli	ng/m³
nicel	337,87	nicel	316,94

-	-	piombo	528,69
cromo	4'913,37	manganese	4,92
manganese	225,87	-	-
Composti dello zolfo	µg/m³	Composti dello zolfo	µg/m³
-	-	metilmercaptani	0,028
butilmercaptani	10'954	butilmercaptani	0,016

Tabella 6. Le concentrazioni delle diverse sostanze determinate nell'aria nei 2 siti (no 3 davanti alla Raffineria di Gela e no 2 sotto il cavalcavia) durante ore di **cattivi odori** percepiti dalla popolazione della città di Gela, 2002-2005. (19)

3.12.Reparto cloro-soda –reparto “killer”

Dalla testimonianza di **Massimo Grasso**, coordinatore del **Comitato cloro-soda**:

“Nel reparto **cloro-soda** c'erano perdite ogni giorno in ogni cella. Lì c'era il **mercurio** e si lavorava il tappeto con una manichetta d'acqua. E quindi col **mercurio** che si faceva? Finiva nell'acqua! E poi l'acqua veniva scaricata a **mare** perché lo stabilimento scarica tutto a mare... Alla foce del **Fiume Gela** la presenza di **mercurio** è altissima...”

Dalla testimonianza del **Signor Milo**, ex operaio dello stabilimento:

“Fino al '94, quando abbiamo fermato, c'erano delle perdite incredibili, perdevano tutte... Il compressore non ce la faceva a tirare e allora le celle andavano in pressione. Andando in pressione i tappeti scassati, rotti, tutto il **cloro** andava **in atmosfera**. Noi eravamo lì a portata di mano... ti immagini...”

Il reparto **cloro-soda** venne **inaugurato nel 1971** e è stato chiuso solo nel **1994**. Nel **2006** è nato un comitato spontaneo “**Famiglie delle vittime del cloro-soda di Gela**” i cui componenti decisero di lottare per ottenere giustizia per mezzo di processi civili e penali.

Nel **2011** per la prima volta, il **cloro-soda** di Gela è stato riconosciuto come una delle cause della morte di un lavoratore dell'ENI.

Buona parte degli impiegati del “**reparto cloro-soda**” dell'impianto, ribattezzato dai giornali “**reparto killer**”, è deceduta. (11, 29, 36)

3.13.Simulazione METI-LIS di dispersione delle sostanze inquinanti in atmosfera

Nella **Piana del Signore** di **Gela** il maggiore contributo delle **emissioni in atmosfera** dalla **Raffineria di Gela** appartiene a **nichel (29 %)**, **benzene (25 %)**, **arsenico (13 %)**, **cadmio (13 %)** e **vanadio (10 %)**. (Figura 14)

Altre emissioni atmosferiche includono 57 inquinanti, tra cui **selenio**, **cromo esavalente**, **cobalto**, **rame**, **acido fluoridrico**, **ossido nitrico** etc.

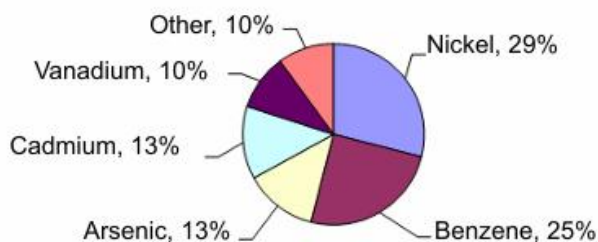


Figura 14. Contributo delle emissioni della **Raffineria di Gela** in **aria** per la tossicità umana. (13)

Questi 5 inquinanti con il **maggiore impatto atmosferico** sono stati calcolati utilizzando il modello di dispersione **METI-LIS** in riferimento ai **CAMINI** con le altezze diverse: **30 m** e **130 m**. Come si vede dalla Figura 15, se tutte le emissioni provengono da camini più bassi, a **30 m di altezza**, l'aria diventa più inquinata e le concentrazioni di questi inquinanti nella città di Gela risultano di colore **viola**. Se tutte le emissioni provengono da camini più alti, a **130 m di altezza**, l'area risulta meno inquinata indicata nelle mappe con il colore **rosso**.

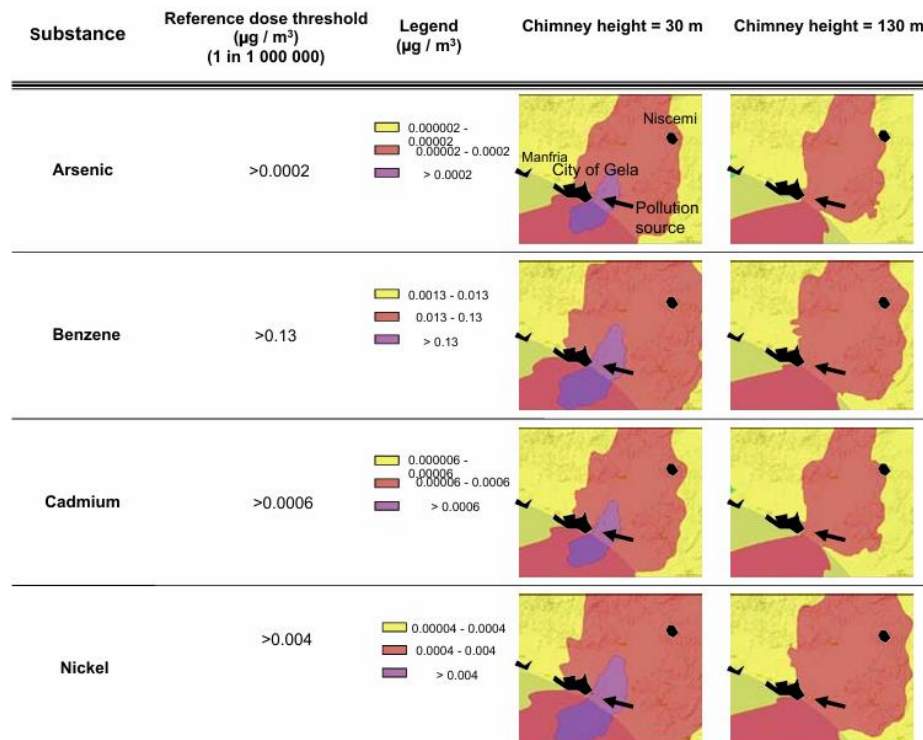


Figura 15. Concentrazione di **arsenico**, **benzene**, **cadmio** e **niche**, calcolati tramite modello di dispersione METI-LIS. 1 μg = 1'000 ng (13)

Il **vanadio** non è monitorato a Gela, viene rilasciato durante la combustione del petrolio, viene introdotto nell'ambiente durante l'estrazione di prodotti petrolchimici e la produzione di acciaio e insetticidi (Colina et al., 2005).

La **dispersione atmosferica** di **vanadio**, emesso dal **CAMINO** di **Raffineria di Gela** ad una altezza di **130 m**, è stata simulata con modello **METI-LIS**. (Figura 16)

La mappa della **dispersione** di **vanadio** mostra che sono implicati i **terreni agricoli** a **nord-est di Gela**, causando un aumento delle concentrazioni di questo metallo nell'aria (concentrazione da **2 a 4 ng/m³** nell'area **rossa** e **oltre 4 ng/m³** nell'area **viola**), e il suo potenziale aumento nel **suolo**, con una probabile influenza sulla **catena alimentare**, contaminando una varietà di alimenti, per essere assorbito in molti tessuti corporei, come hanno documentato Bharti et al. nel **1990**.

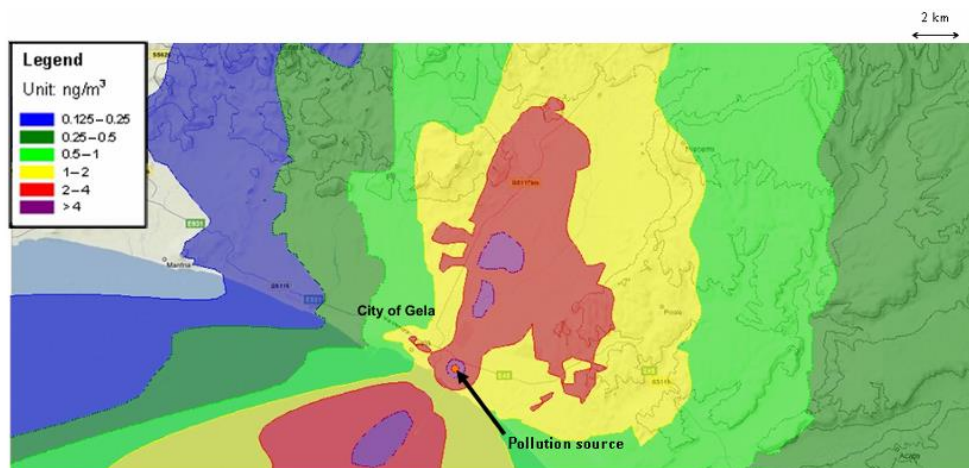


Figura 16. Concentrazione di **vanadio** emesso nell'aria dal **camino di 130 m** della **Raffineria di Gela** calcolata tramite modello di dispersione METI-LIS. (13)

3.14.Impatto dell'inquinamento sulla flora e fauna

È stato dimostrato da tanti Report e da articoli scientifici che nell'area della città di **Gela** l'**atmosfera**, il **suolo** e le **acque sotterranee** presentano una grave contaminazione da **metalli pesanti** e **composti organici** tossici e cancerogeni, riconducibile alle attività del **Polo Petrolchimico**, **pozzi di estrazione petrolifera**, **discariche industriali**.

Già dall'inizio dall'insediamento del **Polo Petrolchimico** a **Gela** negli anni **60'** e a causa della mancanza di **depuratori** urbani, è iniziato l'inquinamento del **Golfo di Gela** e la distruzione della **fauna acquatica**.

Dalla testimonianza di **Silvio Ruggeri**, dirigente **UIL**:

“Perché io mi ricordo che si **scaricavano a mare acido solforico al 98 %** e i **pesci** non riuscivano a reagire. Cioè quando si versava qualche serbatoio, non essendoci le fogne andavano in fogna bianca la quale scaricava **direttamente a mare** e i **pesci erano tutti in superficie morti**.” (11)

La popolazione locale potrebbe essere esposta al consumo dell'acqua potabile non idonea, all'ingestione di verdure o frutta irrigate con l'acqua fluviale inquinata o al consumo dei prodotti di mare pescati nell'area marino-costiera inquinata.

Essendo il **Polo Petrolchimico** è stato costruito su **suoli sabbiosi** a contatto con la **falda acquifera**, ed essendo tali suoli molto drenati, gli **inquinanti passano dal suolo alla falda con molta facilità**.

L'area del **Polo Petrolchimico** è interessata dall'emissione in ambiente di numerosissime sostanze chimiche pericolose, avendo un impatto negativo all'atmosfera, al suolo, alle acque, all'area marino-costiera, alla flora e alla fauna presenti nel territorio e alla catena alimentare.

Metalli pesanti sono **indistruttibili** e mostrano una tendenza al **bioaccumulo** una volta entrati nella Biosfera. Lungo la **catena trofica** effetto del **bioaccumulo** delle sostanze tossiche sembra essere sottovalutato.

Interazione suolo - flora

A causa dell'inquinamento atmosferico, si verifica un abbassamento del **pH del suolo**, che produce l'impoverimento di ampie superfici forestali e dei biotopi della zona per l'**invecchiamento precoce** delle **specie vegetali**, dovuto al fatto che lo **zolfo compromette il funzionamento della clorofilla**, inibendo la sintesi di

carboidrati con la conseguente morte delle piante, l'**acidificazione del suolo** e della rete fluviale che influisce pesantemente anche sulla fauna.

Esiste una stretta relazione tra **inquinamento atmosferico** e diminuzione della **resa agricola**.

Il **mercurio** è trattenuto nei **suoli** mediante organo-complessi poco mobili, ma per opera batterica diventa **dimetilmercurio**, estremamente mobile e facilmente assorbibile dai viventi, perché diviene solubile in acqua. (Streit & Stumm, 1993)

L'accumulo di **mercurio** nelle **piante terrestri** è direttamente proporzionale con la concentrazione dello stesso nel **suolo**, secondo quanto afferma **Huckabee** (1983) che ha monitorato i livelli del metallo nelle **piante** che vivevano in prossimità di una **miniera di mercurio spagnola**. **Huckabee** ha evidenziato come ad una distanza di **0,5 km** dalla fonte di emissione del metallo pesante, la concentrazione del **mercurio** fosse superiore a **100 mg/kg** di biomassa, mentre ad una distanza più lunga, a **20 km**, la concentrazione fosse di **0,20 mg/kg**, precisando nel suo studio che la **vegetazione arborea accumula più metallo** di quella erbacea in quanto più longeva.

Le ricerche di **Fluckinger** et al., 1979, **Kukkola** et al., 1997, **Rautio** et al. 1998 hanno evidenziato che le **chiome degli alberi** raccolgono notevoli quantitativi di deposizione aerea secca grazie all'ampia superficie degli apparati fogliari, questo inibisce la **fotosintesi**, la **respirazione** e le altre funzioni vitali delle piante.

L'apporto di **inquinanti gassosi**, di **particolato** e di **deposizione umida** può consistere in riduzioni dell'**accrescimento legnoso** delle specie forestali, incremento della sensibilità ad agenti patogeni, modificazioni della composizione degli ecosistemi, **diminuzione della biodiversità**.

Principali sintomi di stress osservabili nelle **specie vegetali** sono **ingiallimento** e **perdita della massa fogliare**, **perdita della biomassa radicale** assorbente, **riduzione dell'accrescimento legnoso annuale**, **caduta di foglie e germogli verdi**, portamento alterato delle ramificazioni, senescenza precoce degli aghi più vecchi nelle conifere, morfologia fogliare alterata, ripartizione alterata dei fotosintati, sensibilità aumentata verso i patogeni dell'apparato fogliare e radicale, **morte degli alberi malati**, **produzione eccessiva di frutti e semi**. (22)

I danni alla **flora**, soprattutto visibili negli **alberi** ad alto fusto, sono presenti in un raggio di **4 km**, talvolta raggiungendo l'abitato di **Niscemi**, distante **14 km** dal **Polo Petrochimico**. (4)

Fauna

Boening (1999) nel suo lavoro ha evidenziato che la **tossicità** del **mercurio** negli **uccelli** varia a seconda della specie, ma l'organo maggiormente colpito sia il **fegato**. Secondo questo studio, il **mercurio organico** tende ad accumularsi nell'**albume**, mentre il **mercurio inorganico** tende a concentrarsi nel **tuorlo**. Così come il livello trofico degli **uccelli piscivori** presenta maggiori livelli di mercurio nei tessuti del **fegato**, rispetto gli **uccelli non piscivori**, lo stesso vale per gli **uccelli predatori** e **mammiferi predatori**. (29)

3.15.IMPATTO SU PRODOTTI ALIMENTARI

Una delle principali cause di esposizione agli inquinanti ambientali e causa delle patologie potrebbe essere la **catena alimentare** di **Gela** che veicolerebbe i contaminanti all'uomo.

I dati sulla **contaminazione chimica** della **dieta dei gelesi** (vegetali, ortaggi, prodotti ittici, molluschi, prodotti zootecnici), un elemento chiave per valutare l'esposizione della popolazione, **sono molto carenti**.

La **Piana di Gela** è caratterizzata da una fiorente attività agricola specializzata nella produzione di **carciofi in campo aperto** (1'352,63 ha) e di **pomodori in serra** lungo la costa (1'108,33 ha). (Figura 47)

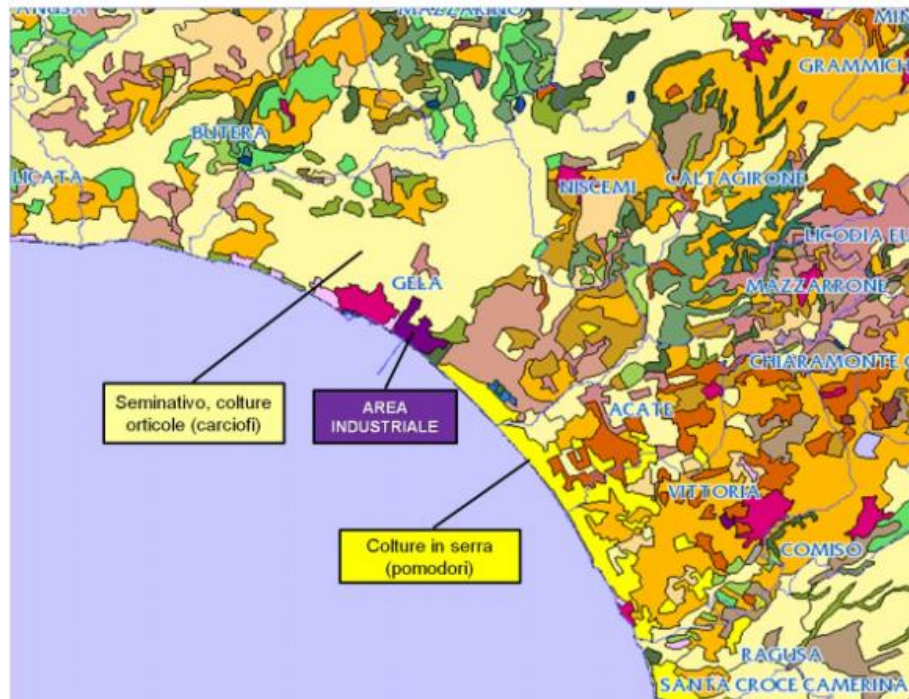


Figura 47. Localizzazione della città di Gela, Polo Petrolchimico e suolo dove si coltivano **in campo i carciofi** e le colture **in serra dei pomodori**. (33 b)

I **carciofi in campo aperto** si coltivano spesso a pochi metri dai **pozzi di estrazione di petrolio** presenti nella **Piana del Signore**. (Figura 48).

La **contaminazione di carciofi da Pb e Cd** nell'area nord e est della **Piana del Signore** oltre i limiti può essere associata al **fallout dei fumi** provenienti dal **Polo Petrolchimico** e dai numerosi **pozzi di estrazione di petrolio**. (37 a)



Figura 48. Vista di pozzi di estrazione di petrolio sulla Piana del Signore all'interno di **campi coltivati di carciofi**. (33 6)

Il **carciofo** che si coltiva tra i comuni di **Gela** e **Niscemi** rappresenta il **45 %** della produzione italiana e il **48 %** di quella siciliana.

Le acque impiegate per l'**irrigazione** provengono dalla **falda sotterranea** superficiale. Gli studi di **Gisotti et al., 2006; Aquater, 2003; Granada, 2009** hanno costatato la **grave contaminazione** della falda per la presenza diffusa di **inquinanti di origine antropica**. L'**acqua di falda inquinata** può determinare un elevato rischio per la **sicurezza alimentare** di prodotti agroalimentari.

Gli studi di **Pereira et al, 2002; Patrikova et al, 1996; Rajesh Kumar et al, 2007; Mohamed, 2003** hanno rilevato la stretta **correlazione** tra l'**inquinamento ambientale del suolo**, delle **acque di irrigazione** e la **contaminazione di prodotti agricoli** coltivati nella stessa area.

I **metalli tossici** tendono a migrare dall'ambiente verso le piante dove si **accumulano** (Freedman et al, 1980; Alegria et al, 1991), poi penetrano nella **catena alimentare** fino ad arrivare all'uomo (Frink, 1996; Abrahams, 2002). (33 a)

Granata nel suo articolo nel **2005** ha evidenziato che le **acque di falda** prossime al **Polo Industriale** di **Gela** che risultavano in un grave stato di contaminazione, dovuta alla presenza di **idrocarburi, composti clorurati e metalli pesanti**, presentano elevate concentrazioni di **piombo** (30 mg/l), **arsenico** (450 mg/l) ed altri metalli pesanti, di **benzene** (130 mg/l) e **toluene** (18,8 mg/l) superando di oltre **10 volte i limiti** accettabili per le **acque potabili**.

Granata nel suo studio ha dimostrato che nei campioni di **pomodori** e di **carciofi** provenienti dalla **Piana di Gela**, la concentrazione del **piombo** risultava essere **100 volte** superiore rispetto al controllo.

La concentrazione di **piombo** riscontrata nei **carciofi** di **Riesi** a **20 km** ad **ovest** rispetto il **Polo Industriale** di **Gela**, l'area ritenuta **non soggetta** a ricaduta delle sostanze inquinanti provenienti dal Polo, tenendo conto dei **venti dominanti** della zona, risultava in media **56,10 ppb**, contro i **153,63 ppb** riscontrati nei campioni raccolti nell'area di ricaduta a **nord** ad una distanza di **20 km**, quindi', **2,7 volte di più**.

Campioni raccolti a **nord-est** (l'area ritenuta **soggetta a ricaduta** delle sostanze inquinanti provenienti dal **Polo Industriale**, tenendo conto dei **venti dominanti**) ad una distanza di **20 km** dal Polo contenevano **2'400 ppb** di **piombo**, con valori oltre i limiti imposti per i **carciofi** di **100 ppb**. Questo risultato era oltre il limite per i **carciofi** di **24 volte**, oltre i parametri trovati nei carciofi al **nord** di **15,6 volte** e oltre a quelli trovati ad **ovest** di circa **43 volte**.

Analoghi risultati per il **piombo** ed altri metalli pesanti sono stati ottenuti analizzando prodotti **caseari** come **ricotta** e **latte**. (29)

33 b. Università degli Studi di Messina, Facoltà di Scienze MM.FF.NN., corso di Laurea in Chimica di Tiziano Granata, Agro-alimentari da metalli pesanti nell'area industriale di Gela (CI), relatore Prof.ssa Maria Alfa, anno accademico 2004/2005, 31 pp.

37 a. Piano gestione rete NATURA 2000 Biviere Macconi di Gela, Mappa dei pozzi petroliferi, 4 pp.

Il team di ricercatori del **Dipartimento di Scienze degli Alimenti e dell'Ambiente** dell'**Università di Messina** **Tiziano Granata**, **Maria Alfa**, **Daniele Giuffrida**, **Rossana Rando** e **Giacomo Dugo** nell'articolo pubblicato nel **2011** intitolato "Contaminazione da piombo, cadmio e rame di prodotti alimentari nell'area a rischio di Gela", ha citato diversi indagini che hanno constatato la grave contaminazione delle acque impiegate dalla **falda sotterranea** superficiale attraverso i **pozzi** per l'irrigazione, per la presenza diffusa di inquinanti di origine antropica. Le concentrazioni di alcune delle sostanze inquinanti trovate nella **falda sotterranea** come **arsenico**, **cloruro di vinile**, **1,2 dicloroetano**, **mercurio**, **benzene**, **nicel**, **para-xilene** e **benzo(a)pirene**, indicate nella Tabella 2, superavano il limite di legge, rispettivamente, di **25'000**, **400'000**, **1'084'000**, **2'300**, **160'000**, **7,5**, **158** e **14 volte**. (Tabella 2).

Il livello di contaminazione classificherebbe le **acque di falda** impiegate per l'irrigazione come **non idonee al consumo umano** né all'**utilizzo agricolo**.

I superamenti dei valori di concentrazione nei **suoli** in alcuni casi erano di diversi ordini di grandezza per **mercurio**, **arsenico**, **rame**, **cloruro di vinile**, **benzene**, **xileni**, **1,2-dicloroetano**, rispettivamente, di **118**, **1,7**, **1,7**, **3'500**, **1'900**, **1'542** e **5'000 volte di più**, rispetto i limiti di legge. (Tabella 4).

In base ai dati sulla **direzione dei venti** dal **1971** al **2000** che spiravano dal **sud-ovest** verso **nord-est** della **Piana di Gela** ricadente tra i comuni di **Gela** e **Niscemi**, e di relativa **ricaduta dei fumi** in questa direzione, in cui insistono la gran parte delle **coltivazioni di carciofi**, sono state prelevate 8 campioni. Ogni campione del peso di circa 2 kg era costituito da più esemplari dei **carciofi** dal peso tra 160 e 190 g. (Figura 17)

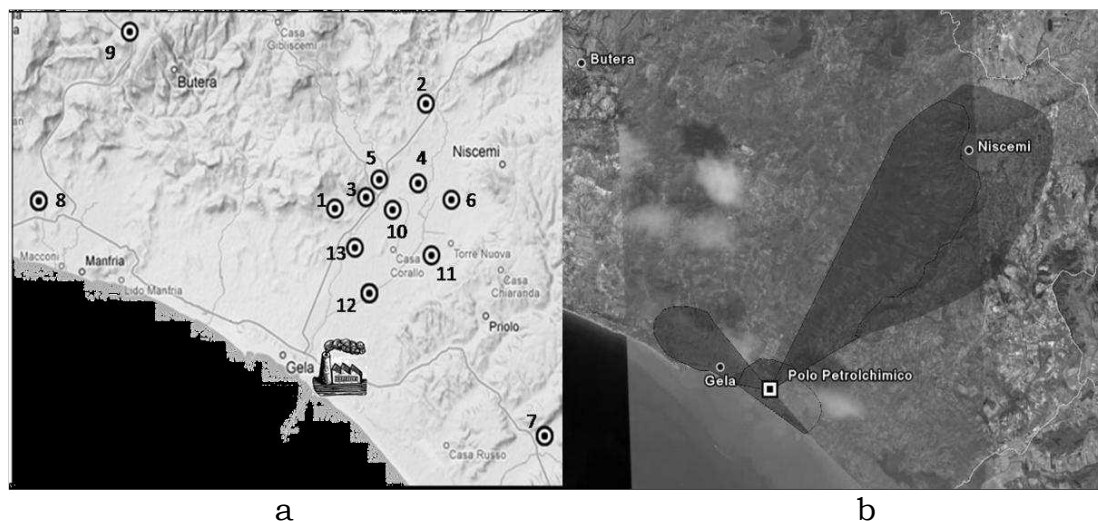


Figura 17. Piano di campionamento di **carciofi** sulla **Piana di Gela** (a) e area di probabile ricaduta di inquinanti industriali (b). (35)

Nelle ore serali e notturne i venti provengono da **sud-est** e la città di **Gela** e l'area a ovest rimanevano **sottovento** rispetto al **Polo Petrolchimico**, e questo spiegava i **cattivi odori** provenienti dall'impianto. La **serricoltura dei pomodori** si sviluppa a circa **600 m** dal **Petrochimico sottovento**. Sono stati prelevati 13 campioni di **pomodori** di circa 1 kg ognuno del tipo **ciliegin** coltivati in **serra** e irrigati con acque piovane e di falda contaminata da composti organici.

Tra il **Polo Petrolchimico** e gli **impianti serricoli** a poche centinaia di metri è localizzata la più grande **discarica** di rifiuti industriali, pari a circa **6 milioni di t**,

contenente materiali radioattivi, i **fosfogessi** (phosphogypsum), un residuo minerale derivato dalla produzione dei fertilizzanti.

Il team di ricercatori ha analizzato la concentrazione di metalli pesanti **Cd, Pb e Cu** in 8 campioni di **carciofi** e in 13 campioni di **pomodori** coltivati nell'area a elevato rischio di crisi ambientale di Gela, rivelando una contaminazione dei prodotti agroalimentari, associata all'impiego irriguo di **acqua di falda** contaminata e all'**inquinamento atmosferico**.

I valori medi di **Cd, Pb e Cu** nei campioni di **carciofi** avevano, rispettivamente, 0,079, 0,113, 5,192 mg/kg, rispetto ai parametri nei **carciofi bio** (raccolti nella zona non contaminata), che contenevano 0,02, 0,024 e 3,56 mg/kg, di metalli analizzati superandoli di **3,95, 4,7 e 1,5 volte**.

I valori medi di **Cd, Pb e Cu** nei **pomodori coltivati in serra** avevano, rispettivamente 0,03, 0,0187, 1,934 mg/kg, rispetto ai parametri nei **pomodori bio** (raccolti nella zona non contaminata), che avevano 0,02, 0,09, 0,404 mg/kg di metalli analizzati, superandoli di **1,5, 0,2 e 4,8 volte**.

La normativa per la concentrazione di **Cu** non prevede alcun limite, ma i valori nei campioni analizzati risultavano piuttosto alti (nei **carciofi Cu** da 1,454 a 2,428 e nei **pomodori Cu** da 1,1 a 7,6 mg/kg).

Dr. Tiziano Granata nella **tesi del dottorato** "Monitoraggio e valutazione dei rischi derivati dalla contaminazione con metalli tossici nella catena alimentare nell'area a rischio ambientale a Gela" (2008-2010) ha monitorato la concentrazione di **metalli pesanti** nelle **falde acquifere contaminate** utilizzate per l'irrigazione dei **carciofi** coltivati in campo nella **Piana di Gela** e dei **pomodori** in serra, confermando la contaminazione dei prodotti agricoli.

La serricoltura di **carciofi** coltivati in campo aperto è soggetta sia all'irrigazione dalle falde inquinate (FALDA 6) che alla **ricaduta dei fumi** sulla **Piana di Gela**, mentre i **pomodori** vengono coltivati nelle serre verso est a c.a. 600 m dal **Polo Petrochimico** lungo la costa ed irrigate dalle falde inquinate (FALDA 5 e FALDA 7). Il contenuto di As, Ni, V, Pb, Cd, Cu e Cr, elementi di origine antropica, spesso supera i valori limiti per le acque superficiali fino a **70 volte**. (Tabella 10, Figura 49)

$\mu\text{g/l}$	FALDA 5+FALDA 7		FALDA 6 irrigazione carciofi in campo	superamento limite volte	valori limite*
	media	superamento limite volte			
	irrigazione pomodori in serra				$\mu\text{g/l}$
As	405,2	40,5	405	40,5	10
Ni	276,35	13,82	279,5	14	20
V	134,15	2,7	131,5	2,63	50
Pb	273	27,3	264	26,4	10
Cd	352	70,4	351,8	70,4	5
Cu	206,51	-	80	-	-
Cr	238,3	4,8	286,6	5,7	50

*legge 16.03.2009

Tabella 10. Concentrazione di metalli pesanti nelle FALDE 5-6-7 utilizzate per irrigare i **pomodori** coltivati in serra e i **carciofi** in campo, rispetto i limiti consentiti per le acque superficiali. (33 a)

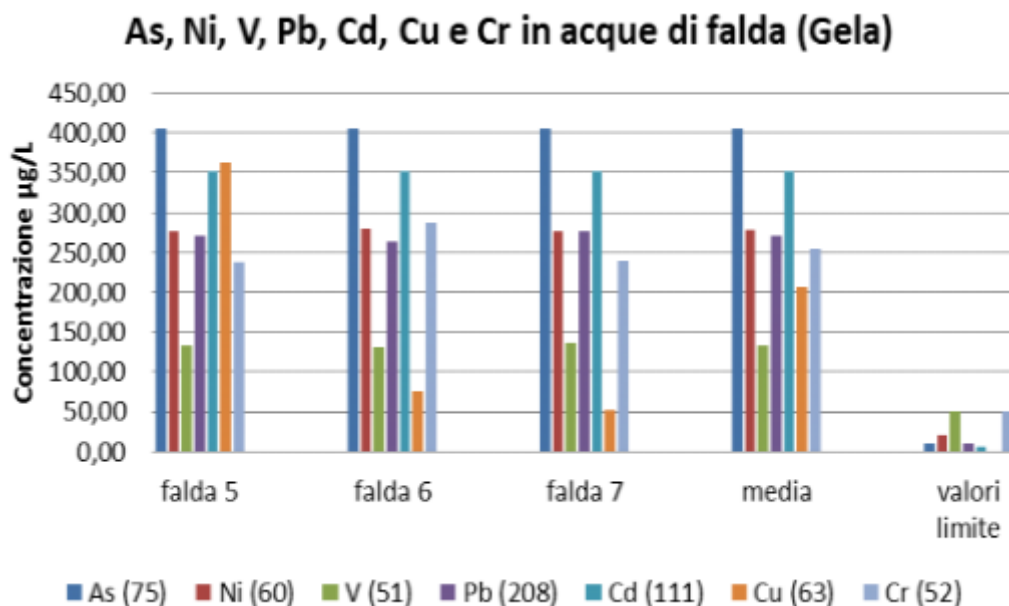


Figura 49. Concentrazioni dei metalli pesanti nei campioni 5-6-7 di acqua di falda utilizzata per l'irrigazione di **pomodori in serra** (5 e 7) e di **carciofi** in campo (6), in confronto con i limiti di legge (legge 16.03.2009). (33 a)

Come si vede dalla Tabella 11, i **carciofi** coltivati in campo a **Gela**, in vicinanza del **Polo Petrolchimico**, avevano la concentrazione di metalli pesanti, rispetto a quelli di **Niscemi**, mediamente **1,2 volte in più** e **1,8 volte in più**, rispetto a quelli coltivati a **15 km dal Polo Industriale** (14,7 mg/kg a Niscemi, 17,6 mg/kg a Gela e 10 mg/kg a 15 km dal PPG, media di metalli). (Tabella 11, Figura 50)

	Niscemi		Gela		Gela		valori	valori
	carciofi	oltre	carciofi	oltre	carciofi	oltre		
	media	limite	media	limite	a 15 km da	limite	limite*	limite**
	9		6		PP			
mg/kg	campioni	volte	campioni	volte	media	volte	mg/kg	mg/kg
					3 campioni			
As	0,419	42	0,534	53,4	0,289	29	0,01	-
Ni	0,552	27,6	0,58	29	0,312	15,6	0,02	-
V	0,136	2,72	0,17	3,4	0,152	3	0,05	-
Pb	0,309	3,1	0,388	3,88	0,224	2,24	-	0,1
Cd	0,389	7,8	0,474	9,5	0,313	6,3	-	0,05
Cu	2,224	-	2,82	-	2,085	-	-	-
Cr	0,264	5,3	0,328	6,6	0,204	4,1	0,05	-

*legge 16.03.2009

**legge Reg. (CE) 1881/2006

Tabella 11. Concentrazione di metalli pesanti nei **carciofi** (mg/kg) coltivati in campo di Niscemi, Gela e a 15 km dal Polo Petrolchimico e irrigati con l'acqua dalla FALDA 6, rispetto i limiti consentiti per le acque superficiali. (33 a)

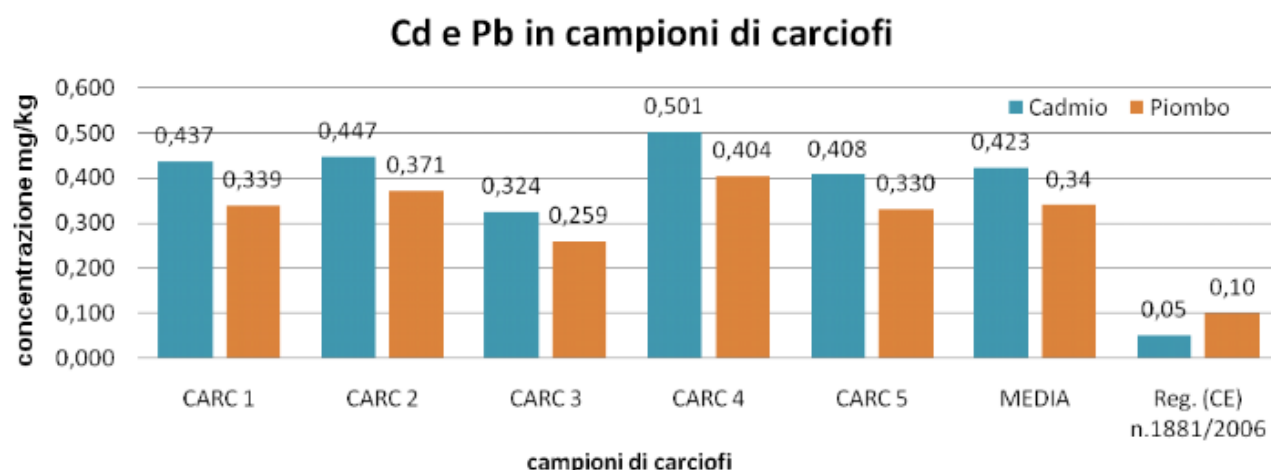


Figura 50. Concentrazione di Cd e Pb nei campioni di **carciofi** in campo, confrontati con i limiti di legge (reg. (CE) 1881/2006). (33 a)

Pomodori coltivati in serra lungo la costa e irrigati con l'acqua contaminata (FALDA 5 e FALDA 7) hanno mostrato una minore concentrazione di metalli pesanti accumulati (mediamente **13 mg/kg**), mostrando **1,35 volte** concentrazione maggiore nei **carciofi** coltivati in campo a Gela in vicinanza del **PPG**. (Tabella 12, Figura 51)

	Gela pomodori	superamento	valori	valori
	media	limite	limite*	limite**
mg/kg	21 campione	volte	mg/kg	mg/kg
As	0,43	43	0,01	-
Ni	0,332	16,7	0,02	-
V	0,139	2,8	0,05	-
Pb	0,317	3,17	-	0,1
Cd	0,317	6,34	-	0,05
Cu	0,47	-	-	-
Cr	0,281	5,62	0,05	-

*legge 16.03.2009

**legge Reg. (CE) 1881/2006

Tabella 12. Concentrazione di metalli pesanti nei campioni di **pomodoro** in serra (POM 1-2-3-4-5), confrontata con i valori limite (legge Reg. (CE) 1881/2006). (33 a)

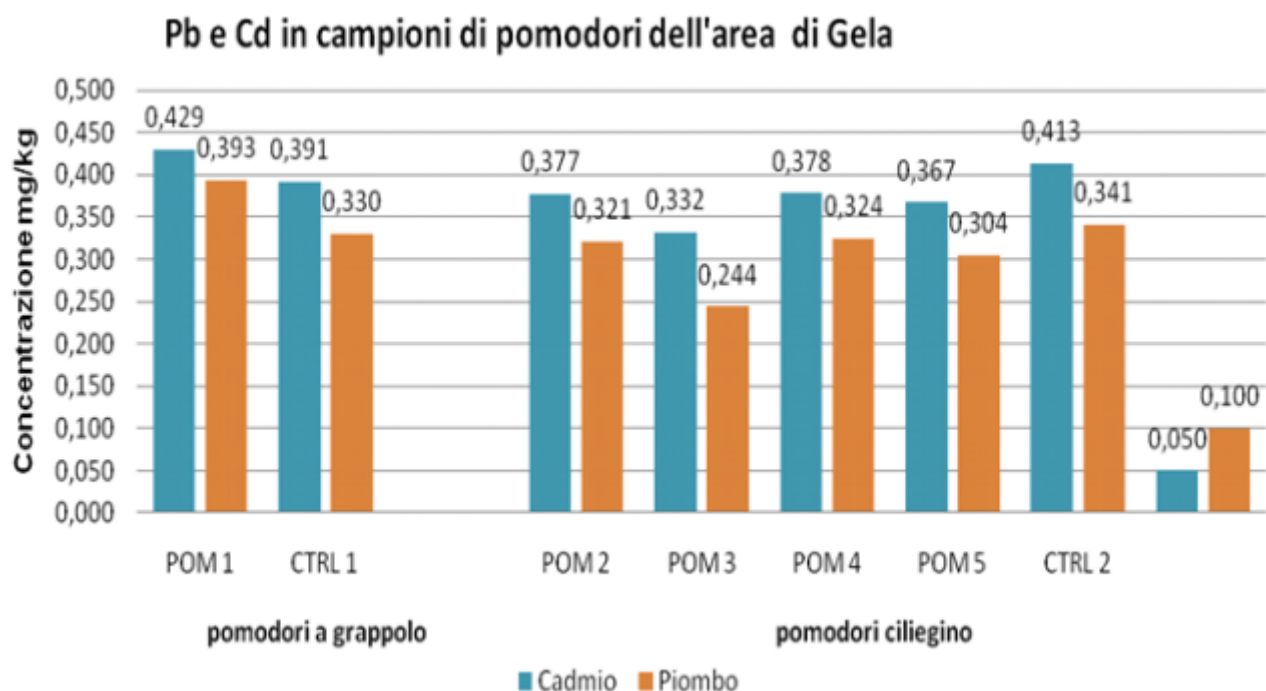


Figura 51. Concentrazione di Pb e Cd nei campioni di **pomodoro** in serra (POM 1-2-3-4-5), confrontata con i campioni biologici (CTRL1 e CTRL2 di agricoltura biologica) e con i valori limite (legge Reg. (CE) 1881/2006). (33 a)

Metalli pesanti nei ricci di mare

I lavori di **Warnau et al, 1995, 1996, 1998** hanno mostrato che il **riccio di mare** *Paracentrotus lividus* è un buon indicatore di contaminazione da metalli pesanti in ambiente marino. Il **Dr. Granata** ha confrontato le concentrazioni dei metalli pesanti nelle **gonadi** di *P. lividus* prelevati nel mare di **Gela** con i ricci dalla zona non inquinata dalle attività industriali (Marina di Ragusa) (Tabella 13).

mg/kg	As	Pb	Cu	Cr
Gela	6,17	22,3	2,31	2,28
Ragusa	4,11	1,59	0,27	0,93
superamento	1,5	14	8,6	2,45
valore limite*	-	1,5	-	-
*legge Reg (CE) n 1881/2006, mg/kg peso fresco per pesci, non per riccio				

Tabella 13. Concentrazione di alcuni metalli pesanti nelle **gonadi di riccio** *P. lividus* a Gela e Ragusa. (33 a)

Come si vede dalla Tabella 13, la concentrazione di **As** nelle **gonadi** di **riccio** *P. lividus* nel mare di **Gela** in prossimità del **Polo Petrochimico** supera il contenuto nei ricci dalla zona considerata non inquinata (**Ragusa**) di **1,5 volte**, **Pb** – **14 volte**, **Cu** di **8,5 volte** e **Cr** di **2,45 volte**.

Metalli pesanti nei pesci

Il **Dr. Granata** ha mostrato che il **filetto** del pesce bentonico **triglia** (*Mullus barbatus*) più grosso (90 g) pescato nel **Golfo di Gela**, accumulava maggiore concentrazione di metalli (**1,6 volte di più**), rispetto i pesci più piccoli (60 g),

mentre il **fegato** accumulava mediamente **2,4 volte di più**, rispetto al **filetto** delle triglie piccole. (Tabella 14, Figura 52)

mg/kg		As	Ni	V	Pb	Cd	Cu	Cr
triglia 60 g	filetto	8,4	0,274	0,142	0,313	0,366	0,044	0,238
triglia 90 g	filetto	9,4	0,414	0,197	0,414	0,499	0,03	0,384
superamento								
volte		1,12	1,5	1,4	1,3	2,7	-	1,6
triglia	fegato	11,1	0,699	0,438	0,852	0,808	5,5	0,593
superamento								
volte, risp.								
piccole		1,32	2,55	3	2,72	2,2	125	2,5

Tabella 14. Concentrazione di metalli pesanti nel **filetto** delle **triglie** di 2 dimensione e nel **fegato** pescati nel **Golfo di Gela**, mg/kg peso fresco. (33 a)

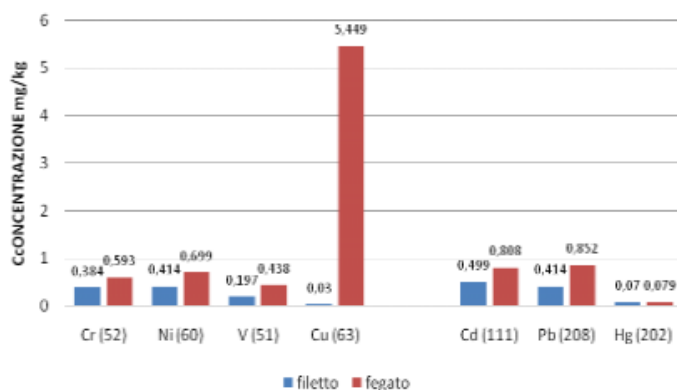


Figura 52. Concentrazione di metalli pesanti nel **filetto** di **triglie** 90 g e nel **fegato**, Golfo di Gela. (33 a)

Il **fegato** delle **triglie** accumulava maggiore concentrazione di metalli, rispetto ai **muscoli**, come è stato osservato nei diversi studi (Romeo et al, 1994; Odzak & Zvonarig, 1995), a causa delle diverse funzioni fisiologiche di questi tessuti (Phillips & Rainbow, 1992).

Il confronto delle concentrazioni di metalli pesanti nelle **triglie** pescate nel **Golfo di Gela** con la stessa specie e dimensioni simili nella Roccella, Catania, Capo Passero, in Croazia e nel Mare Mediterraneo, evidenzia i livelli più alti nei pesci a Gela (Figura 53)

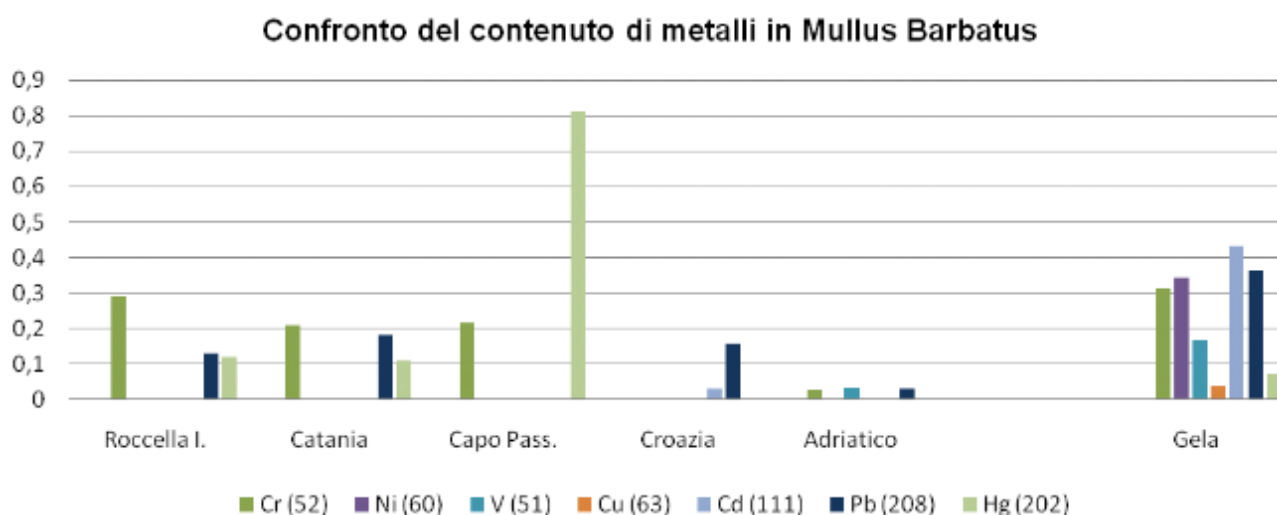


Figura 53. Contenuto di metalli pesanti nel pesce **triglia** a Gela, Roccella, Catania, Capo Passero, Croazia e nel Mare Adriatico. (Storelli & Marcotrigiano a et al, 2005; Z.Kljakovic Gaspic et al, 2002; Ferrara & Funari, 2004) (33 a)

Il confronto di accumulo di **arsenico** nelle specie dei pesci pescati nei posti diversi mostra maggiore concentrazione di metallo nei pesci **gallinella** e **razza** pescati a **Gela** e **mormora** pescata a Ragusa e un contenuto minore di circa **6 volte** nella **spigola** e **orata** pescate a Patti (Me). (Figura 54)

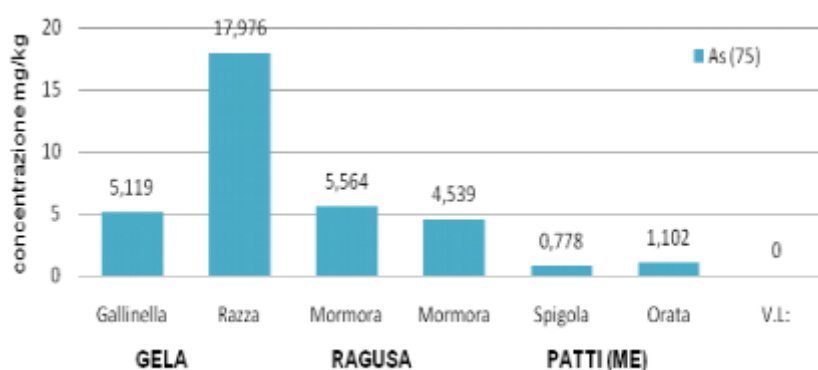


Figura 54. Concentrazioni di **arsenico** nelle specie diverse (Gela: gallinella e razza; Ragusa: mormora; Patti: spigola e orata), mg /kg peso fresco. (33 a)

Arsenico è presente nel **biota pescato** nell'area marino-costiera antistante la città di **Gela**. Il **Rapporto ISTISAN** del **2016** rivela che le concentrazioni di **As** nel **muscolo di pesci** *Diplodus sargus* arrivavano fino a 28,81 mg/kg (peso secco), 21,35 mg/kg nell'**orata**, 20,90 mg/kg in **mitili** trapiantati nel pontile industriale per 2 mesi. I dati rilevati per **biota** sono da considerarsi elevati rispetto a quelli presenti in letteratura.

Sono state rilevate concentrazioni di **1'429,15 mg/kg** peso secco nel **fegato** della **spigola** (*Dicentrarchus labrax*), di **1'254,49** nel **fegato** del pesce **salpa** (*Sarpa salpa*) e di **183,27 mg/kg** nei **mitili** trapiantati per 2 mesi nel pontile. (26)

Valutazione del rischio associato al consumo di carciofi, pomodori e prodotti ittici

La valutazione associata al consumo settimanale dei **carciofi** che contengono i metalli pesanti mette in allarme sul rischio che un **bambino di 20 kg** avrebbe

consumato una dose del limite settimanale nel caso del **Cd 3,6 volte di più (54 % contro 15 %)**, rispetto ad un adulto di **70 kg**.

La valutazione associata al consumo settimanale dei **pomodori** che contengono i metalli pesanti mette in allarme sul rischio che un **bambino di 20 kg** avrebbe consumato una dose del limite settimanale nel caso del **Cd 1,9 volte di più (121 % contro 63 %)**, nel caso del **As 2,7 volte di più (76 % contro 28 %)**, nel caso di **Ni 3,6 volte di più (25 % contro 7 %)**, nel caso di **Pb 1,9 volte di più (34 % contro 18 %)**, rispetto ad un adulto di **70 kg**. (Tabella 15)

	As	Ni	Pb	Cd	Cu	Hg
µg/l (FAO/WHO)	15	35	25	7	3'500	
limite/week						
adulto 70 kg,						
mg/week	1,05	2,45	1,75	0,5	245	
limite/week						
bambino 20 kg,						
mg/week	0,3	0,7	0,5	0,14	70	
CARCIOFI						
contenuto in 1						
carciofo						
(0,180 kg), mg/cad	0,084	0,098	0,061	0,076	0,0443	
adulto, %	8	4	3,5	15	0,18	
bambino, %	28	14	12	54	0,63	
POMODORI						
assunzione media						
metalli/week						
(0,532 kg/week)	0,229	0,177	0,169	0,169	0,25	
adulto, %	28	7	18	63	0,19	
bambino, %	76	25	34	121	0,36	
PRODOTTI ITTICI						
assunzione media						
metalli/week						
(0,224 kg/week)	2,39	0,07	0,07	0,09	0,01	0,02
adulto, %	228	3	4	18	0,004	6
bambino, %	798	10	14	64	0,01	20

Tabella 15. Valutazione del rischio di consumare una dose del limite settimanale di **carciofi**, **pomodori** e **prodotti ittici** che contengono i metalli pesanti tra adulti e bambini, %.

(CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1984). (33 a)

Come si vede dalla Tabella 15, consumando i **pomodori**, l'**arsenico (As)** assunto settimanalmente da un adulto è pari al **28 %** della dose settimanale massima, mentre sale al **76 %** per il bambino. In un esperimento è stato dimostrato che **85 %** dell'**arsenico** si accumula nell'apparato **radicale**, mentre nei grappoli di **pomodoro** solo l'**1 %**. Nel caso di **cadmio (Cd)** un adulto raggiunge il **63 %** della dose settimanale consentita, mentre un bambino supera la dose al **121 %**.

Considerando i consumi medi in Italia di **prodotti ittici** di 0,224 kg/settimana (Turrini et al, 2004), un adulto di 70 kg consumerebbe il **228 %** di **As** della dose massima di metallo tollerata settimanalmente, mentre un bambino di 20 kg – **3,5 volte di più (798 %)**. Nel caso di **Ni** - **3,33 volte di più (10 %** contro **3 %)**, nel caso di **Pb** - **3,5 volte di più (14 %** contro **4 %)**, nel caso di **Cd** - **3,6 volte di più (64 %** contro **18 %)**, nel caso di **Hg** (inorganico) - **3,33 volte di più (20 %** contro **6 %)**. (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1984).

I risultati di valutazione del rischio nel caso di consumo dei **prodotti ittici** pescati nel **Golfo di Gela** mostrano un rischio molto elevato per **arsenico**, **cadmio** e **mercurio**. Poiché i rischi tossicologici si riferiscono all'**arsenico inorganico** che nel pesce è di c.a. l'**1 %**, mentre le forme predominanti nel pesce sono quelle **organiche** (l'arsenobetaina e l'arsenocolina), il contributo nella dieta di un adulto è di c.a. **2,28 %** e di c.a. **7,98 %** per un bambino. Ipotizzando la presenza di **As inorganico** del **10 %**, il contributo diventa del **23 %** e dell'**80 %**, rispettivamente, per un adulto e un bambino.

Alcune categorie delle persone come grandi consumatori di **pesci**, **crostacei** o **molluschi**, con aumento delle quantità ingerite possono arrivare al livello massimo consentito dalla FAO/OMS.

Nel caso di **mercurio (Hg)**, la forma più preoccupante dal punto di vista tossicologico è il **metilmercurio**, che in un adulto provoca l'esposizione del **6 %**, mentre in un bambino il **20 %**. (33 a)

Per ridurre il **rischio sanitario** che pende sulla testa della **popolazione gelese** gli autori consigliano di **accelerare gli interventi di bonifica della falda acquifera e dell'intera area, limitare l'utilizzo di acqua di falda locale per l'irrigazione delle colture, evitare di impiantare produzioni agricole in aree sottovento e in prossimità di discariche ed impianti di estrazione del petrolio e ridurre le emissioni di sostanze inquinanti mediante l'impiego di nuove tecnologie e la periodica manutenzione degli impianti industriali**. (19, 33 a, 33 b, 33 c, 35)

03.03.2025, aggiornato il 29.05.2025

Dr.Tatiana Mikhaevitch, Ph.D. in Ecology, Academy of Sciences of Belarus
Member of the Italian Ecological Society (S.IT.E.)
Member of the International Bryozoological Society (I.B.A.)
Member of the International Society of Doctors for the Environment (I.S.D.E.)
info@plumatella.it, tatianamikhaevitch@gmail.com

Bibliografia

Capitolo 1

1. Gela: anatomia di una crisi, <https://www.cittanuova.it/gela-anatomia-di-una-crisi/?ms=003&se=025> ARZO 2002
2. Gela- I miti e il petrolio (www.keepvid.com)
Gela ancient and new, edito da Pino Giomiti, commenti di Leonardo Schiaccia, <https://www.youtube.com/watch?v=vnTJGc8pAPs>
3. Enrico Nicosia, Uno studio geografico di mortalità. Lo stato di salute della popolazione residente in un'area ad elevato rischio: il caso Gela, da Giovanni De Santis, Salute e lavoro, atti di Nono Seminario Internazionale di Geografia Medica (Roma, 13-15 dicembre 2007), Edizioni RUX, Perugia, 2009, **11 pp**.

4. G.Amata, D. D'Agata, M.Gambuzza. C.F.Cavelli, G.Moriani, Inquinamento e territorio, Il caso Gela, C.U.E.C.M., 1986, **169 pp.**
5. Sviluppo, territorio e inquinamento: il caso Gela, Andrea Micciché, Apr 16, 2019, **19 pp.**, <https://www.novecento.org>
6. L'INQUINAMENTO PROVOCA PIU' VITTIME DEL COVID-19, <https://ilgiornalepopolare.it/linquinamento-provoca-piu-vittime-del-covid-19/12/04/2020>
7. Gela anni venti: la fine di un mondo, <https://www.leggiscomodo.org/gela-anni-venti-petrolio-scomodo-greenpeace/19/05/2020>
8. A Gela, una strada per Hytten e Marchioni, <https://www.terredifrontiera.info/strada-gela-hytten-marchioni/>, GELA PROFONDA, MERIDIANO, ANDREA TURCO, 03/08/2020
9. L'Editoriale/ Marchioni e Hytten, la profezia tradita <http://www.corrieredigela.com/servizi-settimanali/10-attualita/3929-1%E2%80%99editoriale-marchioni-e-hytten,-la-profezia-tradita.html>, 25.06.2023
10. "INDUSTRIALIZZAZIONE SENZA SVILUPPO" DI HYTTEN E MARCHIONI: LA VERITÀ BRUCIA, <https://www.cacciatoresidilibrari.com/industrializzazione-senza-sviluppo-di-hytten-e-marchioni-la-verita-brucia/23.06.2020>
11. **Pietro Saitta**, Spazi e Società a Rischio. Ecologia, Petrolio e Mutamento a Gela (Spaces and Society at Risk. Ecology, Oil and Social Change in Gela), 2009, **198 pp.**, <https://www.researchgate.net/publication/320481077>
Article in SSRN Electronic Journal, January 2010, www.thinkthanks.it
12. **Pietro Saitta**, Il petrolio e la paura. Popolazioni, spazio e altra economia nelle aree a rischio siciliane, ARACNE Editrice S.r.l., 2010, **123 pp.**

Capitolo 2

13. Environmental Pollution in Gela area, in WHO Book "Human Health in Areas with Industrial Contamination", Editor Mudu P., Terracini B., Martuzzi M., nov. 2014, **381 pp.**
14. [https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin-3/Inquadramento Geografico Ambientale](https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin-3/Inquadramento%20Geografico%20Ambientale), Progetto di avvio della produzione di biocarburanti presso la Raffineria di Gela, Studio preliminare Ambientale, Raffineria di Gela Spa, 2015, **98 pp.**
15. Dossier Legambiente, SIN di Gela: istituito 15 anni fa ma ben lontano dall'essere bonificato, 10/04/2014, <https://www.ilfattonisseno.it/2014/04/dossier-legambiente-sin-di-gela-istituito-15-anni-fa-ma-ben-lontano-dallessere-bonificato/>
16. Rapporto SEBIOMAG, Studio epidemiologico biomonitoraggio nell'area di Gela, **52 pp.**, luglio 2009
17. SIN di Gela e Priolo in Sicilia, aggiornamenti sui procedimenti di bonifica, <https://www.snpambiente.it/2018/02/06/aggiornamenti-sullo-dellarte-dei-procedimenti-bonifica-nei-siti-gela-priolo/>, 06/02/2018
18. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, febbraio 2018

Capitolo 3

19. Ambiente e salute a Gela: stato delle conoscenze e prospettive di studio, a cura di Loredana Musmeci, Fabrizio Bianchi, Mario Carere, Liliana Cori, E&P, anno 33 (3) maggio-giugno 2009, **160 pp.**

20. https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaArticolo?art.progressivo=1&art.idArticolo=1&art.versione=1&art.codiceRedazionale=095A2395&art.dataPubblicazioneGazzetta=1995-05-02&art.idGruppo=0&art.idSottoArticolo1=10&art.idSottoArticolo=1&art.flagTipoArticolo=1, (GU n.100 del **2-5-1995** - Suppl. Ordinario n. 51)
21. LO CHIAMAVANO “SVILUPPO”: IL COMPLICATO RAPPORTO DI GELA CON L’ENI. Pietro Saitta e Luigi Pellizzoni, Archivio di studi urbani e regionali, n. 96, 2009, **31 pp.**
22. Ass.Reg.Terr.Amb.DD.G.n 929 del 26 Ottobre 2007, LIPU Ente Gestore R.N.O. Biviere di Gela Rete Natura 2000 Piano di Gestione Siti di importanza Comunitaria Biviere Macconi di Gela, **346 pp.**
- 22 a. Studio R_EIA_004_Studio di Impatto Ambientale, **336 pp.**
23. Environmental pollution in the area of Gela, Epidemiologia e Prevenzione 33 (3), May 2009, **17-23 pp.** Loredana Musmeci, Mario Carere, Fabrizio Falleni, Istituto superiore di sanità, Dipartimento Ambiente e connessa prevenzione primaria
24. Camera dei Deputati, XVII Legislatura, Senato della Repubblica, Doc. XXIII No. 50, **16 pp.**, 353-368 pp.
25. Interrogazione Parlamentare Gela, 2014, **3 pp.**
26. Studio per la caratterizzazione su Ambiente e Salute nei siti contaminati di Gela e Priolo. Rapporto ISTISAN 16/35, 2016, **76 pp.**
27. IL SITO DI GELA: INQUINANTI PRIORITARI ED EFFETTI SULLA SALUTE, SENTIERI, Quinto Rapporto www.epiprev.it, anno 43 (2-3) marzo-giugno 2019 Epidemiol Prev 2019; 43 (2-3):1-208. doi: 10.19191/EP19.2-3.S1.035, **9 pp.**
28. Gela, i signori dell’inquinamento e un territorio dove la mafia ha vinto, <https://lavocedinewyork.com/news/primo-piano/2013/09/19/gela-i-signori-dellinquinamento-e-un-territorio-dove-la-mafia-ha-vinto/19.9.2013>
29. Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Scienze MM.FF.NN., Corso di Laurea in Scienze Naturali, Aspetti naturalistici ed antropici della Piana di Gela, Fulvio Boatta, 2006-2007, **88 pp.**
30. Gela, Milazzo, Melilli e Priolo dove i veleni e il cancro sono di casa, <https://meridionews.it/gela-milazzo-melilli-e-priolo-dove-i-veleni-e-il-cancro-sono-di-casa/19/01/2013>
31. Gela e polo petrolchimico: tra antichità gloriosa, presente difficile e futuro...green, DI MARI, Giuliana; Garda, EMILIA MARIA; Renzulli, Alessandra; Scicolone, Omar. - ELETTRONICO. - (2021), pp. 486-495., Articolo presentato al Simposio Internazionale Reuso 2020. Restauro: temi contemporanei per un confronto dialettico, 20.03.2024, **11 pp.**
32. www.plumatella.it, S.I.N. Polo Petrolchimico di Priolo. PARTI 1-8 – Plumatella, 5.8. Il mercurio nelle foglie degli alberi, **107 – 109 pp.**
33. M.L.Bosco, D.Varrica, G.Dongarra, Case study: Inorganic pollutants associated with particulate matter from an area near a Petrolchemical Plant, Environmental Research 99 (2005), **18-30 pp.**
- 33 a. Università degli Studi di Messina, Facoltà di Farmacia, Dipartimento Farmaco-Chimico, Settore analitico-alimentare, dottorato di ricerca in Chimica e sicurezza degli alimenti, Dr. Tiziano Granata, Monitoraggio e valutazione dei rischi derivati dalla contaminazione con metalli tossici nella catena alimentare nell’area a rischio ambientale a Gela, tutor Prf.Daniele Giuffrida, coordinatore Prof.Luigi Mondello, 2008-2010, **156 pp.**

- 33 b. Università degli Studi di Messina, Facoltà di Scienze MM.FF.NN., corso di Laurea in Chimica di Tiziano Granata, Agro-alimentari da metalli pesanti nell'area industriale di Gela (Cl), relatore Prof.ssa Maria Alfa, anno accademico 2004/2005, **31 pp.**
34. Legambiente Gela, Report L'emergenza ambientale e sanitaria di Gela, 12.2006, **14 pp.**
35. Contaminazione da piombo, cadmio e rame di prodotti alimentari nell'area a rischio di Gela, Tiziano Granata, Maria Alfa, Daniele Giuffrida, Rossana Rando, Giacomo Dugo, Università degli Studi di Messina, Facoltà di Scienze, Dipartimento di scienze degli alimenti e dell'ambiente, Messina, e&p anno 35 (1) gennaio-febbraio 2011
36. <https://tv.ilfattoquotidiano.it/2012/08/01/clorosoda-gela-reparto-killer/202832/>
- 37 a. Piano gestione rete NATURA 2000 Biviere Macconi di Gela, Mappa dei pozzi petroliferi, 4 pp.