



**Stato della vegetazione
all'interno dello
stabilimento IGCC e
nell'area prossima
alle torri di
raffreddamento della
Raffineria ISAB**

*Prof. Dott. Agr. Antonino Catara
Dott. Agr. Andrea Bertuccio*

Dicembre 2014

AB Ad

INDICE

Premessa	3
<i>Valori soglia e reazioni delle piante agli inquinanti</i>	4
<i>Parametri ambientali</i>	5
<i>Indicatori biologici vegetali dell'inquinamento atmosferico</i>	5
<i>Bioindicazione e bioaccumulo nei vegetali</i>	6
Attività svolta	7
Analisi climatica	7
Analisi chimiche	10
Rilievi da terra	12
Conclusioni	13



PREMESSA

Le risposte delle piante ai diversi inquinanti sono molto complesse, e spesso di non facile interpretazione, anche per la co-presenza di uno o più inquinanti atmosferici.

Tipo e concentrazione dell'agente tossico, parametri ambientali e caratteristiche genetiche della pianta, condizionano la manifestazione fenotipica. La risposta più frequente è una diminuzione o soppressione dello sviluppo, che può riguardare solo una parte della pianta. Il processo base interessato è la fotosintesi che opera la conversione dell'energia radiante in chimica, necessaria alla pianta per sviluppare i processi respiratori. Poiché queste reazioni si svolgono nelle cellule del mesofillo, maggiormente esposte all'azione degli inquinanti aerodispersi, si comprenderà perché le piante siano in molti casi lo strumento più sensibile per il rilevamento di modificazioni ambientali che agiscono sulla fotosintesi, riducendo la superficie fogliare o intercettando la radiazione solare.

Ricorrente è lo squilibrio di sviluppo tra porzioni epigee ed ipogee, con alterazione del bilancio idrico complessivo e, nelle specie arboree, dell'ancoraggio al suolo. In altri casi, caratterizzati dalla modificazione del bilancio ormonico, si hanno fenomeni di epinastia, modificazione della geometria della lamina fogliare e defogliazione anticipata (filloptosi). Quest'ultima, dovuta alla formazione di etilene da stress all'interno degli organi colpiti, è associata, in generale, all'esposizione ad alte dosi di diversi inquinanti.

I principali sintomi riscontrabili sono:

- Clorosi, legata a disturbi a carico della clorofilla, che, a differenza di quanto avviene in condizioni normali, si decompone con velocità superiore a quella di sintesi causando una riduzione dell'attività fotosintetica e, quindi, una minore energia disponibile per la pianta.
- Necrosi, conseguente alla plasmolisi e al successivo collasso delle cellule del mesofillo, accompagnata a viraggio di colore dal bianco-avorio al bruno-nerastro, per effetto dei fenomeni di degenerazione del citoplasma. La dimensione e la distribuzione dipendono dalle singole combinazioni pianta/inquinante.

Nel complesso l'effetto nocivo è il risultato di una successione di eventi che possono essere distinti in tre fasi: esposizione all'inquinante, assorbimento e metabolizzazione nella pianta bersaglio, interazione dell'inquinante con il recettore.

- Esposizione. Generalmente, gli inquinanti aerodispersi agiscono all'interno delle foglie. La deposizione in fase secca inizia con il trasporto turbolento e/o la sedimentazione sino al bersaglio. La penetrazione avviene per convezione, diffusione o processi inerti sino alla cattura chimica o fisica della sostanza. La presenza di eventuali soluzioni di continuità facilita la penetrazione.

- Assorbimento e metabolismo. Gli effetti dannosi si possono realizzare attraverso meccanismi di acidificazione o alcalinizzazione del mezzo, azione riducente o ossidante, sintesi di

composti letali, attività ormonica, tossicità nei confronti di enzimi o di strutture molecolari essenziali, induzione di stress osmotici, aggressione alle membrane. Le modificazioni metaboliche conseguenti possono avvenire attraverso tre possibili modalità: attacco diretto, induzione di sistemi enzimatici degradativi, rallentamento dei processi di sintesi.

- Interazione con il recettore. Processi di omeostasi e di riparazione si possono contrapporre all'azione tossica, secondo equilibri variabili, in funzione di numerosi parametri. Il tipo di meccanismo che si esplica caso per caso dipende innanzitutto dalle caratteristiche del contaminante nonché dal tipo di pianta esaminata.

Gli effetti subiti dalle piante ad opera di inquinanti atmosferici possono distinguersi in diretti, se derivano dall'azione delle sostanze estranee sul recettore, ed indiretti. A loro volta essi possono essere distinti in primari e secondari, a seconda che siano associati o meno ad un'azione diretta sulla pianta. I danni diretti primari possono essere distinti in acuti, cronici ed effetti invisibili. I danni diretti secondari sono conseguenza di una modificazione metabolica in qualche modo connessa all'azione di inquinanti, che a sua volta modifica uno o più caratteri fenotipici della pianta considerata. Classico esempio di effetto secondario è la diminuzione della resistenza a fattori avversi, biotici o abiotici. Di più difficile valutazione sono le conseguenze indirette, anche perché spesso si realizzano a distanza dalla pianta e comunque non la coinvolgono.

Valori soglia e reazioni delle piante agli inquinanti

Così come si verifica per le malattie parassitarie, il manifestarsi dell'azione fitotossica di un agente chimico è condizionato dalla contemporanea presenza di tre fattori tra loro interdipendenti: la pianta, l'agente causale (in questo caso l'inquinante) e l'ambiente. In realtà ciascuno di questi fattori interviene con numerosi elementi il cui ruolo non sempre è adeguatamente compreso.

La prima constatazione che deriva dall'esposizione di una popolazione eterogenea di piante ad un inquinante è che non tutti gli individui rispondono allo stesso modo. Pertanto, si definisce sensibilità l'attitudine congenita di un individuo a subire gli effetti nocivi di uno stress; la suscettibilità invece è la condizione fisiologica temporanea per cui la pianta sensibile viene effettivamente danneggiata. Con resistenza si indica la capacità di prevenire o minimizzare l'azione tossica. Un soggetto sensibile può infatti non essere suscettibile in un determinato momento in quanto altri fattori, quali l'età e le condizioni metaboliche, non sono favorevoli alla manifestazione del danno. La resistenza ad un inquinante non implica la mancata sensibilità ad un altro, se dotato di un diverso meccanismo fitotossico.

Gli organi delle piante manifestano vari livelli di suscettibilità ai singoli inquinanti nel corso dello sviluppo, ogni sostanza possiede inoltre proprie caratteristiche di selettività. Altro

fattore importante è l'età della pianta, che può condizionare l'esito della risposta ad una sostanza tossica. Numerose sono poi le dimostrazioni che piante infette da funghi, batteri o virus presentano una risposta ad alcuni inquinanti diversa da quella di soggetti sani; la maggior parte dei casi studiati fa rilevare una apprezzabile riduzione di suscettibilità.

Infine, è da ricordare che ciascun inquinante presenta caratteristiche tossiche differenti in relazione allo stato fisico ed alla solubilità in acqua. Poiché spesso le sorgenti emettono una gamma di sostanze potenzialmente fitotossiche, e frequentemente le piante sono raggiunte da emissioni di fonti differenti, nella maggior parte dei casi un recettore è sottoposto all'azione di più agenti diversamente fitotossici.

Parametri ambientali

Le condizioni ambientali presenti prima, durante e dopo l'esposizione ai contaminanti possono influenzare in maniera anche determinante la risposta della vegetazione. Data la complessità di queste interazioni la bibliografia relativa ad esperienze di campo risulta molto limitata e quella di prove in ambiente controllato piuttosto modesta. La loro conoscenza costituisce un fattore importante nella valutazione della risposta delle piante dal momento che essa può esplicarsi a livello di assorbimento dell'agente tossico o sui processi biochimici che seguono la penetrazione dell'inquinante nel mesofillo.

In estrema sintesi si ricorda che la temperatura modula l'attività metabolica e accelera gli scambi gassosi, l'umidità relativa e l'illuminazione regolano l'apertura degli stomi, i movimenti dell'aria influiscono sui processi di penetrazione dei gas nella lamina fogliare, l'anidride carbonica agisce sull'attività fotosintetica.

Indicatori biologici vegetali dell'inquinamento atmosferico

La normativa comunitaria in materia di monitoraggio ambientale prevede l'utilizzo di bioindicatori per la valutazione dell'inquinamento. L'Italia ha recepito tale normativa con azioni mirate alla tutela della qualità ambientale tramite l'utilizzo di indicatori biologici (D.lgs.152/2006 e D.lgs.152/2007).

Il monitoraggio della qualità ambientale mediante l'uso di organismi viventi prende il nome di biomonitoraggio. Esso è basato sulla valutazione degli effetti biologici dell'inquinamento attraverso la misura delle deviazioni da condizioni *normali* di componenti degli ecosistemi reattivi all'inquinamento, utili per stimare gli effetti combinati di più inquinanti sulla componente biotica. Le tecniche di biomonitoraggio producono dati biologici: misure di biodiversità (variazioni nell'assetto morfologico, fisiologico o genetico) e/o delle concentrazioni di sostanze accumulate negli organismi esaminati.



Le variazioni indotte dall'inquinamento sull'ambiente possono dar luogo ad accumulo delle sostanze inquinanti negli organismi recettori, modificazioni morfologiche o strutturali degli organismi, modificazioni nella composizione delle comunità animali e vegetali.

Bioindicazione e bioaccumulo nei vegetali

L'interazione che avviene tra inquinanti e specie vegetali consente di programmare il monitoraggio biologico con diversi approcci metodologici. Questi sono riconducibili più genericamente a tecniche di bioindicazione e tecniche di bioaccumulo. Entrambe sono comprese nella definizione del termine "*biomonitoraggio*", inteso come "*analisi di componenti degli ecosistemi reattivi all'inquinamento, per la stima di deviazioni da situazioni normali*".

Le tecniche di bioindicazione, basate sulla stima gli effetti di variazioni ambientali su componenti sensibili degli ecosistemi, chiamati bioindicatori, consentono di valutare modificazioni morfologiche, fisiologiche e genetiche a livello di organismo, di popolazione o di comunità. Le tecniche di bioaccumulo, basate sulla misura delle concentrazioni di sostanze in organismi vegetali in grado di assorbirle e accumularle, questi organismi sono chiamati bioaccumulatori.

Un bioindicatore è un organismo che presenta variazioni dei parametri morfofisiologici o della presenza e frequenza (biodiversità delle comunità) correlabili all'intensità del disturbo ambientale. Deve quindi possedere una accertata sensibilità agli agenti inquinanti considerati. Un bioaccumulatore è un organismo che presenta la capacità di accumulare sostanze in maniera correlata alla loro presenza nell'ambiente, così che la misura delle concentrazioni di sostanze inquinanti all'interno dell'organismo viene utilizzata per ricostruire i patterns di deposizione nell'ambiente in cui il suddetto organismo vive. Un valido bioaccumulatore deve perciò presentare una elevata tolleranza ed una notevole capacità di accumulo degli agenti inquinanti considerati.

Pertanto i rilievi biologici, specie se prolungati negli anni, consentono di rilevare tanto gli effetti diretti, provocati da esposizione ad elevate concentrazioni di inquinante per periodi molto brevi, quanto gli effetti provocati da esposizioni a concentrazioni molto basse prolungate nel tempo. In questo secondo caso i danni sono di tipo cronico, con effetti visibili solo nel lungo periodo, quali sviluppo ridotto e alterazioni nella funzione riproduttiva.

A parità di concentrazione di inquinante un ruolo importante sull'esito dell'interazione con la pianta bersaglio considerata giocano diversi fattori ambientali (temperatura, luce, umidità, nutrizione ecc.) e biologici (età della pianta, stadio di sviluppo, specie e varietà). Condizioni ottimali di luce, temperatura e umidità del terreno, che favoriscono l'apertura stomatica, causano un maggiore assorbimento di quegli inquinanti che, come l' SO_2 , penetrano attraverso gli stomi.

ATTIVITÀ SVOLTA

Il contesto di specie vegetali presenti all'interno dello stabilimento IGCC e nell'area prossima alle torri di raffreddamento della Raffineria ISAB rappresenta condizioni favorevoli per sviluppare un piano di biomonitoraggio basato sul rilevamento di eventuali modificazioni fenotipiche a carico di foglie e frutti, o dell'intera pianta, nonché rilievi di accumulo di eventuali contaminanti. Pertanto, nell'anno 2014 sono proseguite le indagini di campo e di laboratorio, i cui risultati sono stati confrontati con i dati storici per gli stessi siti/specie vegetali e con i dati bibliografici, tenendo conto dei dati climatici della zona.

L'indagine ha riguardato le piante circostanti i manufatti industriali e quelle messe a dimora in ottemperanza al piano di interventi di mitigazione e di compensazione attuato dall'azienda a seguito della costruzione dell'impianto di gassificazione e di cogenerazione.

Sono stati acquisiti i dati pluviometrici rilevati dal SIAS in Provincia di Siracusa ed elaborati i dati relativi alle precipitazioni mensili e alle temperature registrate ad Augusta Lentini, Francofonte, Noto, Pachino, Palazzolo Acreide, Siracusa.

I rilievi biometrici e morfologici, concentrati particolarmente su alcuni punti significativi e su piante test già individuate negli anni precedenti all'interno dell'area interessata, sono stati completati da analisi chimiche su campioni di foglie prelevati in prossimità delle torri di raffreddamento.

Le determinazioni hanno riguardato i contenuti di sodio, cloruri e zolfo nelle foglie e di metalli pesanti (Cd, Cr, Ni, Pb, V) nelle polveri depositate sulle foglie di tre specie rappresentative per il contesto (acacia, carrubo, olivastro).

I rilievi al suolo sono stati supportati dal confronto con la situazione documentata negli anni precedenti e con lo stato dei luoghi prima dell'impianto, per valutare eventuali modificazioni del profilo fenotipico delle specie arboree ed erbacee presenti imputabili ad impatti fitotossici o comunque tracce di stress per le piante, riferibili ad immissioni di inquinanti atmosferici.

Sulla base degli elementi acquisiti gli scriventi hanno redatto la presente relazione che continua a registrare positivamente l'assenza di impatti negativi sulle piante esistenti prima dell'impianto di gassificazione/cogenerazione, e il regolare sviluppo di quelle messe a dimora dopo.

ANALISI CLIMATICA

Il climogramma relativo alla stazione di Siracusa (23 m s.l.m.) predisposto dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) esprime compiutamente i caratteri climatici

del territorio. Prevalentemente temperato per buona parte dell'anno (oltre sei mesi), assume caratteristiche tipiche delle aree caldo aride nel restante periodo (figura 1). E' noto, peraltro, che la siccità estiva costituisce una caratteristica fondamentale del clima siciliano, e che nel periodo luglio-agosto l'assenza di pioggia è la norma.

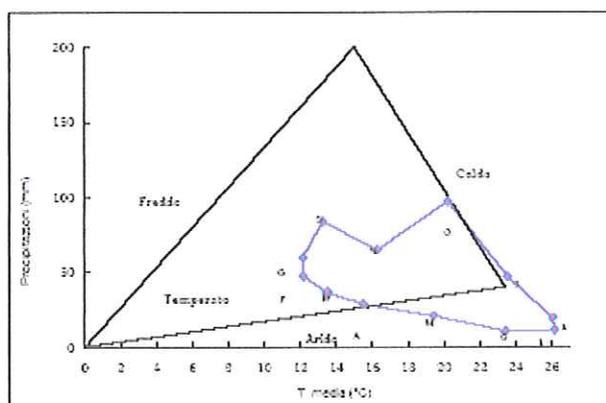
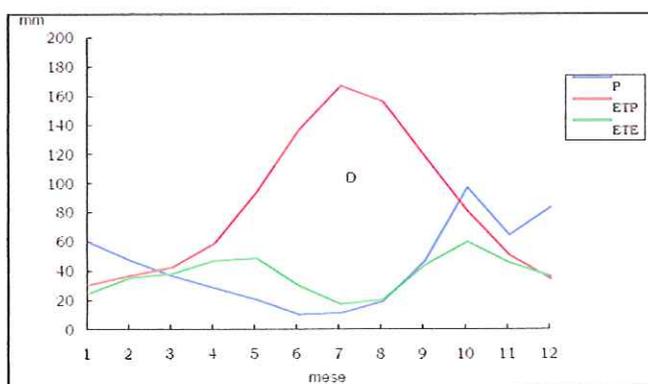


Figura 1 - Climogramma di Siracusa (da elaborazione SIAS)

Per quanto sopra, nel complesso il bilancio idrico del suolo presenta un lungo periodo di deficit, che ha inizio nel mese di marzo e si prolunga fino a settembre, mettendo a dura prova la resistenza della vegetazione.



P precipitazioni; ETP evapotraspirazione potenziale; ETE evapotraspirazione effettiva

Figura 2 – Andamento mensile dei principali parametri del bilancio idrico del suolo (da SIAS)

In particolare, per quanto attiene le precipitazioni, che rivestono un ruolo importante sulla fisiologia delle piante e sulla qualità dell'aria, va rilevato che nella Provincia di Siracusa i dati registrati nelle stazioni di Augusta, Lentini, Francofonte, Noto, Pachino, Palazzolo Acreide, Siracusa, nel periodo 1 settembre 2013- 31 agosto 2014 si sono mantenute a valori inferiori a quelle normalmente registrate nel territorio.

[Handwritten signatures]

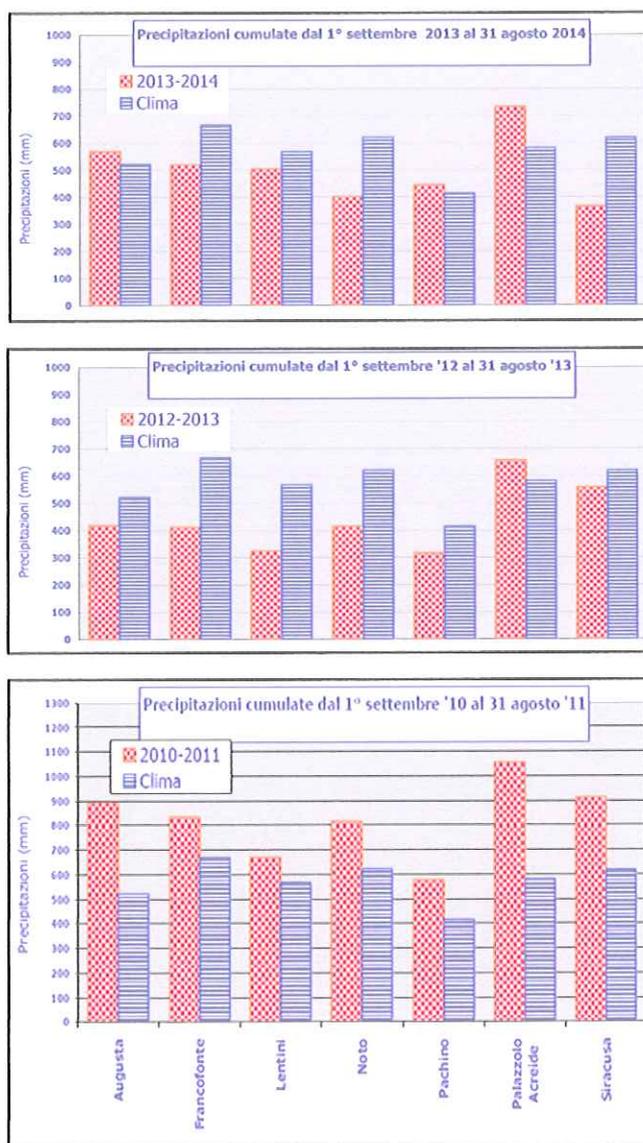


Figura 3 - Valore cumulato delle precipitazioni registrate nel territorio della Provincia di Siracusa nel periodo 1 settembre -31 agosto degli anni 2010-2011, 2012-2013 e 2013-2014, a confronto con le medie climatiche

Come si può vedere dalla figura 3, che riporta i valori meteo rilevati dal SIAS nel periodo 1 settembre 2013 al 31 agosto 2014 nelle sette stazioni di rilevamento ubicate nel territorio della provincia di Siracusa, i valori rilevati sono complessivamente inferiori a quelli climatici della stessa area (media trentennale).

Con riferimento all'area più prossima allo stabilimento IGCC si può osservare che nella stazione di Augusta i valori non hanno raggiunto i 600 mm (contro i 400 del 2012-13 e 900

mm del 2010-11), mentre a Siracusa i valori sono risultati inferiori ai 400 mm (contro i quasi 600 del 2012-13 e i 900 mm del 2010-11).

E' peraltro noto che nell'anno di riferimento si sono verificate condizioni meteo anomale, con valori termici elevati e scarsità di precipitazioni anche nei mesi autunnali. Pertanto, in senso lato, si può affermare che nell'anno 2014 le condizioni climatiche non sono state favorevoli all'attività vegetativa delle piante, sottoposte a stress da temperature elevate e da un prolungato periodo di siccità.

ANALISI CHIMICHE

Al termine di un'attenta ricognizione dei luoghi, non avendo rilevato alcuna modificazione significativa a carico della vegetazione, come negli anni precedenti, sono stati prelevati campioni di foglie da piante di acacia, carrubo e olivastro ubicate in prossimità delle torri di raffreddamento per il rilevamento di elementi impattanti presenti nei tessuti e nelle polveri depositate. Il sito di prelievo è indicato nella figura 4.



Figura 4 - Ubicazione delle piante di acacia, olivastro e carrubo, da cui sono stati prelevati i campioni di foglie per la ricerca dei metalli pesanti, cloruri, sodio e zolfo.

Per la determinazione dei cloruri si è seguito il metodo proposto da Chapman e Pratt, (1982), mentre zolfo e sodio sono stati determinati secondo il protocollo ICP-OES.

I risultati, riportati nella tabella 1, a confronto con quelli rilevati negli anni 2012 e 2013, rientrano nell'ambito dei valori accettabili e non presentano differenze che lascino pensare ad esiti di bioaccumulo. Va inoltre rilevato che le piante oggetto di rilevamento analitico non presentano segni di sofferenza, come si può osservare anche dalla figura 10. Giova ricordare che Giorgelli et al. (1994) hanno osservato che l'esposizione di piante di olivo a differenti concentrazioni di SO₂ (35,70,100 ppbv) non causa alcun sintomo sulle foglie ma significative modificazioni fisiologiche. Lorenzini et al.(1995) hanno osservato che in seguito al trattamento cronico con SO₂, già ad una concentrazione di 35ppb per cinque mesi, le foglie di olivo presentano una riduzione statisticamente significativa della dimensione degli stomi e dell'apertura stomatica. Qualora tali condizioni si verificassero nell'area oggetto di analisi in tempi brevi si osserverebbe una progressiva riduzione di sviluppo e conseguente deperimento.

Tabella 1 - Valori di cloruri, zolfo e sodio in foglie prelevate da varie specie arboree localizzate in prossimità delle torri di raffreddamento all'interno dello stabilimento IGCC

	Carrubo			Olivastro			Acacia		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Cloruri (Cl %)	0,51	0,26	0,34	0,78	0,56	0,37	0,41	0,25	4,74
Zolfo (S %)	0,07	0,13	0,04	0,08	0,21	0,13	0,46	0,04	0,34
Sodio (Na %)	0,34	0,7	0,17	0,51	0,53	0,21	0,27	0,12	0,99

Al fine di avere indicazioni di eventuali contaminanti di origine industriale sono state inoltre analizzate le deposizioni di metalli pesanti presenti sulle stesse foglie, lasciando le foglie in acqua e analizzando l'eluato secondo il protocollo EPA 200.7 rev.4.4.1994.

Tabella 2 - Metalli presenti nell'eluato di foglie prelevate da specie arboree diverse nelle vicinanze delle torri di raffreddamento all'interno dello stabilimento IGCC

Metalli pesanti	Carrubo			Olivastro			Acacia		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Cadmio (Cd ppm)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cromo (Cr ppm)	0,007	0,002	<0,005	0,008	0,013	<0,005	0,005	<0,005	<0,005
Nichel (Ni ppm)	0,025	0,024	<0,009	0,062	0,367	<0,011	0,006	0,160	<0,010
Piombo (Pb ppm)	0,004	<0,001	<0,001	0,012	0,002	<0,004	0,003	<0,002	<0,006
Vanadio (V ppm)	0,007	0,003	<0,005	0,031	0,437	<0,005	<0,005	0,007	<0,005

I risultati, riportati nella tabella 2, dimostrano che, pur nelle diversità dei valori numerici, legati alla morfologia delle foglie e alla biologia delle diverse specie, si tratta di concentrazioni dell'ordine di μg per Kg di foglie, inferiori a quelli rilevabili in molte strade urbane. Le differenze fra le varie specie sono da correlare alla morfologia delle foglie, alla densità e alla conformazione della chioma, e alla fase fenologica della pianta.

RILIEVI DA TERRA

Il confronto con lo studio di previsione e con i risultati del monitoraggio effettuato negli anni precedenti, i rilievi biometrici e morfologici, nonché le analisi chimiche, confermano che all'interno dello stabilimento ISAB - Impianto IGCC la vegetazione non presenta segni di regressione vegetativa o di effetti fitotossici.

Tanto le piante già esistenti (olivi, carrubi, cipressi), tanto quelle di nuovo impianto, si sviluppano regolarmente. Analogamente, nell'area esterna alle torri di raffreddamento della ISAB - Impianti Sud le condizioni delle piante non evidenziano impatti ambientali comunque attribuibili all'attività industriale.

Testimonianza di tale condizione sono i particolari fotografici della vegetazione nell'area prossima agli uffici che, come già negli anni precedenti, dimostrano l'ottimo risultato raggiunto nell'area dove più intensa e prolungata è l'attività del personale tecnico ed amministrativo, grazie all'opera di figure specializzate e ai mezzi impegnati.

Le figure 7 - 8 - 9 documentano la lussureggiante vegetazione attorno alle vasche anti-stanti l'ingresso, dove sono a dimora piante di papiro, ninfee, palme, pittospori e altre piante ornamentali, e in tutta l'area di pertinenza degli uffici.

Le opere di biomitigazione e di compensazione con tamerici presentano uno sviluppo complessivamente soddisfacente, dimostrano di aver superato le difficili condizioni pedologiche e meteorologiche degli anni precedenti e cominciano a svolgere il loro ruolo. Significativa è la presenza indisturbata di vecchi olivastri in prossimità del caseggiato rurale diroccato (Figura 11) e lo sviluppo della barriera di piante di tamerice, mioporo e acacie che contribuiscono a mitigare l'impatto delle torri di raffreddamento.

Nella zona ad ovest delle torri di raffreddamento, i cespugli di carrubo messi a dimora e i cipressi preesistenti all'impianto di cogenerazione e, poco distante, un filare di cipressi messi a dimora in occasione delle opere di mitigazione si sono accresciuti regolarmente (Figure 12 - 13).

Al confine sud dello stabilimento ISAB impianti Sud la vegetazione spontanea, le alberature delle piante preesistenti e i filari impiantati successivamente, non presentano sintomi di compromissione (figure 14 - 15).

CONCLUSIONI

Il monitoraggio avviato ormai dall'anno 2001, sulle piante che circondano lo stabilimento Isab di Priolo consente di rilevare tanto eventuali fenomeni acuti di inquinamento, tanto effetti cumulati di esposizione a basse concentrazioni, dovuti ad esposizioni inferiori al limite fissato dal DLgs 155/2010, per la tutela dell'ecosistema. Come descritto in premessa, mentre i primi provocherebbero fenomeni di clorosi e/o necrosi di varia dimensione, a carico di foglie e frutti, a volte anche rametti, i secondi sarebbero rilevabili nel tempo.

I rilievi biometrici e morfologici effettuati nel 2014, hanno messo in evidenza che le piante preesistenti e quelle di nuovo impianto all'interno dell'impianto IGCC, sia la vegetazione erbacea ed arborea dell'area di confine delle torri di raffreddamento della ISAB Impianti Sud nel suo complesso, non mostrano segni di sofferenza o tracce di modificazioni fitotossiche.

Si registra inoltre favorevolmente che anche le piante messe a dimora resistono agli stress da deficit idrico del periodo primaverile estivo, che caratterizza il clima del territorio, particolarmente accentuati nell'anno considerato.

Le alberature di olivo, carrubo, cipressi, eucalipto, mandorlo, ecc. preesistenti alla realizzazione dell'impianto di gassificazione mostrano una condizione vegetativa soddisfacente. Lo stesso dicasi per le piante arboree ed arbustive messe a dimora successivamente (oleandro, acacia, tamerice, ecc) e per le piante tappezzanti.

Nell'area esterna prossima alle torri di raffreddamento della Raffineria le condizioni vegetative delle piante si confermano positive e non manifestano esiti di impatti attribuibili agli aerosol provenienti dalle torri o ad altri contaminanti ambientali.

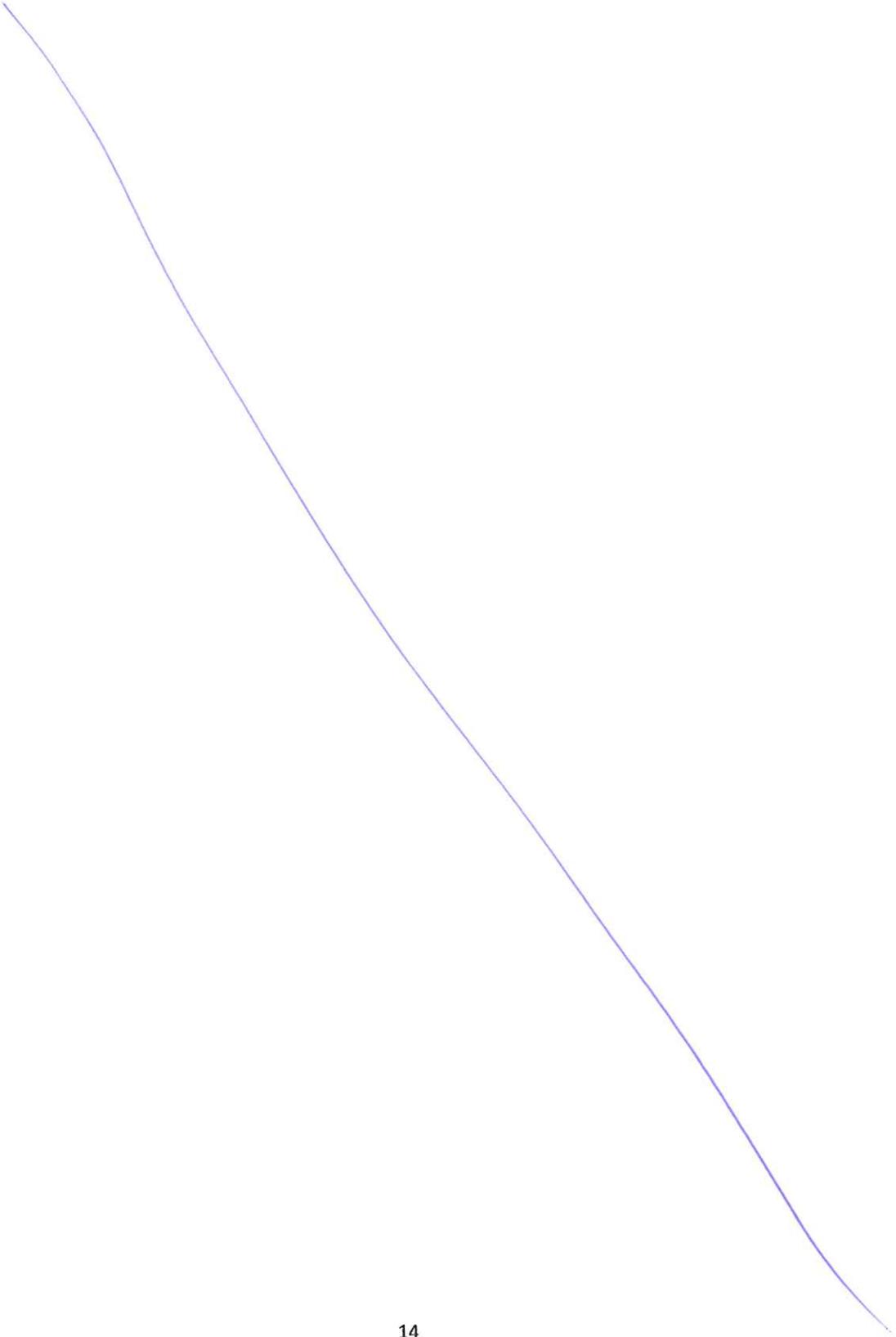
Anche i valori delle analisi chimiche eseguite su foglie di acacia, carrubo e olivastro, ubicate in prossimità delle torri di raffreddamento, rientrano nell'intervallo di ordinarietà.

La vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea, e in particolare le piante di carrubo e olivastro (oggetto di specifico monitoraggio biologico e chimico), presenti nell'area esterna alla Raffineria ISAB impianti Sud non mostra retrogradazioni rispetto ai rilievi effettuati negli anni precedenti. Le condizioni vegetative e la densità della chioma appaiono buone. Non si osservano fenomeni regressivi e/o fitotossici.

In conclusione, il monitoraggio sistematico dello stato della vegetazione, condotto regolarmente dall'anno 2001, utilizzando tecniche di bioindicazione e biomonitoraggio che permettono di rilevare anche lievi differenze fenotipiche e/o chimiche, conferma che l'attività dello stabilimento non impatta negativamente sulla variegata vegetazione erbacea e arborea del sito e dell'area limitrofa.

Dott. Agr. Andrea Bertuccio

Prof. Dott. Agr. Antonino F. Catara



SP ed



Figura 5 – Alberi e cespugli antistanti l'ingresso degli uffici



Figura 6 - Filari di acacie e carrubi dietro uffici

AB ed

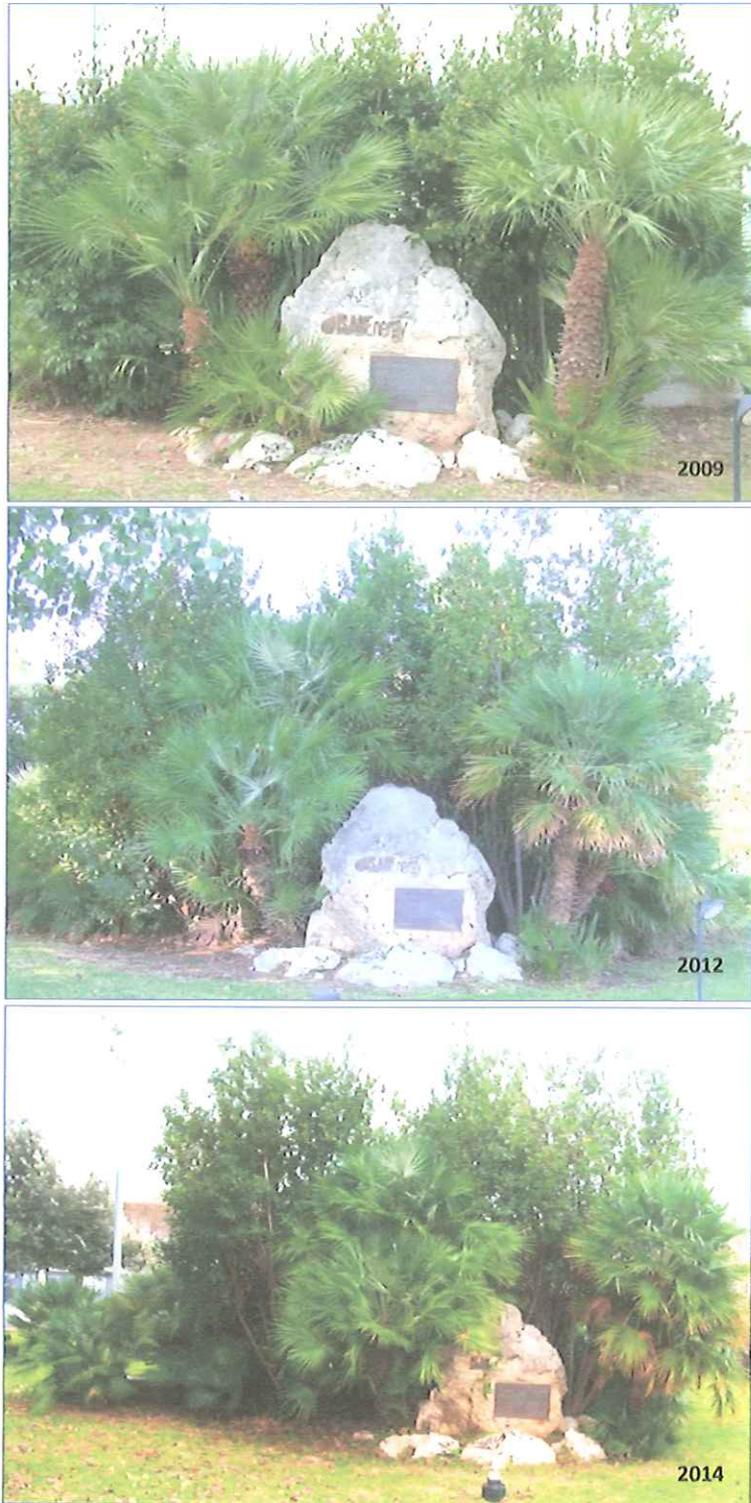


Figura 7 – Piante di Chamaerops e cespugli antistanti l'ingresso degli uffici

EB ed



Figura 8 – Piante ornamentali antistanti l'ingresso degli uffici

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters, located in the bottom right corner of the page.



Figura 9 – Zona uffici: piante di Erba delle pampas, prato nella zona relax e piante di Agave



Figura 10 – Carrubo in prossimità delle torri di raffreddamento

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname.



Figura 11 – Vecchio Olivastro preesistente, in prossimità del caseggiato diroccato

ES *ed*



Figura 12 – Strada perimetrale al confine ovest dello stabilimento ISAB impianto IGCC con filare di cipressi preesistenti

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters, possibly 'B' and 'ed'.



Figura 13 – Filare di cipressi preesistenti e carrubi messi a dimora sul confine ovest dello stabilimento ISAB impianto IGCC



Figura 14 – Regolare sviluppo della vegetazione erbacea e arborea al confine sud dello stabilimento ISAB impianti Sud

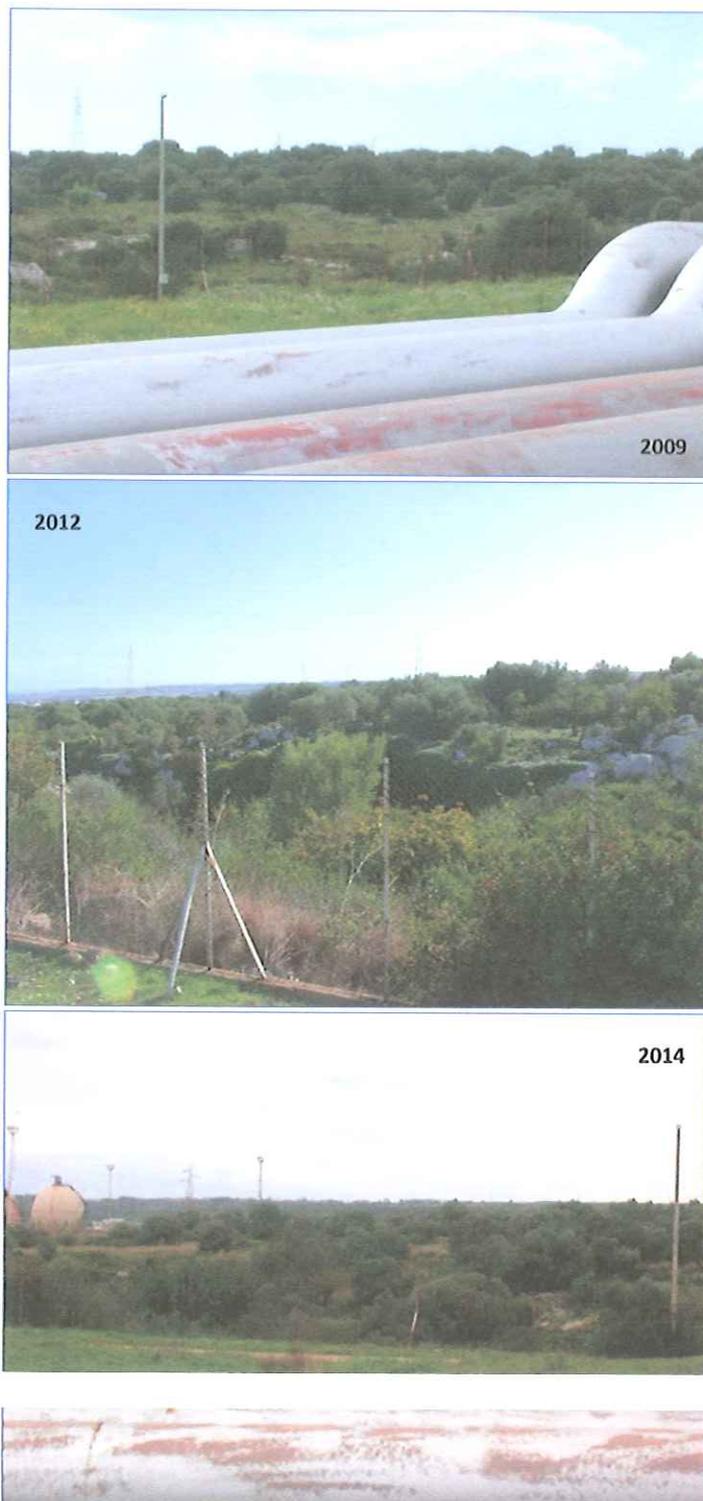


Figura 15 – Regolare sviluppo della vegetazione erbacea e arborea presente nell'area esterna alla Raffineria ISAB impianti Sud