



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

**Corso di Laurea**  
**SCIENZE AMBIENTALI E PROTEZIONE CIVILE**

**INCENDI BOSCHIVI E POSSIBILI EFFETTI SULLA SALUTE PUBBLICA**

**FOREST FIRES AND POSSIBLE EFFECT ON PUBLIC HEALT**

Tesi di Laurea di:  
di:

**SIMONCELLI DIEGO**

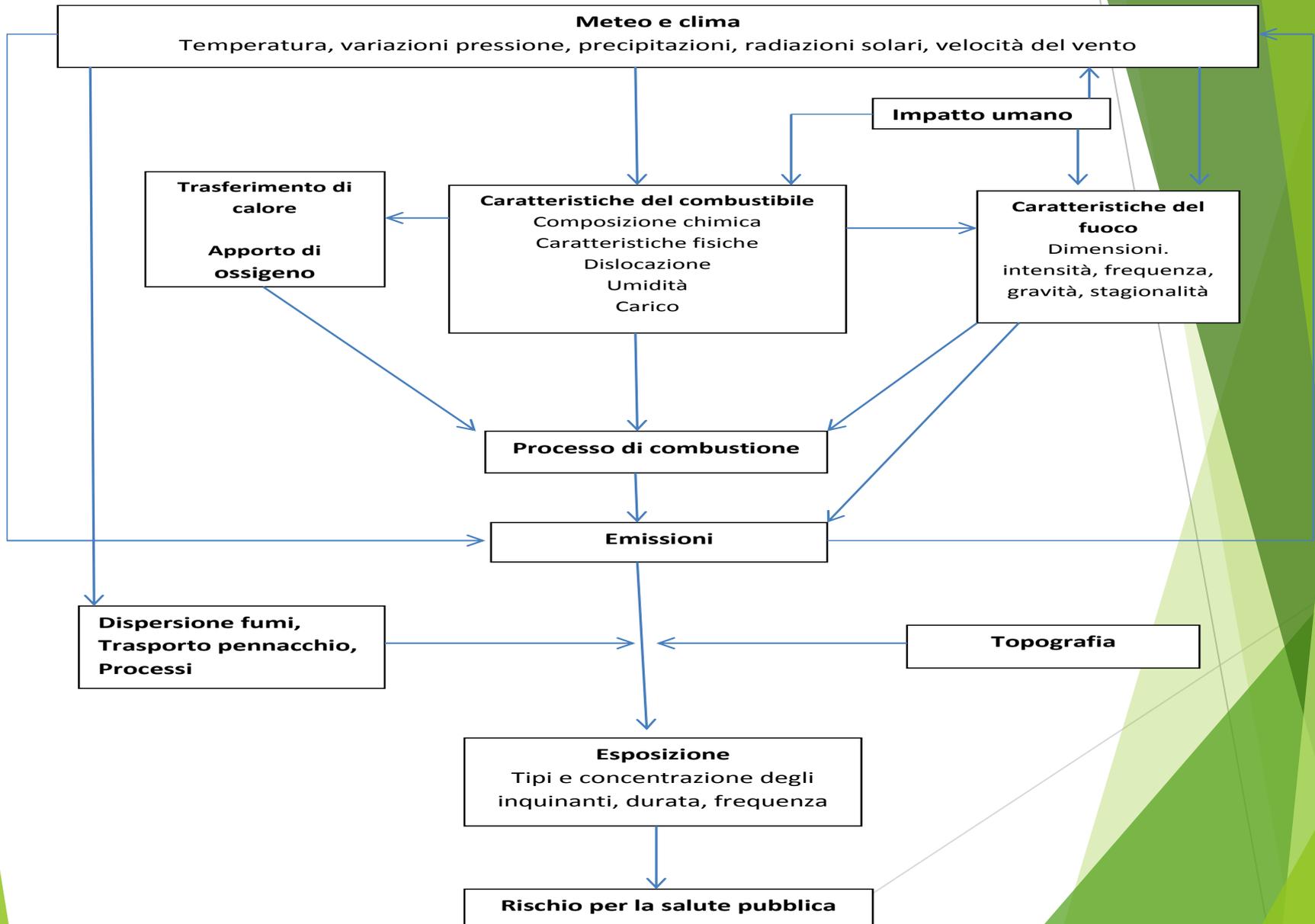
Docente Referente  
Chiar.mo Prof.

**ANNA ANNIBALDI**

Sessione LUGLIO 2021

Anno Accademico 2020/2021

# SCHEMA RIASSUNTIVO DEI FATTORI CHE INFLUENZANO LA PRODUZIONE DI FUMO



# FATTORI CHE INFLUENZANO LA PRODUZIONE DI FUMO

L'IMPATTO DEL FUMO SULLA QUALITA' DELL'ARIA E QUINDI SULLA SALUTE UMANA DIPENDE DALL'ESPOSIZIONE AL FUMO, CHE E' INFLUENZATO DALLA QUANTITA' E COMPOSIZIONE DELLE EMISSIONI. LE EMISSIONI VENGONO CALCOLATE COME SEGUE:

$$E(i)=A \times F \times CC \times EF(i)$$

DOVE E(i) E' L'EMISSIONE DELLA SPECIE, A E' L'AREA BRUCIATA, F E' IL CARICO DI COMBUSTIBILE, CC E' LA COMPLETEZZA DELLA COMBUSTIONE E EF E' IL FATTORE DI EMISSIONE PER LE SPECIE.

## FATTORI DI EMISSIONE

LA CARATTERIZZAZIONE DEI FATTORI DI EMISSIONE (EF) AIUTA A QUANTIFICARE LA TRACCIA DEI GAS E DELLE PARTICELLE RILASCIATE IN ATMOSFERA. IL TIPO DI BIOMASSA BRUCIATA E' UN FATTORE IMPORTANTE CHE INFLUENZA LE EMISSIONI, AD ESEMPIO IN UN INCENDIO DI FORESTA BOREALE O NELLE TORBIERE SI PRODUCE PIU' CO<sub>2</sub>, PARTICOLATO PM<sub>2,5</sub> ED AGENTI TOSSICI (BENZENE, TOLUENE, ACIDO CIANIDRICO, AMMONIACA), RISPETTO AD UN INCENDIO IN UNA FORESTA TROPICALE.

## PROCESSO DI COMBUSTIONE

LA COMBUSTIONE DELLA BIOMASSA PROCEDE CON FASI DIVERSE: (DEGRADAZIONE TERMICA, OSSIDAZIONE DEI VOLATILI NELLA FIAMMA DI COMBUSTIONE, OSSIDAZIONE DEL CARBONIO NELLA COMBUSTIONE SENZA FIAMMA). A BASSE TEMPERATURE (400K°) ABBIAMO PREVALENTEMENTE EMISSIONI DI METANOLO, ALDEIDI LEGGERE, ACIDO FORMICO; AD ALTE TEMPERATURE OLTRE (450K°) SI HA UNA COMBUSTIONE COMPLETA CON PRODUZIONE PREVALENTEMENTE DI CO<sub>2</sub> ED H<sub>2</sub>O. MOLTO IMPORTANTE E' IL FATTORE EFFICIENZA DI COMBUSTIONE (CE) CIOE' LA FRAZIONE DI CARBONIO CONVERTITA A CO<sub>2</sub>, QUANDO (CE) SUPERA IL 90% IL FUOCO SI TROVA NELLA FASE FIAMMEGGIANTE DOVE C, H, N E S, VENGONO CONVERTITI IN GAS OSSIDATI, CO<sub>2</sub> ED H<sub>2</sub>O; QUANDO (CE) E' INFERIORE ALL' 85% ABBIAMO UNA COMBUSTIONE FUMANTE (SENZA FIAMMA), DOVE SI PRODUCE CO, METANO, NMOC, AMMONIACA, AMMINE, NITRILI ED AEROSOL ORGANICO PRIMARIO. LA FORNITURA DI O<sub>2</sub>, LA TEMPERATURA E LE CARATTERISTICHE DEL COMBUSTIBILE SONO FATTORI IMPORTANTI CHE DETERMINANO LE DIVERSE FASI DELLA COMUSTIONE E QUINDI I COMPOSTI EMESSI.

## FATTORI AMBIENTALI ESTERNI

LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E CLIMATICHE INFLUENZANO IL COMPORTAMENTO DEGLI INCENDI CARATTERIZZANDO: LE EMISSIONI, LA GRAVITA', LA FREQUENZA DEGLI INCENDI, LA DISTRIBUZIONE DEL PENNACCHIO ED I TEMPI DI ESPOSIZIONE SULLE POPOLAZIONI. LE TEMPERATURE ELEVATE, LE ANOMALIE DEI FENOMENI ASSOCIATI ALLA SUPERFICIE DEL MARE E LE SICCA' PROLUNGATE, INFLUENZANO A SUA VOLTA LA GRAVITA' E LA FREQUENZA DEGLI INCENDI.

## FATTORI CHE INFLUENZANO LA DISPERSIONE DEL PENNACCHIO

IL CALORE, L'UMIDITA' E LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE SONO ALCUNI DEI FATTORI CHE DETERMINANO L'AUMENTO DEL PENNACCHIO E LA SUA DISPERSIONE IN ATMOSFERA. I PENNACCHI SI ALZANO PER 2-6 KM NELLA TROPOSFERA PER POI ESSERE TRASPORTATI PER MIGLIAIA DI CHILOMETRI SENSA RIMOZIONE CHIMICA; QUANDO I PENNACCHI SI ABBASSANO GRADUALMENTE SONO TRASCINATI NELLO STRATO LIMITE PLANETARIO, DOVE POSSONO SUBIRE TRASFORMAZIONI CHIMICHE. ANCHE LA TOPOGRAFIA DEL TERRITORIO INFLUISCE SULL'ACCUMULO DI FUMO CREANDO DEI PROLUNGATI RISTAGNI CHE VANNO A GRAVARE SULLA SALUTE UMANA. IL TRASPORTO DI QUESTI PRODOTTI E DELLE PARTICELLE IN ZONE CON GRANDI EMISSIONI ANTROPICHE, INFLUISCONO PESANTEMENTE SULLA QUALITA' DELL'ARIA, AUMENTANDO IN MODO PERICOLOSO LE CONCENTRAZIONI DI ALCUNI INQUINANTI.

## STRUMENTI E MODELLAZIONE PREVISIONALE

OGGI SI STA PROVANDO A FARE DEI MODELLI DI PREVISIONE PER DETERMINARE DOVE IL FUMO SI SPOSTA E GLI EFFETTI CHE QUESTO POTREBBE AVERE SULLA SALUTE UMANA. I MODELLI PER PREVEDERE GLI EFFETTI SI BASANO SU QUATTRO COMPONENTI PRINCIPALI: **a) FONTE DI EMISSIONE, b) AUMENTO DEL PENNACCHIO, c) DISPERSIONE DEL PENNACCHIO, e) CHIMICA E TRASFORMAZIONI FISICHE ALL'INTERNO DEL PENNACCHIO.** PERO' OLTRE A QUESTE SI DEVONO TENERE CONTO DI ALTRE VARIABILI COME LE CARATTERISTICHE DEL VENTO, LE PRECIPITAZIONI E LA TOPOGRAFIA DELLA ZONA INTERESSATA. IN SINTESI PER FARE UNA PREVISIONE PIU' REALE E PRECISA DOVREBBERO ESSERE VALUTATE ANCHE **LE CARATTERISTICHE METEO CLIMATICHE, LE CONDIZIONI DI COMBUSTIONE E LE CARATTERISTICHE DEL COMBUSTIBILE.**

I PRINCIPALI COMPONENTI DEL FUMO POSSONO CAUSARE POI RISCHI PER LA SALUTE PUBBLICA A CAUSA DELLA LORO TOSSICITA', IRRITABILITA' E CANCEROGENEITA'; IL SUPERAMENTO DEI LIVELLI LIMITE POSSONO PROVOCARE EFFETTI NOCIVI SECONDO L'INTENSITA', LA DURATA E LA FREQUENZA DI ESPOSIZIONE.

# PRINCIPALI COMPONENTI DEL FUMO RIGUARDANTI IL RISCHIO PER LA SALUTE UMANA

MOLTO IMPORTANTE, E' VALUTARE LE CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI DEL FUMO PER PONDERARE LA SUA PERICOLOSITA' SULLA SALUTE UMANA. I PRODOTTI DI COMBUSTIONE CHE VERRANNO VALUTATI SONO: PM, CO, O<sub>3</sub>, GAS ORGANICI, NMOC, MERCURIO, RADICALI LIBERI, MISCELE INQUINANTI ED INTERAZIONI CON ALTRE FONTI DI FUMO.

## MATERIALE PARTICOLATO (PM)

DURANTE LA COMBUSTIONE DELLA BIOMASSA SI PRODUCONO PARTICELLE FINI INFERIORI A 2,5 µm. LA DIVERSA DIMENSIONE DI QUESTE PARTICELLE DIPENDE DAL TIPO DI COMBUSTIONE E DAL TIPO DI COMBUSTIBILE BRUCIATO; UNA COMBUSTIONE FIAMMEGGIANTE PRODUCE PARTICELLE FINI DI CARBONIO ELEMENTARE, UNA COMBUSTIONE FUMANTE PRODUCE PARTICELLE PIU' GRANDI DOVUTE ALLA CONDENSAZIONE DI SOSTANZE ORGANICHE SULLE SUPERFICI DELLE PARTICELLE DI CARBONIO. LE DIMENSIONI E LA FORMA SONO MOLTO IMPORTANTI PER VALUTARE GLI EFFETTI SULLA SALUTE UMANA; IN PARTICOLARE LE PARTICELLE FINI HANNO LA POSSIBILITA' DI ENTRARE SIA NEL SISTEMA RESPIRATORIO MA ANCHE IN QUELLO CIRCOLATORIO RECANDO GRAVI DANNI ANCHE A LIVELLO CELLULARE FINO A PORTARE PATOLOGIE MUTOGENE E CANCEROGENE.

## MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

LA (CO) DI UNA COMBUSTIONE HA UNA PERMANENZA IN ATMOSFERA DI DIVERSI MESI, PER QUESTO PUO' ESSERE DISTRIBUITA PER CENTINAIA DI CHILOMETRI, QUESTO A FATTO IN MODO CHE SI POTESSE TRACCIARE LO SPOSTAMENTO DEL PENNACCHIO IN ATMOSFERA. L' AUMENTO DELLA (CO) IN ATMOSFERA NON HA DIMOSTRATO GRAVI RISCHI SULLE POPOLAZIONI, MA SI E' RICONTRATO CHE POSSA ESSERE UN GRAVE PERICOLO PER GLI OPERATORI E LE PERSONE SULLA LINEA DI FUOCO CREANDO ARITMIE, MAL DI TESTA E DEFICIT RESPIRATORI.

## OZONO (O<sub>3</sub>)

L'O<sub>3</sub> E' FORMATO NELLA TROPOSFERA, PRINCIPALMENTE DALLE TRASFORMAZIONI DI NO<sub>2</sub> ED IDROCARBURI ATTRAVERSO REAZIONI FOTOCHIMICHE E NMOC-NO<sub>x</sub>. I NO<sub>x</sub> SONO TIPICAMENTE LIMITANTI PER LA FORMAZIONE DI O<sub>3</sub>, A CAUSA DEL TEMPO CORTO DI DURATA IN ATMOSFERA VISTO CHE VENGONO CONVERTITI IN HNO<sub>3</sub>, AEROSOL NO<sub>3</sub> E PAN, I QUALI POI VIAGGIANO PER LUNGHI TRATTI DI ATMOSFERA. QUANDO INCONTRANO ZONE CON TEMPERATURE PIU' CALDE ED HA ELEVATO IRRAGGIAMENTO VENGONO TRAFORMATI PIANO PIANO IN O<sub>3</sub> DETERMINANDO UN AUMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DISTANTI DAL PUNTO DI FUOCO. PER QUESTO MOTIVO GLI AUMENTI DI O<sub>3</sub> POSSONO VERIFICARSI IN ZONE DOVE GIA' I VALORI SONO AL DI SOPRA DEL LIMITE A CAUSA DI EMISSIONI ANTROPICHE, CREANDO GRAVI PROBLEMI DI SALUTE POLMONARE SU TUTTA LA POPOLAZIONE INTERESSATA.

## ALTRI GAS INORGANICI

I GAS INORGANICI IN QUESTIONE SONO PRINCIPALMENTE  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  E  $\text{N}_2$  CHE SI PRODUCONO DURANTE LE COMBUSTIONI DI FIAMMA, INVECE LE AMMINE, I NITRILI ED  $\text{L}'\text{NH}_3$  VENGONO PRODOTTI NELLE COMBUSTIONI DI FUMO. I  $\text{NO}_x$  INSIEME A NMOC SONO IMPORTANTI NELLA CHIMICA DELLA TROPOSFERA NMOC- $\text{NO}_x$ - $\text{O}_3$ . I  $\text{SO}_x$  VENGONO PRODOTTI SOLTANTO QUANDO IL COMBUSTIBILE SI TROVA IN UNA REGIONE CARICA DI ZOLFO.

## COMPOSTI ORGANICI DIVERSI DAL METANO (NMOC)

I NMOC SONO SOTTOPRODOTTI DI UNA COMBUSTIONE INCOMPLETA, TRA I PRODOTTI ABBIAMO IDROCARBURI (ALCANI, ALCHENI, ALCHINI, AROMATICI) E OSSIGENATI (ALCOLI, ALDEIDI ED ACIDI ORGANICI). QUESTI PRODOTTI VENGONO MAGGIORMENTE RILASCIATI DA COMBUSTIBILE PROVENIENTE DA TORBIERE ED HANNO VITA BREVE SVOLGENDO UN RUOLO IMPORTANTE NELLE REAZIONI CHIMICHE PER LA PRODUZIONE DI SOA E  $\text{O}_3$ . UN ESEMPIO SONO GLI IPA CHE REAGISCONO CON I RADICALI  $\bullet\text{OH}$  VENENDO DIRETTAMENTE TRASFORMATI, IN QUESTO MODO NE TROVIAMO POCHISSIME TRACCIE IN ATMOSFERA. COMUNQUE PER ALCUNI NMOC E' NOTA LA LORO CANCEROGENEITA' ( BENZENE, BENZO(a)PIRENE, FORMALDEIDE), PER ALTRI LA LORO CARATTERISTICA DI IRRITANTI (FENOLO, ACIDO ACETICO, ACROLEINA). A CAUSA DELLA LORO CORTA PERSISTENZA IN ATMOSFERA, GLI STUDI HANNO RICONTRATO CHE I PRINCIPALI PROBLEMI SULLA SALUTE POSSONO ESSERE ARRECATI SOPRATTUTTO AGLI OPERATORI E LE PERSONE SULLA LINEA DI FUOCO.

## MERCURIO (Hg)

IL MERCURIO E' UN GRAVE CONTAMINANTE DEGLI ECOSISTEMI E PUO' AVERE DELLE CONSEGUENZE GRAVI SULLA SALUTE UMANA. NELLA VEGETAZIONE SI ACCUMULA TRAMITE DEPOSIZIONE ATMOSFERICA, ACCUMULO FOGLIARE, ASSORBIMENTO RADICALE. GLI ACCUMULI POSSONO ESSERE DI TIPO GASSOSO ELEMENTARE ( $\text{Hg}(\text{O})$ ), GASSOSO REATTIVO ( $\text{Hg}(\text{II})$ ) E LEGATO ALLE PARTICELLE ( $\text{Hg}(\text{P})$ ). DURANTE UN INCENDIO ANCHE L'Hg DEPOSITATO SULLA VEGETAZIONE PROVENIENTE DA ATTIVITA' ANTROPICHE RITORNA IN SOSPENSIONE, UNA PARTE SOTTO FORMA Hg DI TIPO GASSOSO ED UNA PARTE TENDE A LEGARSI AL PARTICOLATO ( $\text{Hg}(\text{P})$ ). I TEMPI DI RIDEPOSIZIONE DELLE DUE FORME VARIA, L'Hg ELEMENTARE TENDE A RIMANERE IN SOSPENSIONE IN ATMOSFERA PER CIRCA UN ANNO AVENDO LA POSSIBILITA' DI CONTAMINARE ZONE ANCHE DISTANTI DAL PUNTO DI FUOCO, L'Hg SU PARTICOLATO TENDE A RIMANERE COESO PER QUALCHE SETTIMANA LIMITANDO IL RAGGIO DI CONTAMINAZIONE. ANCORA NON SONO BEN CHIARI GLI EFFETTI SULLA SALUTE UMANA DI QUESTO CONTAMINANTE DOVUTO AGLI INCENDI, MA SAPPIAMO CHE L'INALAZIONE DI Hg PUO' PORTARE AD EFFETTI NOCIVI SUL SISTEMA NERVOSO, DIGESTIVO ED IMMUNITARIO, SUI POLMONI E RENI, CON GRAVI RISCHI CARDIOVASCOLARI E NEUROLOGICI ALL'UOMO.

## RADICALI LIBERI

SONO STATI IDENTIFICATI MOLTI RADICALI LIBERI NEL FUMO DI COMBUSTIBILE FORESTALE; A CAUSA DELLA LORO REATTIVITA' RAPPRESENTANO UN RISCHIO PER LA SALUTE SE PERSISTONO IN ATMOSFERA ED ENTRANO A CONTATTO CON I TESSUTI DELL'ESSERE UMANO. UNO STUDIO HA DIMOSTRATO CHE NEL FUMO DI LEGNA SI PRODUCONO TANTE PARTICELLE DI CARBONIO ATTIVE E •OH RADICALICI CHE POSSONO RECARRE DANNI A LIVELLO CELLULARE ED AL DNA. LE PARTICELLE ULTRAFINI HANNO MOSTRATO LA PIU' ALTA PRODUZIONE DI ROS, IL CHE RISULTA PREOCCUPANTE VISTO CHE I ROS POSSONO PENETRARE ALL'INTERNO DEI POLMONI ED ESSERE ASSORBITI A LIVELLO SANGUIGNO. LA RICERCA HA APPURATO CHE IN UNA COMBUSTIONE INCOMPLETA I RADICALI CARBONICI RIMANGONO INTATTI, INVECE IN UNA COMBUSTIONE FIAMMEGGIANTE SI HA UNA DISGREGAZIONE DEI RADICALI CARBONICI PRODUCENDO PRECURSORI DI RADICALI •OH POTENZIALMENTE PIU' REATTIVI. QUESTO PORTA A PRESUMERE CHE GLI INCENDI DI FIAMMA AD ALTA INTENSITA' RAPPRESENTEREBBERO UN MAGGIOR RISCHIO PER LA SALUTE RISPETTO AGLI INCENDI SENZA FIAMMA A BASSA INTENSITA'.

## MISCELE INQUINANTI

I PENNACCHI DI FUMO SONO UNA COMPLESSA MISCELA DI INQUINANTI, I QUALI SONO SOGGETTI A PROCESSI FISICI, CHIMICI E FOTOCHIMICI DURANTE IL TRASPORTO. I PRINCIPALI FATTORI DI CONTROLLO PER QUESTE TRASFORMAZIONI SONO: FOTOLISI, REAZIONI CON IL RADICALE •OH E SCAVENGING PER PRECIPITAZIONE. LA FORMAZIONE ED I PROCESSI DI RIMOZIONE DIPENDONO DA FATTORI ESTERNI TRA CUI: UMIDITA', RADIAZIONE SOLARE, TEMPERATURA, NUVOLOSITA', ORA DEL GIORNO E LA CONCENTRAZIONE DI INQUINANTI. IL TRATTAMENTO FOTOCHIMICO DEGLI NMOC CON •OH PUO' PORTARE ALLA FORMAZIONE DI INQUINANTI SECONDARI TIPO DI O<sub>3</sub> E SOA. I NMOC SOLUBILI IN ACQUA TIPO METANOLO, ACETONITRILE, ACROLEINA POSSONO ESSERE INTRAPPOLATI NELLE PARTICELLE ACQUOSE E RIMOSSE PER PRECIPITAZIONE.

## INTERAZIONI TRA PENNACCHI ED ALTRE FONTI

DA NON TRASCURARE LA POSSIBILITA' CHE IL FUMO DEGLI INCENDI SI MESCOLINO CON INQUINANTI DI ALTRE FONTI, RAFFORZANDO IL LORO IMPATTO SULLA QUALITA' DELL'ARIA. QUESTO SIGNIFICA CHE IN ZONE GIA CON LIVELLI DI INQUINANTI ELEVATI DOVUTI AD EMISSIONI ANTROPICHE (CITTA', SITI INDUSTRIALI, ECC.) L'APPORTO DI INQUINANTI DOVUTI AD INCENDI BOSCHIVI FAREBBERO OLTREPASSARE I LIVELLI DI GUARDIA IN MODO PREOCCUPANTE PER LA SALUTE UMANA.

## CONCLUSIONI E LACUNE DELLA RICERCA

IL FUMO DEGLI INCENDI È UNA MISCELA COMPLESSA DI SOSTANZE INQUINANTI EMESSE IN ATMOSFERA CHE POSSONO AVERE UN IMPATTO IMPORTANTE SULLA SALUTE UMANA. I FATTORI CHE GUIDANO LE EMISSIONI SONO IMPORTANTI PER VALUTARE I RISCHI SULLA SALUTE PUBBLICA. I PUNTI PRINCIPALI PER VALUTARE LA RISPOSTA A QUESTO PERICOLO SONO: I COMPONENTI PRINCIPALI DEL FUMO, LA DURATA DELL'ESPOSIZIONE ED I FATTORI CHE INFLUENZANO LA DISTRIBUZIONE DEL PENNACCHIO. LA QUANTITÀ ED IL TIPO DI EMISSIONI SONO INFLUENZATI DALLE CARATTERISTICHE DI COMBUSTIBILE, DAI PROCESSI CHIMICI E FISICI DURANTE LA COMBUSTIONE.

I FATTORI VALUTABILI SONO:

- **FATTORI DI EMISSIONE (EF)**, CHE CARATTERIZZANO IL TIPO DI COMBUSTIBILE DI UN INCENDIO E CI PERMETTE DI DETERMINARE I POTENZIALI INQUINANTI CHE POSSONO SVILUPParsi E DI CONSEGUENZA STIMARE I POSSIBILI EFFETTI SULLA SALUTE UMANA.
- **L'EFFICIENZA DI COMBUSTIONE (CE)**, QUESTO PARAMETRO CARATTERIZZA ASSECONDO DEL TIPO DI INCENDIO IL TIPO DI INQUINANTE CHE SI SVILUPPA, AD ESEMPIO IN UN INCENDIO FUMANTE ABBIAMO PIU' PRODUZIONE DI CO, AEROSOL E NMOC, INOLTRE QUESTO TIPO FUOCO PUO' PERDURARE PER PARECCHIO TEMPO AUMENTANDO I PROBLEMI SULLA SALUTE.
- **L'EMISSIONE DI GAS E PM**, SONO CARATTERIZZATE DA VARIABILI COME CARICO DEL COMBUSTIBILE, INTENSITA' E DIMENSIONI DEL FUOCO CHE SONO GUIDATI DALLE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E CLIMATICHE. UN INCENDIO CON MENO CARICO DI COMBUSTIBILE SARA' LIMITATO NELLA PRODUZIONE DI EMISSIONI.
- **FATTORI AMBIENTALI ESTERNI** COME : LA TEMPERATURA, IL VENTO LA TOPOGRAFIA, CONDIZIONANO LA DISPERSIONE DEL FUMO, L'INTENSITA' DEL FUOCO E LA DURATA ALL'ESPOSIZIONE. GLI INQUINANTI POSSONO ESSERE TRASPORTATI A DISTANZE ELEVATE DAL PUNTO DI EMISSIONE E DURANTE QUESTO PROCESSO POSSONO ESSERE INTERESSATI A MUTAZIONI DOVUTE A REAZIONI CHIMICHE, FISICHE E FOTOCHIMICHE. INOLTRE È STATO DIMOSTRATO CHE CONDIZIONI CLIMATICHE INFLUENZANO IL COMPORTAMENTO, LE DIMENSIONI E L'INTENSITA' DEGLI INCENDI CON UN'OCCHIO DI RIGUARDO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI.

INOLTRE MOLTO IMPORTANTE PER LA SALUTE PUBBLICA È VALUTARE LA TIPOLOGIA DI INQUINANTI CHE COMPONGONO IL FUMO, TRA I PIU' IMPORTANTI RICORDIAMO:

- **MATERIA PARTICOLATA (PM)**, SONO PARTICELLE PICCOLISSIME CHE POSSONO ESSERE TRASPORTATE PER LUNGHISSIME DISTANZE CON LA POSSIBILITÀ DI AGGREGARSI AD ALTRE SOSTANZE TOSSICHE, CREANDO GRAVI DANNI ALLA SALUTE UMANA DAL PUNTO DI VISTA POLMONARE E CIRCOLATORIO.
- **L'O<sub>3</sub>**, PUO' CREARE UN GRAVE RISCHIO SOPRATTUTTO NEI MESI PIU' CALDI NELLE AREE URBANE DOVE IL FONDO È GIÀ MOLTO ELEVATO PORTANDO GRAVI DANNI PER LA SALUTE DELLE PERSONE.

- I NMOC, HANNO POCHI EFFETTI DIRETTI SULLA SALUTE MA CONDIZIONANO DIRETTAMENTE LA PRODUZIONE DI O<sub>3</sub> ED SOA CREANDO UNA PERICOLOSITA' INDIRETTA.
- NO<sub>x</sub> E SO<sub>x</sub>, DIPENDONO DALLE QUANTITA' DI N E S PRESENTI NEL COMBUSTIBILE, CREANDO UN POTENZIALE PERICOLO PER LA FORMAZIONE DI SOTTOPRODOTTI CHE PROVOCANO DANNI ALLA INCOLUMITA' UMANA.
- IL MONOSSIDO DI CARBONIO (CO), E' UN TRACCIANTE STABILE PER DETERMINARE IL MOVIMENTO DI UN PENNACCHIO, NON INFLUISCE SULLA QUALITA' DELL'ARIA MA HA UN GRANDISSIMO RILIEVO DIRETTO SULLA SALUTE DEGLI OPERATORI E DELLE PERSONE SULLA LINEA DI FUOCO.
- IL MERCURIO (Hg), E' UN CONTAMINANTE PERICOLOSO CHE PRINCIPALMETE E' DEPOSITATO NEI BIOMI DA EMISSIONI ANTROPICHE, DURANTE GLI INCENDI PUO' RITORNARE IN ATMOSFERA A CONCENTRAZIONI MAGGIORI E PERICOLOSE PER LA SALUTE UMANA.
- AI RADICALI LIBERI PRODOTTI NEGLI INCENDI, A CAUSA DELLA LORO LIMITATA PERSISTENZA IN ATMOSFERA, NON E' STATO BEN DETERMINATO IL LORO POTENZIALE NOCIVO SULLA SALUTE UMANA, MA GLI STUDI HANNO ACCERTATO CHE POSSONO CAUSARE ALTERAZIONI A LIVELLO CELLULARE E SOPRATTUTTO DANNI AL DNA. AD OGGI NON SONO POSSIBILI VALUTAZIONI SPECIFICHE SULLA SALUTE DELLE POPOLAZIONI INTERESSATE DA TRASPORTI ATMOSFERICI, MA QUESTO INQUINANTE POTREBBE ESSERE FONTE DI PREOCCUPAZIONI PER LA SALUTE DEGLI OPERATORI ESPOSTI IN PRIMA LINEA.

NEGLI ULTIMI ANNI SONO STATI CONDOTTI NUOVI STUDI DELL'IMPATTO DEL FUMO DI INCENDI SUL CLIMA, SULLA QUALITA' DELL'ARIA E SULLA SALUTE UMANA, MA RIMANE ANCORA TANTO DA VALUTARE.

NUOVE TECNICHE SONO STATE MESSE IN CAMPO PER MIGLIORARE L'ACQUISIZIONE DEI DATI SULLE EMISSIONI MA LA VARIABILITA' SPAZIALE E TEMPORALE, I FATTORI DI EMISSIONE E LE VARIBILITA' DELLE CONDIZIONI DI COMBUSTIONE ANCORA PRESENTI, SONO UNA SFIDA PER DETERMINARE CON PRECISIONI LE EMISSIONI.

SONO STATI FATTI STUDI RIGUARDANTI L'ESPOSIZIONE AL FUMO DI INCENDI INCENTRATI PRINCIPALMENTE SULLE PM CON UNA CONOSCENZA LIMITATA DEGLI EFFETTI SULLA SALUTE ASSOCIATI AD ALTRI COSTITUENTI DEL FUMO.

SARA' IMPORTANTE VALUTARE ANCHE SE L'ESPOSIZIONE A BREVE TERMINE A CONCENTRAZIONI ELEVATE DI INQUINANTI, HANNO CONSEGUENZE SULLA SALUTE O SE L'IMPATTO MAGGIORE E' DOVUTO AD ESPOSIZIONI PROLUNGATE NEL TEMPO.

AD OGGI GLI EFFETTI SULLE POPOLAZIONI ESPOSTE AGLI INCENDI BOSCHIVI SONO SCONOSCIUTI, TUTTAVIA LA COMPRESIONE DI QUESTI SARANNO ESSENZIALI PER VALUTARE LE PROBLEMATICHE SULLA SALUTE DELLE COMUNITA' FUTURE.

# RIASSUNTO

OGNI ANNO CENTINAIA DI ETTARI DI BOSCO VENGONO DISTRUTTI IN TUTTO IL MONDO, GENERANDO EMISSIONE DI SOSTANZE TOSSICHE CHE VIAGGIANO PER MIGLIAIA DI CHILOMETRI PER TUTTO IL GLOBO. SI PREVEDE CHE IL NUMERO DI QUESTI EVENTI AUMENTERANNO VISTO IL GRAVE CAMBIAMENTO CLIMATICO IN CORSO.

LE EMISSIONI PRODOTTE SONO DIVERSE SECONDO IL TIPO DI COMBUSTIBILE CHE VIENE COINVOLTO E SECONDO LE CONDIZIONI AMBIENTALI DOVE AVVIENE L'EVENTO.

QUESTI INCENDI PRODUCONO UNA COMPLESSA MISCELA DI INQUINANTI CHE SUBISCONO DEI PROCESSI DI TRASFORMAZIONE CHIMICHE E FISICHE UNA VOLTA IMMESSI IN ATMOSFERA, CHE POSSONO AVERE PESANTI EFFETTI SULLA SALUTE PUBBLICA.

IN QUESTO LAVORO SONO STATI EVIDENZIATI PUNTI FOCALI RIGUARDO A COME VIENE PRODOTTO IL FUMO, QUALI FATTORI INFLUENZANO LE EMISSIONI E LA LORO DISTRIBUZIONE E QUALI COMPONENTI DEL FUMO HANNO MAGGIOR PROBABILITA' DI CAUSARE EFFETTI NOCIVI SULLA SALUTE PUBBLICA.