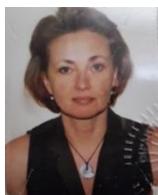


Нефтехимический Центр и S.I.N. в г. Джела, Сицилия, ЧАСТЬ 2

ГЛАВА 3

www.plumatella.it

Posted on 08 April 2025, обновлено 20.06.2025



3. Загрязнение, вызванное Нефтехимическим Центром в г. Джела

- 3.1. Водный вопрос
- 3.2. Источники загрязнения на территории Нефтехимического Центра
- 3.3. Основные загрязняющие вещества в пределах периметра S.I.N. Джела
- 3.4. Подземные воды и почва
- 3.5. Медь, винилхлорид, кадмий, шестивалентный хром, свинец, ванадий, тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, гексахлорбензол и полихлорированные бифенилы на территории S.I.N.
- 3.6. Направление ветров
- 3.7. Выбросы в атмосферу
- 3.8. Коксовый цех
- 3.9. Биомониторинг воздуха с помощью сосновых иголок
- 3.10. Дымы, выбрасываемые в атмосферу из ДЫМОВЫХ ТРУБ Нефтехимического Центра в г. Джела
- 3.11. Неприятные запахи в г. Джела
- 3.12. Хлор-щелочный цех – цех “убийца”
- 3.13. METI-LIS, моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере
- 3.14. Влияние загрязнения на флору и фауну
- 3.15. ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Территория муниципалитета г. **Джела** занимает примерно три четверти равнины **Пьяна-ди-Джела** (или **Пьяна-дель-Синьоре**), второй по величине на Сицилии после **Пьяна-ди-Катания**. **Нефтехимический Центр**, занимающий площадь **5 км²** и разделенный на **32 острова**, был построен на побережье **Залива Джела** на равнине **Пьяна-ди-Джела**, примерно в **1 км** к западу от города. На западе комплекс граничит с **Рекой Джела**, на севере и востоке - с **SIC Бивьере и Маккони-ди-Джела**, **ZPS Пьяна-ди-Джела**, **Торре Манфрия и Бивьере-ди-Джела**, на востоке - с устьем **Реки Дирилло** (или **Акате**) в **5,5 км**. **Природный Заповедник Бивьере-ди-Джела**, расположенный на территории SIC/ZPS, находится примерно в **4 км**, а **SIC Торре Манфрия** - примерно в **7 км** от **Нефтехимического Центра**. (Рисунки 6 и 7)

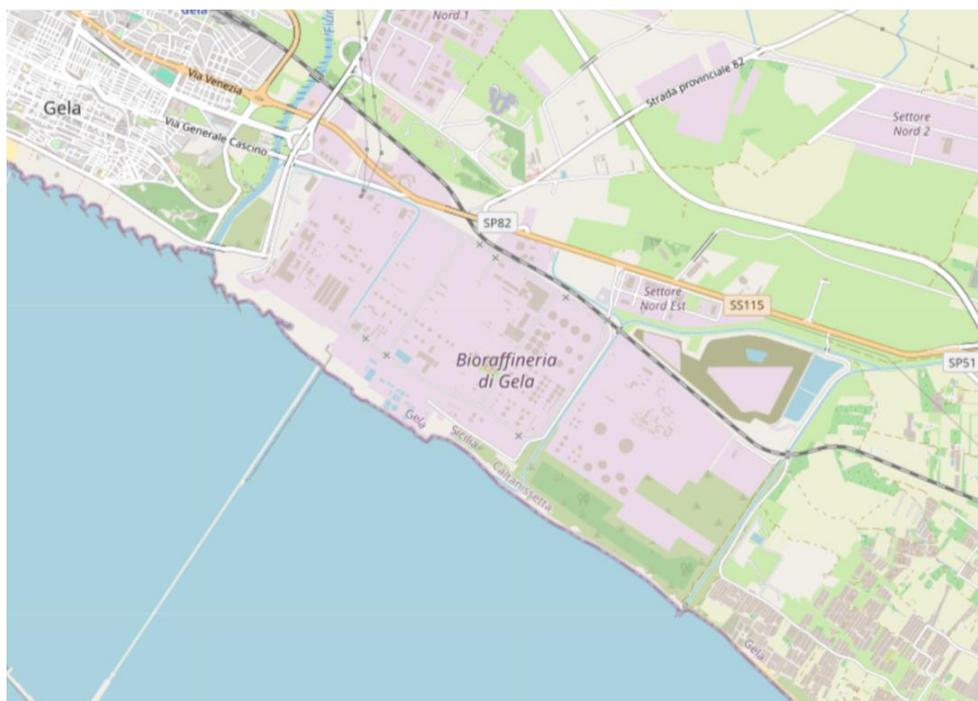


Рисунок 6. Географическое положение, слева направо: город Джела, Река Джела, Нефтехимический Центр на равнине Пьяна-дель-Синьоре, Openstreetmaps

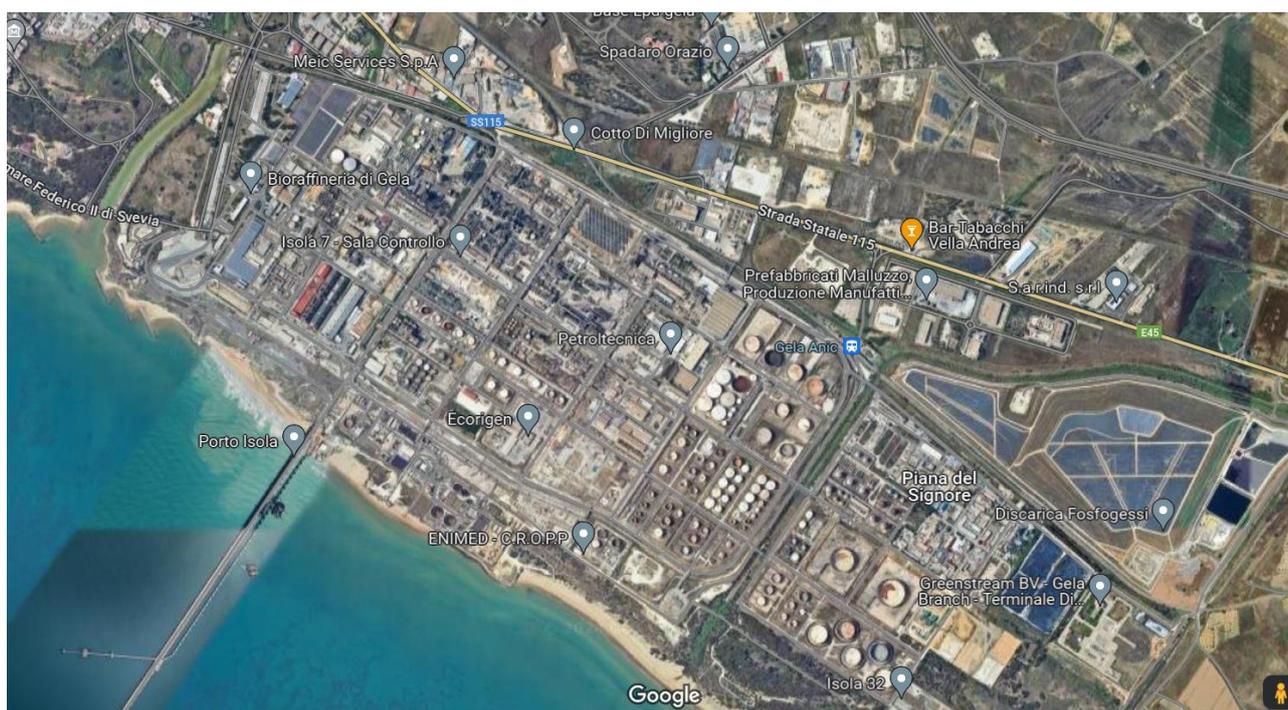


Рисунок 7. Нефтехимический Центр Джела, Googlemaps

Нефтехимический Центр Джела включает в себя 3 производственных сектора: **нефтяной** (нефтепереработка), **органический нефтехимический** (производство этилена), **неорганический нефтехимический** (производство удобрений с использованием аммиака, серной и фосфорной кислот), вспомогательный сектор.

Авторы **Дж. Амата, Д. Д'Агата, М. Гамбуцца, К. Ф. Кавелли и Дж. Морини** в книге, изданной в **1986** году под названием "**Загрязнение и территория г. Джела**" ("Inquinamento e territorio, Il caso Gela"), указывают, что в **нефтяном секторе** функционировали установки отгонки (перегонка при атмосферном давлении), десульфурации флюс-пасты, десульфурации дизельного топлива, вакуумного FCC (каталитический крекинг, вакуумная перегонка), коксования (для получения дизельного топлива и нефтяного кокса для питания ТЭЦ), изомеризации, фракционирования бутана, бензола, бензина, Мерох LPG/FCC (нейтрализация содержания серы), насыщенных легких бензинов, риформинг бутана Мерох, извлечения ароматических соединений С6-С8, деалкилирования толуола, сжатия и очистки водорода, унифининга и платформинга MF и TX и т. д.

Такая сложная структура производства оказала существенное воздействие на территорию, способствуя **загрязнению окружающей среды** и возникновению рисков для здоровья населения.

В **секторе органической нефтехимии** на крекинг-установке вырабатывались **этилен** (для производства полиэтилена низкой и высокой плотности, дихлорэтана с использованием **хлора**, вырабатываемого хлор-щелочным цехом – сырья для производства **винилхлорида** и для производства этиленгликоля и этаноламина), **пропилен** (для производства полипропилена и акрилонитрила), **бутан-бутадиен, бензин**.

Неорганический нефтехимический сектор (синтез аммиака, получаемого путем реакции азота и водорода в цеху TEXACO, который производит водород и углекислый газ путем сжигания метана из месторождения Гальяно). Аммиак также использовался при производстве акрилонитрила. В качестве **удобрений** использовались сульфат аммония, фосфорная кислота и калийные соли.

Компания **ENICHEM POLIMERI** производила этилен, полиэтилен, **хлор и щелочь**, концентрированную соду, дихлорэтан.

ISAF (Производство Фосфорных Солей) использовала 120'000 тонн **серы и фосфатов** в год для производства **серной и фосфорной кислот**.

Нефтеперерабатывающий Завод (НПЗ) Нефтехимического Центра в г. **Джела** занимает площадь около **220 гектаров**. Компания **SYNDIAL** занимает территорию площадью **15 га**, где располагались цеха по производству **хлор-щелочи, дихлорэтана, окиси этилена, акрилонитрила**.

Компания **POLIMERI EUROPA** (ранее ENICHEM) занимает территорию площадью **16 га**, на которой располагались цеха по производству **этилена, полиэтилена и полипропилена**.

Деятельность компании **ENIMED** (ранее Agip Mineraria, ранее Eni Exploration & Production) заключается в добыче **нефти**, в том числе с морских платформ, ее транспортировке на нефтесборные пункты по трубопроводам общей протяженностью **60 км**, а затем на **НПЗ**. (4, 19)

Производственная деятельность **Нефтехимического Центра** была сосредоточена на узкой полосе земли, расположенной вдоль побережья. Данное производство было отнесено к **отрасли риска в соответствии с Указом Президента 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. Водный вопрос

Структура территории г. Джела характеризуется аллювиальными почвами, состоящими из песчаных, илистых или глинистых образований, обладающих низкой водопроницаемостью, с ограниченными выходами водопроницаемых пород, таких как известняки и гипсы сернисто-гипсового ряда, следовательно, **значительные ресурсы подземных вод в зоне отсутствуют**. Поскольку равнина **Пьяна-ди-Джела** страдает серьезным **дефицитом воды**, большие объемы **поверхностных и подземных вод** извлекались из близлежащих бассейнов.

Водный вопрос символически воплощал в себе вопрос власти: промышленность использовала **грунтовые воды**, в то время как населению предоставлялась **опресненная вода**, используемая для гигиенических нужд. Эту нелогичную ситуацию объясняли следующим образом: **соленая вода могла повредить промышленные предприятия**.

Для подачи воды в **Нефтехимический Центр** на **Реке Дирилло** было построено **водохранилище Раголетти** объемом **21 млн м³** и трубопровод протяженностью **40 км**.

Примерно в середине **1970-х** годов был построен **опреснительный завод**. Производимая вода продавалась **Сицилийскому Водопроводному Управлению (EAS)** для всех гражданских нужд.

Водозаборы **опреснительной установки** располагались в воде перед заводом, рядом с длинным причалом, используемым для швартовки нефтяных танкеров, забирая воду для **питьевых целей** из того места, куда завод сбрасывал **загрязненные жидкости, ртуть и маслянистые вещества**.

Промышленный Комплекс потреблял **20 млн м³ питьевой воды в день** из **опреснительной установки**, которой управляла компания **AGIP**, в то время как для **жителей Джелы** и населения деревни Маккителла, состоявшего в то время из “рабочей аристократии”, оставалось только **9 млн м³ опресненной воды** для гигиенических нужд.

В результате **процесса опреснения** получали **дистиллированную воду**, лишенную необходимых для жизни человека минералов и не рекомендуемой для питья, имеющей к тому же высокую температуру 30–35 °С.

В начале 2000-х годов вода была официально признана **непригодной для питья**.

Население было вынуждено покупать **бутилированную воду**.

В **Официальном Вестнике** за **1995** год указывалось, что муниципалитет г. **Джела** снабжался водой с **опреснительной установки**, а также использовал воду из **источника Мулинелло**. Муниципалитет г. **Бутера** снабжался водой из **источников Италия, Фико и Софикана**, а также из скважины Флореста. Муниципалитет г. **Нишеми** снабжался водой с **опреснительной установки Джела** и из **источников Поло и Принчиане**, а также из **источника Мончиане**, расположенного на территории г. **Кальтаджироне**.

Для **орошения** использовались поверхностные воды из 4х водоемов:

- **плотина Дисуэри** на **Реке Джела** емкостью 14 млн м³/год;
- **Озеро Бивьере** емкостью 3,7 млн м³/год;
- **водоем Комунелли** емкостью 6 млн м³/год;
- **водоем Чимия** на **Реке Чимия** емкостью 7 млн м³/год.

Водопотребление территории составляло **59 млн м³ в год**, из которых 20 млн м³ использовалось в промышленных целях, 9 млн м³ - в гражданских и 30 млн м³ - в сельскохозяйственных целях.

Объем **сточных вод** с территории **Промышленного Центра**, оборудованного **11 сбросными пунктами**, составлял около 800 млн м³ в год, из которых около **56 %** сбрасывалось непосредственно **в море**, а остальная часть сбрасывалась в **Реку Джела** в районе устья.

Все естественные и искусственные источники орошения (**водоем Раголетти на Реке Дирилло, водоем Дисуэри, водоемы Комунелли и Чимия**, скважины Комизо и т. д.) в основном использовались для выживания Нефтехимического Центра, что приводило к **отниманию воды у сельского хозяйства** и к **истощению плодородия земель**.

В. Руджеро пишет в книге “Нефтяные порты Сицилии и районы их промышленного развития”, изданной издательством Annali del Mezzogiorno в **1972** году, что “летом 1969 года ANIC, потребляющая около 500 м³ воды в час, рисковала остаться без воды из-за **истощения ее запасов**, накопленных **плотиной Раголетти на Реке Дирилло** и была вынуждена рыть колодцы около Комизо. Кроме того, химическая промышленность вступила в **конфликт с фермерами г. Рагуза**, которые эксплуатировали часть водных ресурсов **плотины Раголетти** для орошения сельскохозяйственных культур **Долины Дирилло**”.

Авторы **Дж. Амата, Д. Д’Агата, М. Гамбуцца, К. Ф. Кавелли и Дж. Мориани** в книге **1986** года подчеркнули, что **нехватка воды** привела к **конфликтам в сельскохозяйственном секторе**, а наличие **загрязняющих веществ** - к **сокращению численности ихтиофауны**. (3, 4, 11, 20, 21)

3.2. Источники загрязнения на территории Нефтехимического Центра

В **Докладе** “Окружающая среда и здоровье в Джеле: состояние знаний и перспективы изучения” под редакцией **Лореданны Мусмечи, Фабрицио Бьянки, Марио Карере и Лилианы Кори**, опубликованном в журнале Epidemiologia & Prevenzione в **2009** году, выделены следующие **источники загрязнения** на территории **Нефтехимического Центра**:

- сбросы **хлор-щелочного** цеха и накопление **ртути** в морских отложениях;
- утечка **ртутного шлама** внутри и за пределами промышленного периметра;
- сбросы с установок очистки нефтесодержащих вод в море в устье **Реки Джела**;
- дисперсия **нефтесодержащих отходов**;
- протечки в канализации, резервуарах, подземных трубах и разливы из установок в результате аварий;
- выбросы в атмосферу** с промышленных предприятий;
- выбросы в атмосферу** от **ТЭЦ**;

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.

- свалка **фосфогипса**, наличие **бора** и **сульфатов** в грунтовых водах в песчаном слое; в фильтрате и воде была обнаружена **радиоактивность**;
- свалки** на территории промышленных установок;
- территории со **скважинами** для добычи **сырой нефти**, нефтебазы и трубопроводы;
- загрязненная поверхность **почвы**, которая может образовывать загрязненную пыль;
- загрязненные недра**;
- отделенная органическая фаза в плавающих **нефтепродуктах**;
- хлорированные растворители, такие как **дихлорэтан**, имеющие более высокую плотность, чем вода, которые становятся **субнатантными**;
- загрязненные **подземные воды** водоносного горизонта от 2 до 15 м;
- загрязненные **морские донные отложения**.

Внешние источники загрязнения в Нефтехимическом Центре

- места захоронения **ртутных илов** за пределами объекта;
- почва, загрязненная атмосферными осадками или контактом с промышленными или городскими отходами;
- морские донные отложения, загрязненные промышленными сточными водами и сбросами промышленных очистных сооружений;
- свалка захоронения опасных специальных отходов;
- другие свалки промышленных отходов или отходов из теплиц или подземных скоплений, легальные или нелегальные;
- сельскохозяйственные почвы, загрязненные в прошлом донными загрязненными отложениями, загрязненными поверхностными водами в результате орошения или атмосферными осадками.

В том же Докладе указано, что **основными видами выпускаемой продукции Нефтехимического Центра в 1980** году были следующие вещества:

этилен 160'000 т
 окись этилена – 16'000 т
 этиленгликоль – 20'000 т
 аммиак – 110'000 т
 хлор – 76'000 т
 сода – 83'000 т
 EDC – 102'000 т
 полиэтилен BD – 72'000 т
 полиэтилен AD – 0,5 т
 опресненная вода – 9'200'000 т
 кокс – 150'000 т
 серная кислота – 175'000 т
 мочевины – 65'000 т
 акрилонитрил – 58'000 т (19)

В Докладе организации **ARPA Сицилии** за **2005** год, опубликованном в **Региональном Ежегоднике Экологических Данных**, указано, что на установках в г. **Джела** находилось более **1'600'000 тонн химических**

веществ, распределенных следующим образом (Законодательный Декрет 334/99 об установках, подверженных риску крупных аварий):

легковоспламеняющиеся вещества 914'621,06 т

токсичные вещества 775'565,00 т

вещества, опасные для окружающей среды 1'527,01 т (22)

В Докладе LIPU от 26 октября 2007 года указано, что по данным Реестра INES (Национальный Реестр Выбросов и их Источников, www.eper.sinanet.apat.it.) и Европейского Реестра выбросов загрязняющих веществ EPER (Европейский Реестр Выбросов Загрязняющих Веществ, www.eper.eea.europa.eu), только такими тремя заводами, как **Нефтеперерабатывающий Завод в г. Джела, завод Polimeri Europa Spa в г. Джела и завод SYNDIAL**, в 2002, 2004 и 2005 годах в **атмосферу** было сброшено огромное количество химических веществ, как указано ниже.

Нефтеперерабатывающий Завод в г. Джела, выбросы в ВОЗДУХ, 2004 г.:

окись углерода CO 1'060 т/год

углекислый газ (CO₂) 3'760'000 т/год

неметаллические летучие органические соединения 2550 т/год

оксиды азота (NO_x) 3'220 т/год

оксиды серы (SO_x) 18'200 т/год

мышьяк и его соединения 0,0457 т/год

хром и его соединения 0,256 т/год

никель и его соединения 0,942 т/год

цинк и его соединения 1,91 т/год

бензол (C₆H₆) 31,70 т/год

фтор и его соединения, такие как HF 7,43 т

твердые частицы PM10 77,30 т

хлор и неорганические соединения 54,3 мг/год (2005)

хром (Cr) и его соединения 800,9 кг/год (2005)

ртуть (Hg) и соединения 52,1 кг/год (2005)

POLIMERI EUROPA Spa, выбросы в ВОЗДУХ, 2005 г.:

углекислый газ (CO₂) 186'848,5 мг/год

бензол (C₆H₆) 13'593,8 мг/год

неметаллические летучие органические соединения 473,7 мг/год

оксиды азота (NO_x) 406,8 мг/год

SYNDIAL Spa, выбросы в ВОЗДУХ, 2002:

синильная кислота 240 кг/год

аммиак NH₃ 47 мг/год

оксиды азота (NO) мг/год 406,8 (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.

3.3. Основные загрязняющие вещества в пределах периметра S.I.N.

Анализируя **грунтовые воды, почвы, а также морские и речные донные отложения**, **Боско М.А., Варрика Д. и Донгарра Г.** в статье “Исследование неорганических загрязнителей, связанных с твердыми частицами из района вблизи Нефтехимического Центра”, опубликованной в журнале Environ Res в **2005** году, выделили **основные неорганические и органические загрязнители в районе г. Джела** (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, цитируется по **23**). (Таблица 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	

Таблица 1. Основные неорганические и органические загрязнители в S.I.N. г. Джела. **(23)**

В частности, во многих зонах на территории **Нефтеперерабатывающего Завода в г. Джела** было обнаружено распространенное присутствие

- в **почвах**: легких углеводородов C \leq 12 и тяжелых углеводородов C $>$ 12, IPA, ртути, канцерогенных хлорированных алифатических соединений (в основном 1,2-дихлорэтан, винилхлорид), аммиака, бензола, этилбензола, толуола, п-ксилола, РСВ;
- в **грунтовых водах**: алюминия, ванадия, мышьяка, бора, марганца, кадмия, свинца, тетраэтилсвинца, железа, кобальта, сульфатов, хризена, никеля, IPA, BTEX, МТВЕ, РСВ, п-ксилола, о-ксилола, общих углеводородов (н-гексан), винилхлорида, 1,2-дихлорэтана, 1,1-дихлорэтилена, трихлорэтилена, толуола, хлороформа, гексахлорбензола, дибензо(a,h)антрацена, бензола, этилбензола, стирола, толуола. **(24)**

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.

Почва и грунтовые воды более всего пострадали от воздействия **Нефтехимического Центра**, который часто сбрасывал в окружающую среду тяжелые металлы, такие как мышьяк, селен, ртуть, никель, свинец, кадмий, железо и марганец, ароматические углеводороды, канцерогенные хлорированные соединения, аммиак, бензол, толуол и полихлорированные бифенилы (PCB). (25)

3.4. Подземные воды и почва

Параметры, обнаруженные в **грунтовых водах** в районе **Нефтеперерабатывающего Завода в г. Джела**, с наиболее значительными превышениями нормативных значений включали **мышьяк, ртуть, бензол, 1,2-дихлорэтан и винилхлорид**, которые иногда достигали концентраций, ранее не встречавшихся в литературе.

Для **мышьяка** были обнаружены концентрации до **70'000 $\mu\text{g}/\text{л}$** и **250'000 $\mu\text{g}/\text{л}$** , тогда как норматив для воды, предназначенной для потребления человеком, составляет **10 $\mu\text{g}/\text{л}$** (Paris, 2006, 2007). Значения превысили норму в **7'000** и **25'000 раз**, соответственно.

Попадание **мышьяка** в организм с **питьевой водой, рыбными продуктами, фруктами, овощами, молоком, птицей** может привести к повышенному риску развития рака кожи, мочевого пузыря, легких, печени, почек, простаты. Минимальный уровень риска для нераковых заболеваний (неорганический мышьяк, пероральный, хроническое воздействие) составляет **0,0003 мг/кг** массы тела в день (поражения кожи).

Для **ртути** были обнаружены концентрации до **6'600 $\mu\text{g}/\text{л}$** , по сравнению с допустимым пределом в **1 $\mu\text{g}/\text{л}$** , о чем **Paris** сообщил в статье **2007** года, то есть в **6'600 раз выше допустимого предела**.

В **Порто-Маргера**, например, были обнаружены значения **450 $\mu\text{g}/\text{л}$** для **мышьяка** и **14 $\mu\text{g}/\text{л}$** для **ртути**, как указал **Рабитти** в статье **1998** года, что, соответственно, в **556** и **472 раза меньше**.

Были обнаружены концентрации **никеля** на территории **S.I.N.** до **150 $\mu\text{g}/\text{л}$** , что в **7,5 раз превышает** предельно допустимую концентрацию **20 $\mu\text{g}/\text{л}$** для воды, предназначенной для потребления человеком.

Воздействие на население происходит через потребление **питьевой воды** или **овощей, орошаемых водой**, и/или через вдыхание загрязненного воздуха.

В **воздухе** были обнаружены концентрации **газообразных твердых частиц**, превышающие нормативный показатель (**20 ng/m^3**).

Никель (Ni) влияет на дыхательную систему при вдыхании, на иммунную систему при вдыхании или орально-кожным путем, частично на репродуктивную систему и развитие. Данные исследований на животных и людях показывают, что **никель** может вызывать **рак легких**.

Среди рабочих был отмечен рост смертности от **рака легких** и **носа**. **IARC**, Международное Агентство по Изучению Рака, классифицировало металлический **Ni** как возможный **канцероген для человека**.

USEPA, Агентство по Охране Окружающей Среды США, классифицировало **никелевую пыль** и **сульфиды никеля** как канцерогены для человека. У животных **никель** вызывает **воспаление легких** при остром, промежуточном и хроническом воздействии. **Сульфат никеля** является наиболее токсичным из протестированных соединений. Также наблюдалось повреждение **обонятельной системы**. Концентрация **Ni** при вдыхании и хроническом воздействии (дыхательная система, например, воспаление легких) составляет 9×10^{-5} мг Ni/м³.

По **бензолу** в **Джеке** были обнаружены концентрации от **34'000 µг/л** до **160'000** (Paris, 2006 г.) по сравнению с допустимым значением в **1 µг/л**. (Paris, 2007), что было **сверх предельного значения**, соответственно, в **34'000** и **160'000 раз**.

В **2006** году в **грунтовых водах** были обнаружены концентрации **1,2-дихлорэтана** до **3'252'000 µг/л**, - значение, никогда ранее не упоминавшееся в литературе (средние значения на загрязненных американских территориях составляют 175 ppb), что в **1'084'000 раз** превышает предельно допустимую концентрацию для **воды**, предназначенной для потребления человеком, **3 µг/л**. (Paris, 2007)

В **Докладе 2009** года “Загрязнение окружающей среды в районе Джека”, подготовленном **Лореданой Мусмечи, Марио Карере и Фабрицио Фаллени** из Высшего Института Здравоохранения и опубликованном в журнале *Epidemiologia & Prevenzione*, указывается, что загрязнение **грунтовых вод** является чрезвычайно серьезным и содержит множество **тяжелых металлов**, таких как мышьяк, ртуть, никель, марганец, железо, свинец, алюминий, кобальт, селен, ванадий, кадмий, марганец, железо, хром, а также полициклические ароматические углеводороды (**ПА**), канцерогенные хлорированные алифатические соединения и **ВТЕХ** (бензол, толуол, этилбензол и ксилолы). Как видно из Таблицы 2, в которой указаны некоторые загрязняющие вещества, присутствующие в **грунтовых водах**, концентрации **мышьяка, винилхлорида, 1,2-дихлорэтана, ртути, бензола, никеля, параксилола** и **бенз(а)пирена**, соответственно, превышали предельно допустимые концентрации в **25'000, 400'000, 1'084'000, 2'300, 160'000, 7,5, 158** и **14 раз**.

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

Таблица 2. Максимальные значения концентраций некоторых загрязняющих веществ, обнаруженных в **подземных водах**, и соответствующие законодательные ограничения. (23)

Почва

Почва в пределах **периметра S.I.N.** содержит множество загрязняющих веществ, таких как **тяжелые металлы, углеводороды, ароматические растворители, хлорированные алифатические соединения, галогенированные алифатические соединения и полициклические ароматические углеводороды**, как показано в Таблице 3. Концентрации различных канцерогенных веществ превышали допустимые нормы, как указывает Paris в статье 2007 г. Превышение концентраций в некоторых случаях составило несколько порядков, как например для **ртути, мышьяка, меди, винилхлорида, бензола, ксилолов, 1,2-дихлорэтана**, соответственно, в **118, 1,7, 1,7, 3'500, 1'900, 1'542 и 5'000 раз больше** предельно допустимых значений. (Таблица 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

Таблица 3. Загрязняющие вещества, присутствующие в **почве** на территории S.I.N. в пределах его периметра. (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

Таблица 4. Максимальные концентрации некоторых загрязняющих веществ в **почве** и соответствующие законодательные ограничения. (23)

3.5. Медь, винилхлорид, кадмий, шестивалентный хром, свинец, ванадий, тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, гексахлорбензол и полихлорированные бифенилы на территории S.I.N.

Медь (Cu)

Медь была обнаружена в высоких концентрациях в **рыбной продукции**, выловленной в морской зоне напротив города **Джела**, в **почве** на территории **S.I.N.** и в **Реках Джела и Акате**. В **почве** были обнаружены концентрации до

203 мг/кг, что в **1,7 раза превышало** предельно допустимые значения, установленные для зеленого/жилого использования (**120 мг/кг**).

Воздействие на население могло произойти через употребление в пищу **рыбной продукции**, а также **овощей, орошаемых или выращенных на загрязненной почве**. Наиболее серьезные повреждения, вызываемые **Сu**, наносятся **желудочно-кишечному тракту, почкам и процессу развития** (замедление роста плода и эмбриона). Исследования на **крысах, мышах и норках** показывают, что воздействие высоких уровней **меди** в диете может привести к **замедлению роста плода и эмбриона**. Исследования на людях и животных показывают, что **желудочно-кишечный тракт** является основной мишенью токсичности меди. Исследования на **мышах** показывают, что воздействие аэрозолей или употребление питьевой воды с содержанием **меди**, может повредить **иммунную систему**, что приведет к росту инфекционных заболеваний.

Винилхлорид

Уровень **винилхлорида**, канцерогенного вещества для человека, обнаруженный в **грунтовых водах**, достигал **200'000 мкг/л**, тогда как защитная величина для здоровья человека составляет **0,5 мкг/л**, что примерно в **400'000 раз** превышает предельно допустимую норму.

Уровень **винилхлорида**, обнаруженный в **почве**, достигал **35 мг/кг** по сравнению с предельным значением **0,01 мг/кг** (зеленое/жилое использование) и **0,1 мг/кг** (промышленное/коммерческое использование), что превышает предел в **3'500 и 350 раз**, соответственно.

Неврологические эффекты после вдыхания включают головокружение, сонливость и усталость, головную боль, эйфорию, раздражительность, тошноту, потерю сознания. После воздействия **20'000 ppm** были зарегистрированы тошнота и головная боль. В некоторых исследованиях на **животных** было показано снижение веса яичек, снижение мужской фертильности и некроз сперматогенного эпителия при воздействии **100–500 ppm**. У беременных **крыс** наблюдалось расширение матки. После воздействия **500 ppm** у **мышей** наблюдалась задержка окостенения.

Развитие **рака** было продемонстрировано в исследованиях у работников, подвергшихся воздействию, у которых развилась **ангиосаркома печени** (скрытый период довольно длительный и может достигать 47 лет), **гепатоцеллюлярная карцинома, рак легких и дыхательных путей, рак лимфатической и кровеносной систем, центральной нервной системы и мозга**. **Винилхлорид** вызывает **рак** посредством взаимодействия с **ДНК**.

Кадмий (Cd)

Cd считается канцерогеном для человека, он активно накапливается в **почках и печени** и имеет период полураспада от 10 до 30 лет.

При пероральном поступлении наиболее чувствительными органами являются **почки и кости**, при вдыхании - **почки и легкие**.

Cd очень медленно выводится из организма человека. Он токсичен для **почек**, особенно для клеток проксимальных канальцев, где он постепенно накапливается, нарушая **клубочковую фильтрацию** и тем самым изменяя **функцию почек**. Это может вызвать **деминерализацию костей**, напрямую повреждая кости как вторичный эффект **нарушения функции почек**.

Повторное воздействие низких концентраций **кадмия** в окружающей среде может привести к снижению **функции почек** и последствиям для **костной системы** (остеопороз, повышенный риск переломов костей, снижение минеральной плотности костей). **Cd** может вызывать **рак**, **генетические изменения**, а также наносить ущерб **фертильности и плоду**.

Шестивалентный хром Cr (VI)

Cr (VI) и его соединения считаются канцерогенными для человека при вдыхании. **Cr (VI)** всасывается из дыхательных путей и распределяется по почкам, печени, костям и всем тканям. Желудочно-кишечные эффекты связаны с пероральным воздействием, тогда как при вдыхании **Cr (VI)** мишенью являются **легкие**. Профессиональное воздействие **Cr (VI)** приводит к повышенному риску развития **рака бронхов** и **носа**. При воздействии окружающей среды через питьевую воду существует риск возникновения **рака желудка**.

Свинец (Pb)

Хроническая токсичность Pb обусловлена его длительным периодом полураспада (около 30 дней и 10–30 лет в крови и костях).

У человека основным органом-мишенью является **центральная нервная система**. Развивающийся **мозг** более уязвим к **нейротоксичности свинца**, чем зрелый мозг. **Свинец** может поражать **кости** как у взрослых, так и у детей. У взрослых воздействие **свинца** связано с **нейротоксическими эффектами** (периферические невропатии), **почечными** эффектами (хронические нефропатии), **сердечно-сосудистыми** эффектами (гипертония), **репродуктивными эффектами** и **иммунными эффектами**.

Свинец легко передается **плоду** через **плаценту** во время беременности и лактации. Это может повлиять на **фертильность** (атрофия яичек и низкое качество спермы) и, как предполагается, может нанести вред **плоду**.

Ванадий (V)

Токсичность соединений **V** возрастает с ростом валентности: наиболее токсичны пентавалентные соединения. Пентоксид **V** является возможным канцерогеном для человека. Основной мишенью являются **верхние дыхательные пути** (**V** является сильным раздражителем дыхательных путей).

Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)

Тетрахлорэтилен классифицируется как вероятный канцероген для человека, быстро всасывается при всех путях воздействия (вдыхание, попадание через кожу и перорально) и распределяется во всех тканях.

У людей **длительное** (более 10 лет) и **многократное воздействие низких концентраций в атмосфере** приводит к **гепатотоксичности** и **повреждению печени**. **Центральная нервная система** является мишенью, вещество оказывает нейротоксическое действие на **развитие**.

Трихлорэтилен (ТСЕ)

ТСЕ канцерогенен для человека при всех путях воздействия. Основными органами-мишенями являются **центральная нервная система, почки, печень, иммунная система, мужская репродуктивная система** и развитие плода.

Гексахлорбензол

Вещество классифицируется как потенциально **канцерогенное** для человека. Основным органом-мишенью является **печень**.

Полихлорированные бифенилы (РСВ)

РСВ обладают токсикологическими свойствами, аналогичными **диоксинам**. Население подвергается воздействию в основном через потребление **продуктов питания**.

РСВ быстро всасываются и имеют тенденцию накапливаться в организме в **жировой ткани**.

Длительное воздействие окружающей среды оказывает влияние на **иммунную систему, эндокринную систему, развитие, нейроповеденческую функцию, щитовидную железу и репродуктивную функцию**. Наиболее чувствительными этапами жизни являются **фетальный** и **неонатальный периоды**. Все **РСВ** могут вызывать генотоксические, иммунодепрессивные, воспалительные и эндокринные эффекты. **Диоксиноподобные РСВ** классифицируются как канцерогены для человека. (11, 19, 23, 26, 27)

3.6. Направление ветров

Нефтехимический Центр расположен не только на территории, не пригодной для данного вида деятельности, но и в таком **орографическом положении**, что под воздействием **господствующих ветров** образующиеся загрязняющие вещества разносятся по всей равнине **Пьяна-дель-Синьоре**.

Годовой характер ветровой динамики в основном направлен вдоль оси **NE-SO (северо/восток-юго/запад)**, как и **весной. Роза ветров** на станции **AGIP Petroli** (2013 г.) также показывает два преобладающих направления: **северо-восточное** и **юго-западное**. **Летом** преобладающее направление летних ветров - **запад-юго-запад**. **Днем** и **ночью** в Джеле ветер дует в противоположных направлениях (днем с **юго-запада** на **северо-восток**). (Рисунок 42).

Таким образом, чем сильнее ветер дует в течение дня, тем больше выбросов затрагивают территории к северо-востоку от **Нефтеперерабатывающего Завода**, а город **Джела** остается с наветренной стороны. В **ночные часы** преобладающие ветра дуют с **северо-востока** на **юго-запад**, оказывая влияние на город **Джела**, и это объясняет **неприятные запахи**, исходящие от **Нефтехимического Центра** в вечерние часы. Прибыв в **Джелу** днем из г. **Ликата**, то есть с запада, запах нефти можно почувствовать за **3-4 км** от города. Однако если приехать в **Джелу** со стороны г. **Виттория**, то есть с востока, **против ветра** (с подветренной стороны), то запах **углеводородов** можно почувствовать за **10 км**.

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.

Районы с наибольшим выпадением **дымов**, по причине климатических условий территории, относительно **Нефтехимического Центра**, по-видимому, расположены в **северо-восточном квадранте равнины Джела**, затрагивая **теплицы** по выращиванию **томатов и артишоков**, а также зоны **SIC и ZPS Природного Заповедника Бивьере**, и в **юго-западном квадранте**, затрагивая **город Джела**. Иногда **ветры** дуют в направлении **юго-юго-восток**, а в **безветренную погоду** город **Джела** остается с подветренной стороны **Промышленного Комплекса**, и тогда возникают **неприятные запахи**, на которые жалуется население.

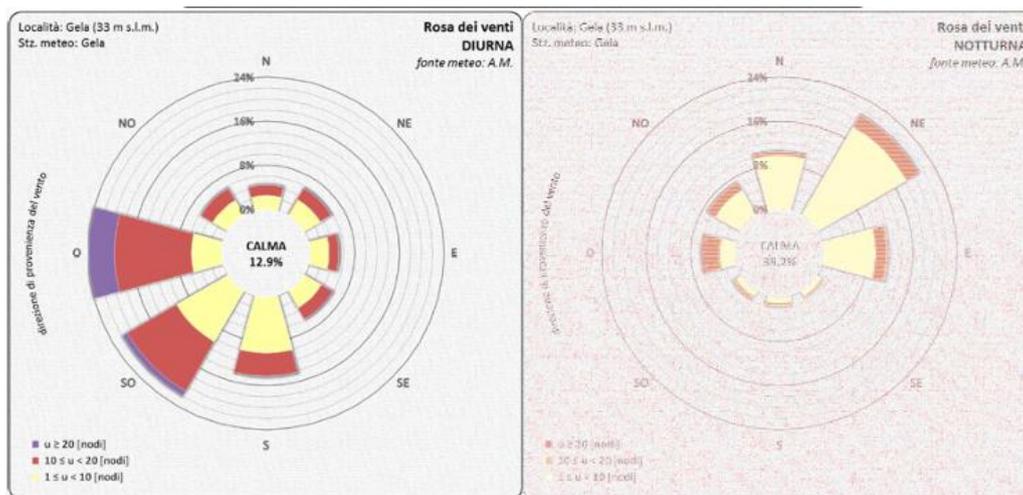


Рисунок 42. Станция Джела: дневная и ночная розы ветров, период с 1971 по 2000 г.г. (Источник: Atlante Climatico AM) (22 а)

Период с **апреля** по **сентябрь** характеризуется **сильной засухой**, с **октября** по **март** наблюдаются **умеренные осадки**. Химические вещества выпадают в результате сухого (летний период) и влажного (зимний период) рассеивания в радиусе до 20-30 км. (Рисунки 8 и 9) (13, 14, 22)

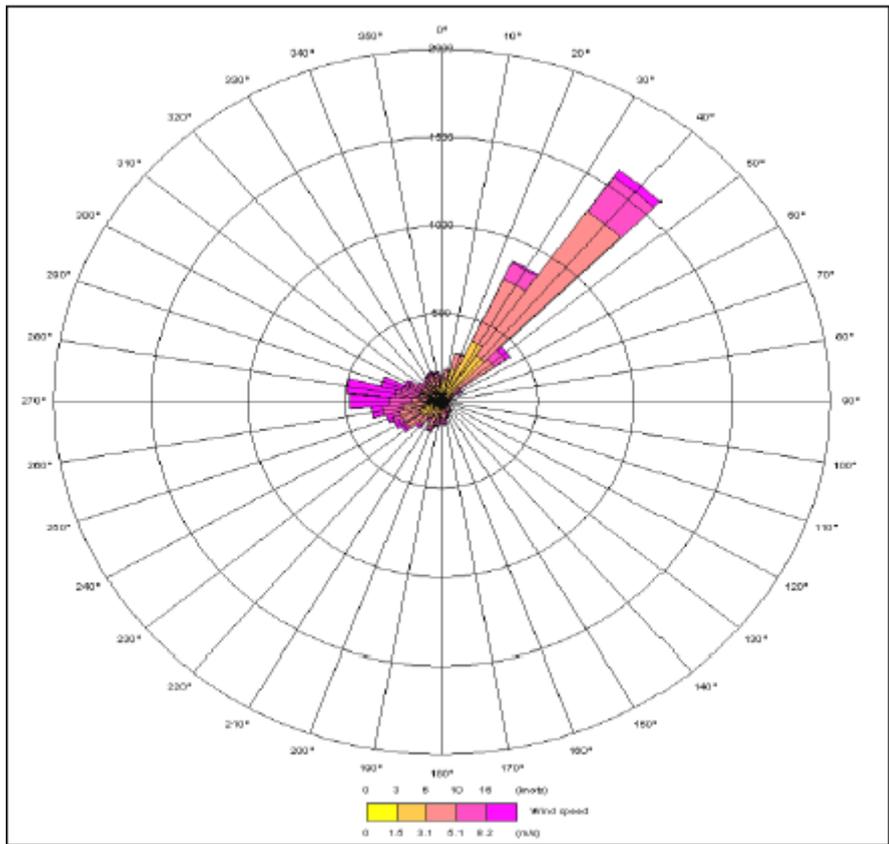


Рисунок 8. Доминирующие ветра на территории S.I.N. г. Джела. (22)

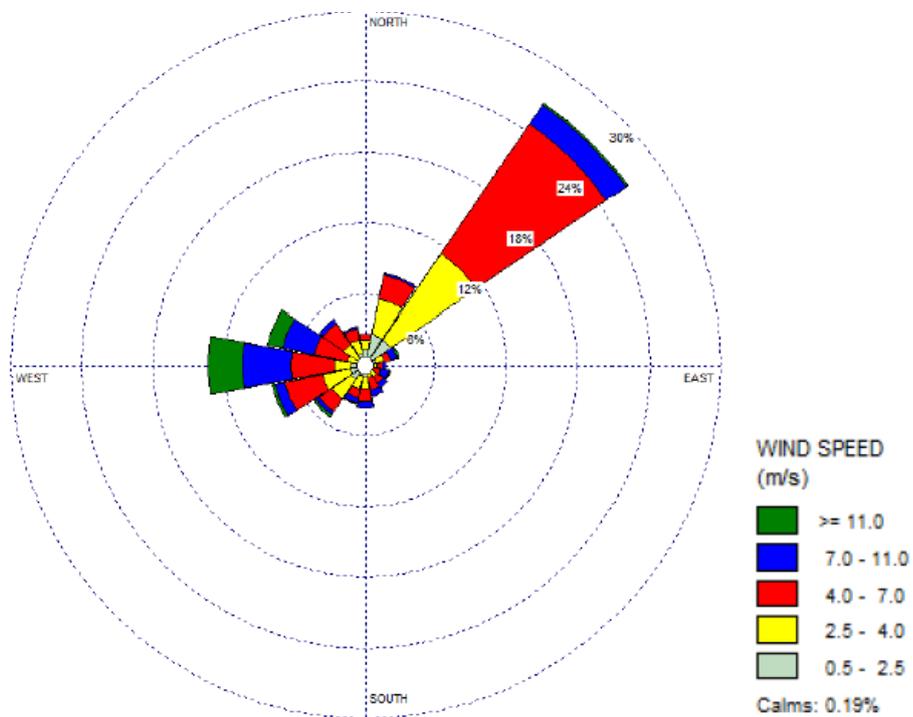


Рисунок 9. Роза ветров на территории г. Джела, станция AGIP Petroli, 2013. (14)

3.7.Выбросы в атмосферу

Еще в **1970-х** годах проведенные исследования (Duce и Hoffman, 1976; Норе, 1997; Stigter в соавт., 2000) выявили значительное наличие некоторых металлов (ванадий, мышьяк, хром, кадмий) в **воздухе** на территориях, прилегающих к **Нефтехимическому Центру**. (30)

Наличие **Нефтехимического Центра в г. Джела** является определяющим фактором **ухудшения качества воздуха**. Система **естественного амфитеатра**, в центре которого находятся город **Джела** и **Нефтехимический Центр**, благоприятствует улавливанию **паров**, выбрасываемых комплексом в **атмосферу**.

В **Докладе** “План по восстановлению окружающей среды” от **17 января 1995** года было подтверждено, что в зависимости от **направления ветров**, территории наибольшего потенциального выпадения осадков расположены к **северу** от **Нефтехимического Центра**, затрагивая **Природный Заповедник Бивьере** и частично город **Джела**. В Докладе говорится, что наличие **Промышленного Центра**, несомненно, стало определяющим фактором **ухудшения качества воздуха** в этом районе.

В **Докладе** излагается картина **выбросов в атмосферу**: “Завод является причинным источником воздействия на **качество воздуха** из-за выбросов **диоксида серы, оксидов азота и твердых частиц**. Среди микрозагрязнителей, потенциально выбрасываемых сжигательными установками, находятся **бензол, ароматические углеводороды, свинец, медь, ванадий, никель и хром...** Наличие **Промышленного Центра**, несомненно, является определяющим фактором **ухудшения качества воздуха** в этом районе...”

В **Докладе** за **1995** год подсчитано, что в целом весь **Нефтехимический Центр** сбросил в **атмосферу**:

- выбросы **диоксида серы** составляли около 84'000 т/год, обусловленные на 98 % деятельностью завода **PRAOIL**;
- выбросы **оксидов азота**, составлявшие около 8'800 тонн, пришлись также на долю завода **PRAOIL**;
- **мелкие пылевые частицы** (1'840 т из 2'050 т) приходились также на долю завода **PRAOIL**;
- предприятие **ENICHEM AGRICOLTURA** сбросило несколько десятков тонн **аммиака**;
- **ENICHEM ANIC** сбросило несколько десятков тонн **акрилонитрила**;
- **ENICHEM AGRICOLTURA** сбросило несколько десятков тонн **фтора**;
- **ENICHEM AGRICOLTURA** сбросило около **90 %** от общего объема выбросов **фосфорной кислоты** (около 20 т/год);
- **ENICHEM ANIC** сбросило примерно 26 т/год **дихлорэтана** и примерно 11 т/год **цианидов**. (20)

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>

По данным **ARPA Сицилии (2005 г.)**, в воздухе **Нефтехимического Центра** наблюдались высокие уровни выбросов **мышьяка, молибдена, никеля, серы, селена, ванадия и цинка, бензола, неметановых углеводородов и PM10**, содержащих **никель**. На внешней территории, прилегающей к **Нефтеперерабатывающему Заводу** в г. **Джела**, были обнаружены превышения предельных значений по **озону и летучим органическим соединениям (VOC)**. (16)

3.8. Коксовый цех

Нефтеперерабатывающий Завод в г. **Джела** оснащен **Тепловой Электростанцией (ТЭС)** мощностью 262 МВт, которая сжигает в основном **нефтяной кокс** (приблизительно 900'000 т/год или 2'500 т/день), что является редким случаем в Европе и уникальным для Италии, а также мазут ATZ, TAR и BTZ, газ, полученный в результате синтеза, топливный газ для **НПЗ**, алжирский метан, иностранный кокс. **Нефтяной кокс** является **отходом** процесса **крекинг**.

Использование **нефтяного кокса** в качестве топлива оказывает сильное воздействие на окружающую среду из-за высокого содержания в нем **серы (6 %), тяжелых металлов и полициклических ароматических углеводородов**. Несмотря на то, что завод по производству **нефтяного кокса** на сегодня оснащен системами очистки от **тяжелых металлов**, необходимо учитывать предыдущие **50 лет загрязнения**.

На территории г. **Джела** подтверждено обильное наличие **мышьяка и молибдена, тяжелых металлов, диоксинов** и других веществ, связанных с процессом сгорания **нефтяного кокса**, которые могут вызывать **раковые заболевания и пороки развития**. Его чрезмерное использование в районе г. **Джела** приводит к возникновению токсических состояний, **канцерогенным заболеваниям и порокам развития**, что было продемонстрировано многими исследованиями. (Gebel, 1997; Bosco, Varrica и Dongarrà, 2005; Bianchi в соавт., 2006; Nardo, 2006, Dorru, 2012).

Однако на фоне **ухудшения состояния окружающей среды и здоровья населения** в **2002** году около **20'000 жителей г. Джела** вышли на улицы с лозунгом **“Лучше быть больным, чем безработным!”** в защиту **Нефтеперерабатывающего Завода** против постановления об остановке его работы, вступив в столкновения с полицией.

Чтобы разблокировать ситуацию, был издан Декрет, который определил эти **отходы** в качестве **топлива** и разрешил их использование.

8 марта 2002 года газета “La Stampa” сообщила:

“Правительство дало зеленый свет Декрету, разрешающему использование **нефтяного кокса** на заводах по сжиганию, принадлежащих компании AGIP в г. **Джела**”.

Председатель партии Зелёных **Альфонсо Пекораро Сканио** в отношении Декрета отметил:

“Это была афера, новая амнистия. Вместо того, чтобы выделять средства на охрану здоровья и занятости, правительство предпочло **легализовать загрязнение и болезни**. Декрет классифицирует **нефтяной кокс** как **топливо**, хотя на самом деле это **остатки от процесса переработки нефти**, а значит, крайне **вредное вещество**. Не только был обойден **Закон Ронки***,

но и, прежде всего, было подвергнуто риску здоровье тех, кто работает и живет в Джеле. Таким образом, Нефтехимический Завод остается одним из объектов с самым высоким уровнем риска, настоящей **экологической бомбой**, которую правительство Берлускони предпочитает поддерживать”.

В последующие несколько лет были проведены десятки исследований, посвященных опасности использования **нефтяного кокса** в качестве топлива. (5, 11, 22, 31)

3.9. Биомониторинг воздуха с помощью сосновых иголок

Нефтяной кокс, побочный продукт нефтепереработки, имеет повышенную концентрацию **серы, тяжелых металлов и IPA** и в связи с этим **сильный эффект на окружающую среду**.

Исследование, проведенное группой ученых с Кафедры Химии и Физики Земли Университета в г. Палермо **М.Л. Боско, Д. Варрика и Дж. Донгарра** под названием “Неорганические загрязнители, связанные с твердыми частицами с территорий вблизи Нефтехимического Центра” и опубликованное в журнале Environmental Research в **2005** году, продемонстрировало тесную связь между наличием **канцерогенных и тератогенных веществ** в районе г. **Джела** и сжиганием **нефтяного кокса** на **ТЭС** города. В ходе исследования было проанализировано наличие **тяжелых металлов** в **атмосферном аэрозоле** в г. **Джела**, в промышленной зоне и в сельской местности равнины **Пьяна-ди-Джела** на **хвое сосны Pinus halepensis**. (Рисунок 10) (33)

Сосновые иголки имеют наружный восковой слой, который может поглощать мелкие частицы. Анализ осаждения твердых частиц на **сосновых иголках** является быстрым методом **мониторинга загрязняющих веществ** в воздухе, что также было продемонстрировано для загрязнения на территории **S.I.N.** в **Приоло** на Сицилии. (32)

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 Petrochemical Plant, Environmental Research 99 (2005), 18-30 pp.

*Закон Ронки, Постановление № 22 от 5 февраля 1997 года, регулирует управление отходами, опасными отходами и их переработкой в Италии.

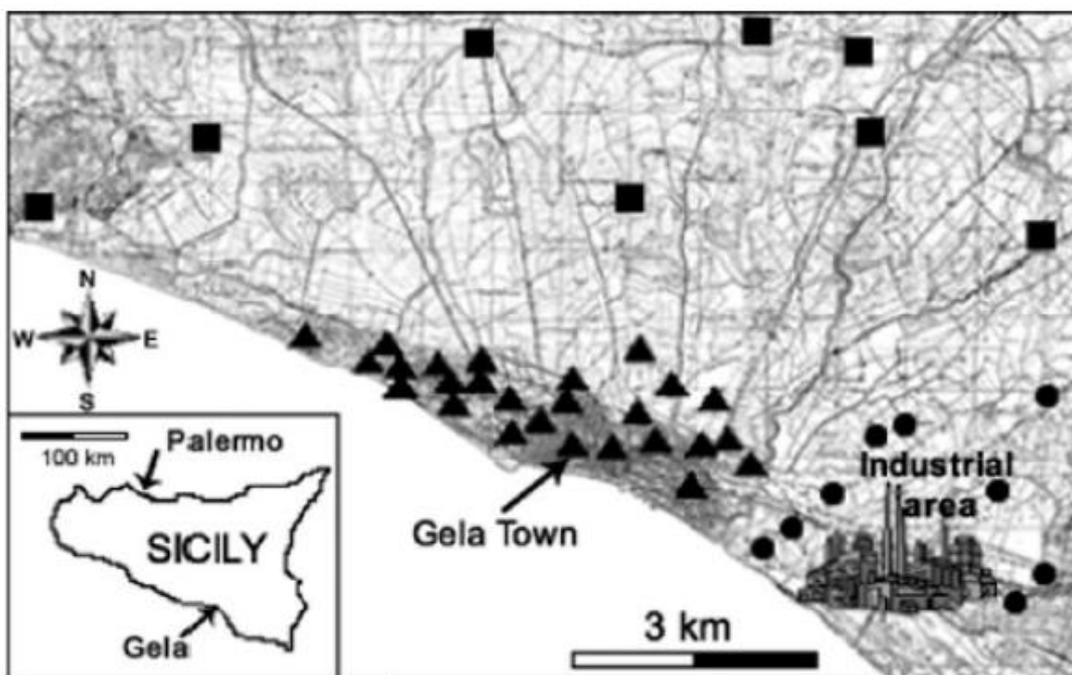


Рисунок 10. Образцы **сосны *Pinus halepensis***, собранные в городе Джела, в зоне Нефтехимического Центра в г. Джела и в сельской местности равнины Пьяна-ди-Джела. (33)

Легенда:

 город Джела
  зона Нефтехимического Центра в г. Джела
  зона сельской местности равнины Пьяна-ди-Джела.

В ходе исследования был проанализирован 41 образец **хвои сосны** вида ***Pinus halepensis*** и два образца дорожной пыли. Информация о естественном или антропогенном происхождении тяжелых металлов была получена с помощью **факторного анализа** и карт распределения элементов.

Боско с соавт. продемонстрировали, что **нефтяной кокс**, произведенный в г. **Джела**, богат серой, железом, ванадием, никелем, мышьяком, свинцом, хромом, медью и алюминием. (Таблица 9) (33, 33 а)

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

Таблица 9. Состав **нефтяного кокса**, произведенного в г. **Джела**. (33, 33 а)

33 а. 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.

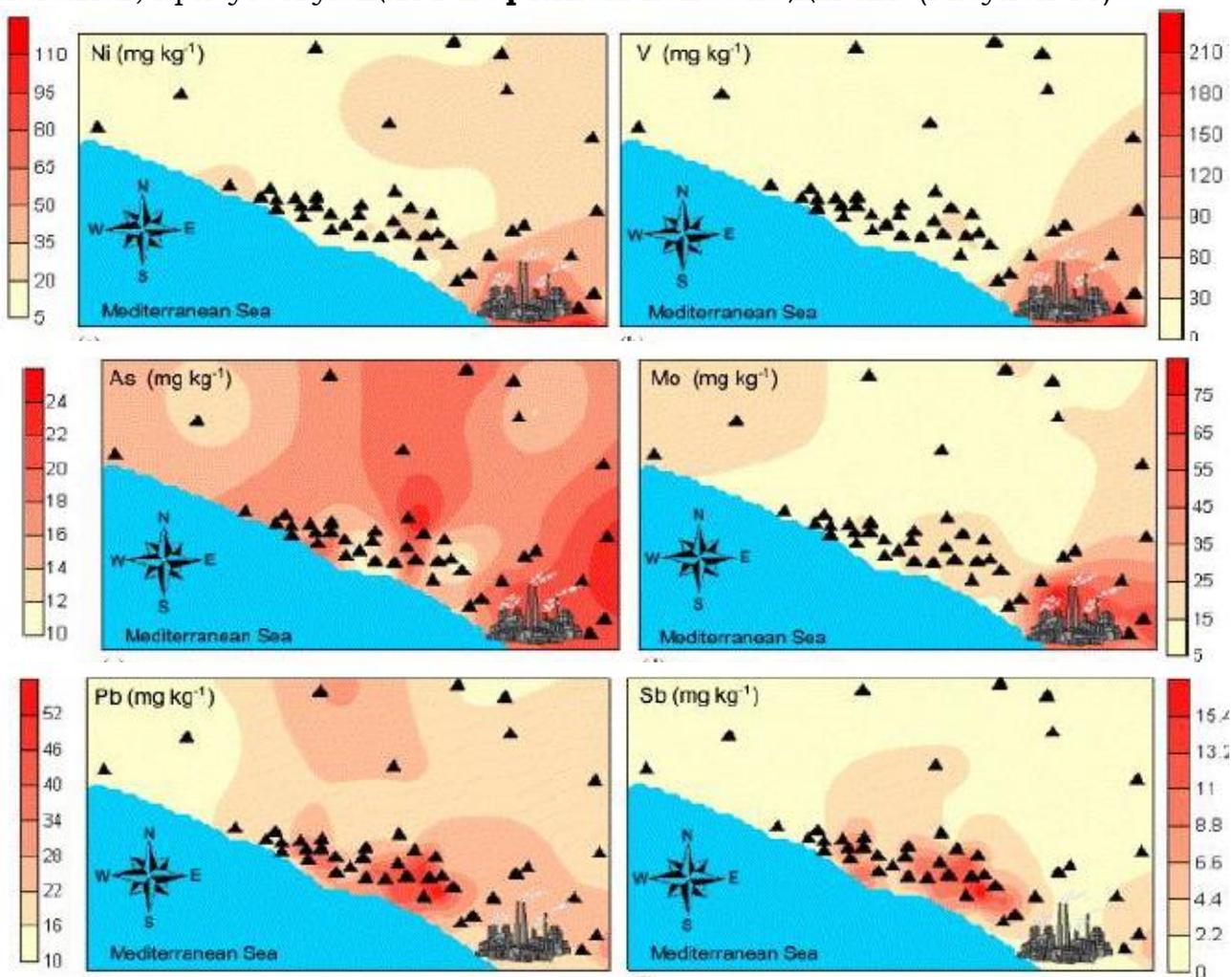
Группа ученых проанализировала **тяжелые металлы**, присутствующие в **нефтяном коксе**, производимом в Нефтехимическом Центре в г. Джела, сравнив полученные данные со средней концентрацией в земной коре.

Оказалось, что в **нефтяном коксе** содержалось наибольшее количество таких металлов, как **молибден, цинк, мышьяк, свинец, никель, ванадий и хром**, соответственно в **1'838, 1'202, 355, 357, 387, 292** и **42** **раза больше**, чем в земной коре. (Таблица 5)

Элемент	Цинк	Ванадий	Свинец	Никель	Молибден	Хром	Мышьяк
[К], мг/кг	2'609	1'070	125	787	75	114	17,3
[К], относ-но земной коры	1'202 р.	292 р.	357 р.	387 р.	1'838 р.	42 р.	355 р.

Таблица 5. Концентрация тяжелых металлов в **нефтяном коксе** Джелы по сравнению со средним значением в земной коре. [К] – концентрация, мг/кг (33)

Анализируя концентрацию загрязняющих веществ в **сосновых иголках** в Activation Laboratories Ltd в Онтарио, Канада, исследователи обнаружили в образцах, собранных в разных районах Джелы, бóльшую часть тяжелых металлов, присутствующих в **нефтяном коксе** из Джелы. (Рисунок 11)



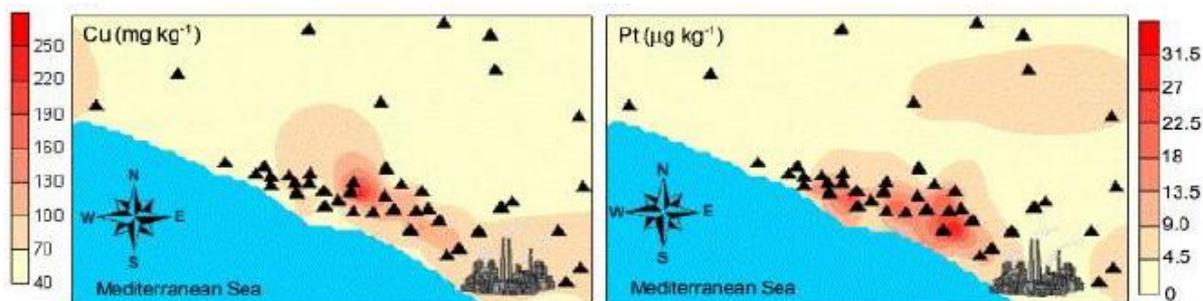


Рисунок 11. Распределение тяжелых металлов Ni, V, As, Mo, Pb, Sb, Cu и Pt в **хвое сосны *Pinus halepensis*** вблизи Нефтехимического Центра г. Джела. (33)

Концентрация цинка, меди, ванадия, никеля, свинца, молибдена и сурьмы в образцах **сосновой хвои** была в **2–20 раз выше** в городе **Джела** (70'000 жителей) и его промышленных и сельских районах по сравнению с городом **Палермо** (850'000 жителей). Например, как видно из Графика 12, концентрация **цинка** в **сосновых иголках** в г. **Джела** составила **364 мг/кг**, что в **17 раз выше**, чем в г. **Палермо** (**22 мг/кг**). Разница в концентрации металлов между образцами в г. Джела, промышленной зоне и сельской местности была не очень значительной, поскольку **Нефтехимический Центр** находится всего в **1 км** от города, а преобладающие ветра, дующие в этом районе, выносят загрязняющие вещества в северо-восточную часть, распространяясь по всей равнине **Пьяна-дель-Синьоре**. (Рисунок 12)

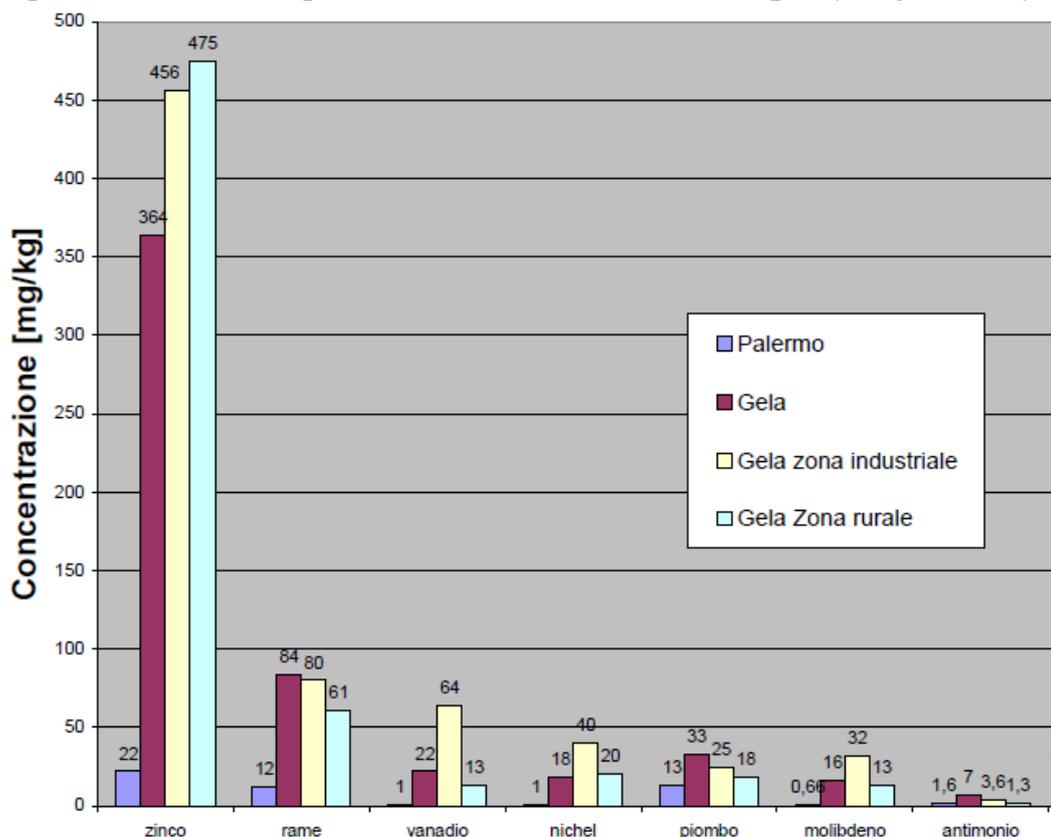


Рисунок 12. Концентрация тяжелых металлов в **хвое сосны *Pinus halepensis*** в городе Джела (бордовый цвет), в районе Нефтехимического Центра г. Джела (желтый цвет), в сельской местности равнины Пьяна-ди-Джела (голубой цвет), в городе Палермо (фиолетовый цвет). (33)

Исследование **Боско** в соавт. показало, что среднее содержание **тяжелых металлов** в **хвое сосны** в районе г. **Джеда** выше, чем в г. **Палермо**, и что весь район **Джеда** находится под сильным влиянием выбросов металлов в результате **промышленного загрязнения**. Исследование **химического состава пыли** в г. **Джеда** подтвердило обильное присутствие таких металлов, как **Zn, Cu, V, Ni, Pb, Se** и **As**, что связано с **загрязнением воздуха металлами промышленного происхождения** в промышленной зоне вокруг г. **Джеда**.

Еще одно исследование **Манно** в соавт. **2006** года обнаружило в **пылевых отложениях** высокие концентрации **никеля, ванадия**, а также отчасти **бария** и **хрома**, что было связано с выбросами с предприятий Нефтехимического Центра.

В июле **2008** года также Высший Институт Здравоохранения провел кампанию по отбору проб **сосновой хвои** в районе г. **Джеда**, выявив повышенное скопление **мышьяка, ртути, кадмия, свинца** и **хрома** вдоль **преобладающего направления ветров**.

В **Докладе** за **2006** год организация **Легамбиенте** подчеркнула, что присутствие **хлора, IPA** и **тяжелых металлов** способствует образованию **диоксинов**, таких как PCDD (полихлорированные дибензодиоксины) и PCDF (полихлорированные дибензофураны). Взаимодействие **диоксинов** с **ДНК** является мощным генетическим дерегулятором. Присутствие в районе г. **Джеда тяжелых металлов, IPA** и **диоксинов**, предположительно обладающих **канцерогенной и тератогенной активностью**, вероятно, является основной причиной аномальной смертности от опухолей и пороков развития у новорожденных на данной территории.

Отчет, подготовленный **ARPA Сицилии** в ходе мониторинга **2007** года, подтвердил высокий уровень загрязнения **воздуха**, причиненный **Нефтехимическим Центром** в г. **Джеда**, такими химическими веществами и в значительных концентрациях, как многочисленные **алифатические** и **ароматические углеводороды, сульфиды** и **меркаптаны, тяжелые металлы** в **твердых частицах PM10**, в частности Ni, V, Al, Fe, Zn, Cr и Ba, характерными для **нефтяного кокса**.

Различные исследования показали, что некоторые металлы и металлоиды, присутствующие в твердых частицах воздуха, потенциально токсичны и оказывают **канцерогенное и тератогенное действие** на **млекопитающих** (Hlavay в соавт., 1992; Domingo, 1994; Christensen, 1995; Chang, 1996; Hamilton, 2000; Fernandez в соавт., 2001). **(11, 19, 22, 23, 26, 33, 34)**

3.10. Дымы, выбрасываемые в атмосферу из ДЫМОВЫХ ТРУБ Нефтехимического Центра в г. Джеда

Каждая установка Нефтехимического Центра сбрасывает в **атмосферу** загрязняющие вещества в твердом, жидком и газообразном состоянии через **дымовые трубы, факелы, резервуары** и т. д.

Выбросы следующих веществ, представляющих наибольшую опасность с точки зрения здоровья и гигиены, происходят на разных уровнях в зависимости от высоты **ДЫМОВЫХ ТРУБ**:

оксиды серы (SO_x), оксиды азота (NO_x), озон (O₃), органические микрозагрязнители (полихлорированные дибензодиоксины и полихлорированные дибензофураны, PCDD/F, полихлорированные бифенилы,

диоксиноподобные РСВ, полициклические ароматические углеводороды **IPA**, бензол), **твердые частицы PM10** и металлы As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Hg, Pb, V.

По данным **INES 2006** (Национальный Реестр Выбросов и их Источников), **Сицилия** является вторым Регионом в Италии после **Апулии** по выбросам **NOx**, **SOx** и **бензола**, образующихся в результате промышленной деятельности, при этом выбросы **NOx** составляют 32'568 т/год (11,65 %), **SOx** - 61'459 т/год (21,20 %) и **бензола** - 140'823 кг/год (26,16 %).

По данным инвентаризации выбросов с крупных мусоросжигательных заводов, в **2004** году **ТЭЦ** в г. **Джела** сбросила в атмосферу 13'331,80 т **SOx** и 3'068,2 т **NOx**.

Дымы, выделяющиеся на **ТЭЦ** при сжигании **нефтяного кокса**, обрабатываются с помощью процесса **SNOx**, который должен бы удалять **NOx**, **SOx**, **пыль** и другие вещества.

Согласно **Отчету** за **2007** год, на **Нефтеперерабатывающем Заводе** в г. **Джела** имелось **24 точки** выбросов, в результате которых в атмосферу попадали **бензол**, **IPA**, **SOx** и **NOx**, **PM10** и **тяжелые металлы**, такие как **свинец**, **медь**, **ванадий**, **никель** и **хром**.

Заводы ex **ENICHEM ANIC** и **ENICHEM POLIMERI** (позднее **POLIMERI EUROPA**) направляли свои выбросы в атмосферу через **73 ДЫМОВЫХ ТРУБЫ** (производство этилена, акронитрила и углеводородов).

На ныне недействующем заводе **ENICHEM AGRICOLTURA** происходили сбросы **аммиака** и **фтора** через **23 ДЫМОВЫХ ТРУБЫ**.

Завод ex **ISAF** сбрасывал в атмосферу через **20 ДЫМОВЫХ ТРУБ** **диоксид азота (NO₂)**, значительные концентрации **диоксида серы** с установки по производству **серной кислоты**, пыли, фтор, аммиак, фосфат аммония и **фосфорную кислоту**.

В целом, **Нефтехимический Центр** сбрасывал загрязняющие вещества в **атмосферу** через **140 ДЫМОВЫХ ТРУБ**. Учитывая закрытие установок компаний **ENICHEM AGRICOLTURA** и **ISAF**, в **Отчете** подсчитано, что в **2007** году Промышленный Завод сбросил загрязняющие вещества в атмосферу через **97 ДЫМОВЫХ ТРУБ**.

Тициано Граната с соавторами из Университета в г. **Мессина** в статье под названием "**Загрязнение продуктов питания свинцом, кадмием и медью в зоне риска г. Джела**", опубликованной в журнале E&P в **2011** году, указывают, что на территории **Нефтехимического Центра** имелось около **97 точек выбросов**, из которых в **атмосферу** сбрасывались **органические вещества** и **тяжелые металлы**, такие как свинец, медь, ванадий, никель и хром. (11, 19, 22, 35)

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

Данные о **загрязнении воздуха** в г. **Джеда** за период **2000-2007** гг. выявили такие загрязняющие вещества, как **диоксид серы (SO₂)**, **PM₁₀**, **диоксид азота** и **озон**, которые превышали допустимые нормы. За тот же период данные по металлам, полихлорированным дибензо-п-диоксидам и дибензофуранам, полихлорированным бифенилам и IPA отсутствовали.

Часовые пики диоксида серы, равные **500 мкг/м³**, были зафиксированы в юго-восточной части города Джеда и **800 мкг/м³** на станции мониторинга вблизи **Нефтехимического Центра**. Тем не менее, среднегодовые значения составили 12 мкг/м³ и 21 мкг/м³, соответственно.

В период **2000–2007** гг. станция мониторинга, расположенная недалеко от **больницы в г. Джеда**, зарегистрировала среднегодовые значения **PM₁₀** ниже 40 мкг/м³, тогда как в период **2006–2007** гг. были зафиксированы **часовые пики** выше **400 мкг/м³** (Settimo, Mudu и Viviano, 2009).

Мониторинг, проведенный в период с **2002** по **2005** годы, выявил аномальную концентрацию **н-бутана в воздухе**, равную около **238 мкг/м³** (100 ppm). Уровни **бензола**, **толуола** и **бенз[а]пирена в воздухе** за тот же период достигали **пиковых значений 151,02 мкг/м³, 25,21 мкг/м³ и 264 нг/м³**, соответственно.

В ходе мониторинга **2002–2005** гг. концентрации **никеля** и **ванадия в воздухе** составляли более **2'000 нг/м³**, оба этих металла содержались в **коксе**, производимом Нефтеперерабатывающим Заводом, а **пиковые значения хрома** составляли **1'000–15'816 нг/м³** (Cortina & Toscano, 2009).

Данные, собранные сетью мониторинга **качества воздуха провинции Кальтаниссетта**, выявили превышение норм по загрязняющим веществам **SO₂**, **PM₁₀**, **NO₂** и **O₃**. Выбросы **газов** затронули как город **Джеда**, так и город **Нишеми**, расположенный в **14 км от Нефтехимического Центра**. (4, 13, 19)

3.11. Неприятные запахи в городе Джеда

В период с **2002** по **2005** годы **Межведомственный Центр Экспериментальной, Экологической и Профессиональной Токсикологии** Университета г. **Мессина** отобрал 53 пробы **воздуха** в 4-х точках (№№ 1, 2, 3, 4, указанные на Рисунке 13) в часы, когда в городе **Джеда** ощущались **неприятные запахи**. (19)

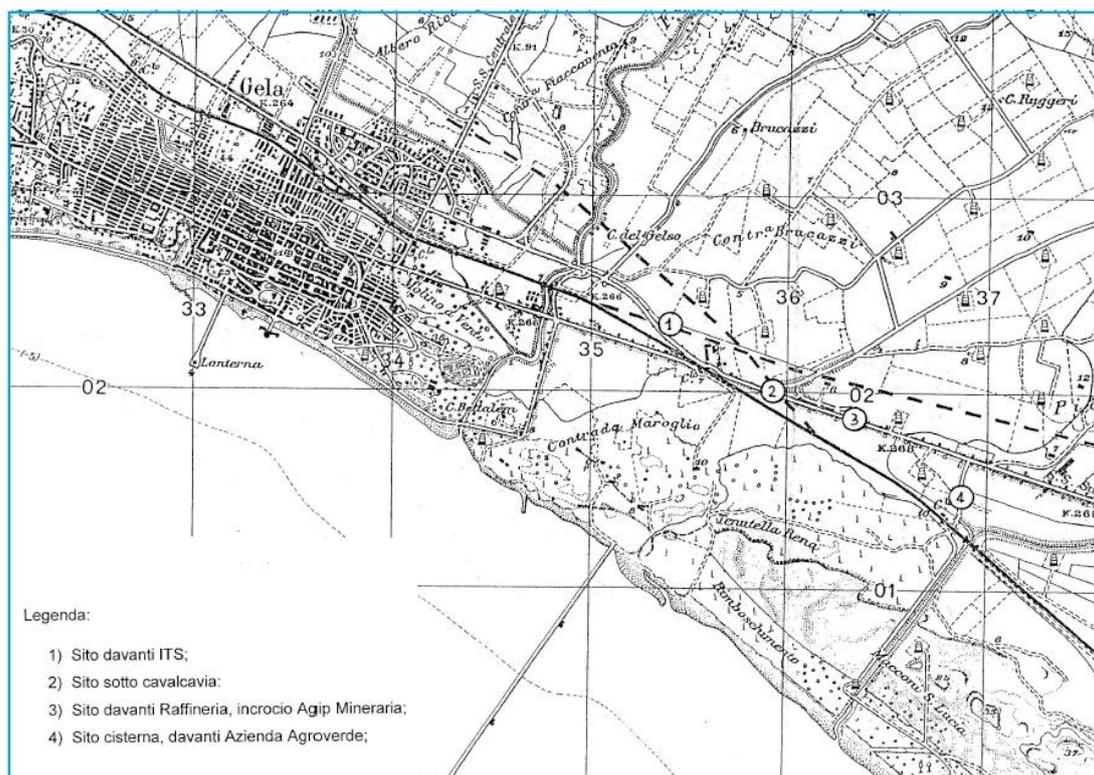


Рисунок 13. Места отбора проб воздуха близ города Джела, 2002-2005 гг. (19)

Результаты, представленные для двух участков (№ 3 перед НПЗ и № 2 под мостом), показывают самые высокие значения загрязняющих веществ, обнаруженных в **атмосфере** в часы, когда в городе Джела ощущались **неприятные запахи**, по сравнению с другими участками отбора проб и в сравнении с контролем. (Таблица б)

Хим. в-во перед НПЗ, 2004 (3)	Концентрация	Хим. в-во под мостом, 2005 (2)	Концентрация
IPA	нг/м³	IPA	нг/м³
-	-	антрацен	864,88
-	-	бензоантрацен	53,41
-	-	бензофлуорантен	191,34
др.углеводороды	ppm	др.углеводороды	ppm
-	-	гексан	0,029
-	-	пропан	15,07
n-бутан	38'428	-	-
-	μг/м³	-	μг/м³
гексан	16'613	гексан	6,63
гептан	33'102	октан	1,74
бензол	0,963	-	-
толуол	213'821	-	-
ксилол	0,408	ксилол	0,222
этилбензол	0,229	этилбензол	0,181
метилциклогексан	21'163	n-октан	34,86
металлы	ng/m3	металлы	нг/м³
никель	337,87	никель	316,94

-	-	свинец	528,69
хром	4'913,37	марганец	4,92
марганец	225,87	-	-
соединения серы	мг/м³	соединения серы	мг/м³
-	-	метилмеркаптан	0,028
бутилмеркаптан	10'954	бутилмеркаптан	0,016

Таблица 6. Концентрации различных веществ, определенных в **воздухе** на двух площадках (№ 3 перед НПЗ и № 2 под мостом) в часы **неприятных запахов**, воспринимаемых населением города Джела, 2002-2005 гг. (19)

3.12. Хлор-щелочный цех – цех “убийца”

Из показаний **Массимо Грассо**, координатора **Комитета по хлору и щелочи**:

“В **хлорно-щелочном отделении** утечки были каждый день в каждой камере. Там была **ртуть**, и ковер обрабатывали шлангом с водой. Так что же сделали с **ртутью**? Она оказывалась в воде! А потом воду сливали в **море**, потому что завод все сбрасывал в море... В устье **Реки Джела** содержание **ртути** очень высокое...”

Из показаний г-на **Мило**, бывшего рабочего завода:

“До 94-го, когда установка остановилась, были невероятные утечки, все камеры протекали... Компрессор не справлялся, и тогда ячейки оказывались под давлением. Когда герметизированные ковры были порваны, сломаны, весь **хлор** уходил в **атмосферу**. Мы были там в пределах досягаемости... можете себе представить...”

Хлорно-щелочный цех был открыт в **1971** году и закрыт лишь в **1994** году. В **2006** году был создан комитет “**Семьи жертв хлорно-щелочного производства в г. Джела**”, члены которого решили бороться за справедливость через гражданское и уголовное судопроизводство.

В **2011** году впервые **хлор-щелочное производство** в г. **Джела** было признано одной из причин смерти работника ENI.

В последующие годы погибла значительная часть сотрудников “**хлорно-щелочного цеха**”, прозванного газетами **цехом – “убийцей”**. (11, 29, 36)

3.13. METI-LIS, моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

На равнине **Пьяна-дель-Синьоре** наибольший вклад в **выбросы в атмосферу** от **Нефтеперерабатывающего Завода** в г. **Джела** принадлежит **никелю** (29 %), **бензолу** (25 %), **мышьяку** (13 %), **кадмию** (13 %) и **ванадию** (10 %). (Рисунок 14)

Другие выбросы в атмосферу включают 57 загрязняющих веществ, в том числе **селен, шестивалентный хром, кобальт, медь, плавиковую кислоту, оксид азота** и др.

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.
36. <https://tv.ilfattoquotidiano.it/2012/08/01/clorosoda-gela-reparto-killer/202832/>

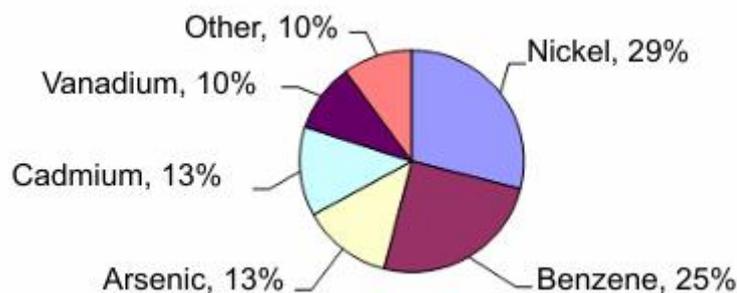


Рисунок 14. Токсичность выбросов **Нефтеперерабатывающего Завода** в г. Джела для человека. (13)

Эти 5 загрязняющих веществ с наибольшим воздействием на **атмосферу** были рассчитаны с использованием модели рассеивания **METI-LIS** применительно к **ДЫМОВЫМ ТРУБАМ** разной высоты: 30 м и 130 м. Как видно из Рисунка 15, если все выбросы происходят из низких **дымовых труб**, находящихся на высоте **30 м**, воздух становится более загрязненным, и концентрации этих загрязняющих веществ в городе Джела представлены на Рисунке **фиолетовым цветом**. Если все выбросы происходят из более высоких **дымовых труб**, расположенных на высоте **130 м**, территория загрязнена в меньшей степени и обозначена на карте **красным цветом**.

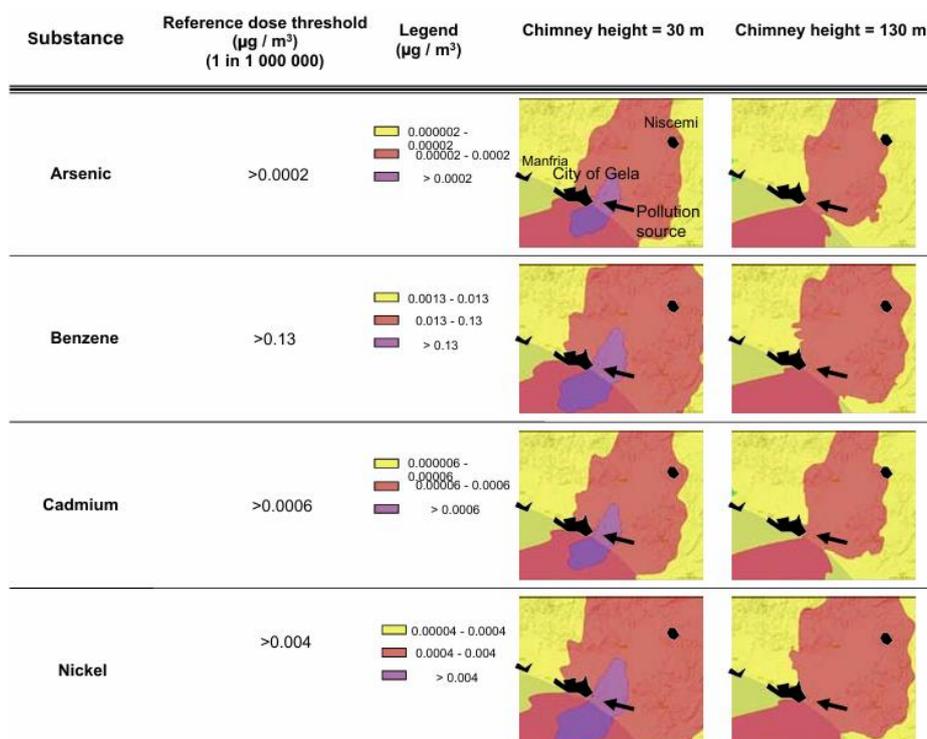


Рисунок 15. Концентрации **мышьяка, бензола, кадмия и никеля**, рассчитанные с использованием модели дисперсии METI-LIS. 1 μg = 1000 нг (13)

Ванадий в г. Джела не мониторируется, хотя он выделяется при сгорании нефти и попадает в окружающую среду при добыче нефтехимических продуктов, производстве стали и инсектицидов (Colina в соавт., 2005).

Рассеивание ванадия в атмосфере, выбрасываемого из **ДЫМОВОЙ ТРУБЫ** Нефтеперерабатывающего Завода в г. Джела с высоты **130 м**, было смоделировано с помощью модели **METI-LIS**. (Рисунок 16)

Карта **рассеивания ванадия** показывает, что сельскохозяйственные земли к **северо-востоку** от г. Джела особенно подвержены загрязнению, что приводит к повышению концентрации этого металла в **воздухе** (концентрация **от 2 до 4 нг/м³** указана **красным цветом** и более **4 нг/м³** **фиолетовым цветом**). Повышение концентрации этого металла в **почве** с вероятным влиянием на пищевую цепь, загрязнением различных продуктов питания и поглощением многими тканями организма было показано в статье **Bharti** в соавт. в **1990** году.

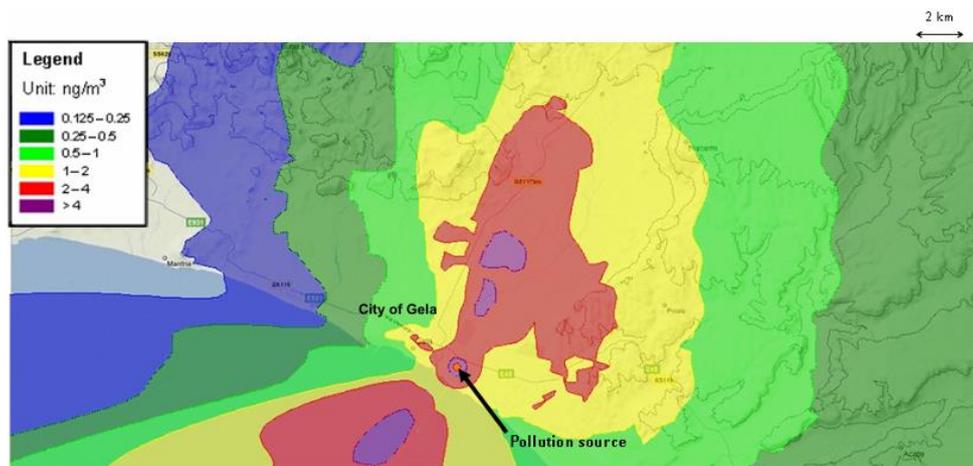


Рисунок 16. Концентрация **ванадия**, выбрасываемого в воздух из **130-метровой дымовой трубы** Нефтеперерабатывающего Завода в г. Джела, рассчитанная с использованием модели рассеивания METI-LIS. (13)

3.14. Влияние загрязнения на флору и фауну

Во многих Докладах и научных статьях было показано, что в районе города **Джела атмосфера, почва и подземные воды** серьезно загрязнены **тяжелыми металлами** и токсичными канцерогенными органическими соединениями, что связано с деятельностью **Нефтехимического Центра, скважинам по добыче нефти и промышленными свалками**.

С началом создания **Нефтехимического Центра** в г. Джела в **60-х** годах и из-за отсутствия городских **очистных сооружений** началось загрязнение **Залива Джела** и уничтожение **водной фауны**.

Из показаний **Сильвио Руджери**, руководителя **UIP** (Итальянский Профессиональный Союз):

“... я помню, что они **сливали 98 % серную кислоту в море**, и рыба была мертвая. То есть, когда некоторые резервуары были заполнены, поскольку не было канализации, они сливали в белую канализацию, которая попадала прямо **в море**, и **вся рыба была мертва на поверхности**”. (11)

Местное население может подвергнуться воздействию некачественной питьевой воды, потреблению овощей и фруктов, поливаемых загрязненной речной водой, или морепродуктов, выловленных в загрязненной прибрежной зоне.

Поскольку **Нефтехимический Центр** был возведен на **песчаных почвах**, контактирующих с **водоносным горизонтом**, и поскольку эти почвы хорошо дренируются, **загрязняющие вещества очень легко попадают из почвы в водоносный горизонт**.

Территория **Нефтехимического Центра** характеризуется выбросами в окружающую среду множества опасных химических веществ, оказывающих негативное воздействие на атмосферу, почву, воду, морскую прибрежную зону, флору и фауну, а также на **пищевую цепь**.

Тяжелые металлы неразрушимы и имеют тенденцию к **биоаккумуляции** после попадания в **Биосферу**. Эффект **бионакопления** токсичных веществ в **пищевой цепи**, по-видимому, недооценивается.

Взаимодействие почвы и флоры

Из-за загрязнения воздуха происходит снижение **pH почвы**, что приводит к обеднению больших лесных массивов и биотопов в этом районе из-за **преждевременного старения растений**, поскольку **сера нарушает функционирование хлорофилла**, подавляя синтез углеводов с последующей гибелью растений, способствует **закислению почвы и рек**, что также сильно влияет на **фауну**.

Существует тесная связь между **загрязнением воздуха** и снижением **урожайности** в сельском хозяйстве.

Ртуть удерживается в **почве** малоподвижными органокомплексами, но под действием бактерий превращается в соединение **диметилртуть**, которое чрезвычайно подвижно и легко накапливается живыми организмами, поскольку растворима в воде. (Streit & Stumm, 1993)

Накопление **ртути** в **наземных растениях** прямо пропорционально концентрации этого металла в **почве**, согласно **Хукаби** (Huckabee, 1983), который мониторировал уровни металла в **растениях** вблизи **испанского ртутного рудника**. **Хукаби** подчеркнул, что на расстоянии **0,5 км** от рудника концентрация **ртути** в растениях превышала **100 мг/кг биомассы**, а на большем расстоянии, **20 км**, концентрация составляла **0,20 мг/кг**, указав в своем исследовании, что **древесная растительность накапливает больше металла**, чем травянистая, поскольку имеет большую длительность жизни.

Исследования **Флюкингер** в соавт., **Куккола** в соавт. и **Раутио** в соавт. (Fluckinger et al., 1979, Kukkola et al., 1997 и Rautio et al. 1998 г.) отметили, что **кроны деревьев** благодаря большой площади поверхности листового аппарата собирают значительные объемы сухих воздушных осадков, что подавляет **фотосинтез**, **дыхание** и другие жизненно важные функции растений.

Вклад **газообразных загрязняющих веществ**, **твердых частиц** и **влажных отложений** может заключаться в сокращении **роста древесины** лесных пород, повышении чувствительности к патогенам, изменении состава экосистем и **снижении биоразнообразия**.

Основными симптомами стресса, наблюдаемыми у **растений**, являются **пожелтение** и **потеря листовой массы**, **потеря абсорбирующей корневой биомассы**, **сокращение годового прироста древесины**, **опадание листьев** и **зеленых побегов**, изменение характера ветвления, преждевременное старение более старой хвои у хвойных деревьев, изменение морфологии листьев, изменение распределения продуктов фотосинтеза, повышенная

чувствительность к патогенам листовой и корневой системы, **гибель больных деревьев, избыточное производство плодов и семян.** (22)

Ущерб **флоре**, особенно заметный на высоких **деревьях**, наблюдается в радиусе **4 км**, местами достигая города **Нишеми**, расположенного в **14 км** от **Нефтехимического Центра.** (4)

Фауна

Бенинг (Boening, 1999) в своей работе подчеркнул, что **токсичность ртути** для **птиц** различается в зависимости от их вида, но наиболее пораженным органом является **печень**. Согласно этому исследованию, **органическая ртуть** имеет тенденцию накапливаться в **яичном белке**, тогда как **неорганическая ртуть** имеет тенденцию концентрироваться в **желтке**. Подобно тому, как трофический уровень **рыбоядных птиц** характеризуется более высоким уровнем **ртути** в тканях **печени**, чем у **нерыбоядных птиц**, то же самое справедливо и для **хищных птиц** и **хищных млекопитающих.** (29)

3.15. ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Одной из основных причин воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду и возникновения патологий может быть **пищевая цепь г. Джела**, по которой загрязнение попадают к человеку.

Данные о **химическом загрязнении диеты** жителей города **Джела** (овощи, зелень, рыбные продукты, моллюски, продукты животноводства), являющейся ключевым элементом для оценки воздействия на население, крайне **немногочисленны.**

Равнина **Пьяна-ди-Джела** характеризуется процветающей сельскохозяйственной деятельностью, специализирующейся на выращивании **артишоков в открытом поле** (1'352,63 га) и **томатов в теплицах** вдоль побережья (1'108,33 га). (Рисунок 47)

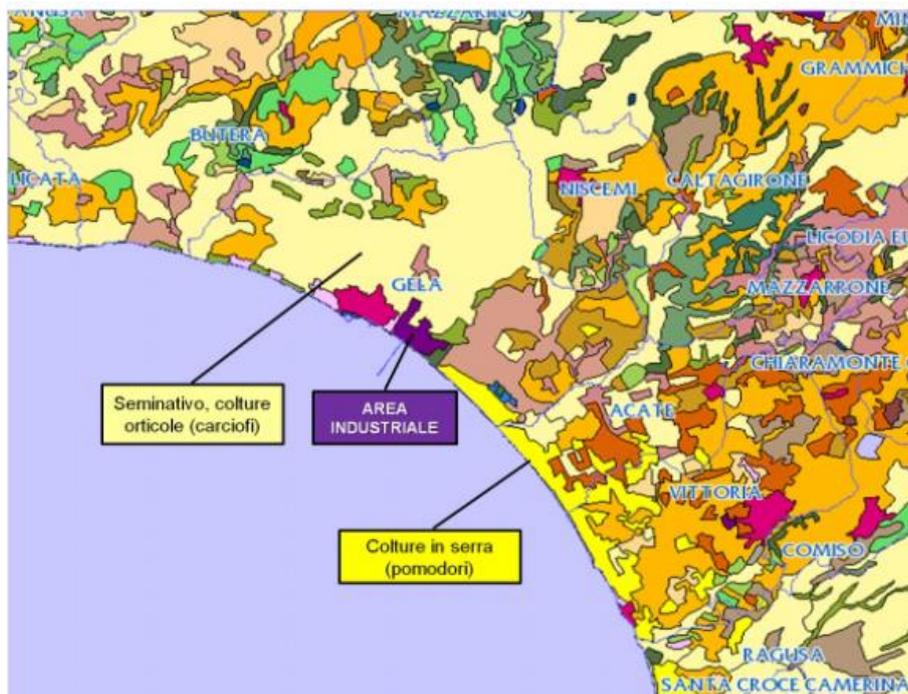


Рисунок 47. Расположение города Джела, Нефтехимического Центра и полей, на которых выращивают **артишоки**, а в теплицах - **помидоры.** (33 б)

Артишоки в открытом грунте часто выращиваются в нескольких метрах от **скважин по добыче нефти**, имеющих на Равнине **Пьяна-дель-Синьоре**. (Рисунок 48).

Загрязнение артишоков свинцом и кадмием в северной и восточной части Равнины **Пьяна-дель-Синьоре** сверх предельно допустимых концентраций может быть связано с **выпадением паров** с **Нефтехимического Центра** и из многочисленных **скважин по добыче нефти**. (37 а)



Рисунок 48. Вид на скважины по добыче нефти на равнине Пьяна-дель-Синьоре среди полей, где выращиваются **артишоки**. (33 б)

Артишоки, выращиваемые между муниципалитетами **Джеза** и **Нишеми**, составляют **45 %** всего итальянского и **48 %** сицилийского производства этого овоща.

Вода, используемая для **орошения**, поступает из поверхностного **подземного водоносного слоя**. Исследования **Gisotti** в соавт, **2006**; **Aquater**, **2003**; **Granada**, **2009** отмечали серьезное **загрязнение** водоносного слоя из-за широкого распространения **загрязняющих веществ антропогенного происхождения**. **Загрязненные грунтовые воды** могут составлять высокий риск для **безопасности** агропродовольственной продукции.

Исследования **Pereira** в соавт, **2002**; **Patrikova** в соавт., **1996**; **Rajesh Kumar** в соавт., **2007**; **Mohamed**, **2003** отметили тесную **взаимосвязь** между **загрязнением почвы, оросительной воды и загрязнением сельскохозяйственной продукции**, выращиваемой на той же территории.

Токсичные металлы имеют тенденцию мигрировать из окружающей среды к растениям, в которых **накапливаются** (Freedman в соавт., 1980; Alegria в соавт., 1991), а затем проникают в **пищевую цепь**, пока не достигнут человека (Frink, 1996; Abrahams, 2002). (33 а)

33 б. 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.

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

Граната в своей статье 2005 года подчеркнул, что **грунтовые воды** вблизи **Промышленного Центра** в г. **Джеда**, для которых характерно серьезное загрязнение из-за присутствия **углеводородов, хлорированных соединений** и **тяжелых металлов**, имели высокие концентрации **свинца** (30 мг/л), **мышьяка** (450 мг/л) и других тяжелых металлов, **бензола** (130 мг/л) и **толуола** (18,8 мг/л), превышая допустимые нормы для **питьевой воды** более чем **в 10 раз**.

Граната в своем исследовании продемонстрировал, что в образцах **томатов** и **артишоков**, выращиваемых на равнине **Пьяна-ди-Джеда**, концентрация **свинца** была **в 100 раз выше**, чем в контрольных образцах.

Концентрация **свинца**, обнаруженная в **артишоках**, выращиваемых на территории вблизи г. **Риези**, в **20 км** к западу от **Промышленного Центра** в г. **Джеда**, то есть из района, который считается не подверженным выпадению загрязняющих веществ, с учетом преобладающих в этой зоне **ветров**, составила в среднем **56,10 ppb** по сравнению с концентрацией **153,63 ppb**, обнаруженной в образцах, отобранных в зоне выпадения к **северу** на расстоянии **20 км**, то есть **в 2,7 раз больше**.

Образцы, отобранные на **северо-востоке** (территория, считающаяся **подверженной выпадению загрязняющих веществ** из **Промышленного Центра** с учетом **преобладающих ветров**) на расстоянии **20 км** от Комплекса, содержали **2'400 ppb свинца**, что превышало установленные для **артишоков** пределы в **100 ppb**. Этот результат в **24 раза** превышал норматив для **артишоков**, в **15,6 раза** превышал параметры, обнаруженные у **артишоков** на **севере**, и примерно в **43 раза** превышал параметры, обнаруженные для этого овоща с **западной** территории (не подверженной выпадению загрязняющих веществ).

Аналогичные результаты по **свинцу** и другим тяжелым металлам были получены при анализе **молочных продуктов**, таких как **творог** и **молоко**. (29)

Группа исследователей **Кафедры Пищевых Продуктов и Наук об Окружающей Среде Университета** в г. **Мессина** в составе **Тициано Граната**, **Мария Альфа**, **Даниэле Джуффрида**, **Росанна Рандо** и **Джакомо Дуго** в статье, опубликованной в 2011 году под названием "Загрязнение продуктов питания свинцом, кадмием и медью в зоне риска Джеда", цитировала несколько исследований, которые подтвердили серьезное загрязнение воды, используемой из поверхностного **водоносного горизонта** через **оросительные скважины**, из-за повсеместного присутствия загрязняющих веществ антропогенного происхождения. Концентрации некоторых загрязняющих веществ, обнаруженных в **грунтовых водах**, таких как **мышьяк, винилхлорид, 1,2-дихлорэтан, ртуть, бензол, никель, параксиллол** и **бенз(а)пирен**, указанные в Таблице 2, превышали предельно допустимые концентрации в **25'000, 400'000, 1'084'000, 2'300, 160'000, 7,5, 158** и **14 раз**, соответственно. (Таблица 2).

Уровень загрязнения классифицирует воду, используемую для орошения, как **непригодную для потребления человеком**.

Уровень загрязнения позволяет классифицировать **грунтовые воды**, используемые для орошения, как **непригодные как для потребления человеком**, так и для **использования в сельском хозяйстве**.

Превышение концентраций в **почвах** в некоторых случаях составило для **ртути, мышьяка, меди, винилхлорида, бензола, ксилола, 1,2-дихлорэтана**, соответственно, в **118, 1,7, 1,7, 3'500, 1'900, 1'542** и **5'000 раз больше** предельно допустимых значений. (Таблица 4).

На основании данных о **направлении ветров с 1971 по 2000** годы, дувших с **юго-запада на северо-восток** на равнине **Пьяна-ди-Джеда**, и выпадении загрязняющих веществ между муниципалитетами **Джеда** и **Нишеми**, где и расположена большая часть посевов **артишока**, было отобрано 8 проб. Каждый образец весом около 2 кг состоял из нескольких экземпляров **артишока** весом от 160 до 190 г. (Рисунок 17)

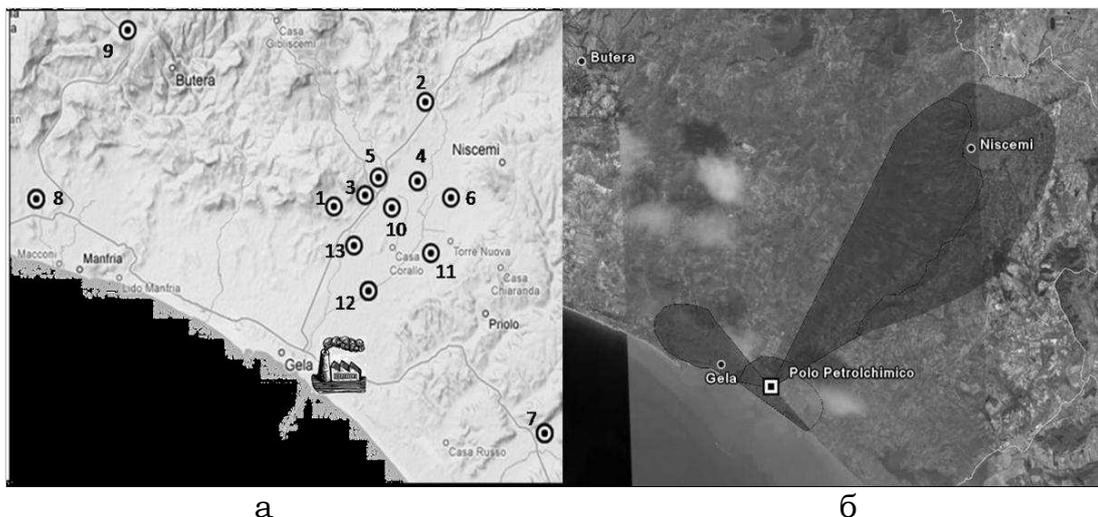


Рисунок 17. План отбора проб **артишока** на равнине **Пьяна-ди-Джеда** (а) и зона вероятного выпадения промышленных загрязняющих веществ (б). (35)

В вечерние и ночные часы, когда ветер дует с **юго-востока**, город **Джеда** и район к западу находились **по ветру** от **Нефтехимического Центра**, что и объясняло **неприятные запахи**, исходившие от завода. **Теплица** для выращивания **томатов** расположена примерно в **600 м** от **Нефтехимического Центра по ветру**. Было отобрано 13 образцов **томатов** черри весом около 1 кг каждый, выращенных в **теплицах** и орошаемых дождевой водой и **грунтовыми водами**, загрязненными органическими соединениями.

Между **Нефтехимическим Центром** и **теплицами** в нескольких сотнях метров расположен **крупнейший полигон промышленных отходов**, объемом около **6 млн тонн**, содержащий радиоактивные материалы и **фосфогипс**, минеральный остаток, получаемый при производстве удобрений.

Группа исследователей проанализировала концентрацию тяжелых металлов **Cd, Pb** и **Cu** в 8 образцах **артишоков** и 13 образцах **томатов**, выращенных в зоне высокого экологического риска на равнине Джеда, выявив загрязнение продовольственной продукции, связанное с использованием для орошения **загрязненных грунтовых вод** и с **загрязнением воздуха**.

Средние значения **Cd, Pb** и **Cu** в образцах **артишоков** составили, соответственно, 0,079, 0,113, 5,192 мг/кг по сравнению с показателями в **артишоках**, собранных на незагрязненной территории, которые содержали 0,02, 0,024 и 3,56 мг/кг проанализированных металлов. Таким образом,

концентрации металлов в загрязненных **артишоках** превышали контрольные в **3,95, 4,7 и 1,5 раза**.

Средние значения **Cd, Pb и Cu** в **томатах**, выращенных в **теплицах**, составили, соответственно, 0,03, 0,0187, 1,934 мг/кг, по сравнению с показателями в **томатах**, собранных в незагрязненной зоне, в которых было 0,02, 0,09, 0,404 мг/кг проанализированных металлов. Таким образом, концентрации металлов в загрязненных **томатах** превышали контрольные в **1,5, 0,2 и 4,8 раз**.

Норматив на концентрацию **Cu** не устанавливает каких-либо ограничений, однако его значения в проанализированных образцах были довольно высокими (в **артишоках Cu** от 1,454 до 2,428 и в **томатах Cu** от 1,1 до 7,6 мг/кг). (35)

Доктор Тициано Граната в своей **докторской диссертации** “Мониторинг и оценка рисков, возникающих в результате загрязнения токсичными металлами пищевой цепи в зоне экологического риска г. Джела” (2008-2010 гг.) провел мониторинг концентрации **тяжелых металлов** в **загрязненных водоносных горизонтах**, используемых для орошения **артишоков**, выращиваемых в поле на **равнине Джела**, и **томатов**, выращиваемых в **теплицах**, подтвердив загрязнение сельскохозяйственной продукции.

Артишоки, выращиваемые на открытых полях, подвергаются как орошению из загрязненных водоносных горизонтов (FALDA 6), так и выпадению **токсичных осадков** на **равнине Джела**, в то время как **томаты** выращиваются в **теплицах** к востоку примерно в 600 м от **Нефтехимического Центра** вдоль побережья и также **орошаются загрязненными водоносными горизонтами** (FALDA 5 и FALDA 7). Содержание As, Ni, V, Pb, Cd, Cu и Cr, химических элементов антропогенного происхождения, часто превышает предельно допустимые концентрации (**ПДК**), установленные законом для поверхностных вод, вплоть до **70 раз**. (Таблица 10, Рисунок 49) (33 а)

мг/л	FALDA 5+FALDA 7		FALDA 6		
	превышение ПДК, разы	превышение ПДК, разы	превышение ПДК, разы	превышение ПДК, разы	ПДК* мг/л
	среднее		орошение		
	орошение		артишоков		
	помидоров		поле		
	теплицах				
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

*закон 16.03.2009

Таблица 10. Концентрация тяжелых металлов в ГРУНТОВЫХ ВОДАХ (FALDE 5-6-7), используемых для орошения **томатов**, выращиваемых в теплицах, и **артишоков**, выращиваемых в поле, по сравнению с предельно допустимыми концентрациями (**ПДК**) для поверхностных вод. (33 а)

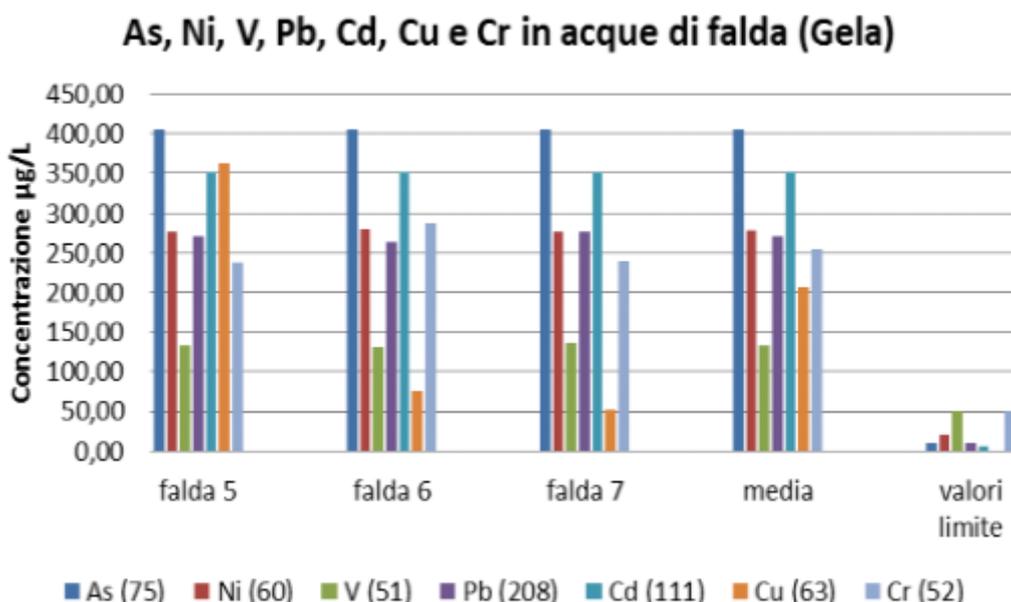


Рисунок 49. Концентрации тяжелых металлов в пробах 5-6-7 грунтовых вод, используемых для орошения **томатов в теплицах** (5 и 7) и **артишоков в поле** (6), по сравнению с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) для поверхностных вод (закон от 16.03.2009 г.). (33 а)

Как видно из Таблицы 11, **артишоки**, выращенные на полях равнины **Джеда**, недалеко от **Нефтехимического Центра**, имели концентрацию тяжелых металлов в среднем в **1,2 раза выше** по сравнению с таковыми с полей вблизи г. **Нишеми**, и в **1,8 раз выше**, по сравнению с выращенными в **15 км от Нефтехимического Центра** (14,7 мг/кг вблизи г.Нишеми, 17,6 мг/кг на полях г. Джеда е и 10 мг/кг в 15 км от **Нефтехимического Центра**, среднее значение для металлов). (Таблица 11, Рисунок 50)

	Нишеми		Джеда		Джеда		ПДК*	ПДК**
	артишоки	сверх ПДК, 9 образцов	артишоки	сверх ПДК, 6 образцов	артишоки в 15 км от Н-хЦ	сверх ПДК, 3 образца		
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	-

*закон 16.03.2009

**обл.закон (СЕ) 1881/2006

Таблица 11. Концентрация тяжелых металлов в **артишоках** (мг/кг), выращенных на полях Нишеми, Джеда и в 15 км от Нефтехимического

Центра, орошаемых водой из грунтовых вод FALDA 6, по сравнению с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) для поверхностных вод.
(33 а)

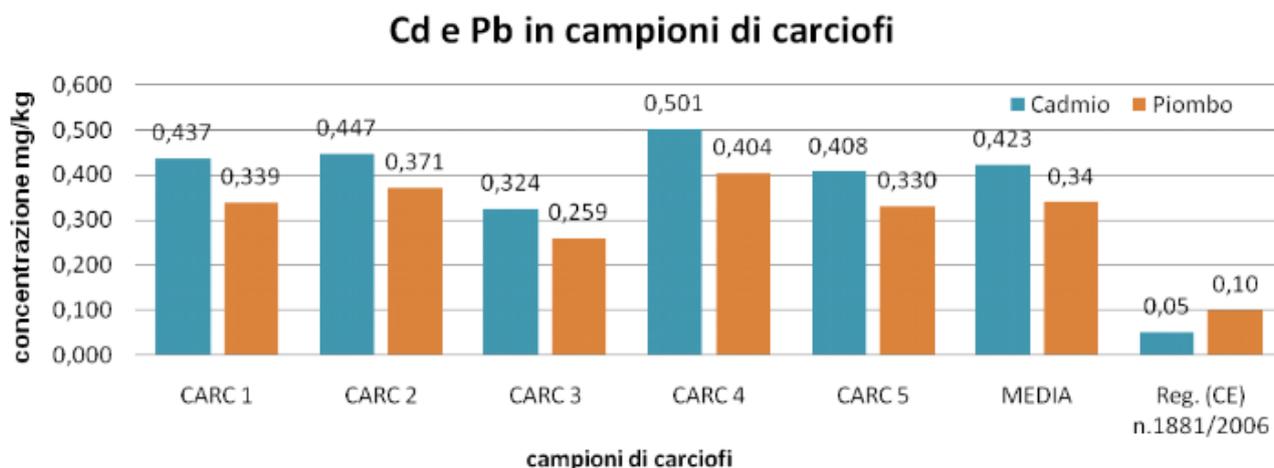


Рисунок 50. Концентрация Cd и Pb в образцах **артишоков**, выращенных в полевых условиях, по сравнению с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) (обл. закон (ЕС) 1881/2006). (33 а)

Помидоры, выращенные в теплицах вдоль побережья и орошаемые загрязненной водой (FALDA 5 и FALDA 7), показали более низкую концентрацию накопленных тяжелых металлов (в среднем **13 мг/кг**), в то время, как концентрация в **артишоках**, выращенных в поле вблизи г. Джела около **Нефтехимического Центра** была в **1,35 раз больше**. (Таблица 12, Рисунок 51)

мг/кг	Джела			
	помидоры	превышение	ПДК*	ПДК**
	среднее	ПДК,	ПДК*	ПДК**
	21 образец	разы	мг/кг	мг/кг
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	-

*закон 16.03.2009

**обл.закон (CE) 1881/2006

Таблица 12. Концентрация тяжелых металлов в образцах **тепличных томатов** (РОМ 1-2-3-4-5) по сравнению с ПДК (обл. закон (ЕС) 1881/2006).
(33 а)

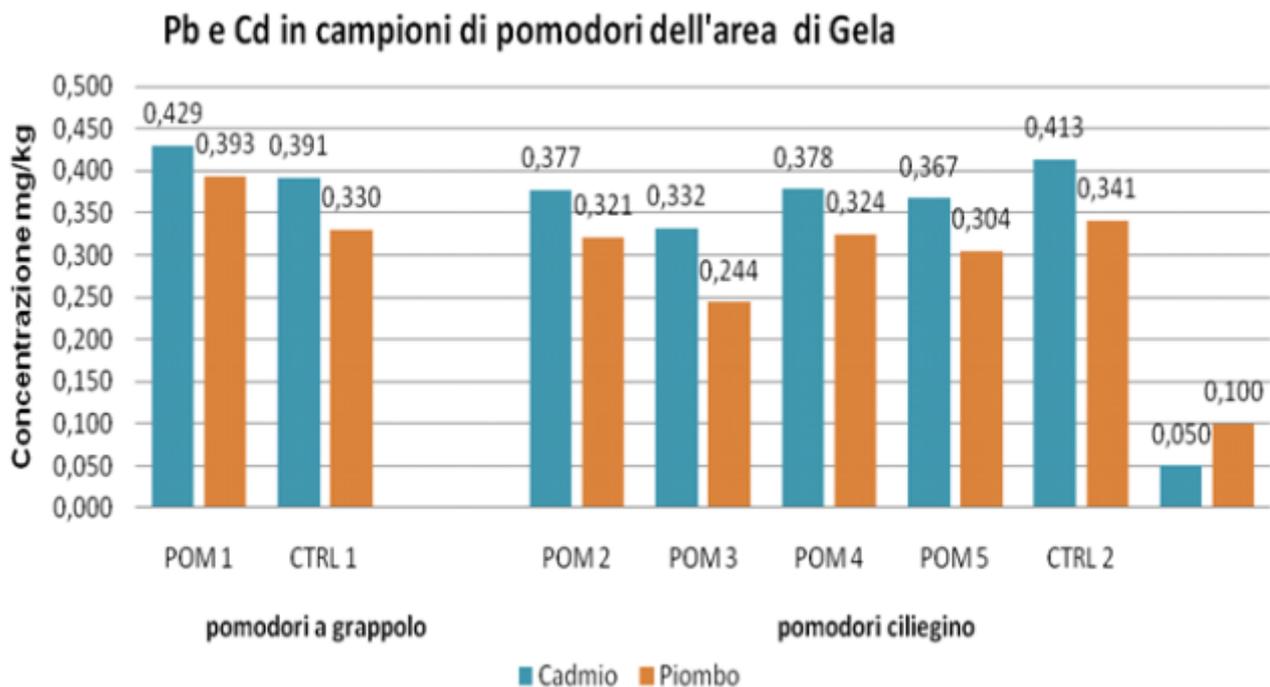


Рисунок 51. Концентрация Pb и Cd в образцах **тепличных томатов** (POM 1-2-3-4-5), по сравнению с контрольными образцами (CTRL1 и CTRL2) и с ПДК (обл. закон (ЕС) 1881/2006). (33 а)

Тяжелые металлы в морских ежах

Работы **Варнау** в соавт., **1995, 1996, 1998** показали, что **морской еж** *Paracentrotus lividus* является хорошим индикатором загрязнения морской среды тяжелыми металлами. **Доктор Граната** сравнил концентрации тяжелых металлов в **гонадах** *P. lividus*, собранных в море вблизи г. **Джеда**, с таковыми у морских ежей из зоны, не загрязненной промышленной деятельностью (Марина-ди-Рагуза) (Таблица 13).

мг/кг	As	Pb	Cu	Cr
Джеда	6,17	22,3	2,31	2,28
Рагуза	4,11	1,59	0,27	0,93
превышение	1,5	14	8,6	2,45
ПДК*	-	1,5	-	-

*обл.закон (СЕ) n 1881/2006,

мг/кг сырого веса у рыб, не у ежей

Таблица 13. Концентрация некоторых тяжелых металлов в **гонадах ежей** *P. lividus* из моря вблизи г.Джеда и г.Рагуза. (33 а)

Как видно из Таблицы 13, концентрация **As** в **гонадах морского ежа** *P. lividus* в море вблизи г. **Джеда** в районе **Нефтехимического Центра** превышает содержание в морских ежах из зоны, считающейся незагрязненной (Рагуза) в **1,5 раза**, **Pb** – в **14 раз**, **Cu** – в **8,5 раз** и **Cr** – в **2,45 раза**.

Тяжелые металлы в рыбе

Доктор Граната показал, что **филе** более крупной донной **барабульки** (*Mullus barbatus*) (90 г), выловленной в **Заливе Джеда**, накопило более высокую концентрацию металлов (**в 1,6 раз больше**), по сравнению с более

мелкой рыбой (60 г), в то время как **печень** накопила в среднем в **2,4 раза больше** металлов по сравнению с **филе** малой барабульки. (Таблица 14, Рисунок 52)

мг/кг		As	Ni	V	Pb	Cd	Cu	Cr
барабулька 60 г	филе	8,4	0,274	0,142	0,313	0,366	0,044	0,238
барабулька 90 г	филе	9,4	0,414	0,197	0,414	0,499	0,03	0,384
превышение, разы		1,12	1,5	1,4	1,3	2,7	-	1,6
барабулька	печень	11,1	0,699	0,438	0,852	0,808	5,5	0,593
превышение, разы, относительно мелкой рыбы		1,32	2,55	3	2,72	2,2	125	2,5

Таблица 14. Концентрация тяжелых металлов в **филе** и в **печени барабульки** (*Mullus barbatus*) 2-х размеров, выловленной в **Заливе Джела**, мг/кг сырой массы. (33 а)

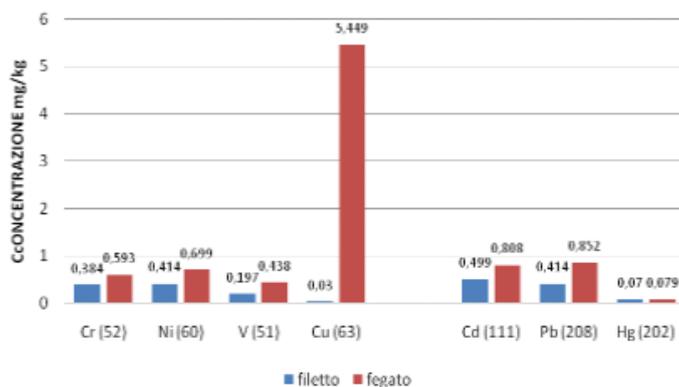


Рисунок 52. Концентрация тяжелых металлов в **филе** (синий цвет) и в **печени** (красный цвет) **барабульки** (*Mullus barbatus*) весом 90 г, Залив Джела. (33 а)

Печень барабульки накапливала более высокие концентрации металлов по сравнению с **мышцами**, как было отмечено в исследованиях **Romeo** в соавт., **1994** и **Odzak & Zvonarig, 1995**, из-за различных физиологических функций этих тканей (Phillips & Rainbow, 1992).

Сравнение концентраций тяжелых металлов в **барабульках**, выловленных в **Заливе Джела**, с тем же видом и схожими размерами в Рочелле, Катании, Капо Пассеро, Хорватии и в Средиземном Море, подчеркивает самые высокие параметры металлов в рыбе, выловленной в **Заливе Джела**. (Рисунок 53)

Confronto del contenuto di metalli in Mullus Barbatus

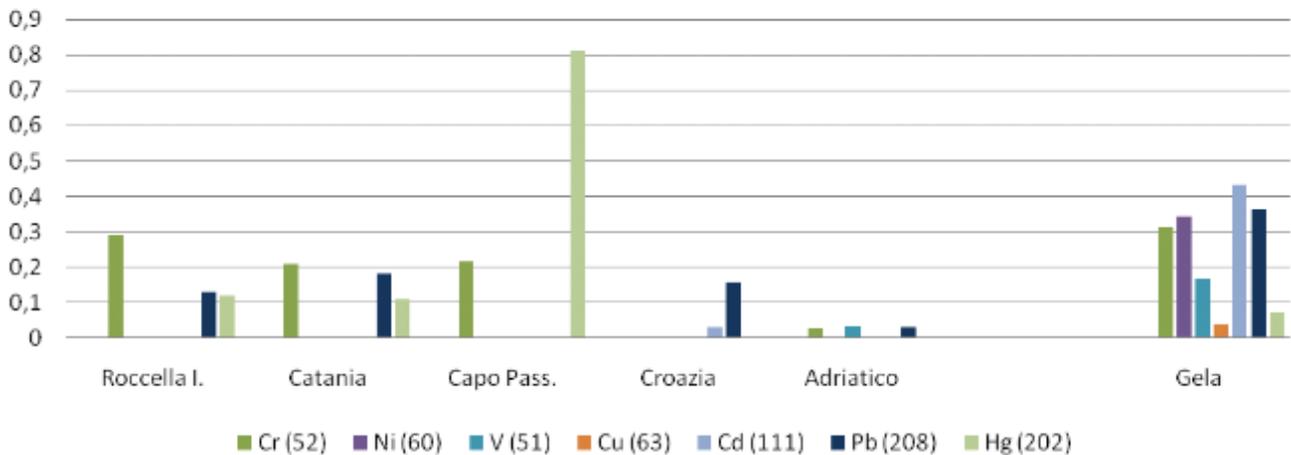


Рисунок 53. Содержание тяжелых металлов в рыбе **барбулька**, выловленной в Заливе Джела, Рочелла, Катании, Капо Пассеро, Хорватии и в Адриатическом Море. (Storelli & Marcotrigiano в соавт., 2005; Z.Kljakovic Gaspic в соавт., 2002; Ferrara & Funari, 2004) (33 а)

Сравнение накопления **мышьяка** в видах рыб, выловленных в разных местах, показывает более высокую концентрацию металла в рыбах **морской петух** и **скат**, выловленных в **Заливе Джела**, и в **морморе**, выловленной в Рагузе, кроме того, содержание металла было примерно **в 6 раз ниже** в морском **лавраке** и **дорадо**, выловленных в г.Патти (провинция Мессина). (Рисунок 54)

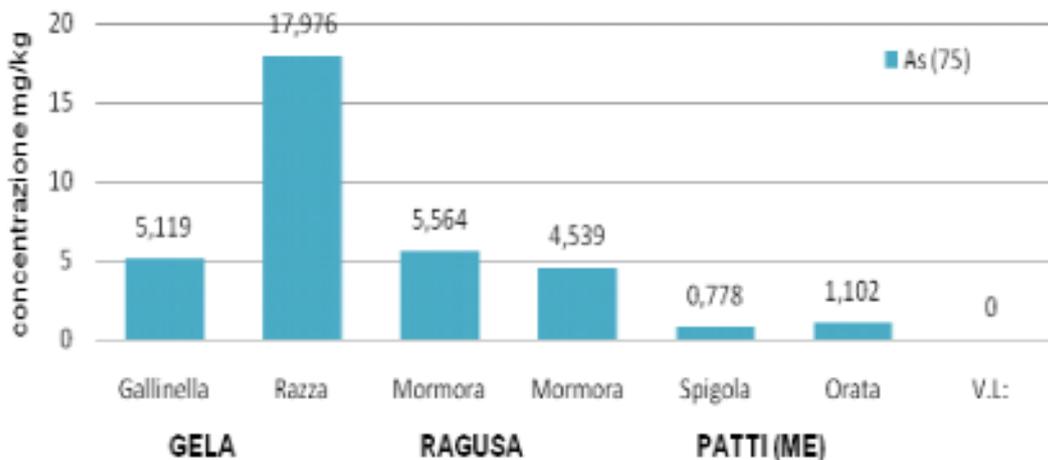


Рисунок 54. Концентрация **мышьяка** в различных видах рыб (Джела: морской петух и скат; Рагуза: мормора; Патти: лаврак и дорада), мг /кг сырого веса. (33 а)

В **биоте**, вылавливаемой в **прибрежно-морской зоне** напротив города **Джела**, присутствует **мышьяк**. Отчет **ISTISAN 2016** года показывает, что концентрация **As** в **мышцах рыбы** *Diplodus sargus* достигала 28,81 мг/кг (сухой вес), 21,35 мг/кг в рыбе **дорадо**, 20,90 мг/кг в **мидиях**, выращиваемых на промышленном пирсе в течение 2х месяцев. Собранные данные по **биоте** следует считать высокими по сравнению с таковыми, представленными в литературе.

Концентрация **мышьяка (As) 1'429,15 мг/кг** сухого веса была обнаружена в **печени лаврака (Dicentrarchus labrax)**, **1'254,49** в **печени рыбы сарпа (Sarpa salpa)** и **183,27 мг/кг** в **мидиях**, выращиваемых на промышленном пирсе в течение 2х месяцев. (26)

Оценка риска, связанного с потреблением артишоков, томатов и морепродуктов

Оценка, связанная с еженедельным потреблением **артишоков**, содержащих тяжелые металлы, вызывает тревогу в связи с риском того, что **ребенок** весом **20 кг** потребил бы дозу, равную недельной ПДК в случае **Cd в 3,6 раз больше (54 % против 15 %)**, по сравнению со взрослым человеком весом **70 кг**.

Оценка, связанная с еженедельным потреблением **томатов**, содержащих тяжелые металлы, вызывает тревогу в связи с риском того, что **ребенок** весом **20 кг** потребил бы дозу, равную недельной ПДК в случае **Cd в 1,9 раз больше (121 % против 63 %)**, в случае **As в 2,7 раз больше (76 % против 28 %)**, в случае **Ni в 3,6 раз больше (25 % против 7 %)**, в случае **Pb в 1,9 раз больше (34 % против 18 %)**, по сравнению со взрослым человеком весом **70 кг**. (Таблица 15)

	As	Ni	Pb	Cd	Cu	Hg
µг/л (FAO/WHO)	15	35	25	7	3'500	
ПДК/неделя взрослый 70 кг, мг/неделя	1,05	2,45	1,75	0,5	245	
ПДК/неделя ребенок 20 кг, мг/неделя	0,3	0,7	0,5	0,14	70	
АРТИШОКИ						
содержание в 1 артишоке (0,180 кг), мг/шт	0,084	0,098	0,061	0,076	0,0443	
взрослый, %	8	4	3,5	15	0,18	
ребенок, %	28	14	12	54	0,63	
ТОМАТЫ						
среднее накопление металлов/неделя (0,532 кг/неделя)	0,229	0,177	0,169	0,169	0,25	
взрослый, %	28	7	18	63	0,19	
ребенок, %	76	25	34	121	0,36	
МОРЕПРОДУКТЫ						
среднее накопление металлов/неделя (0,224 кг/неделя)	2,39	0,07	0,07	0,09	0,01	0,02
взрослый, %	228	3	4	18	0,004	6
ребенок, %	798	10	14	64	0,01	20

Таблица 15. Оценка риска потребления недельной ПДК **артишоков, томатов и морепродуктов**, содержащих тяжелые металлы, у взрослых и детей, %. (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1984). (33 а)

Как видно из Таблицы 15, при употреблении **томатов** доля еженедельно потребляемого взрослым **мышьяка (As)** составила бы **28 %** от максимально допустимой недельной дозы, а для детей доля увеличилась бы до **76 %**. В ходе одного эксперимента было показано, что **85 % мышьяка** накапливается в **корневой системе**, тогда как в гроздьях **томатов** — только **1 %**. В случае **кадмия (Cd)** взрослый человек может потребить **63 %** от допустимой недельной дозы, в то время как ребенок превысит дозу на **121 %**.

Учитывая среднее потребление **морских продуктов** в **Италии** в размере 0,224 кг/неделю (Turrini в соавт., 2004), взрослый человек весом **70 кг** потребит **228 % As** от максимально допустимой недельной дозы данного металла, в то время как ребенок весом **20 кг** - **в 3,5 раза больше (798 %)**. В случае с **никелем (Ni)** - **в 3,33 раза больше (10 % против 3 %)**, в случае со **свинцом (Pb)** - **в 3,5 раза больше (14 % против 4 %)**, в случае с **кадмием (Cd)** - **в 3,6 раз больше (64 % против 18 %)**, в случае со **ртутью (Hg)** (неорганической) - **в 3,33 раза больше (20 % против 6 %)**. (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1984).

Результаты оценки безопасности потребления **рыбной продукции**, выловленной в **Заливе Джела**, показывают очень высокий риск для **мышьяка, кадмия и ртути**. Поскольку токсикологические риски относятся к **неорганическому мышьяку**, содержание которого в рыбе составляет около **1 %**, в то время как преобладающей формой в рыбе **является органический мышьяк** (арсенобетанин и арсенохолин), вклад в рацион взрослого человека составит около **2,28 %**, а для ребенка около **7,98 %**. Но если предположить наличие **неорганического мышьяка** в размере **10 %**, вклад становится **23 %** и **80 %**, соответственно, для взрослого и ребенка.

Некоторые категории людей, такие как крупные потребители **рыбы, ракообразных** или **моллюсков**, при потреблении больших количеств морепродуктов могут достичь максимально допустимого уровня, указанного FAO/OMS.

В случае **ртути (Hg)** наиболее тревожной формой с токсикологической точки зрения является **метилртуть**, накопление которой за неделю может достичь **6 %** у взрослого человека, в то время как у ребенка – **20 %**. (33 а)

Для снижения **санитарного риска** для здоровья **населения г. Джела** авторы статей рекомендовали **ускорить бонификацию водоносного горизонта и всей территории, ограничить использование местных грунтовых вод для орошения сельскохозяйственных культур и избегать их выращивания в подветренных районах и вблизи свалок и Нефтехимического Центра, а также сократить выбросы загрязняющих веществ за счет использования новых технологий и периодического обслуживания промышленных предприятий**. (19, 33 а, 33 б, 35)

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

Библиография

Часть 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.cacciatoredilibri.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.**

Часть 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, 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

Часть 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://lavocedineyork.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 Petrochemical 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, 6.12.2006, **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.