

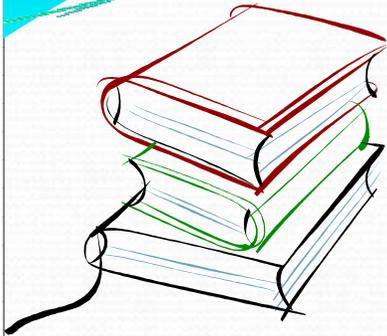
**PORTE APERTE**  
**Giornata d'informazione ed Educazione**  
**Ambientale**

**I controlli delle emissioni e della  
qualità dell'aria con particolare  
riferimento agli impianti di  
incenerimento**

**10 giugno 2010**

**Dott. Mario Piccirilli**

# Indice



- ⇒ Composizione dell'atmosfera terrestre
- ⇒ Cos'è l'inquinamento atmosferico e quali sono i principali inquinanti
- ⇒ Mezzi per il controllo dell'inquinamento
- ⇒ Il ruolo di ARPA Molise
- ⇒ Gli impianti di incenerimento e coincenerimento – com'è fatto

# Com'è composta dell'atmosfera terrestre

## Componenti principali:

Azoto ( $N_2$ , per il 78%);

Ossigeno ( $O_2$ , 21%);

Argon (Ar, 1%);

Anidride carbonica ( $CO_2$ , 0.035%).

## Componenti in tracce:

Neon (Ne,  $1.8 \times 10^{-3}\%$ );

Elio (He,  $5.2 \times 10^{-4}\%$ );

Kripton (Kr,  $1.1 \times 10^{-4}\%$ );

Xeno (Xe,  $8.7 \times 10^{-6}\%$ ).

Acqua ( $H_2O$ , 0,1 - 5%).

# Definizioni - 1

*inquinamento atmosferico*: ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali  
o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente;

## Tipologia di Sostanze inquinanti

La possibilità che gli inquinanti reagiscano porta a distinguere tra:

*inquinante primario*: la sua immissione nell'ambiente deriva direttamente dalla fonte emissiva; il monossido di carbonio è un esempio di inquinante primario, perché è un sottoprodotto della combustione

*inquinante secondario*: la produzione avviene successivamente all'immissione nell'ambiente ricevente, in seguito a trasformazioni; la formazione di ozono nello smog è un esempio di inquinante secondario.

# Definizioni - 1

## Composti dello zolfo (S):

i principali composti che contengono zolfo in atmosfera sono: il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), il solfuro di carbonile (COS), il solfuro di carbonio ( $\text{CS}_2$ ), il solfuro di idrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), il dimetil solfato  $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$ .

Le sorgenti principali sono: la decomposizione biologica, la combustione dei combustibili fossili e di materia organica, lo spray marino e le eruzioni vulcaniche. Il biossido di zolfo, che costituisce il 95% del totale delle emissioni antropiche di zolfo, deriva da processi di combustione, in dipendenza dal contenuto di zolfo del combustibile usato.

Esso è altamente solubile in acqua ed ha quindi un tempo di residenza in atmosfera relativamente breve (da 12 ore a 7 giorni) in quanto viene rimosso dalle precipitazioni.

# Definizioni - 1

## Composti dell'azoto (N):

i principali composti che contengono azoto sono: protossido di azoto ( $N_2O$ ), monossido di azoto ( $NO$ ), biossido di azoto ( $NO_2$ ), ammoniaca ( $NH_3$ ), acido nitrico ( $HNO_3$ ), nitrosammine ( $HONO$ ), pentossido di diazoto ( $N_2O_5$ ) ed i sali di  $NO_3$ ,  $NO_2$ ,  $NH_4$ .

Il più abbondante di questi in atmosfera è  $N_2O$  che viene emesso principalmente per azione dei batteri nel suolo e secondariamente attraverso reazioni chimiche nella parte più alta dell'atmosfera. Non viene considerato inquinante in quanto chimicamente inerte alle temperature ordinarie.

Sono invece considerati inquinanti il monossido e il biossido di azoto ( $NO$  e  $NO_2$ ) Il primo viene prodotto da sorgenti sia naturali che antropiche, ed in particolare in tutti i processi di combustione.

Gli  $NO_x$  ( $NO + NO_2$ ) infatti si formano per gran parte attraverso la fusione delle molecole di ossigeno e di azoto, costituenti l'atmosfera, fusione favorita dalle elevate temperature di combustione. La miscela di  $NO_x$  emessa è costituita per lo più da  $NO$ , mentre buona parte dell' $NO_2$  ha origine secondaria e si forma in atmosfera per ossidazione del monossido.

# Definizioni - 1

## Composti del carbonio (C):

i principali composti inorganici sono il monossido di carbonio (CO) e il biossido o anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). L'anidride carbonica prodotta dalle attività umane deriva dai processi di combustione. Il brusco aumento delle emissioni (causato dall'ampio uso di combustibili fossili) ha portato all'aumento delle concentrazioni di fondo.

L'interesse che si è sviluppato attorno a questo composto è dovuto alle modificazioni climatiche su scala planetaria di cui è responsabile.

Il monossido di carbonio invece è considerato altamente tossico in quanto avendo affinità con l'emoglobina impedisce l'ossigenazione dei tessuti. La sua sorgente primaria sono i fumi di scarico delle auto e in parte minore le centrali termoelettriche e gli impianti di riscaldamento; ha un tempo di residenza in atmosfera di circa un mese e viene rimosso mediante reazioni fotochimiche in troposfera.

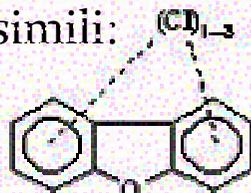
Hanno un ruolo fondamentale nella chimica dell'atmosfera ed in particolare nella regolazione delle capacità ossidative dell'atmosfera stessa i composti organici e cioè i composti costituiti da carbonio, idrogeno e ossigeno. Fanno parte di questa categoria numerosissimi composti catalogati in grosse classi di cui le principali sono: gli idrocarburi (suddivisi a loro volta in alcani come il metano, alcheni come l'etene, gli alchini come l'acetilene), gli aromatici come il benzene, le aldeidi come la formaldeide, i chetoni come gli acetoni;

# Definizioni - 1

## Composti del carbonio (C):

Con il termine «diossine e furani» si fa riferimento a sostanze diverse con caratteristiche chimiche e proprietà simili:

le policlorodibenzodiossine - PCDD  
e i policlorodibenzofurani - PCDF



PCDF



PCDD



TCDD, una PCDD

Le diossine sono formate da due anelli aromatici uniti tra loro da ponti ossigeno (due per le PCDD, uno solo per i PCDF), e caratterizzati dalla sostituzione di uno o più atomi di idrogeno con atomi di cloro.

Il più noto e il più tossico è rappresentato dalla 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina (o 2,3,7,8-TCDD).

È dimostrato che i composti della famiglia delle diossine si formano durante la fase iniziale della combustione dei rifiuti, quando la combustione genera HCl gassoso, in presenza di catalizzatori, quali il rame e il ferro. Purtroppo le molecole di questi composti sono estremamente resistenti (vengono distrutte solo per combustione a oltre 800 °C.).

Vengono classificate come sicuramente cancerogene.

Nell'uomo l'esposizione non avviene direttamente per via aerea ma mediante gli alimenti, attraverso il fenomeno del bioaccumulo.

# Definizioni - 1

## Particolato atmosferico:

Si distingue in:

*Particolato grossolano* – particolato sedimentabile di dimensioni superiori ai 10  $\mu\text{m}$ , non in grado di penetrare nel tratto respiratorio superando la laringe, se non in piccola parte.

$\text{PM}_{10}$  – particolato formato da particelle inferiori a 10 micron ( $\mu\text{m}$ ) è una *polvere inalabile*, ovvero in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso e laringe).

$\text{PM}_{2,5}$  – *particolato fine* con diametro inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$ , è una *polvere toracica*, cioè in grado di penetrare profondamente nei polmoni, specie durante la respirazione dalla bocca.

Per dimensioni ancora inferiori  $\text{PM}_1$  o inferiore (*particolato ultrafine*, UFP o UP) si parla di *polvere respirabile*, cioè in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli;

Gli elementi che concorrono alla formazione di questi aggregati sospesi nell'aria sono numerosi e comprendono fattori sia naturali che antropici, con diversa pericolosità e seconda dei casi.

# Definizioni - 1

## Ozono (O<sub>3</sub>):

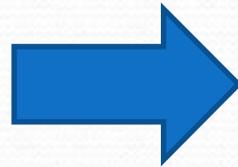
Nel dibattito ecologico contemporaneo, l'ozono compare in un duplice ruolo: come ozono "buono", presente naturalmente negli strati superiori della troposfera (10-15 km di quota), con funzione di filtro per la componente ultravioletta B e C della radiazione solare, altamente nociva per le cellule viventi.

L'ozono "cattivo" è generato a partire dall'azione della radiazione solare sulle molecole di biossido di azoto presenti in atmosfera.

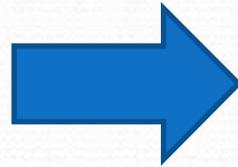
L'ozono è quindi un tipico inquinante secondario, caratteristico dei mesi primaverili ed estivi a più alta insolazione. Esso raggiunge le maggiori concentrazioni alla periferia delle aree inquinate urbane: qui infatti le molecole di O<sub>3</sub>, prodotte durante le ore di sole in ambienti urbani inquinati e trasportate dalle brezze locali, incontrano aria più pura e possono accumularsi, in quanto nessun agente inquinante reagisce con esse distruggendole. In ambiente urbano inquinato invece nelle ore serali e notturne prosegue l'emissione di agenti inquinanti che reagiscono con l'ozono accumulato nelle ore di sole.

# Come si controlla l'inquinamento atmosferico

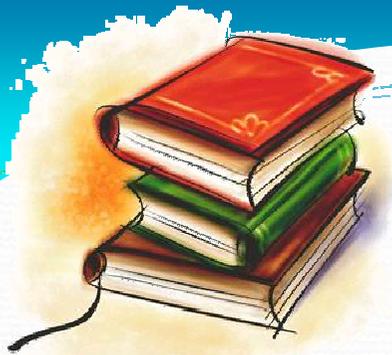
Controllo sulle emissioni  
in atmosfera delle attività  
industriali



Controllo sulla qualità  
dell'aria mediante  
realizzazione di reti di  
monitoraggio con  
centraline fisse.



# Cenni di Normativa



Emissioni in Atmosfera



**DECRETO LEGISLATIVO 3 APRILE 2006, N. 152**

**NORME IN MATERIA AMBIENTALE  
*PARTE QUINTA***

**NORME IN MATERIA DI TUTELA DELL'ARIA E DI RIDUZIONE DELLE  
EMISSIONI IN ATMOSFERA**

**DECRETO LEGISLATIVO 11 MAGGIO 2005, N. 133**

**INCENERIMENTO DEI RIFIUTI - ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2000/76/CE**

## Definizioni - 2

**Il D. Lgs n. 152/06 definisce:**

**emissione:** qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera che possa causare inquinamento atmosferico;

**emissione convogliata:** emissione di un effluente gassoso effettuata attraverso uno o più appositi punti di emissione (Camini)

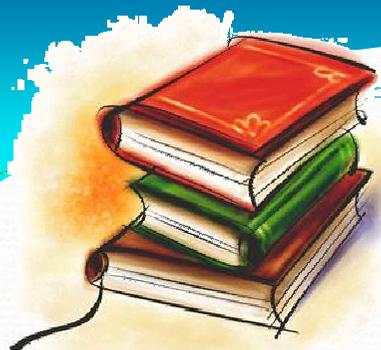


**emissione diffusa:** qualsiasi emissione che non sia convogliata (cumuli di rocce, nastri trasportatori);



**emissione tecnicamente convogliabile:** emissione diffusa che deve essere convogliata sulla base delle migliori tecniche disponibili o in presenza di situazioni o di zone che richiedono una particolare tutela;

# Cenni di Normativa



Qualità dell'aria



**DECRETO MINISTERO DELL'AMBIENTE 2 APRILE 2002, N. 60**

SOSTANZE INQUINANTI DELL'ARIA - VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA  
AMBIENTE

**DECRETO LEGISLATIVO 3 AGOSTO 2007, N. 152**

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2004/107/CE CONCERNENTE L'ARSENICO, IL  
CADMIO, IL MERCURIO, IL NICHEL E GLI IDROCARBURI POLICICLICI  
AROMATICI NELL'ARIA AMBIENTE

**DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2008/50/CE**

QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE E PER UN ARIA PIÙ PULITA IN EUROPA

# Il ruolo di ARPA Molise

## EMISSIONI IN ATMOSFERA

**CONTROLLI IN DISCONTINUO SULLE EMISSIONI IN ATMOSFERA**

**REALIZZAZIONE ED AGGIORNAMENTO DEL CENSIMENTO DI TUTTI I PUNTI DI EMISSIONE IN ATMOSFERA**

**VERIFICA DELLE PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO DURANTE GLI AUTOCONTROLLI EFFETUATI DALLE AZIENDE**

**VERIFICA DELLE FASI DI MANUTENZIONE E TARATURA DEI SISTEMI DI MONITORAGGIO IN CONTINUO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA (SME)**

**VALUTAZIONE DEI REPORT SETTIMANALI DEI VALORI DI EMISSIONI DEI SISTEMI DI MONITORAGGIO IN CONTINUO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA**

# Il ruolo di ARPA Molise

## QUALITÀ DELL'ARIA

**REALIZZAZIONE DI UNA RETE DI MONITORAGGIO SULLA QUALITÀ  
DELL'ARIA A SCALA REGIONALE COSTITUITA DA 14 CENTRALINE FISSE**

Cartografia

**VERIFICA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PUNTUALE MEDIANTE L'UTILIZZO  
DI UN CENTRO MOBILE**

## Definizioni - 3

Il D. Lgs. 133/05 definisce:

**impianto di incenerimento:**

qualsiasi unità e attrezzatura tecnica, fissa o mobile, destinata al trattamento termico di rifiuti ai fini dello smaltimento, con o senza recupero del calore prodotto dalla combustione. Sono compresi in questa definizione l'incenerimento mediante ossidazione dei rifiuti, nonché altri processi di trattamento termico, quali ad esempio la pirolisi, la gassificazione ed il processo al plasma, a condizione che le sostanze risultanti dal trattamento siano successivamente incenerite. La definizione include il sito e l'intero impianto di incenerimento, compresi le linee di incenerimento, la ricezione dei rifiuti in ingresso allo stabilimento e lo stoccaggio, le installazioni di pretrattamento in loco, i sistemi di alimentazione dei rifiuti, del combustibile ausiliario e dell'aria di combustione, i generatori di calore, le apparecchiature di trattamento, movimentazione e stoccaggio in loco delle acque reflue e dei rifiuti risultanti dal processo di incenerimento, le apparecchiature di trattamento degli effluenti gassosi, i camini, i dispositivi ed i sistemi di controllo delle varie operazioni e di registrazione e monitoraggio delle condizioni di incenerimento.

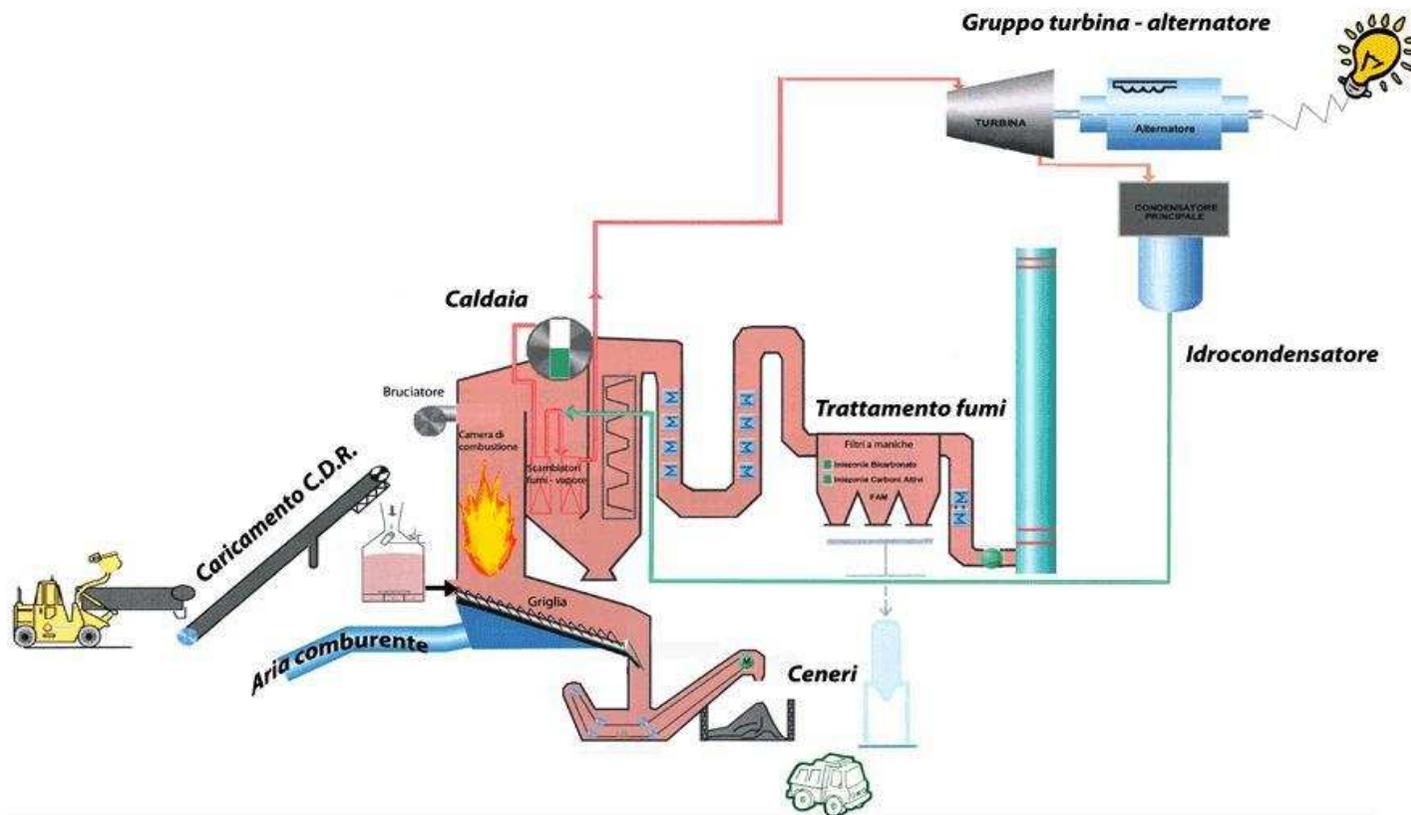
# Definizioni - 3

Definisce inoltre:

**impianto di coincenerimento:**

qualsiasi impianto, fisso o mobile, la cui funzione principale consiste nella produzione di energia o di materiali e che utilizza rifiuti come combustibile normale o accessorio o in cui i rifiuti sono sottoposti a trattamento termico ai fini dello smaltimento. La definizione include il sito e l'intero impianto, compresi le linee di coincenerimento, la ricezione dei rifiuti in ingresso allo stabilimento e lo stoccaggio, le installazioni di pretrattamento in loco, i sistemi di alimentazione dei rifiuti, del combustibile ausiliario e dell'aria di combustione, i generatori di calore, le apparecchiature di trattamento, movimentazione e stoccaggio in loco delle acque reflue e dei rifiuti risultanti dal processo di coincenerimento, le apparecchiature di trattamento degli effluenti gassosi, i camini, i dispositivi ed i sistemi di controllo delle varie operazioni e di registrazione e monitoraggio delle condizioni di coincenerimento.

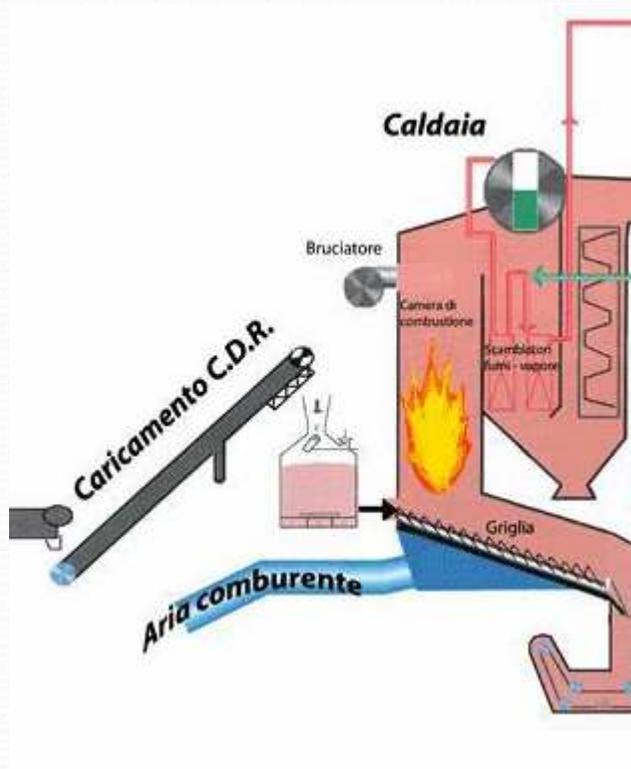
# Schema di funzionamento di un impianto di coincenerimento





**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE**

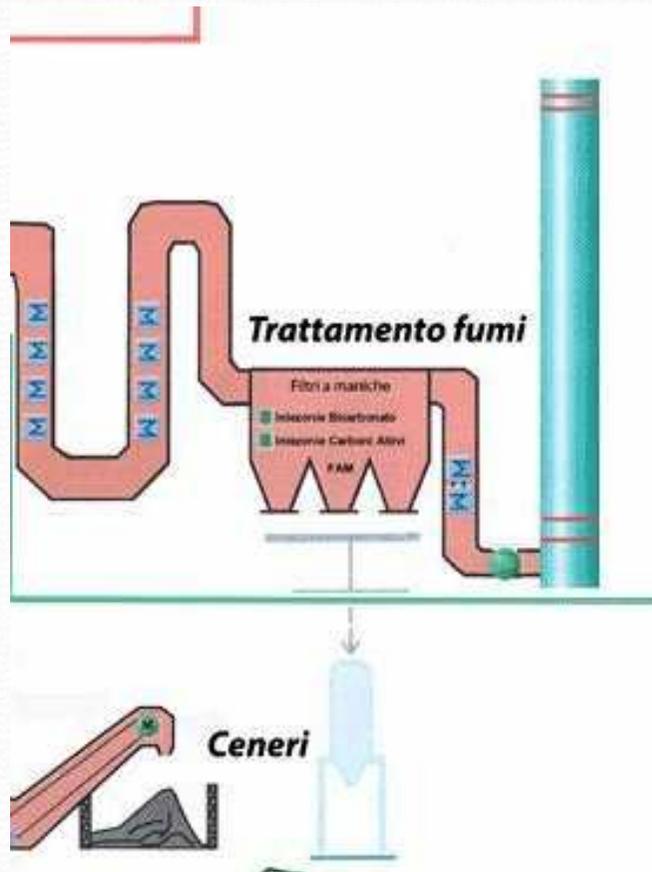
# Il gruppo caldaia



La caldaia è costituita da:  
Griglia;  
Camera di combustione;  
Scambiatore di calore;

Il combustibile viene introdotto nella caldaia tramite una tramoggia che lo deposita su una griglia. Grazie all'aria introdotta (comburente) avviene la combustione. Il calore prodotto dalla combustione passa attraverso degli scambiatori di calore e trasforma l'acqua dallo stato liquido a quello gassoso (vapore)

# Il Trattamento dei fumi



I gas derivanti dal processo di combustione trasportano particelle di materiale incombusto e ceneri.

I gas ed il particolato vengono sottoposti a trattamenti per l'abbattimento delle sostanze inquinanti.

La prima fase comporta una riduzione dei macroinquinanti ( $\text{NO}_x$ , acidi di cloro e zolfo e metalli) e microinquinanti (diossine e furani).

La seconda fase comporta l'abbattimento di tutto il particolato mediante appositi sistemi di filtraggio.

Le ceneri ed il particolato derivante dalla filtrazione finale viene raccolta e smaltita.

I fumi depurati vanno al camino per l'immissione in atmosfera.

# Il gruppo turbina alternatore ed idrocondensatore



Nel gruppo turbina l'energia termica del vapore viene convertita dalla turbina in energia meccanica. L'energia meccanica derivante dalla turbina viene convertita in energia elettrica dall'alternatore



Il vapore che ha alimentato la turbina, nell'idrocondensatore, viene condensato e riportato allo stato liquido.

Il ciclo viene chiuso quando l'acqua ritorna in caldaia.

Il condensatore è raffreddato da un circuito attraversato da acqua che viene parzialmente raffreddata da torri evaporative.

# Disposizione delle centraline fisse della qualità dell'aria nella rete Regionale



[Back](#)