





SOCIETÀ NAZIONALE DI SCIENZE, LETTERE E ARTI IN NAPOLI

SEDUTA INAUGURALE  
DELL'ANNO ACCADEMICO  
2022



NAPOLI  
VIA MEZZOCANNONE 8

La seduta inaugurale dell'anno accademico 2022 si è svolta il 31 gennaio 2022.

*Con il contributo di:*

MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI



Soprintendenza  
Archeologia  
della Campania

REGIONE CAMPANIA

(Progetto finanziato con la L.R. n. 7/2003,  
contributo per la promozione culturale)



UNIVERSITÀ DI NAPOLI FEDERICO II



CONSIGLIO GENERALE DELLA SOCIETÀ NAZIONALE  
DI SCIENZE, LETTERE E ARTI IN NAPOLI

per l'anno 2022

---

*Sciaudone Goffredo*, Presidente Generale  
*Merola Leonardo*, Segretario Generale  
*Massimilla Edoardo*, Tesoriere Generale

PER L'ACCADEMIA DI SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE:

*Sbordone Carlo*, Presidente  
*Colella Carmine*, Vice presidente  
*Napolitano Marco*, Segretario  
*Carbone Luciano*, Tesoriere

PER L'ACCADEMIA DI SCIENZE MORALI E POLITICHE:

*Conte Domenico*, Presidente  
*Rao Anna Maria*, Vice presidente  
*Cambi Maurizio*, Segretario  
*Massimilla Edoardo*, Tesoriere

PER L'ACCADEMIA DI ARCHEOLOGIA, LETTERE E BELLE ARTI:

*Rotili Marcello*, Presidente  
*Arturo De Vivo*, Vice presidente  
*Leonardo Di Mauro*, Segretario  
*Trombetta Vincenzo*, Tesoriere

PER L'ACCADEMIA DI SCIENZE MEDICHE E CHIRURGICHE:

*Sciaudone Goffredo*, Presidente  
*Parmeggiani Umberto*, Vice presidente  
*Santini Mario*, Segretario  
*Catena Ernesto*, Tesoriere



PAROLE DEL PRESIDENTE GENERALE  
PROF. GOFFREDO SCIAUDONE

Autorità tutte,  
Socie e Soci della Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti  
in Napoli  
Amiche e Amici della Società Nazionale,  
Signore e Signori,

benvenuti all'inaugurazione dell'anno accademico 2022 della Società Nazionale che, secondo le disposizioni dello Statuto, si celebra nella tornata plenaria del mese di gennaio e che quest'anno si tiene in modalità mista per consentire una più ampia partecipazione anche nel rispetto delle prescrizioni in tema di quarantena e distanziamento.

Ringrazio tutti i presenti per la partecipazione alla seduta, e in particolare il Tenente Colonnello Ciro Esposito, Comandante della Polizia Municipale di Napoli e il Prof. Carlo Melodia, Presidente della Luimo.

Rivolgo un cordiale saluto e un augurio di buon lavoro al Presidente della Consorella Accademia Pontaniana, il professore Giuseppe Marrucci.

Estendo gli auguri per il nuovo anno accademico innanzitutto ai Rettori delle Università Campane : il Prof. Gerardo Canfora, Rettore Università degli Studi del Sannio; il Prof. Alberto Carotenuto, Rettore Università degli Studi di Napoli "Parthenope"; il Prof. Lucio D'Alessandro, Rettore Università degli Studi Suor Orsola Benincasa; il Prof. Vincenzo Loia, Rettore Università degli Studi di Salerno; il Prof. Matteo Lorito, Rettore Università degli Studi di Napoli Federico II; Il Prof. Giovanni Francesco Nicoletti, Rettore dell'Università degli Studi della Campania

“Luigi Vanvitelli”; il Prof. Roberto Tottoli, Rettore Università degli Studi di Napoli “L’Orientale” ed ai Colleghi delle Accademie che compongono la Società, al Prof. Carlo Sbordone, Presidente dell’Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche; al Prof. Domenico Conte, Presidente dell’Accademia di Scienze Morali e Politiche; al Prof. Marcello Rotili, Presidente dell’Accademia di Archeologia Lettere e Belle Arti, oltre al Vice Presidente Dell’Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche Prof. Umberto Parmeggiani che mi coadiuva nella gestione dell’Accademia; e a tutti i Consigli di Classe delle singole Accademie.

Ringrazio anche gli invitati che non sono potuti intervenire oggi pomeriggio, ma ci hanno rivolto un saluto augurale: ed in particolare il Prof. Gaetano Manfredi, Sindaco di Napoli; il Dott. Vincenzo de Luca, Presidente della Giunta Regionale della Campania; il Dott. Antonio Giuliano, Questore di Napoli; la Dott.ssa Maria de Lutzenberger Milnernsheim, Procuratore della Repubblica presso il Tribunale dei Minori; la Senatrice Maria Cristina Messa, Ministro dell’Università e della Ricerca; il Dott. Giuseppe Mario Nargi, Direttore Regionale Intesa Sanpaolo; il Dott. Paolo Giulierini, Direttore del Museo Archeologico Nazionale di Napoli. Il Generale di Divisione Giancarlo Trotta, Comandante Regionale Campania della Guardia di Finanza, ha comunicato la Sua improvvisa impossibilità di partecipare quest’oggi, ed è rappresentato tramite la piattaforma Microsoft Teams, dal Ten. Col. Marco Volpe, del Nucleo di Polizia Economico Finanziaria di Napoli.

Un saluto a Mons. Mimmo Battaglia, Arcivescovo di Napoli, che ha già compiuto un anno di permanenza nel suo Ministero tra noi.

Un augurio ai presuli della Conferenza Episcopale campana ed al loro Presidente Mons. Antonio di Donna, Vescovo di Acerra, che è succeduto al Cardinale Sepe nell’incarico e che ricordiamo con sincera ammirazione per i concreti segnali di impegno nelle battaglie della vita degli abitanti della Terra dei Fuochi.

Penso che su questa tematica e su tematiche simili la Società possa interloquire validamente anche nell’ottica di contribuire a

declinare l'Agenda 2030 e i suoi 17 obiettivi di sviluppo sostenibile.

A tal proposito, mi preme sottolineare che l'Agenda 2030 evidenzia come – per realizzare il cambiamento – non basti il coinvolgimento di tutti gli stati, ma sia essenziale l'impegno attivo di tutti gli attori della società, in primis delle Università e degli enti culturali e di ricerca.

Passata la pandemia, le attività della Società dovranno essere rimodulate anche tenendo presente questo obiettivo, favorendo una collaborazione ancora più stretta e proficua tra Accademie, Università e altri enti, promuovendo scambi inclusivi e azioni di partenariato. Come ha sottolineato Ferruccio Resta, presidente della Crui, nella presentazione del Rapporto 2020 sulla Rete delle Università per lo sviluppo sostenibile, si rende oggi necessario “un cambiamento profondo che si traduce in un nuovo modo di pensare e quindi anche di insegnare e di fare ricerca”.

In riferimento alla pandemia, occorre focalizzare “se” e “come” la situazione COVID abbia influenzato e possa nell'immediato futuro influenzare l'istruzione ed in particolare quella universitaria. La pandemia, infatti, ha portato e sicuramente porterà profondi cambiamenti nei processi di rigenerazione degli ambienti viventi.

Non parliamo solo di cambiamenti fisici; a volte – infatti – i cambiamenti intangibili prevalgono e diventano preminenti rispetto ai primi. L'architettura del cambiamento è politica: rigenerare gli ambienti attuali della vita richiede visione, nuove mentalità, impegno al “riarmo morale”, immense risorse.

Solo le comunità convinte che la qualità dei loro ambienti influenzerà positivamente i vari aspetti della vita saranno in grado di farlo. Si tratta di benessere, sicurezza, economia, salute, socialità, felicità, sviluppo.

All'inizio di febbraio 2020 – quando non si sospettava che Covid-19 potesse mettere a dura prova l'Europa e il mondo – circolarono a breve distanza l'una dall'altra le notizie che il sindaco di Parigi aveva promesso di trasformare quella realtà in una “città di 15 minuti” e che Copenaghen aveva realizzato la città soste-

nibile del futuro (come il piano urbanistico di Caserta nel 2007, finora non attuato) sul principio della “città di 5 minuti” con “navette ecologiche” – elettriche o alimentate a idrogeno.

Gli ultimi due anni ci hanno mostrato – oltre alla stretta interconnessione tra sistemi economici – che la rigenerazione non può prescindere da una premessa simultanea di equità sociale e da un contributo all’immensa questione ambientale.

Non si può infatti ignorare il rapporto intimo tra pandemie e qualcosa che finora è solo sembrato progresso e modernità.

Tra gli aspetti di pertinenza societaria, su cui occorre continuare a riflettere, è innanzitutto la concreta sproporzione di genere che si perpetua anche nella nostra Società: allo stato attuale le socie donne sono solo 52 su 350.

Già nell’intervento dello scorso anno ho segnalato l’opportunità di una più attenta considerazione dei colleghi Professori Emeriti e ho auspicato l’esercizio di un loro attivo ruolo all’interno della comunità scientifica, che valorizzi il continuum di esperienze tra giovani e meno giovani.

Proprio in questa scia si pone il secondo Congresso dei Professori Emeriti organizzato dal 28 al 30 aprile prossimo dal consocio Prof. Natale De Santo a cui va’ dato merito di aver coltivato e portato avanti questa importante iniziativa.

Parimenti, altro versante da implementare è quello della cooptazione di soci e socie stranieri, compatibilmente con le disponibilità nei ranghi nelle singole Accademie.

A questo proposito, a testimoniare la consuetudine di rapporti tra l’Accademia e studiosi stranieri sin dalle origini di questa prestigiosa istituzione, desidero ricordare che ricorrono i duecento anni da quando, il generale Von Koller, a capo delle truppe austriache chiamate a Napoli dal re Ferdinando I di Borbone, visitò l’Accademia Reale delle Scienze in Napoli e fece dono agli accademici dei volumi dell’ **“Organon dell’Arte del Guarire”** e de la **“Materia pura”** del medico tedesco Samuele Hahnemann.

Il dono voleva attirare l’interesse degli accademici sull’omeopatia, all’epoca ancora sconosciuta nel resto d’Italia, ma molto in voga tra i medici militari e nelle alte sfere austriache, ed era finalizzato a creare un rapporto di collaborazione culturale

con la prestigiosa istituzione borbonica. In risposta gli accademici, inviarono il Dott. Alberto di Schoenberg, medico militare austriaco, dallo stesso Samuel Hahnemann per apprendere meglio i fondamenti della nuova dottrina e lo invitarono a tenere, al suo ritorno a Napoli, una dotta esposizione sui principi basilari e sulla metodologia terapeutica della teoria di Hahnemann nella nostra Accademia, proprio nel 1822. La sua cospicua relazione fu pubblicata a cura dall'Accademia delle Scienze di Napoli e stampata dalla stessa stamperia Reale. Purtroppo le copie cartacee dei volumi sono andate perdute insieme a tanti altri preziosi documenti nel barbaro rogo perpetrato dai tedeschi nella sede centrale dell'Università Federiciana il 12 settembre del 1943.

Sulle iniziative svolte lo scorso anno e su quelle previste per il 2022 si soffermerà la relazione del professor Leonardo Merola, Segretario Generale della Società, che ne ha curato e ne cura il coordinamento in collaborazione con il professor Edoardo Massimilla, Tesoriere Generale. Ad entrambi rivolgo il mio ringraziamento per quanto svolto concretamente nel quotidiano, con passione, professionalità e impegno per la Società Nazionale.

Colgo l'occasione per ricordare l'intenso scambio anche di attività – oltre che dell'uso dei servizi – che è in essere con la Consorella Accademia Pontaniana.

A tal proposito, ricordo che per il 2022 il tema stabilito per le nostre conferenze congiunte è “Le donne nelle Lettere, nelle Scienze e nelle Arti”, argomento che focalizza la nostra attenzione anche su quanto già prima ricordato a proposito della disparità di genere all'interno della Società

Anche in questo ambito penso che gli accademici possano avere un ruolo da svolgere contribuendo in maniera attiva e propositiva alla riflessione comune.

Per quanto concerne i rapporti con l'Unione Accademica Nazionale, su cui ci intratterà anche la relazione del prof. Merola, desidero ricordare i contatti avuti con il Prof. Eugenio Scandale, Presidente dell'Accademia Pugliese delle Scienze di Bari che ci ha invitato all'inaugurazione dell'anno accademico 2022; con il

Prof. Roberto Antonelli, Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei; con il Prof. Stefano Maiorana, Presidente dell'Istituto Lombardo, Accademia di Scienze e Lettere. Ulteriori occasioni di contatti istituzionali sempre nell'ambito della Uan si sono registrati con il Prof. Massimo Mori di Torino; con il Prof. Andrea Rinaldo di Venezia; con il Prof. Walter Tega di Bologna; con il Prof. Giuseppe Verde di Palermo; con il Prof. Lorenzelli di Genova; con il Prof. Luigi Donati di Cortona; con i Professori Sandro Rogari e Claudio Marazzini di Firenze; con il Prof. Roberto Navarrini di Mantova e con il Prof. Salvatore Cuzzocrea di Messina.

Infine, al termine di queste parole di saluto, ringrazio – per la loro preziosa e puntuale collaborazione alla vita quotidiana e ai lavori della Società Nazionale – la professoressa Valentina Capodilupo e la signora Angela Citarelli, oltre alla dottoressa Antonina Badessa e alla signora Valeria Cannone, queste ultime in forza all'Accademia Pontaniana.

Ringrazio tutti Voi per l'interesse mostrato alla nostra Società, auspicando che la Scienza nel preservare e implementare il prezioso e indispensabile patrimonio di libertà e autonomia di pensiero, consenta a tutti noi di perseguire nel quotidiano il raggiungimento degli scopi della Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti in Napoli, realizzando il triplice obiettivo della “discussione”, della “promozione” e della “diffusione” della Scienza e della Cultura. Obiettivi variamente declinati nei vari statuti che la Società ha avuto nel corso del tempo a partire da quello approvato nel 1808 da Giuseppe Bonaparte per la Società Reale, in quello codificato da Ferdinando I di Borbone nel 1817 per la Società Reale Borbonica ed infine in quello sancito dopo l'Unità d'Italia da Francesco De Sanctis, riportato in auge, quest'ultimo, – auspice Benedetto Croce – nel 1944 e giunto fino a noi, tranne che per qualche lieve modifica apportata nel 2019.

Grazie

RELAZIONE DEL SEGRETARIO GENERALE  
PROF. LEONARDO MEROLA

Signor Presidente Generale,  
Autorità,  
Egredi Consoci,  
Signore e Signori,

1. *Introduzione*

La Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti in Napoli è una prestigiosa Istituzione culturale senza scopo di lucro che ha radici antichissime nella Accademia Palatina, che fu fondata nel 1698 e che annoverò tra i suoi maggiori esponenti Giovan Battista Vico. La Società sorse nel 1808 per volere di Giuseppe Bonaparte come Società Reale, fu ribattezzata nel 1817 come Società Reale Borbonica ad opera di Ferdinando I di Borbone. In tale forma visse fino al 1860, quando la Società borbonica prima mutò denominazione e quindi, nel 1861, fu sciolta per consentire una riforma dello statuto consona ai tempi e alle esigenze della cultura libera e liberale dell'Italia unita. Ricostituita, nello stesso anno, sotto la vigilante guida di Francesco De Sanctis, primo ministro dell'Istruzione della nuova Italia, la Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti ha vissuto fino al 1931-34 (anni in cui le fu imposto un illiberale statuto) il periodo più glorioso della sua storia, ripreso, con nuova lena e rinnovato rigoglio di iniziative, quando, a partire dal 1944 - auspice Benedetto Croce - la Società ritornò allo statuto desanctisiano che da allora ne ha regolato e ne regola vita.

Fedele al dettato dell'art. 1 dell'attuale Statuto, che è stato aggiornato nel 2019, essa si propone la discussione, la promozione e la diffusione della scienza e della cultura.

L'anno 2021 è stato ancora un anno difficile per il mondo, per l'Italia, per noi tutti a causa dalla pandemia da Covid-19. In

osservanza alle disposizioni delle Autorità competenti nazionali e regionali, è stato possibile svolgere le tornate accademiche, le riunioni, gli eventi e le manifestazioni ospitate con un numero limitato di partecipanti “in presenza” nella sede accademica, adottando l’utilizzo di piattaforme tecnologiche per le riunioni “a distanza”, quali ad es. *Teams* e *Zoom*.

## 2. *Composizione della Società Nazionale*

La Società Nazionale riunisce quattro Accademie: l’Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche, l’Accademia di Scienze Morali e Politiche, l’Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti e l’Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche. Le Accademie si articolano nelle seguenti Classi: l’Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche nelle Classi di Scienze Naturali e di Scienze Matematiche; l’Accademia di Scienze Morali e Politiche nelle Classi di Scienze Morali e di Scienze Politiche; l’Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti nelle Classi di Archeologia, di Lettere e di Belle Arti; l’Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche nelle Classi di Medicina e di Chirurgia.

Ad oggi la Società Nazionale conta 9 soci emeriti della Società, 141 soci nazionali ordinari residenti, 66 soci nazionali ordinari non residenti, 96 soci nazionali corrispondenti e 38 soci stranieri, per un totale di 350 Soci. Le donne sono in tutto 52. Ricordo che il numero massimo di soci per Accademia e per ruolo è stabilito dall’art. 3 dello Statuto. Complessivamente il numero massimo è 395.

Socio onorario è il Presidente Emerito della Repubblica Italiana senatore Giorgio Napolitano.

Nel corso del 2021 sono stati eletti:

- Acc. SFM: 2 soci corrispondenti;
- Acc. SMP: 2 soci corrispondenti, 3 soci ordinari (di cui 2 già corrispondenti) e 1 socio straniero;
- Acc. ALBA: 5 soci corrispondenti, 4 soci ordinari (tutti già corrispondenti) e 1 socio emerito (già ordinario, il prof. Giovanni Polara);
- Acc. SMC: 3 soci corrispondenti.

A ciascuno di essi sarà consegnato il diploma ed il distintivo nel prosieguo della presente adunanza.

Inoltre, nel corso del 2021 si è avuta notizia della scomparsa di soci, che saranno nominati dai Segretari delle quattro Accademie nelle loro rispettive relazioni:

Acc. SFM: 2 soci corrispondenti, 1 soci ordinario, 1 socio emerito (il prof. Salvatore Rionero);  
Acc. SMP: 1 socio ordinario;  
Acc. ALBA: 6 soci ordinari;  
Acc. SMC: 1 socio straniero.

Mi duole aggiungere che solo pochi giorni fa sono scomparsi altri due soci: il prof. Salvatore Califano (Acc. SFM) e il prof. Vincenzo Zappia (Acc. SMC).

### *3. Attività e iniziative svolte nell'anno 2021*

Si sono tenute, come di consueto, le tornate accademiche mensili delle quattro Accademie e due riunioni del Consiglio Generale, che è presieduto dal Presidente Generale.

È continuata, senza interruzioni, l'intensa usuale attività scientifica, di studio e di pubblicazione di Atti, Rendiconti e Memorie.

La Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti in Napoli e l'Accademia Pontaniana promuovono congiuntamente cicli di conferenze aperte al pubblico, tenute da esponenti di spicco della cultura europea, nelle quali viene trattato di volta in volta, in maniera non tecnica, un argomento d'interesse generale.

In merito al ciclo programmato per il 2020, avente per tema "*Attualità e utilità delle Accademie*", si sono tenute le conferenze:

20 maggio 2021 - Francesco Salvatore, "*Inversione del paradigma tra invecchiamento e malattie*".  
(organizzata congiuntamente con l'Associazione Professori Emeriti Fridericiani)

16 dicembre 2021 - Laurent Pernot, *“Il ruolo delle accademie negli studi umanistici in Italia e in Francia”*

che si sono aggiunte a quelle già svolte a fine 2020:

15 ottobre 2020 – Leonardo Merola, *“Il CERN: storia e prospettive”*.

12 novembre 2020 – Gaetano Guerra, *“Materie Plastiche ed Economia Circolare”*.

In merito alle quattro conferenze congiunte per il 2021, il cui tema è *“Cultura e Innovazione: il ruolo delle Accademie”*, si sono tenute (tutte in modalità “mista”), il ciclo è stato concluso:

22 aprile 2021 - Giuseppe Zollo, *“Dante e la Matematica”*.

10 giugno 2021 - Francesca Levi-Schaffer, *“L’esperienza della vaccinazione anti-Covid-19 in Israele: un successo che parte da lontano”*.

28 ottobre 2021 - Giuliana Tocco, *“Il sistema viario romano. L’esempio dell’Appia”*.

11 novembre 2021 ore 16:30 - Anna Maria Rao, *“Dell’utilità o inutilità delle accademie” (1780): un dibattito settecentesco*.

Sotto l’egida della Società Nazionale e organizzate congiuntamente con l’Accademia Pontaniana si sono svolte le seguenti commemorazioni di Soci illustri, in date tradizionalmente coincidenti con le adunanze dell’Accademia Pontaniana:

25 marzo 2021 - Francesco Angelini, *Commemorazione del prof. Giovanni Chieffi*

24 giugno 2021 - Arturo De Vivo, *Commemorazione del prof. Antonio Vincenzo Nazzaro*

Entrambi erano soci emeriti, il prof. Chieffi scomparso nel 2019, il prof. Nazzaro scomparso nel 2020).

Tali commemorazioni sono oggetto, come è tradizione, di altrettante pubblicazioni nella Collana della Società “Profili e Ricordi”.

Con il patrocinio della Società Nazionale sono state ospitate le seguenti manifestazioni:

28 settembre 2021: Convegno “Tre giornate di studio dedicate a Ferdinando Bologna che è ancora tra noi” (a cura di Rosanna Cioffi).

19 ottobre 2021: Presentazione del volume di Ettore Lepore “Tra storia antica e moderna. Saggi di storia della storiografia” (a cura di Alfredina Storch Marino).

2 dicembre 2021: Conferenza “Le spie nella cultura europea tra realtà e racconto (1815-1914)” (a cura di Elisabetta Abignente e Laura Di Fiore).

13 dicembre 2021: Convegno “Medici e Linguisti 4: parole dentro, parole fuori” (a cura di Francesca Maria Dovetto).

Sono riprese le conferenze organizzate congiuntamente dall’Accademia di Scienze Morali e Politiche con l’Accademia Pontaniana. Per il triennio 2021-2023 il tema è “*Albe e tramonti d’Europa. Prospettive di inizio millennio*”.

Si sono già tenute le due conferenze:

21 ottobre 2021 - Domenico Conte, *L’idea di Europa fra le Guerre mondiali*.

18 novembre 2021 - Massimo Cacciari, *Diritto e violenza. A partire da Walter Benjamin*.

Tra le altre attività:

- sono stati completati i lavori e gli interventi necessari per la messa in sicurezza dei locali, con spese a carico dall'Ateneo Federico II, che desidero ringraziare per il costante e sensibile supporto;
- è stata completata la realizzazione degli impianti audio-video nella sala Pontano e nell'Aula Magna al fine di renderle pienamente fruibili anche per i collegamenti "a distanza";
- il Comando Carabinieri Tutela Patrimonio Culturale del Ministero della cultura ha consegnato in data 10 novembre alcuni volumi antichi e rari che erano stati oggetto di furto e sono stati recuperati:
  - a) Titolo: "*Opere di Demostene*" (trattasi di libro raro del 1777);
  - b) Titolo: "*Teatro della Latinità*" (trattasi di libro del 1780, volume 1318);
  - c) Titolo: "*Gli Animali parlanti*" (autore G. Battista Costi);
  - d) Nr. 9 (nove) volumi antichi dal titolo: "*Lo spettacolo della natura... Storia naturale*" – (*Tomo dal I e dal III al X*) (trattasi di libri rari).

Esprimo, anche a nome dell'Accademia Pontaniana, tutta la nostra gratitudine al sopra citato Comando e in generale ai Reparti Beni Culturali dei Carabinieri.

#### 4. UAN

Per quanto riguarda la collocazione nazionale della nostra Società Nazionale, desidero sottolineare che si sono mantenuti saldi i rapporti della Società e della Pontaniana con molte delle altre Accademie Nazionali, specie con le quindici accademie consociate nell'Unione Accademica Nazionale, che ha sede a Roma nella villa Farnesina presso l'Accademia dei Lincei. La situazione finanziaria dell'UAN è particolarmente critica e merita una discussione che coinvolgerà il Ministero competente (il MiBACT).

## 5. Biblioteca

La Biblioteca è stata aperta ai Soci e al pubblico, dal lunedì al venerdì mattina, tranne nei periodi si sono dovute adottare misure restrittive agli accessi e comunque sempre rispettando le norme igienico-sanitarie al fine contenere il contagio da Covid-19. È in ogni caso continuato lo scambio di pubblicazioni con gli Istituti di cultura in Italia e all'estero, come in passato.

## 6. Pubblicazioni

E veniamo ora all'intensa attività editoriale che è continuata senza interruzioni.

Oltre alle pubblicazioni delle singole accademie (Atti, Rendiconti, Memorie), desidero ricordare in particolare i seguenti volumi:

- Seduta inaugurale 2021 con relativo DVD con la registrazione video dell'evento;

Nella Collana "Profili e Ricordi" che è dedicata al ricordo di Soci illustri scomparsi:

vol. XIV Giovanni Chieffi (a cura di Francesco Angelini)

vol. XLV Antonio Vincenzo Nazzaro (a cura di Arturo De Vivo)

Infine, anche quest'anno è uscito puntualmente, immediatamente prima della seduta plenaria, il nostro Annuario (le cui informazioni, aggiornate alla data del 1° gennaio, sono state oggetto di una continua verifica e revisione durante tutto l'anno) a cura di chi vi parla, nella qualità di Segretario Generale, come è stabilito nell'art. 16 dello Statuto. Dall'Annuario si evince la composizione della Società, anche in prospettiva storica, e il quadro delle attività accademiche. Un volumetto separato contiene in recapiti dei soci, ad uso della segreteria e del Consiglio Generale.

Il Segretario Generale cura altresì il sito web della Società, concepito come luogo di espressione della vita della Società nelle sue molteplici articolazioni e conseguente apertura al mondo esterno.

Sono anche proseguite le votazioni telematiche per la cooptazione o i passaggi di categoria dei soci.

### *7. Attività e iniziative programmate per l'anno 2022*

Anche per il 2022 si intende concordare con l'Accademia Pontaniana il più ampio numero possibile di iniziative. Il tema proposto per le Conferenze organizzate congiuntamente dalle due Accademie è *“Le donne nelle lettere, nelle scienze e nelle arti”*. Sono previste quattro conferenze, da tenere secondo un calendario e un programma dettagliato che sarà definito al più presto dai due Presidenti, sarà comunicato tempestivamente ai Soci di entrambe le Accademie e se ne darà ampia diffusione al pubblico interessato.

Programma provvisorio:

Benedetta Craveri, *“La contessa di Castiglione tra storia e leggenda”*.

Emma Giammattei, *“Dominazione e Dominio: Articolazioni della “Competenza di genere” nella Napoli dall’Otto al Novecento”*.

Le altre due conferenze saranno definite in corso d'anno.

Per quanto riguarda le conferenze congiunte Acc. SMP- Pontaniana il programma per il 2022 è il seguente (quello per il 2023 sarà definito in corso d'anno):

24 marzo 2022 ore 16.30: Mario Rusciano, *Il lavoro e l'Europa sociale: cosa dopo l'alba?*

20 ottobre 2022 ore 16.30: Valerio Petrarca, *Europa e Africa allo specchio*

17 novembre 2022 ore 16.30: Anna Maria Rao, *Storie d'Europa dopo la Rivoluzione francese*

7 dicembre 2022 ore 16.30: Franco Salvatore, *Europa e invecchiamento*

Il 31 marzo 2022 la prof.ssa Rosa Lanzetta terrà la commemorazione del socio emerito prof. Lorenzo Mangoni scomparso nel 2020.

Nel corso del 2022 sarà attrezzata anche l'Aula del Consiglio (quella con il tavolo a "ferro di cavallo") per consentire le riunioni con collegamenti a distanza.

Non ultima in ordine di importanza è l'esigenza di potenziamento in termini di unità di personale qualificato per i servizi di segreteria, biblioteca e informatica.

## 8. *Finanze*

Venendo ora alla situazione finanziaria, devo ricordare che il Ministero per i Beni e le Attività Culturali ha confermato il contributo per la Società Nazionale, che è inclusa nella tabella triennale degli Enti tutelati. Nel corso del 2021, oltre al finanziamento ordinario, sono pervenute risorse straordinarie da parte dell'Università di Napoli Federico II, di cui siamo grati al Rettore e al Consiglio di Amministrazione e da parte della Regione Campania su un Progetto finanziato con la Legge Regionale 7/2003 (contributi per la promozione culturale anno 2021) grazie alla presenza della Società Nazionale tra gli Enti Culturali Regionali inseriti negli elenchi speciali.

L'avanzo del 2021 e le entrate dirette di cui sopra consentiranno di far fronte alle spese per tutto il 2022. L'approvazione del bilancio avverrà nella prima riunione dell'anno del Consi-

glio Generale che, come è consuetudine, si terrà entro febbraio-marzo.

In conclusione, certamente possiamo affermare che la situazione finanziaria è solida, sia per una maggior consistenza e regolarità dei finanziamenti, sia per l'attenta e prudente gestione del Tesoriere Generale Professor Edoardo Massimilla, per cui è possibile guardare al futuro delle attività previste con fondato ottimismo.

A dimostrazione di quanto affermato, ho il piacere di comunicare che il Consiglio Generale, nella seduta tenutasi il 7 dicembre 2021, ha potuto deliberare l'assunzione della dott.ssa Valentina Capodilupo con contratto a tempo indeterminato a partire dal 1° gennaio scorso.

#### 9. *Premi*

Nel 2021 sono stati assegnati tre premi accademici da parte dell'Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche (un premio "Pierantoni" e due premi "De Conciliis" tutti per le Scienze biologiche e uno da parte dell'Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti assegnato per la Classe di Lettere). I vincitori saranno proclamati nel prosieguo della presente adunanza.

#### 10. *"Amici" della Società*

Vorrei ricordare che nel mese di Gennaio 2009 si è costituita, presso il notaio Giuseppe Grosso in Napoli, l'Associazione "Amici della Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti in Napoli" con lo scopo di raccogliere intorno alla nostra Istituzione la cura ed il sostegno anche finanziario che ci hanno consentito di superare i momenti più delicati negli anni scorsi. Dal febbraio 2012 l'Associazione è divenuta ONLUS (Organizzazione Non Lucrativa di Utilità Sociale). Presidente dell'Associazione è il Consocio Professor Fulvio Tessitore, Tesoriera la Professoressa Franca Assante, Segretario il Professor Carlo Sbordone.

Nel corso degli anni, e fino alla data del 1° gennaio di quest'anno, hanno aderito più di ottanta Soci individuali e una decina tra Dipartimenti dell'Università di Napoli Federico II, Enti di Ricerca e Fondazioni. L'elenco storico è riportato nell'Annuario.

## 11. *Ringraziamenti e conclusioni*

Mi avvio alla conclusione manifestando la mia stima e gratitudine al Presidente Generale Professor Goffredo Sciaudone, al Tesoriere Generale Professor Edoardo Massimilla e al Presidente dell'Accademia Pontaniana, Professor Giuseppe Marrucci, con i quali ho avuto il piacere e l'onore di collaborare sempre in perfetta sintonia di intenti e di azioni. Ringrazio altresì i consiglieri di ciascuna Accademia (presidenti, vice presidenti, segretari e tesoreri) con i quali ho avuto un intenso e fattivo rapporto di collaborazione nella conduzione della nostra Società.

Desidero ringraziare di cuore il personale contrattualizzato della Società e della Pontaniana (dott.sse Valentina Capodilupo e Antonina Badessa, sig.re Angela Citarelli e Valeria Cannone) la cui generosa e competente collaborazione costituisce un elemento indispensabile al buon andamento dell'organizzazione e delle molteplici attività delle Accademie. Non hanno mai fatto mancare il loro impegno anche in quest'anno ancora difficile a causa della pandemia da Covid-19. Non posso non citare infine il valido e competente supporto volontario della dott.ssa Chiara Capiello soprattutto nell'opera di revisione delle pubblicazioni a testimonianza dell'attaccamento alle Accademie come già dimostrato negli anni scorsi.

Infine, desidero ringraziare il Servizio Audiovisivi Multimediali dell'Ateneo Federico II che anche quest'anno cura la ripresa video con diretta in streaming su you tube.

A tutti i Consoci ed ai presenti indirizzo un cordiale augurio di buon lavoro anche in questo anno 2022 da poco iniziato.



RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ DELL'ACCADEMIA  
DI SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE  
PER L'ANNO ACCADEMICO 2021  
LETTA DAL SEGRETARIO  
PROF. MARCO NAPOLITANO

Signor Presidente Generale,  
Autorità,  
Egredi Consoci,  
Signore e Signori,

Nell'anno 2021, nonostante il permanere dell'emergenza sanitaria, le tornate accademiche si sono tenute regolarmente, rispettando l'usuale numero di otto tornate annue. Le prime cinque sono state tenute in modalità esclusivamente telematica sulla piattaforma TEAMS. A partire da giugno, invece, con la riduzione delle restrizioni sanitarie, conseguenti al netto miglioramento della situazione pandemica, le tornate si sono svolte in forma mista e i soci hanno potuto scegliere se partecipare in presenza, presso la sede accademica, o in remoto. Tutto questo è stato reso possibile dall'impegno profuso dal Segretario Generale Prof. Merola – al quale va il nostro ringraziamento – nel far sì che la Società si dotasse degli strumenti necessari per il collegamento remoto e nella cura da lui posta nell'assumere tutte le iniziative necessarie affinché la partecipazione in presenza potesse avvenire in sicurezza e nel pieno rispetto delle norme dettate dalle autorità di governo.

Come consuetudine, ogni tornata è consistita in una conversazione, aperta al pubblico, seguita dall'adunanza accademica riservata ai soci. Le conversazioni sono tenute da soci o da studiosi esterni ed hanno lo scopo principale di aggiornare i convenuti su tematiche di attualità in campo scientifico. Nella versione stampata di questa relazione riporterò i titoli e i nomi degli autori delle otto conversazioni. Qui mi limito a dire che una delle con-

versazioni è stata dedicata alla commemorazione del compianto socio Luigi Maria Ricciardi a dieci anni dalla sua scomparsa, e le altre ad argomenti diversi, tutti di grande interesse, riguardanti la scienza, la sua divulgazione ed il dibattito corrente sull'uso ecologico e sostenibile delle risorse naturali.

Una parte importante dell'attività culturale dell'Accademia è la presentazione, in sede di adunanza, di comunicazioni scientifiche riservate ai soci o a studiosi che godano della presentazione di un socio. Le comunicazioni sono state in totale nove, compresa quella usuale sui dati meteorologici dell'anno decorso, preparata dai colleghi dell'Osservatorio di San Marcellino. Il loro elenco, comprensivo di titolo e autori, è riportato nella versione a stampa di questa relazione. Cinque riguardano contributi nell'ambito della Classe di Scienze Naturali e quattro in quella di Scienze Matematiche. Tutte le comunicazioni verranno incluse nel Rendiconto dell'Accademia per il 2021.

Passo ora a dare brevemente notizia di altri eventi occorsi durante il 2021.

All'inizio dell'anno sono stati eletti due nuovi soci corrispondenti nella Classe di Scienze Naturali. Sono il Prof. Lorenzo Marrucci e il Prof. Marco Moracci, ambedue professori ordinari dell'Università Federico II, il primo presso il Dipartimento di Fisica e il secondo presso il Dipartimento di Biologia.

Durante l'anno si è, purtroppo, registrata la scomparsa di tre soci: Mario Malinconico e Paolo Fergola, soci corrispondenti della Classe di Scienze Naturali, e Salvatore Rionero, socio emerito della Classe di Scienze Matematiche. Per ognuno di loro c'è stato un breve ma intenso e commosso ricordo all'inizio dell'adunanza accademica immediatamente successiva alla scomparsa e un ricordo scritto è allegato al verbale di tale adunanza.

Sono stati banditi tre concorsi per l'attribuzione di altrettanti premi accademici. Due di tali premi erano intitolati a Lisa De Conciliis; uno aveva per tema "*Approcci molecolari per lo studio di problematiche biologiche*" e l'altro "*Approcci molecolari ed ecologici per lo studio di problematiche ambientali ed applicazioni per il risanamento degli ecosistemi*". Il primo è stato attribuito alla Dott.ssa Veronica Ghini, attualmente al centro di ricerca CERM dell'Università degli Studi di Firenze, e il secondo al

Dott. Stefano Magni, attualmente al Dipartimento di Bioscienze dell'Università degli Studi di Milano. Il terzo premio, intitolato a Umberto Pierantoni, sul tema “*Realizzazione di processi sostenibili utilizzando approcci di evoluzione molecolare*”, è stato attribuito alla Dott.ssa Francesca Mensitieri, ora presso il Dipartimento di Medicina, Chirurgia e Odontoiatria dell'Università degli Studi di Salerno.

In febbraio si è svolta la votazione con la quale sono stato eletto Segretario dell'Accademia, assumendone immediatamente le funzioni detenute ad interim nella parte iniziale dell'anno dal Vicepresidente Carmine Colella. Pertanto, il Consiglio dell'Accademia risulta così composto: *Presidente* Carlo Sbordone, *Vicepresidente* Carmine Colella, *Segretario* Marco Napolitano, *Tesoriere* Luciano Carbone.

## Allegati

Elenco delle memorie che sono state presentate nelle adunanze dell'Accademia di SFM e che saranno pubblicate nel Rendiconto dell'anno 2021.

### Classe di Scienze Naturali

- A Di Donato, E. Notomista: *I peptidi antimicrobici criptici: componenti poco conosciuti del sistema immunitario innato*
- M. De Martino *Unrevealing the non-coding RNA role in human disease: the HMGAI-pseudogene paradigm*
- G. Geraci: *La pandemia da SARS-Covid-2. Un meccanismo dell'evoluzione?*
- M. Munafò: *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*
- M. Cioffi: *Immune modulation and cancer stem cell therapeutic inhibition of pancreatic cancer*

### Classe di Scienze Matematiche

- A. Avvantaggiati, P. Loreti: *Logarithmic Sobolev inequality for functions concentrated in a ball*
- L. D'Onofrio, C. Sbordone, R. Schiattarella: *A note on the equation  $\operatorname{div} \mathbf{u} = f$*
- M. Colombo, S. Haffter: *Breaking Slightly the Scaling of the Nonlinear Defocusing Wave Equation*
- L. Carbone, G. Esposito, L. Dell'Aglio: *Renato Caccioppoli e il libro mai scritto (ma ritrovato)*

### Appendice

- Nicola Scafetta, Raffaele Di Cristo, Raffaele Viola, Adriano Mazzearella: *L'Osservatorio Meteorologico di San Marcellino Napoli Centro: i dati dell'anno 2021.*

## Elenco delle conversazioni tenute nel 2021

- 15/1 Massimo Capaccioli: *L'incanto di Urania. 25 secoli di esplorazione del cosmo.*
- 19/2 Maurizio Avallone: *Acqua per la vita, vita per l'acqua.*
- 19/3 Valerio Rossi Albertini: *Divulgare la scienza oggi.*
- 16/4 Antonio di Crescenzo: *Ricordo di Luigi Maria Ricciardi a dieci anni dalla sua scomparsa.*
- 21/5 Michele Ceccarelli: *Biologia Computazionale: come i calcolatori e l'intelligenza artificiale possono aiutarci a comprendere le malattie.*
- 18/6 Marco Moracci: *Vita in condizioni estreme.*
- 19/11 Giuseppe Geraci: *La pandemia da covid-19 (sars-covid-2).*
- 17/12 Michele Munafò: *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici.*



RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ DELL'ACCADEMIA  
DI SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE  
PER L'ANNO ACCADEMICO 2021  
LETTA DAL SEGRETARIO  
PROF. LEONARDO DI MAURO

Signor Presidente Generale,  
Signor Segretario Generale,  
Magnifico Rettore,  
Autorità,  
Egredi Consoci,  
Signore e Signori,

Nel 2021, malgrado la pandemia, l'Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti ha tenuto, presiedute da Marcello Rotili, le previste otto sedute, sei da remoto (13 gennaio, 3 febbraio, 3 marzo, 7 aprile, 5 maggio, 9 giugno) e due in presenza e on-line, il 3 novembre e il 15 dicembre.

A conclusione delle votazioni per l'elezione dei nuovi soci conclusesi il 31 maggio, il Presidente nell'adunanza del 9 giugno ha dato lettura dei risultati e proclamato i nuovi soci. Giovanni Polara è stato eletto Socio emerito; gli eletti in ciascuna delle tre classi sono stati:

Classe di Archeologia: Carmela Capaldi, Professore Associato di Archeologia e Storia dell'arte classica nell'Università di Napoli Federico II, già Socia corrispondente è stata eletta Socia ordinaria residente; è stato nominato Socio corrispondente nazionale Gabriele Archetti, Professore Ordinario di Storia medievale nella Facoltà di Scienze della Formazione dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano;

Classe di Lettere: sono stati nominati Soci ordinari residenti Antonio Saccone, già Professore Ordinario di Letteratura italiana moderna e contemporanea nell'Università degli Studi di Napoli Federico II e Socio corrispondente e Lidia Palumbo, Professore

Associato di Storia della Filosofia antica nel Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università di Napoli Federico II; si è registrata inoltre l'elezione di Chiara Renda, docente di Lingua e Letteratura latina nel Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università di Napoli Federico II e di Matteo Palumbo, già prof. Ordinario di Letteratura italiana nello stesso Ateneo;

Classe di Belle Arti: il prof. Francesco Federico Mancini, già Socio corrispondente è stato eletto Socio ordinario non residente; sono stati nominati Soci corrispondenti Paola Davoli, Professore Associato di Egittologia presso il Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università del Salento e Elda Morlicchio, Ordinario di Lingua e Traduzione – Lingua tedesca nell'Università di Napoli L'Orientale e già Rettrice di questo Ateneo.

È stato assegnato al dottor Cristiano Minuto il premio bandito per la Classe di Lettere.

È stato pubblicato il volume dei Rendiconti (Nuova Serie Volume LXXX Anni 2019-2020).

Nel corso dell'anno 2021 sono state lette, da parte dei Soci dell'Accademia o da studiosi da essi presentati le seguenti note scientifiche, seguite tutte da un dibattito critico:

Carmela Capaldi, *Nuove scoperte nel foro di Cuma*, nella tornata del 13 gennaio;

Massimo Visone (presentato dal socio Leonardo Di Mauro), *La fortuna iconografica di Palazzo Donn'Anna*, nella tornata del 3 febbraio;

Silvana Rapuano – Lester Lonardo (presentati dal socio Marcello Rotili), *Dati dagli scavi della basilica di San Bartolomeo a Benevento, anni 1990 e 2001*, nella tornata del 3 marzo;

Stefania Tuccinardi (presentata dai soci Carlo Gasparri e Carmela Capaldi), *Il Museo di Alessandro Torlonia: 1859-1886*, nella tornata del 7 aprile;

Giuseppe Brincat, Professore Emerito di Lingua e Letteratura italiana nell'Università di Malta, *Il maltese, l'italiano e l'inglese 1800- 1936* (presentato dalla socia Rosanna Sornicola), nella tornata del 5 maggio;

Sandro Caruana, Professore Ordinario di Lingua e Linguistica italiana nell'Università di Malta, *Contatti linguistici e socio-*

- linguistici rispecchiati nel maltese di oggi;*  
 (presentato dalla socia Rosanna Sornicola), nella tornata del 5 maggio;
- Raffaella Pierobon, *Vivere a Gerasa (Giordania) tra IV e VI secolo d.C. Trasformazioni e continuità*, nella tornata del 9 giugno.;
- Maria Luisa Cusati, *Una ricerca storica per tradurre senza tradire. A margine di: Nuno Júdice, "La cospirazione Cellamare"*, nella tornata del 9 giugno;
- Riccardo Lattuada, *Picari: vite perdute e vite redente. Osservazioni su un curioso pendant di Pietro Núñez de Villavicencio e Luca Giordano al Prado*, nella tornata del 3 novembre.

Sono stati anche presentati dai Soci pubblicazioni, poi consegnate al Presidente per la loro conservazione nella Biblioteca della Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti in Napoli:

nella tornata del 13 gennaio Maria Gabriella Pezone (presentata dal Socio Leonardo Di Mauro) ha illustrato il volume di Giuseppe Pignatelli, *Il monastero ritrovato. San Benedetto all'Arco Mirelli. 1625-1927*; nella tornata del 5 maggio il segretario Leonardo Di Mauro e Massimo Schonauer, Socio dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche, hanno presentato la riedizione del libro di Michele Sarcone, *Il Caffè*, curata da Gianluca Falcucci e con un saggio di Roberto Mazzola, inserito nella *Collana di testi della cultura filosofica e scientifica meridionale* dell'Istituto per la Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico Moderno del C.N.R. Napoli; nella tornata del 15 dicembre la Socia Rosanna Sornicola e il prof. Nicola De Blasi hanno presentato il volume di Mari D'Agostino, *Noi che siamo passati dalla Libia. Giovani in viaggio fra alfabeti e multilinguismo*.

Questo resoconto non si può chiudere senza la segnalazione della scomparsa, nel corso dell'anno, di cinque Soci: il 18 maggio è deceduto il Socio ordinario residente della Classe di Lettere Enrico Flores, Professore Emerito di Letteratura Latina presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II; il 2 giugno è scomparso il Socio ordinario non residente della Classe di Lettere Bruno Luiselli, Professore Emerito di Letteratura Latina presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza"; il 20

ottobre è deceduto il Socio ordinario non residente della Classe di Lettere Maurizio Vitale, professore ordinario di Storia della lingua italiana presso l'Università degli Studi di Milano; il 27 dicembre è scomparso il Socio ordinario non residente Carlo Carletti, professore ordinario di Antichità ed epigrafia cristiane nell'Università di Bari ; il 28 dicembre è scomparsa la Socia ordinaria non residente Maria Cecaro, già Direttrice della Biblioteca Nazionale di Napoli.

L'Accademia si è associata al lutto dei familiari.

Dal 27 al 29 settembre 2021 si sono svolte a Napoli e a Santa Maria Capua Vetere *Tre giornate di studio dedicate a Ferdinando Bologna*, Convegno organizzato dall'Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli insieme con il Dipartimento di Lettere e Beni culturali dello stesso Ateneo e le Accademie congiunte, coordinata dalla Socia Rosanna Cioffi.

Attualmente il Consiglio risulta così composto: *Presidente* Marcello Rotili, *Vicepresidente*, Arturo De Vivo, *Segretario* Leonardo Di Mauro, *Tesoriere* Vincenzo Trombetta.

RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ  
DELL'ACCADEMIA DI SCIENZE MORALI E POLITICHE  
PER L'ANNO 2021  
LETTA DAL SEGRETARIO PROF. MAURIZIO CAMBI

Signor Presidente Generale,  
Signor Segretario generale,  
Magnifico Rettore,  
Autorità,  
Egredi Consoci,  
Signore e Signori

L'anno accademico 2021, è stato caratterizzato da un'energica ripresa dell'attività scientifica dell'Accademia di Scienze Morali e Politiche dopo il 2020, segnato profondamente dal diffondersi della pandemia che ha imposto, per le necessarie cautele, l'interruzione per molti mesi delle sedute mensili e delle conferenze. Quest'anno, invece, la nostra Accademia si è riunita regolarmente: le prime sei sedute (28 gennaio, 25 febbraio, 25 marzo, 29 aprile, 27 maggio, 24 giugno) con modalità "a distanza" mediante l'uso della piattaforma telematica e con una formula mista – "in presenza" e "a distanza" – nelle due ultime assemblee dell'anno (25 novembre e 16 dicembre). Le otto sedute previste dall'articolo 15 dello Statuto sono state intense e animate dalla presentazione di numerose memorie. Questo ci ha permesso – e di ciò siamo orgogliosi – di dare alle stampe un volume di *Atti e Memorie* che conta ben tredici saggi per un totale di 250 pagine. Un numero di interventi superiore a quello degli ultimi dieci anni. Si tratta di ricerche a firma dei Soci e di lavori di giovani e promettenti studiosi, introdotti dai Soci. Ad ogni memoria presentata è seguito un vivace e proficuo dibattito. Temi ed argomenti, com'è prassi della nostra Accademia, sono stati vari per disciplina e impostazione, a testimonianza di un'attenzione concreta per un vasto panorama culturale. Negli *Atti dell'Accademia*

*di Scienze Morali e Politiche 2021* – attualmente in lavorazione presso l’editore Giannini – troverete saggi che vanno dall’analisi del lessico giuridico della follia nell’antica Roma, alla centralità della figura di Dante nella cultura e nell’identità argentina. Dal lungo e proficuo soggiorno di Nietzsche a Sorrento alla mistica nell’opera di Sant’Ignazio di Loyola, da Troeltsch e l’idea di Europa a ricerche su Croce, Meinecke, Jacobi e Max Scheler.

La lista completa delle memorie è acclusa alla presente relazione e i testi dei contributi potranno essere letti in forma telematica (sul sito della Società Nazionale) o, su richiesta, in cartaceo. La stampa del volume, in fase di redazione, è prevista per il mese di marzo.

Inoltre, nella seconda parte dell’anno è stato stampato anche il quarto numero dei *Quaderni dell’Accademia; collana di saggi e testi di conferenze*; un corposo saggio a firma del Prof. Maurizio Martirano dal titolo: *Trasfigurazione e crisi delle categorie di latinità e germanesimo in alcuni momenti della cultura italiana tra XIX e XX secolo* (già a disposizione dei Soci).

Per il 2022 è già in programma la stampa del quinto numero dei *Quaderni*: uno studio del Prof. Franco Donadio comprensivo di una introduzione e la traduzione di sette lezioni pubbliche di Julius Braniss su *Letteratura e filosofia nel secolo di Goethe*.

Ricordo che i *Quaderni* possono essere letti, oltre che in copia cartacea, anche consultando il sito dell’editore Giannini.

Sulle iniziative congiunte – frutto dalla preziosa collaborazione tra la nostra Accademia, la Società Nazionale e l’Accademia Pontaniana – rimando a quanto il Segretario Generale ha già ricordato nella sua puntuale relazione.

Nel 2021 l’Accademia di Scienze Morali e Politiche ha riservato due sedute private alle proposte di nomina di nuovi Soci e all’illustrazione dei loro profili scientifici. In seguito ai risultati delle votazioni (settembre 2021) sono stati nominati:

*Socio Ordinario Nazionale non Residente* (per la classe di Scienze politiche) il Prof. Valerio Meattini, già Professore ordinario di *Filosofia Teoretica* nell’Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”;

*Socio Corrispondente Nazionale* (per la classe di Scienze Morali): il Prof. Cosimo Cascione, Professore Ordinario di *Diritto romano* nell'Università degli studi di Napoli "Federico II";

*Socio Corrispondente Nazionale* (per la classe di Scienze Morali): il Prof. Francesco Miano, Professore ordinario di *Filosofia morale* nell'Università di Roma "Torvergata".

*Socio Straniero* (per la classe di Scienze Politiche): la Prof.ssa Brigitte Marin, attuale Direttrice dell'Ecole Française di Roma.

Inoltre, sono stati votati i passaggi da *Socio Corrispondente Nazionale* a *Socio Ordinario Nazionale Residente* (classe di Scienze Morali) per i Professori Antonio Carrano e Valerio Petrarca.

Durante lo scorso anno accademico – e qui ne rinnoviamo il commosso ricordo – ci ha lasciato il Socio Umberto Levra, noto storico del Risorgimento e per alcuni decenni Direttore del Museo del Risorgimento di Torino, Socio Corrispondente dal 2002 e Socio Ordinario non Residente dal 2007.

Attualmente il Consiglio risulta così composto: Domenico Conte, *Presidente*, Anna Maria Rao *Vicepresidente*; Maurizio Cambi, *Segretario* ed Edoardo Massimilla, *Tesoriere*.

Allegato I: Memorie presentate all'Accademia di Scienze Morali e politiche nell'anno 2021

- 1) Giuliana Mondauto, *La formazione del Sé in Max Scheler. Tra funzionalizzazione e ordo amoris*. Memoria presentata dal Socio Ordinario Residente G. Cantillo nella seduta del 28 gennaio 2021;
- 2) Sabato Danzilli, *L'estetica giovanile di Lukács e il neokantismo sud-occidentale*. Memoria presentata dal Socio Ordinario Residente E. Massimilla nella seduta del 28 gennaio 2021.
- 3) Alfredo Galdi, *Il problema del demoniaco nella riflessione storica di Friedrich Meinecke*. Memoria presentata dal So-

- cio Ordinario Residente Domenico Conte nella seduta del 25 febbraio 2021;
- 4) Valerio Petrarca (Socio Corrispondente Nazionale), *Mistica e senso pratico nell'opera di Ignazio di Loyola*. Memoria presentata nella seduta del 25 marzo 2021;
  - 5) Federica Pitillo, *Disincanto e critica della razionalità strumentale nel pensiero di Jacobi*. Memoria presentata dal Socio Ordinario Residente Renata Viti Cavaliere nella seduta del 25 marzo 2021;
  - 6) Giuseppe Cantillo (Socio Nazionale Ordinario Residente), *Ernst Troeltsch e l'idea di Europa*. Memoria presentata nella seduta del 29 aprile 2021;
  - 7) Aglaia McClintock, *Il lessico giuridico della follia nell'antica Roma*. Memoria presentata dal Socio Corrispondente Nazionale Francesca Reduzzi Merola nella seduta del 29 aprile 2021;
  - 8) Maurizio Cambi (Socio Nazionale Ordinario non Residente), *Da Tommaso Campanella e Johann Valentin Andreä. Utopie a confronto*. Memoria presentata nella seduta del 27 maggio 2021;
  - 9) Carla Masi Doria (Socio Corrispondente Nazionale): *Verso "le stelle ... de l'altro polo". Dante nella cultura e nell'identità argentina*. Memoria presentata nella seduta del 24 giugno 2021;
  - 10) Santi Di Bella, *Benedetto Croce e "l'espressione che fa il mondo"*, Memoria presentata dal Socio Emerito Fulvio Tesitore nella seduta del 24 giugno 2021;
  - 11) Domenico M. Fazio (Socio Corrispondente Nazionale), *Nietzsche a Sorrento*. Memoria presentata nella seduta del 25 novembre 2021;
  - 12) Fabio Ciraci, *Boden und Blut: il principio di Anteo*. Memoria presentata dal Socio Corrispondente Nazionale Domenico Fazio) nella seduta del 25 novembre 2021;
  - 13) Anna Pia Ruoppo, *Esistenzialismo al bivio: Heidegger e Sartre si confrontano sul significato e il senso dell'agire*. Memoria presentata dal Socio Ordinario Nazionale Residente Giuseppe Antonio Di Marco nella seduta del 16 dicembre 2021.

RELAZIONE SULL'ATTIVITA' DELL'ACCADEMIA DI  
SCIENZE MEDICHE E CHIRURGICHE  
PER L'ANNO ACCADEMICO 2021  
LETTA DAL SEGRETARIO PROF. MARIO SANTINI

Signor Presidente Generale, Signor Segretario Generale, Signor Tesoriere Generale, Autorità, Colleghi Accademici e non, Signore e Signori, rivolgo a voi tutti il mio più cordiale benvenuto a questa cerimonia inaugurale dell' Anno Accademico 2022.

Ho l'incarico, in qualità di Segretario dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche della Società Nazionale di Scienze Lettere e Arti in Napoli, di presentare l'attività svolta nel corso dell' Anno Accademico appena trascorso.

L'anno 2021 (204° dalla sua fondazione) è stato presieduto dal Prof. Goffredo Sciaudone.

Come è noto l'emergenza epidemiologica da Coronavirus-19 ha fortemente impattato, anche quest'anno, sulle attività dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche ma, a differenza di quanto accaduto nell'anno 2020, anno primo dell'era pandemica, nel 2021 è stato possibile organizzare le adunanze in maniera telematica dando modo a numerosi relatori di presentare i loro lavori.

Sono state così presentate relazioni su tematiche che hanno spaziato dalle neuroscienze alle malattie rare, dall'oncologia alle tecniche chirurgiche.

A febbraio la Professoressa Marina Di Domenico ha presentato una relazione su “ *Obesità e Tumore della Mammella: connessioni molecolari nella progressione neoplastica*”.

Nella stessa seduta uno spazio è stato riservato a giovani ricercatori. Il Dott. Giovanni Natale ha presentato i risultati preliminari del suo progetto di ricerca su “ *Ricostruzione 3D come guida nella programmazione degli interventi di exeresi polmonare in chirurgia mininvasiva*” A marzo il Prof. Umberto Marcello Bracale ha relazionato sulla “ *Evoluzione del trattamento dell'aneurisma dell'aorta addominale. Una storia lunga 70 anni*”

Nel mese di aprile l'adunanza è stata dedicata alla emergenza pandemica:

Il Prof Andrea Bianco ha parlato infatti delle *Polmoniti interstiziali da COVID19* ed il Prof. Fausto Ferraro ha presentato una relazione dal titolo

*“Tracheostomia: ieri, oggi e domani”*

A giugno l'adunanza, dedicata alle malattie rare, ha visto la partecipazione della Prof.ssa Maria Nolano che ha presentato una relazione su :”*La biopsia di cute: una finestra sul sistema nervoso periferico e centrale*” e del Prof Giuseppe Limongelli e del Dott. Matteo Della Monica che hanno discusso su

*“Le malattie rare. Dialoghi tra storia, arte, ed intelligenza artificiale”*

Nel mese di ottobre il Prof. Giancarlo Vesce, Socio Ordinario Residente della Classe di Scienze Naturali dell'Accademia Pontaniana ed il Prof. Luca Imeri, dell'Università di Milano, hanno commemorato il Prof. J. Allan Hobson, professore emerito della Harvard Medical School, pioniere della scienza del sonno, e Socio Straniero della Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche, Classe di Medicina, dal 2012. Scomparso il 7 luglio 2021.

Nell'adunanza del mese di novembre la Dott.ssa Rosetta Rossi ha tenuto una relazione su *“Neuroplasticità e maieutica delle emozioni.”* Nel corso della stessa adunanza è stato presentato dai prof. Goffredo Sciaudone e Giovanni Polara , con la partecipazione del giornalista dott. Gian Paolo Porreca, il libro del prof. Ernesto Catena dal titolo: *“Io... e chi altri sennò? (...eludibilità o ineludibilità degli ii...ii...)*

Tutte le relazioni saranno pubblicate , come è prassi, sul volume 173° dei Rendiconti ed Atti dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche. Ricordo che, purtroppo, il volume dei Rendiconti per l'anno 2020 non è stato stampato .

Il volume dei “Rendiconti ed Atti dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche” relativo all'anno accademico 2021 sarà a disposizione di tutti i Soci dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche oltreché dei soci delle altre Accademie.

Devo purtroppo comunicare che qualche giorno fa, il 6 gennaio, è venuto a mancare il prof. Vincenzo Zappia, già prof. di

Chimica Biologica nell'Univ. di Napoli Federico II, socio dal 1985 dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche per la Classe di Medicina.

Il Consiglio Direttivo dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche per l'anno 2021 è così costituito: Presidente Prof. Goffredo Sciaudone, Vicepresidente Prof. Umberto Parmeggiani, Segretario Prof. Mario Santini Tesoriere Prof. Ernesto Catena.

Nel concludere ringrazio tutti i presenti per aver partecipato a questa seduta.

Rivolgo – a nome del Consiglio Direttivo e delle due Classi dell'Accademia – un cordiale augurio a tutti i presenti per un sereno e operoso anno 2022.



# L'EMERGENZA CLIMATICA GLOBALE: ASPETTI FISICO-CHIMICI, AMBIENTALI, TECNOLOGICI

Lezione inaugurale del prof. Carmine Colella  
*Accademia di Scienze fisiche e matematiche, Società Nazionale  
di Scienze Lettere e Arti in Napoli; Accademia Pontaniana*

## 1. Introduzione

L'emergenza climatica globale è uno dei temi su cui si è più dibattuto negli ultimi anni. Oggi è argomento imprescindibile nella comunicazione via rete e via media convenzionali, quali editoria, giornali e TV. Le notizie, per la verità allarmanti – ma pochi sono avvertiti della gravità del fenomeno – sono di quotidiana attualità, così che una manifestazione come COP 26, la “Conferenza delle Parti” organizzata annualmente sotto l’egida delle Nazioni Unite per valutare l’andamento dei cambiamenti climatici e le relative decisioni da prendere per contrastarli, pur essendo in apparenza un argomento destinato agli addetti ai lavori, è stata, qualche mese fa, per giorni la notizia principale dei telegiornali, dei talk show, della carta stampata e quant’altro.

L’argomento ha nelle sue varie sfaccettature, al di là della valenza scientifica, anche e soprattutto un rilievo politico, perché le decisioni da prendere in merito al contrasto del fenomeno, hanno incalcolabili ricadute di carattere sociale ed economico, che si riverberano su quello che sarà il futuro dell’umanità, ed è noto quanto il rilievo politico abbia ritardato e ritardi tuttora ogni urgente azione per arrivare in tempo utile a soluzioni praticabili e condivise.

Lungi da ogni intento di entrare in contesti politici ed economici inappropriati, lo scopo di questa lettura è molteplice: (i) analizzare i complessi fenomeni dell’emergenza climatica; (ii) discuterne l’origine, lo stato e le prospettive dal punto di vista fisico-chimico, climatico e tecnico; (iii) renderne manifesti gli

effetti e i possibili interventi, che diventano di giorno in giorno sempre più urgenti, complessi da individuare e soprattutto difficili da porre in atto.

## 2. L'effetto serra: cause e conseguenze

### 2.1. L'effetto serra

La vita sulla Terra, per come la concepiamo, è una contingenza resa possibile da particolari condizioni chimico-fisiche, estremamente rare se non uniche nell'universo.

Fra i requisiti essenziali alla nascita e alla persistenza della vita riveste particolare rilievo la *temperatura media superficiale*, una grandezza non sperimentale, che deriva da un calcolo, ma è un attendibile indicatore dell'esistenza di condizioni di vivibilità. Diversi sono i fattori che contribuiscono a determinare il livello termico superficiale dei pianeti, fra questi la distanza dal Sole, la stagione, l'esposizione, ovvero la durata del "giorno solare", ma ve ne sono di meno intuitibili e perfino più determinanti come la presenza di un'atmosfera gassosa di definita pressione e composizione.

Quasi tutti i pianeti più prossimi al Sole, quelli che sono definiti "rocciosi" o "terrestri", sono circondati da un'atmosfera gassosa. Fa eccezione Mercurio, che ne è praticamente privo. Se si guardano i dati della Tab. 1, che raccoglie alcuni dei principali parametri fisico-chimici di tali pianeti, si notano quelle che sembrano delle anomalie nei valori della temperatura media superficiale. La più evidente è che tale temperatura è decisamente più alta per Venere che non per Mercurio, nonostante che quest'ultimo sia molto più vicino al Sole. L'apparente anomalia si spiega proprio con la presenza di un'atmosfera su Venere. Questa, attraverso un fenomeno detto *effetto serra*, impedisce all'energia emanata dal pianeta di essere completamente dispersa nello spazio, la trattiene in parte e così contribuisce a determinare condizioni di temperatura media più elevate. Vediamo come si spiegano, allora, le rispettive temperature di Terra e Marte. Il nostro pianeta ha una temperatura media superficiale notevolmente più bassa di quella di Venere. Questo è in parte dovuto alla sua maggiore distanza dal Sole, ma anche alla sua atmosfera più rarefatta, circa un centesimo di quella di Venere e in aggiunta da una

composizione gassosa notevolmente differente, in cui prevalgono  $N_2$  e  $O_2$ , rispetto alla  $CO_2$ , che costituisce, invece, la quasi totalità dell'atmosfera venusiana. Per quel che riguarda l'ultimo dei pianeti "rocciosi", Marte, che ha un'atmosfera molto simile a quella di Venere, si può osservare che la bassa temperatura media superficiale è determinata poco dalla composizione dell'atmosfera, essendo questa estremamente rarefatta – circa 1/15000 di quella di Venere. Qui il fattore determinante diventa la distanza del pianeta dal Sole, che è più che doppia di quella di Venere.

Tabella 1 – Alcuni parametri fisico-chimici dei pianeti "rocciosi".

Parametro	Pianeta							
	Mercurio	Venere		Terra		Marte		
Diametro, km/10 <sup>3</sup>	4,88	12,10		12,76		6,79		
Distanza dal Sole, km/10 <sup>6</sup>	58,0	108,2		149,6		227,9		
Temp. media superficiale, °C	167	464		16		- 43		
Atmosfera, pressione, bar	5·10 <sup>-15</sup>	92		1,01		6,36·10 <sup>-3</sup>		
Atmosfera, compos. <sup>1</sup> , v%	Vari gas in tracce	CO <sub>2</sub>	96,4	N <sub>2</sub>	78,08	CO <sub>2</sub>	95,0	
		N <sub>2</sub>	3,5	O <sub>2</sub>	20,95	N <sub>2</sub>	2,6	
		H <sub>2</sub> O	0,01	CO <sub>2</sub>	0,04	H <sub>2</sub> O	0,03	
		Altri	tracce	Altri	~0,93	Altri	~2,37	

<sup>1</sup> La composizione dell'atmosfera terrestre qui riportata è quella definita "secca", priva cioè di H<sub>2</sub>O, la cui percentuale è piuttosto variabile (dallo 0% al 4%), con una media dello 0,33%. Gli altri componenti sono principalmente Ar per la quasi totalità e una serie di altri gas in concentrazione molto minore. L'Ar è anche il costituente principale fra quelli denominati "altri" nell'atmosfera di Marte, con un contenuto dell'1,6%.

L'effetto serra, in inglese *greenhouse effect*, scoperto da Joseph Fourier (1768-1830) nel 1824, è dunque un fenomeno determinante nello stabilire la temperatura superficiale di un pianeta.

In Fig. 1 viene mostrata una rappresentazione schematica di tale effetto.

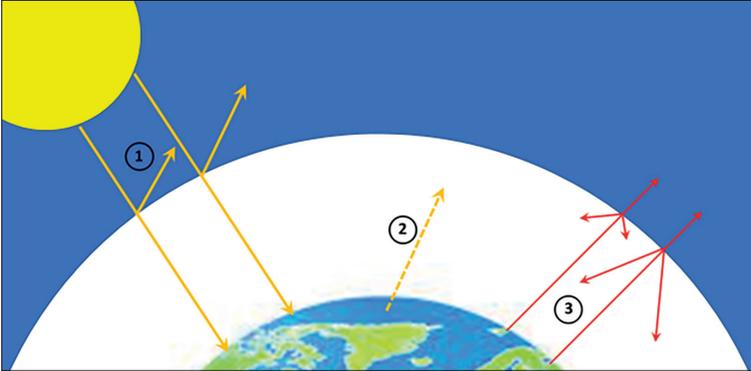


Fig. 1 – Rappresentazione schematica dell'effetto serra. In bianco l'atmosfera. Freccia a linea piena: flusso di energia termica assorbita (in giallo) o emessa (in rosso) dalla Terra. Freccia con il tratteggio: flusso di calore dissipato attraverso evaporazione.

I raggi solari (1), costituiti da radiazioni di corta lunghezza d'onda (essenzialmente nei campi dell'UV e del visibile), con un flusso termico superficiale pari a  $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , penetrano nell'atmosfera, dopo essere stati in parte riflessi, e raggiungono, al netto di altre riflessioni (nuvole, aerosol, etc.) e di un parziale assorbimento atmosferico, la superficie del pianeta nella misura di  $168 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . L'oceano ha una grandissima capacità di assorbimento, ma dissipa una parte del calore prodotto dalle radiazioni, cedendolo all'atmosfera o impiegandolo principalmente per l'evaporazione dell'acqua (2). Anche la terra emette energia termica (quella di origine solare o proveniente da altre fonti) sotto forma di radiazioni, ma queste hanno lunghezza d'onda maggiore di quelle provenienti dal Sole e sono nel campo dell'IR. Parte di queste radiazioni riesce ad attraversare l'atmosfera, disperdendosi nello spazio, ma una cospicua frazione di esse, interagendo con alcuni gas dell'atmosfera, viene impedita di procedere (3). È questo calore, che non si riesce a smaltire, che determina, massimamente, il livello termico superficiale dei pianeti.

## 2.2. *I gas serra*

Da quanto abbiamo visto, l'effetto serra dipende dalla natura dei gas atmosferici e dalla loro concentrazione. Più esplicitamente vi sono dei gas, detti "gas serra" o anche "gas climalteranti", che hanno la proprietà di influire sul livello termico superficiale dei pianeti, ed altri che non hanno questa proprietà.

Fu nel 1859 che John Tyndall (1820-1893), studiando la capacità dei gas atmosferici di assorbire il calore solare, scoprì che, diversamente da ossigeno ( $O_2$ ), azoto ( $N_2$ ) e idrogeno ( $H_2$ ), descritti come gas "trasparenti" alla radiazione IR, molecole quali acqua ( $H_2O$  *vap.*), anidride carbonica ( $CO_2$ ) e ozono ( $O_3$ ) avevano la proprietà di intrappolarla. Oggi sappiamo che ai gas serra naturali, che comprendono anche metano ( $CH_4$ ) e protossido di azoto ( $N_2O$ ) – ma che non sono più solo naturali, perché sono in parte prodotti da attività umane – si sono aggiunti altri gas di origine puramente antropica come, ad es., i cosiddetti "composti fluorurati". È appena il caso di notare che nel complesso il contenuto di gas serra dell'atmosfera terrestre secca non supera lo 0,1% del totale, eppure, come avremo modo di vedere, una variazione per quanto minima del loro ammontare può avere degli effetti inimmaginabili e devastanti sui delicati equilibri fisico-chimici che hanno consentito la comparsa della vita sul nostro pianeta e che ne garantiscono il perpetuarsi.

L'effetto serra, in dipendenza dell'entità e del contesto in cui si manifesta, può essere benefico o deleterio. Oggi sappiamo che la presenza della peculiare atmosfera gassosa, che circonda il nostro pianeta, lo protegge da livelli termici insostenibili o da altrettanto intollerabili escursioni termiche. Si è stimato, in particolare, che se non esistesse l'atmosfera o se essa fosse costituita esclusivamente da gas biatomici, la Terra avrebbe una temperatura media superficiale di  $33^\circ C$  più bassa di quella calcolata, ovvero pari a circa  $-18^\circ C$ , e sarebbe quindi in larga parte inadatta alla vita.

Tabella 2 – Parametri che influiscono sull’incremento termico dovuto ai gas serra\*<sup>1</sup>.

Parametro	Gas serra			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Fluorurati <sup>2</sup>
Ammontare di gas di origine antropica, %	76	16	6	2
Potenziale di riscaldamento globale <sup>3</sup>	1	28-36	265-298	1000-10000
Permanenza in atmosfera, anni	5-200	8,5-12	114-120	1-1700

\* Fonti: *US Environmental Protection Agency (EPA)*; *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) s Fifth Assessment Report (AR5)*; *National Centers for Environmental Information (NOAA)*; *International Energy Agency (IEA) via the World Bank*.

<sup>1</sup> È escluso il contributo del vapore acqueo, il cui contenuto in atmosfera è variabile e non controllabile. Da quanto detto in precedenza, la sua percentuale media in atmosfera è di 0,33%, la maggiore fra i gas serra.

<sup>2</sup> Si tratta di gas di diversa composizione, ma tutti caratterizzati dalla presenza di fluoro. I principali sono: gli idrofluorocarburi (in acronimo: IFC), i perfluorocarburi (in acronimo: PFC), SF<sub>6</sub> (esafluoruro di carbonio) e NF<sub>3</sub> (trifluoruro di azoto).

<sup>3</sup> È funzione della massa di gas considerata e del tempo di permanenza in atmosfera (i dati riportati si riferiscono a 100 anni).

Fu Svante Arrhenius (1859-1927), d’altro canto, che nel 1896 evidenziò possibili effetti deleteri derivanti da una abnorme cattura della radiazione solare da parte dell’atmosfera, lasciando intravedere scenari climatici così ostili da rendere alla lunga problematica la stessa esistenza del genere umano.

I gas serra, in dipendenza dalla loro natura, hanno effetti differenziati ai fini del riscaldamento globale. Si definisce “Potenziale di Riscaldamento Globale” (*Global Warming Potential, GWP*), il contributo di ogni singolo gas all’effetto serra. Il GWP è misurato relativamente all’effetto prodotto dalla CO<sub>2</sub>, il cui potenziale viene assunto per definizione uguale a 1. Esso rappresenta quindi il rapporto fra il riscaldamento globale causato in un certo periodo di tempo da un determinato gas e il riscaldamento originato

dalla stessa quantità di anidride carbonica nello stesso intervallo di tempo.

La Tab. 2 riporta i dati essenziali relativi all'insorgere dell'effetto serra per i principali gas coinvolti. Come si può notare, la  $\text{CO}_2$  in una supposta atmosfera secca (cioè senza il contributo del vapore acqueo) è il gas che contribuisce di meno al riscaldamento globale, a parità di ogni altra condizione, ovvero a parità di massa e di tempo di permanenza in atmosfera.

Nella sostanza, però, è il componente dei gas serra di cui più ci si preoccupa, sia per la rilevanza del suo incremento per cause di origine antropica, sia per la durata della sua permanenza in atmosfera, che può essere molto lunga.

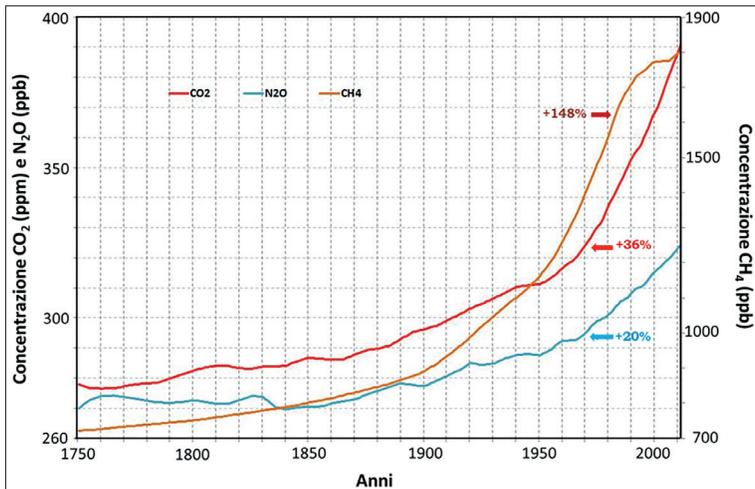


Fig. 2 – Andamento storico delle concentrazioni di  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  in atmosfera (Fonte: IPCC –AR5 Climate Change – WG1, Fig. 6.11). I dati antecedenti al 1956 sono dedotti con una metodologia descritta nella parte iniziale del § 4.2, quelli successivi sono sperimentali (ppm = parti per milione; ppb = parti per bilione, ovvero miliardo).

La rilevanza di ciascun gas serra nel determinare un aumento o una diminuzione della temperatura media del pianeta è espressa dal cosiddetto “Forzante Radiativo” (*Radiative Forcing*), che è la quantità di energia in  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  trattenuta dal sistema Terra, in un determinato intervallo di tempo, per quel determinato gas. As-

sumendo che lo stato di equilibrio dei gas presenti in atmosfera, che è rimasto sostanzialmente immutato per centinaia di migliaia di anni, abbia incominciato a modificarsi a partire dall'inizio della rivoluzione industriale – nominalmente dal 1750 – è stato rilevato che il forzante radiativo, esteso a tutti i gas serra, è andato continuamente crescendo nel tempo con andamento esponenziale, assumendo valori di 0,57 dopo 200 anni, nel 1950; 1,25 dopo ulteriori 30 anni, nel 1980, e raggiungendo il valore di 2,29  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , nel 2011.

Tale andamento è rilevabile analiticamente per ciascun gas dal grafico di Fig. 2, nel quale vengono riportati gli incrementi di concentrazione dei tre principali gas serra in atmosfera da quando gli stessi sono stati prodotti e dispersi anche a seguito di attività umane. Tali incrementi ammontano al 20% per  $\text{N}_2\text{O}$ , al 36% per la  $\text{CO}_2$  e al 148% per il  $\text{CH}_4$ .

### 2.3. Origine dei gas serra da attività umane

In accordo con i dati di Fig. 2, il problema del surriscaldamento del pianeta ha inizio quanto meno da metà Settecento, ma la presa di coscienza della sua gravità è molto più recente, perché la decisa sterzata verso l'alto delle curve si è registrata negli anni Cinquanta del secolo scorso.

Ci si è allora incominciato a chiedere quale fosse la causa di tale fenomeno fino a quando lo si è correttamente addebitato al surplus di gas serra che veniva immesso nell'atmosfera.

La gravità del problema è peraltro apparsa chiara solo quando si sono rese evidenti le conseguenze di tale surriscaldamento e i gravi rischi cui andava incontro l'umanità se non si fosse corso ai ripari.

Ma, andando per ordine, vediamo innanzitutto di esaminare le cause, cioè di capire da quali attività deriva l'eccedenza di gas serra, che scarichiamo nell'atmosfera.

La prima notazione da fare è che il problema, preso nella sua globalità, deriva in ultima analisi dal fortissimo incremento di popolazione che si è registrato negli ultimi decenni sulla Terra, che – se venisse confermato lo stesso *trend* negli anni a venire – porterebbe la popolazione mondiale, che è attualmente di circa 8 miliardi di persone, a circa 11,2 miliardi a fine secolo, con crescenti necessità in termini di energia e di alimenti.

Come è facilmente intuibile, è, infatti, in ultima analisi proprio la crescente richiesta di energia e di alimenti a determinare in maniera diretta o indiretta le accresciute emissioni in atmosfera dei principali gas serra.

Ma vediamo più in dettaglio in Tab. 3 qual è l'origine dei singoli gas:

Tabella 3 – Attività umane da cui si producono gas serra.

<b>Gas serra</b>	<b>Origine</b>
CO <sub>2</sub>	Combustione di risorse energetiche fossili a base di carbonio (carbone, petrolio, gas naturale) e di biomasse; produzione di cemento; riduzione dell'estensione delle foreste tropicali
CH <sub>4</sub>	Allevamento di animali erbivori e onnivori; concimazione; gestione di discariche; compostaggio; fermentazione e depurazione di acque di scarico
N <sub>2</sub> O	Agricoltura in genere e concimazione
IFC	Prodotti refrigeranti; schiumogeni; propellenti per bombolette spray; solventi
PFC	Semiconduttori, solventi, vettori termici
SF <sub>6</sub>	Isolatori per linee elettriche ad alta tensione; semiconduttori; pressofusi in alluminio e magnesio
NF <sub>3</sub>	Industria elettronica

Concordemente, in estrema sintesi, le principali cause del riscaldamento globale sono indicate qui in seguito.

- Uso di combustibili fossili per la produzione di energia termica ai fini di: (a) produzioni e attività industriali, (b) auto-trazione, trasporto aereo e via mare, (c) riscaldamento. Uso di biomasse per la produzione di energia termica o di altre forme di energia. Produzione di CO<sub>2</sub> di origine secondaria, ad esempio per decomposizione termica di carbonati, come avviene nell'industria cementiera.
- Crescita del consumo di carne. L'incremento dell'allevamento animale (bovini, ovini e suini), che è ovviamente connesso alla crescita della popolazione e alla crescita dell'economia, porta ad un incremento della produzione di CH<sub>4</sub>. Tale incremento deriva dalla fermentazione enterica dei ruminanti (bovini e ovini) e, in misura minore, dei monogastrici (suini),

attraverso la quale gli alimenti fibrosi vengono degradati da microrganismi in molecole semplici (come il metano). Altre significative fonti di metano sono connesse con la gestione delle deiezioni e delle lettiere animali e con quella degli scarti e sottoprodotti delle aziende agricole (biometano). Imponenti produzioni del gas si devono anche alle cosiddette culture a sommersione (ad es. la produzione di riso).

- Espansione dell'agricoltura industriale e convenzionale con l'uso intensivo dei suoli e il ricorso massivo ai fertilizzanti, ottenuti da fonti energetiche fossili. La concimazione è responsabile anche dell'incremento della produzione di  $N_2O$ . Il gas è, infatti, un sottoprodotto della filiera produttiva dell'acido nitrico, un composto chimico usato per produrre fertilizzanti azotati.
- Deforestazione (ad es. dell'Amazzonia) e trasformazione dei suoli di origine forestale in terreni agricoli. Entrambe queste azioni hanno un impatto sul riscaldamento globale, in quanto viene ridotta la capacità della biosfera di assorbire la  $CO_2$  attraverso la fotosintesi clorofilliana, che tra l'altro è anche fonte di ossigeno.
- Uso di gas fluorurati nell'industria elettronica ed elettrica e nel settore della refrigerazione e del condizionamento dell'aria.

#### *2.4. Effetti dello scarico in atmosfera di gas serra di origine antropica*

La Fig. 3 mostra l'andamento della variazione della temperatura media superficiale della Terra negli ultimi 170 anni. Come è facile dedurre dall'andamento delle tre curve (vedi didascalia della figura), la temperatura non è variata in maniera significativa, o quanto meno non in maniera apprezzabile, fino ai primi decenni del secolo scorso, poi le tre curve, inizialmente del tutto sovrapponibili, si sono sempre più decisamente divaricate.

I dati del grafico dimostrano quindi non solo che la temperatura superficiale media della Terra sta crescendo in maniera significativa, ma anche che tale incremento è addebitabile all'eccedenza di gas serra apportati in atmosfera da fonti non naturali, ovvero, in modo sostanziale seppure non esclusivo, al surplus di energia da fonti carboniose prodotto da non meno di un secolo nelle attività umane.

Come è rilevabile dalla figura, l'incremento della temperatura media rispetto alla condizione di equilibrio che si era precedentemente raggiunta è decisamente maggiore di 1°C, che potrebbe a prima vista sembrare poca cosa, ma non lo è, innanzitutto perché si tratta di un valore medio – vi sono di fatto nel globo zone di modesta estensione in cui la temperatura media non è salita, anzi si è addirittura ridotta, a fronte di zone ampie in cui tale temperatura è cresciuta di oltre 2°C – ma anche perché l'entità dell'incremento, che, nell'assenza di interventi di mitigazione, tenderà ad aumentare rapidamente nei prossimi decenni, è già sufficiente, come vedremo, per determinare ricadute molto gravi e perfino catastrofiche sull'ambiente, tanto da condizionare fortemente l'esistenza di un numero crescente di abitanti del pianeta.

Vediamo dunque quali sono (e soprattutto quali saranno) i principali effetti del surriscaldamento globale:

- *Scioglimento dei ghiacci.* Lo scioglimento – a rigor di termini: fusione – dei ghiacciai ai due poli e nelle zone circumvicine (oltre che delle calotte glaciali dell'Antartide e della Groenlandia), già attualmente in atto e – si teme – irreversibile, è allo stato dell'ordine di alcune centinaia di miliardi di tonnellate all'anno ed è la principale causa di innalzamento del livello degli oceani – reso, peraltro, più severo dall'incremento dell'espansione termica – con conseguente tendenza alla sommersione delle coste più basse.

Questo fenomeno, che è valutabile nell'ordine di alcune decine di centimetri fino a circa un metro a fine secolo, darebbe luogo, oltre che ad un aumento nella frequenza delle alluvioni e inondazioni, a inevitabili migrazioni di massa, veri e propri esodi di popolazioni, che si sposterebbero in aree interne, sopraelevate rispetto al livello del mare. Le previsioni più pessimistiche in tal senso parlano di spopolamento di aree costiere, che interesserebbero diverse centinaia di milioni di persone nei prossimi ottanta anni. Il problema per molti versi riguarda anche l'Italia, che ha estese coste di bassa elevazione. L'esempio più eclatante è l'alto Adriatico con la laguna di Venezia e luoghi circumvicini, ma non sono da trascurare, anche per la loro rilevanza economica le estese spiagge disseminate lungo il perimetro peninsulare, che sparirebbero o arretrerebbero in notevole misura.

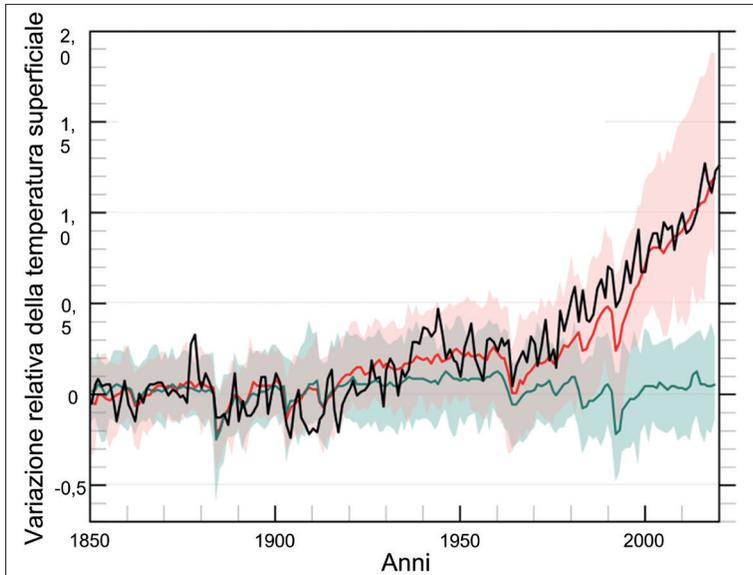


Fig. 3 – Variazione della temperatura superficiale della Terra rispetto a quella dell'era preindustriale (qui mostrato l'andamento a partire dal 1850); **linea nera**: temperature osservate; **linea rossa**: temperature previste nell'ipotesi di gas serra di origine sia naturale che antropica; **linea verde**: temperature previste nell'ipotesi di gas serra di origine esclusivamente naturale (Fonte: *commons.wikimedia.org* – da dati *NASA*).

La progressiva riduzione dei ghiacciai artici inciderebbe altresì sulla biodiversità, portando all'estinzione di animali che vivono in aree contraddistinte da basse temperature. Allo stato si teme già per l'orso polare, la volpe artica, la balena beluga e il tricheco del pacifico, che hanno sempre più difficoltà a trovare prede di cui alimentarsi (Fig. 4).

Lo scioglimento dei ghiacci non riguarda peraltro solo i ghiacciai polari, ma anche quelli montani, che costituiscono una vera e propria riserva di acqua dolce e che sono allo stato già interessati da imponenti fenomeni di fusione. La riduzione di tali riserve influirebbe sulla disponibilità di acqua per irrigazione e per usi domestici. La grande massa d'acqua liquida che dai monti precipiterebbe verso il piano, potrebbe inoltre essere causa di inondazioni ed esondazioni fluviali.

Paradossalmente, lo scioglimento dei ghiacci ha un effetto rafforzante sul riscaldamento del pianeta, perché riduce l'*albedo*, ovvero il potere riflettente della superficie terrestre e pertanto ne incrementa l'assorbimento termico. Il ghiaccio infatti ha un potere riflettente più che doppio di quello del suolo.



Fig. 4 – Animali a rischio di estinzione causa lo scioglimento dei ghiacci. Da sinistra a destra e dall'alto in basso: Orso polare (*Ursus maritimus*), Volpe artica (*Vulpes lagopus*), Balena beluga (*Delphinapterus leucas*), Tricheco del Pacifico (*Odobenus rosmarus*).

Un problema che è ancora connesso con lo scioglimento dei ghiacci, che probabilmente non viene rimarcato come meriterebbe e i cui effetti sarebbero potenzialmente catastrofici, è il possibile scioglimento del *permafrost*. Trattasi di un tipico terreno delle regioni dell'estremo Nord, che è perennemente ghiacciato.

A profondità di poche decine di metri dalla superficie dell'Oceano Artico sono presenti estesi depositi di permafrost, in cui sono incorporate enormi quantità di  $\text{CH}_4$  sotto forma di idrati. Lo strato d'acqua da cui sono coperti è permanentemente gelato, per cui il metano rimane bloccato nel solido senza avere la possibilità di nuocere. Ma, con l'incremento della temperatura media superficiale vi è il concreto pericolo che il ghiaccio di copertura si sciogla e che il permafrost stesso prenda a sciogliersi con l'immissione in atmosfera di inimmaginabili quantità di  $\text{CH}_4$ , che, come abbiamo visto (Tab. 2), ha un GWP di circa 30 volte maggiore di quello della  $\text{CO}_2$ .

- *Modifica della temperatura e della composizione chimica dell'acqua di mare.* Il riscaldamento determina in maniera diretta o indiretta modifiche non trascurabili nel chimismo delle acque. In generale, aumentando l'evaporazione, si influisce, da una parte, sulle condizioni atmosferiche e sui relativi fenomeni, e, dall'altra, si incrementa la salinità dell'acqua. Questo parametro, peraltro, può modificarsi anche in senso opposto nelle zone in cui maggiore è lo scioglimento dei ghiacci con conseguente riduzione della salinità.

La variazione della temperatura ha, peraltro, grande influenza sugli equilibri chimici dell'acqua. Un parametro chimico che, in particolare, subisce una significativa variazione è l'acidità. L'acqua del mare ha un pH medio di circa 8,2, ma può variare tra 7,5 e 8,5 a seconda della temperatura e della salinità. Tra i componenti dei gas serra, la  $\text{CO}_2$  ha un carattere acido e, in dipendenza della temperatura e della pressione parziale, una discreta solubilità in acqua. L'incremento della concentrazione di  $\text{CO}_2$  nell'atmosfera causa quindi un aumento della sua solubilità in acqua, ovvero un decremento del pH. È stato stimato che dall'inizio dell'era industriale alla fine del secolo scorso, il valore medio del pH superficiale delle acque oceaniche si sia abbassato da 8,25 a 8,14 con un corrispondente aumento della concentrazione di ioni  $\text{H}^+$  di circa il 30%.

La modifica della composizione chimica dell'acqua marina, sia essa dovuta alla salinità o al pH, influisce sugli equilibri in soluzione, determinando condizioni esiziali per alcune specie marine. Si possono conseguentemente registrare mi-

grazioni, e non di rado anche estinzioni con conseguenti ricadute sulla catena alimentare.

L'aumento dell'acidità, in particolare, fa spostare gli equilibri carbonatici con riduzione della concentrazione di  $\text{CO}_3^{2-}$ , a favore di quella dell' $\text{HCO}_3^-$ . Questo incide fortemente sui processi di bio-carbonatazione, cioè sulla formazione di calcite ed aragonite, che, essendo i costituenti fondamentali dei gusci dei molluschi, ne condizionano fortemente le possibilità di vita.

La modifica dei fondamentali parametri fisico-chimici dell'acqua marina è particolarmente evidente nei bacini chiusi, come il Mediterraneo, nel quale da molti decenni a questa parte si manifestano chiari fenomeni di tropicalizzazione, quali l'accesso dal mar Rosso, attraverso il Canale di Suez, di specie tropicali. Più in generale, specie marine meridionali tipiche delle coste nordafricane raggiungono le zone più settentrionali del Mediterraneo con rilevanti effetti sulle specie autoctone e con conseguente grave impatto ecologico.

- *Desertificazione.* La desertificazione, che, secondo la specifica convenzione delle Nazioni Unite, corrisponde al «degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, inclusi i cambiamenti climatici e le attività umane», interessa allo stato oltre il 75% del suolo globale della Terra e potrebbe arrivare al 90% entro il 2050. Concordemente, a quella data circa 700 milioni di persone potrebbero essere costrette a migrare a causa della degradazione del suolo e della conseguente perdita della sua attitudine a fornire sostentamento di natura alimentare.

La desertificazione è un fenomeno naturale, che va combattuto adottando pratiche virtuose, ma che il surriscaldamento globale, dovuto all'emergenza climatica, tende ad aggravare, soprattutto se congiunto alla siccità, alla deforestazione e alla trasformazione dei suoli forestali in pascoli o in terreni agricoli per coltivazioni intensive.

Relativamente all'Italia, secondo i dati Ispra del 2011 in termini di desertificazione, la metà del territorio è “mediamente vulnerabile” e circa il 10% è “molto vulnerabile”. Le regioni maggiormente a rischio sono la Sicilia, dove la desertificazione potrebbe prospetticamente riguardare la metà del

territorio, mentre per il Molise e la Basilicata la vulnerabilità interessa circa un quarto dell'estensione territoriale.

Peraltro, modelli previsionali del riscaldamento globale relativi al nostro Paese, approntati dalla *Fondazione CMCC* (Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), nell'ipotesi di un incremento in atmosfera dei gas serra secondo l'andamento attuale, senza che intervengano, quindi, mitigazioni, annunciano per fine secolo scenari assolutamente allarmanti: (i) la temperatura media giornaliera potrebbe crescere, soprattutto nelle zone interne, fino a 6°C; (ii) i giorni di freddo intenso con temperature al di sotto di 0°C potrebbero ridursi nelle zone montane a poche unità fino ad annullarsi del tutto; (iii) l'entità delle precipitazioni estive potrebbe ridursi pressoché a zero. Dunque: temperature elevate, anche in inverno, ed estrema contrazione nelle precipitazioni non possono che far prevedere condizioni di siccità ed aridità, che preludono alla desertificazione.

- *Influenza sui fenomeni meteorologici e sul clima.* Come dimostrato da modelli messi a punto in recenti studi di climatologia, il riscaldamento globale sarebbe anche responsabile di eventi atmosferici estremi, come alluvioni, siccità, ondate di caldo e di gelo etc. Tali fenomeni sarebbero dovuti al riscaldamento dell'aria, che immagazzina più energia e trattiene una maggiore quantità di vapore acqueo. In aggiunta le temperature crescenti potrebbero modificare gli schemi di circolazione atmosferica su larga scala.

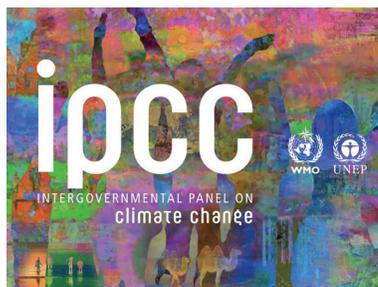
Vi sono, inoltre, evidenze che il surriscaldamento, peraltro disomogeneo, delle acque oceaniche, e, per altro verso, il deciso raffreddamento che si registra nelle zone artiche, causa lo scioglimento dei ghiacci, alterano i processi che guidano la circolazione generale degli oceani e quindi la distribuzione del calore tra le latitudini tropicali e quelle polari. Recenti ricerche indicano anche che i suddetti fenomeni potrebbero influire sui percorsi e sui parametri fisici che caratterizzano le correnti marine, determinando mutamenti di clima in specifiche aree della Terra.

### 3. Organizzazioni, accordi e conferenze internazionali sul clima

#### 3.1. *Il Gruppo Intergovernativo sul Cambiamento Climatico*

Dell'anomalo andamento del clima globale e della sua origine si incominciò a prendere coscienza a partire dall'inizio del Novecento, ma dovette passare quasi l'intero secolo perché ci si rendesse conto della sua gravità e della necessità di arginare il fenomeno, che rischiava di causare una catastrofe ecologica nel giro di alcuni decenni.

Due conferenze internazionali, organizzate nel 1979 e nel 1985 dalle massime istituzioni mondiali che si occupano di clima e di ambiente, ovvero la *World Meteorological Organization* (WMO) e l'*United Nations Environment Programme* (UNEP), posero le basi per



l'istituzione, nel 1988, di un osservatorio internazionale, il Gruppo Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC), che non ha il compito di fare ricerca diretta, connessa alle interrelazioni fra gas serra e cambiamento climatico, ma di (i) esaminare tutto quanto viene prodotto a livello internazionale nel campo delle ricerche nello specifico settore; (ii) valutare gli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e umani, le possibilità di adattamento e la loro vulnerabilità; (iii) fare proposte sulla riduzione delle emissioni di gas serra ai fini della mitigazione dei cambiamenti climatici.

L'attività dell'IPCC si traduce in una serie di rapporti di valutazione, che espongono nel tempo lo stato dell'arte della problematica investigata. Il primo rapporto è stato pubblicato nel 1990, l'ultimo, il sesto, è previsto che si pubblichi nel 2022.

#### 3.2. *Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici*

Sulla base delle risultanze della ricerca in materia ambientale, concordi nell'indicare nei gas serra di origine antropica i



responsabili dell'emergenza climatica in atto, a Rio de Janeiro, nel 1992, nel corso del cosiddetto "Summit della Terra", al quale parteciparono 172 governi e 108 capi di Stato o di Governo, fu stipulata e ratificata da tutti gli stati membri dell'ONU la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite

sui Cambiamenti Climatici (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC). Con tale accordo ci si impegnava a porre in atto una riduzione delle emissioni dei gas serra senza per il momento dare indicazioni sull'entità di tale riduzione, né sulle sue modalità di attuazione. Sarebbero state delle conferenze annuali, le cosiddette Conferenze delle Parti (*Conferences of the Parties*, COP), l'organo deputato a registrare l'andamento dei cambiamenti climatici e a stabilire operativamente in che modo opporsi ad una deriva, che diventava di anno in anno più allarmante.

La prima riunione (COP 1) si tenne a Berlino nel 1995, l'ultima (COP 26) si è tenuta a Glasgow nel 2021. Le COP, entrando nel vivo dei problemi, fanno previsioni sulle prospettive dell'emergenza e indicano possibili soluzioni, indirizzate sotto forma di raccomandazioni ai decisori politici dei Paesi aderenti perché vengano posti in essere adeguati provvedimenti.

Fra le varie COP che si sono tenute negli anni ve ne sono due che rivestono storicamente una grande importanza, tanto che i trattati che ne portano il nome sono rimasti in qualche modo memorabili. La prima di queste fu tenuta a Kyōto nel 1997 (COP 3). Il *Kyoto Protocol*, ivi firmato l'11 dicembre di quell'anno, fu ratificato dai singoli Paesi negli anni successivi. Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005 dopo la ratifi-



ca da parte della Russia, responsabile da sola del 17,6% delle emissioni.

Con il protocollo si riconobbe innanzitutto il pericolo di continuare ad immettere gas serra nell'atmosfera con i ritmi dell'epoca. L'impegno principale, via via aggiornato nel tempo, fu quello di ridurre tale immissione dell'8,65%, rispetto ai livelli del 1990, entro il quadriennio 2008-2012, con l'obbligo dei Paesi industrializzati di ridurre del 5% le proprie emissioni. Gli Stati Uniti, pur avendo firmato l'accordo, non lo hanno mai ratificato, sebbene fossero responsabili, nel 1990, dell'immissione in atmosfera del 22,59% della CO<sub>2</sub> totale. È importante notare che tale protocollo riconosceva ad alcuni stati il diritto di non adeguarsi immediatamente alle raccomandazioni perché Paesi in via di sviluppo o Paesi ritenuti non responsabili dei danni all'ambiente determinati dalla produzione e lo scarico in atmosfera di gas serra.

Il secondo importante documento prodotto dalle Conferenze delle parti è l'Accordo di Parigi (*Paris Agreement*, COP 21, 2015), un trattato, giuridicamente vincolante, adottato da 196 nazioni il 12 dicembre 2015 ed entrato in vigore il 4 novembre 2016. Tale Accordo, spostando l'attenzione dal generico contenimento delle emissioni di gas serra nell'atmosfera all'obiettivo di controllare l'entità del surriscaldamento della superficie terrestre, assunse come fine quello di contenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto del 2°C, preferibilmente l'1,5°C, rispetto ai livelli preindustriali.



Alla COP 26, (Glasgow, 2021), è stato chiesto ad ogni Paese di presentare obiettivi di riduzione delle emissioni entro il 2030, che siano allineati con il raggiungimento di un sistema a zero emissioni nette entro la metà del secolo.

Per raggiungere questi obiettivi ambiziosi, ciascun Paese dovrà:

- accelerare il processo di fuoriuscita dal carbone;
- ridurre la deforestazione;
- accelerare la transizione verso i veicoli elettrici;
- incoraggiare gli investimenti nelle rinnovabili.

Naturalmente, queste sono le buone intenzioni, ma siccome il fatto ha legittimamente un rilievo politico non minore di quello ambientale, ogni Paese risponde a tali sollecitazioni in maniera differente, in relazione alla sensibilità dei suoi governanti nei confronti dell'ecosistema e, soprattutto, in rapporto ai propri problemi di bilancio e alle aspettative di crescita economica e industriale.

Non c'è da meravigliarsi dunque se vi sono Paesi, collettivamente indicati con l'acronimo BRICS (Brasile, Russia, India, Cina e Sudafrica), che contestano tali politiche di mitigazione dell'emergenza climatica, perché, essendo detentori di abbondanti risorse naturali strategiche e contraddistinti da una rapida crescita economica, vedono nelle limitazioni di carattere ambientale un impedimento al raggiungimento degli obiettivi che si sono posti.

#### **4. L'anidride carbonica: essenziale nella nascita della vita, decisiva nella sua fine?**

##### *4.1. Perché l'atmosfera terrestre ha una composizione così particolare?*

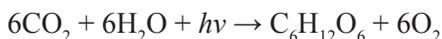
Riprendendo in considerazione le composizioni delle atmosfere dei pianeti rocciosi, riportate in Tab. 1, non possiamo non notare la singolarità della Terra. Se escludiamo il caso peculiare di Mercurio, che di fatto non ha un'atmosfera, perché ha una notevole temperatura superficiale – soprattutto di giorno – che allontana i gas, e in aggiunta una massa e una gravità troppo piccole per trattenerli, osserviamo che i due pianeti più vicini alla Terra, Venere e Marte, pur essendo contraddistinti da atmosfere di ben diversa pressione, presentano composizioni molto prossime, denotando soprattutto una percentuale di CO<sub>2</sub> molto vicina al 100%. La percentuale di CO<sub>2</sub> dell'atmosfera terrestre è invece trascurabile (ma solo numericamente), mentre vi prevalgono gas, come N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, che negli altri due pianeti hanno invece percentuali molto piccole, di qualche unità percento (N<sub>2</sub>) o trascurabili (O<sub>2</sub>).

Dando per scontato che le atmosfere primordiali di pianeti aventi genesi comune, non potevano che essere abbastanza simili fra di loro, ci si può chiedere che cosa abbia determinato una così netta differenziazione. Si tratta di avvenimenti accaduti in tempi

molto remoti (a partire dal 4,5 miliardi di anni fa), di cui non è rimasta talvolta che qualche labile traccia, eppure lo studio dei fossili ed altri dettagli di carattere chimico o strutturale di antiche rocce sono riusciti a fornire a biologi e geologi evolucionisti informazioni sufficienti per avanzare fondate ipotesi, spesso suffragate da prove di laboratorio.

L'atmosfera primordiale doveva essere costituita da una miscela di gas, quali il vapore acqueo ( $H_2O$ ), l'anidride carbonica ( $CO_2$ ), il metano ( $CH_4$ ), l'ammoniaca ( $NH_3$ ) e l'idrogeno ( $H_2$ ). Quando la temperatura superficiale della Terra, molte centinaia di milioni di anni dopo, si raffreddò a tal punto da consentire la condensazione del vapore acqueo, si formarono gli oceani, accadimento che fu decisivo per la nascita della vita (siamo a circa un miliardo di anni dalla formazione del sistema solare). Si ipotizza che i gas di cui sopra, reagendo fra di loro per effetto di scariche elettriche e di energia radiante (essenzialmente UV), diedero luogo a composti organici di vario genere, quali amminoacidi, acidi grassi e basi azotate.

Trasportati nell'oceano dalle piogge, questi composti, in un ambiente favorevole caratterizzato da medie temperature, si evolsero nel tempo a dar luogo a sostanze sempre più complesse, quali proteine, lipidi, zuccheri e acidi nucleici. È in questo contesto che sarebbero nate le cellule primordiali, cioè i primi organismi vitali, che traevano alimento ed energia dalle sostanze organiche presenti nell'ambiente in cui erano stati generati. Si trattava verosimilmente di organismi unicellulati eterotrofi, ovvero non in grado di alimentarsi utilizzando delle semplici sostanze inorganiche, ma bisognevoli di composti organici dotati di una certa complessità (un po' come succede attualmente per gli animali). Quando il nutrimento dell'acqua cominciò a venir meno, si svilupparono altri organismi, denominati cianobatteri (ovvero di colore verde-blu), autotrofi, che utilizzavano sostanze inorganiche, quali acqua, anidride carbonica (proveniente dall'atmosfera per dissoluzione nell'acqua marina) e sali minerali, per trasformare, con la mediazione dell'energia solare, la  $CO_2$  in sostanze organiche dotate di elevato contenuto energetico come gli zuccheri. È la fondamentale reazione della fotosintesi (poi detta clorofilliana, dal pigmento che rende possibile la reazione):



un processo notevolmente complesso, caratterizzato da un rilevante numero di stadi, che è di una efficacia e di una eleganza chimica incredibili, e che solo un meccanismo evolutivo durato un tempo estremamente lungo, è stato in grado di realizzare.

Come si può notare, a parte il prodotto principale che è il glucosio, si forma come “scarto” l’ossigeno, dopo di che questa reazione, che è estremamente endotermica e “controintuitiva”, perché in condizioni normali, ovvero senza la mediazione del catalizzatore e della radiazione luminosa, avverrebbe spontaneamente in senso opposto, consuma  $\text{CO}_2$  per produrre  $\text{O}_2$ . Il gas proviene dalla scissione fotolitica di molecole di acqua e non, come si supponeva un tempo, dalla  $\text{CO}_2$ .

È proprio la fotosintesi – che in tempi successivi si è realizzata non solo negli oceani, ma anche sulla terra attraverso organismi pluricellulari, costituiti dalle piante – che ha dato luogo alla progressiva riduzione della  $\text{CO}_2$  nell’atmosfera prebiotica e la sua sostituzione con l’ $\text{O}_2$ , un gas che ha determinato le condizioni per la genesi di organismi animali, la cui vita dipende dalla sua presenza per la fondamentale funzione della respirazione e della conseguente “combustione” delle sostanze nutritive. La notevole crescita dell’ $\text{N}_2$  nell’atmosfera è verosimilmente dovuta al fatto che è una sostanza poco reattiva, che quindi tende per tale ragione ad accumularsi.

Per concludere, è da dire che il complesso processo di trasformazione dell’atmosfera primordiale e della nascita della vita ha avuto di recente una possibile conferma dal ritrovamento in diverse aree geografiche di fossili di età fino a 3,7 miliardi di anni, denominati *stromatoliti*, che sono strutture sedimentarie calcaree, dovute all’attività di microrganismi identificati quali cianobatteri.

#### 4.2. *L’abnorme crescita della concentrazione della $\text{CO}_2$ atmosferica negli ultimi 200 anni*

Nel grafico di Fig. 2 è stato presentato l’andamento delle concentrazioni dei principali gas serra nell’atmosfera a partire dalla rivoluzione industriale. Ma, in riferimento alla  $\text{CO}_2$ , quale è stata

la variazione della sua concentrazione a partire da epoche molto più remote?

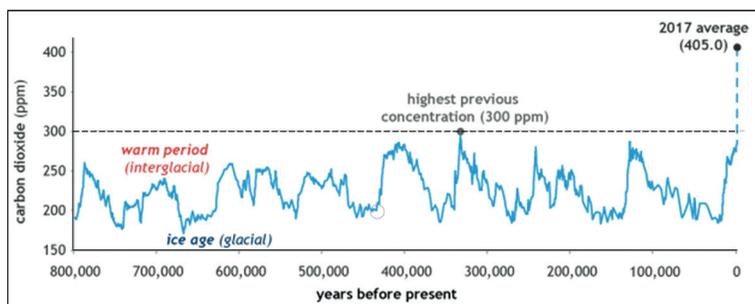


Fig. 5 – Andamento della concentrazione di  $\text{CO}_2$  nell’atmosfera terrestre esteso agli ultimi 800.000 anni, in cui sono evidenziati i periodi interglaciali (picchi) le ere glaciali (depressioni) (Fonte: R. Lindsey, <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/> – Nov. 5, 2020).

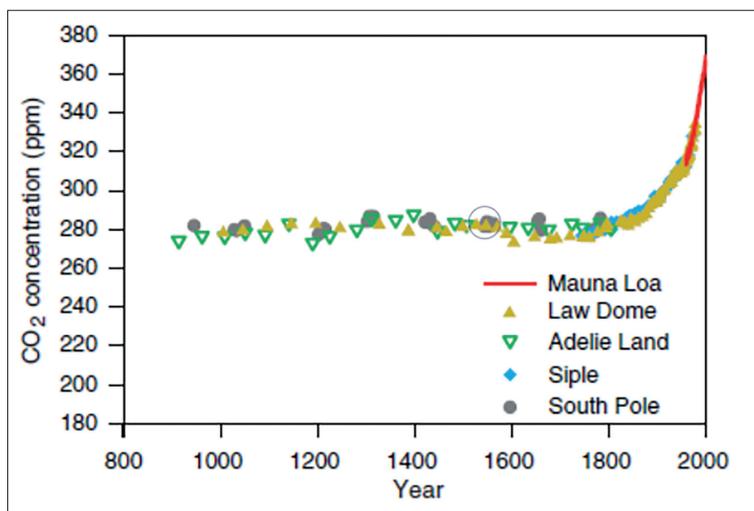


Fig. 6 – Stessi dati della Fig. 5 riferiti agli ultimi 1000 anni. Specifiche sui luoghi in cui sono state fatte le misure sono riportate nel testo (Fonte: IPCC – TAR Climate Change – WGI, p. 201).

I dati preistorici, come del resto quelli storici fino al 1956, sono rilevabili analizzando le composizioni di campioni di aria imprigionati in carote di ghiaccio, prelevate nella calotta antartica. Le carote si possono datare, perché sono distinguibili lungo la loro estensione i singoli strati annuali. Altri dati paleoclimatici, comprese le temperature, sono rilevabili attraverso misure isotopiche dell'ossigeno o di altri elementi.

È così che si sono ottenuti i grafici riportati nelle Figg. 5 e 6.

I dati della Fig. 5, che si estendono addirittura fino a 800.000 anni fa, sono stati ottenuti da una carota di ghiaccio della lunghezza di 3259 m nella stazione Concordia, in Antartide, nell'ambito di un progetto europeo denominato EPICA (*European Project for Ice Coring in Antarctica*). Dalla figura è possibile desumere che il contenuto di CO<sub>2</sub>, pur notevolmente variabile col passare dei millenni, si è mantenuto nei suoi massimi sempre entro le 280 ppm con una sola eccezione intorno a 330.000 anni fa, quando fu raggiunto il valore di 300 ppm. I dati in figura evidenziano anche la presenza di otto cicli glaciali ed interglaciali dipendenti da cause naturali. Il corrispondente grafico delle temperature rilevate (non riportato in figura) dimostra una stretta correlazione tra i dati chimici e quelli termici, che mostrano anch'essi un andamento periodico.

La Fig. 6 si riferisce ad un periodo di poco più di 1000 anni e permette di apprezzare meglio l'andamento del contenuto di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera con una sostanziale costanza intorno al valore di 280 ppm prima della sempre più rapida ascesa a partire all'incirca dal 1800. Il grafico ben si correla con quello di Fig. 3, nel quale è evidente l'incremento della temperatura media superficiale negli ultimi 170 anni, seppure questo incremento, come sappiamo, non è dovuto esclusivamente all'aumento della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera. Nella figura sono indicati i siti antartici in cui sono state effettuate le misure. L'ultimo tratto in rosso si riferisce ai dati misurati, a partire dal 1956, nella stazione meteo di Mauna Loa, situata in prossimità del vertice del vulcano omonimo nelle Hawaii. Si noti che l'ultimo dato disponibile misurato da questa stazione si riferisce al mese di febbraio 2022 ed è pari a 419,28 ppm con un incremento annuale che ha talvolta raggiunto le 3 ppm.

#### 4.3. Come limitare il contenuto di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera

La CO<sub>2</sub> è fra i gas serra quello che ha il minore potenziale di riscaldamento globale (vedi Tab. 2), ma ha una permanenza in atmosfera mediamente lunga, un'origine notevolmente diversificata e un ammontare allo scarico notevolmente maggiore degli altri gas. È la principale ragione per la quale per mitigare l'effetto serra le organizzazioni scientifiche internazionali puntano soprattutto a limitare la produzione ed emissione di CO<sub>2</sub> e addirittura catturarne in prospettiva congrue aliquote dall'atmosfera, per ridurne la concentrazione che è già oltre i limiti dell'accettabilità.

C'è anche un'altra ragione per la particolare attenzione rivolta a questo gas: la consapevolezza, e in qualche modo il timore, che gli impegni presi a livello globale, cioè di limitare entro il 2030, come primo obiettivo, l'incremento della temperatura media superficiale di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali, difficilmente potranno essere mantenuti. Vi sono diverse ragioni che giustificano questo scetticismo. La prima è che i Paesi detentori di riserve di combustibili carboniosi difficilmente saranno disposti a rinunciare a venderli, tanto più che spesso queste risorse rappresentano una parte rilevante del loro bilancio economico nazionale. Una seconda ragione consiste nel fatto che in alcuni comparti l'uso dei combustibili carboniosi è per il momento inderogabile, non essendo ancora disponibili tecnologie adeguate, che consentano di farne a meno – si veda ad esempio l'impiego del cherosene in aviazione o di combustibili carboniosi in metallurgia. Ci sono sicuramente grossi problemi di riconversione industriale e c'è, infine, il problema che le energie pulite, o "rinnovabili", come ora si tende a chiamarle, pur costituendo un pilastro della cosiddetta *transizione energetica* ed avendo l'inevitabile vantaggio di produrre energia elettrica, cioè energia priva di ogni controindicazione di carattere ambientale, hanno spesso prezzi ancora troppo elevati e quindi non concorrenziali. Fatto sta che le prospettive sono tutt'altro che ottimistiche, come si può rilevare dai dati della Tab. 4, in cui sono messi a confronto l'attuale incidenza delle singole fonti energetiche nel panorama del consumo totale di energia con quelle che sono le previsioni a trenta anni dal presente.

Tabella 4 – Confronto fra consumi attuali e in prospettiva per tipologia di fonte energetica (%).\*

Anno	Fonte energetica				
	Rinnovabili	Carbone	Comb. liquidi	Gas naturale	Nucleare
2020	14,7	25,8	30,7	24,6	4,2
2050	26,7	19,8	28,1	22,0	3,4

\* EIA – US Energy Information Administration, <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>

Si può notare che c'è un notevole incremento delle rinnovabili, quasi raddoppiate in percentuale, che non incide, peraltro, in misura decisiva sulle tre fonti carboniose, le quali, in ossequio a queste previsioni, rappresenteranno complessivamente nel 2050 ancora il 70% delle fonti energetiche.

Se dunque il genere umano, insieme agli altri esseri viventi, non vorrà morire di CO<sub>2</sub>, bisognerà correre ai ripari, il che vuol dire che, in attesa che la produzione di questo gas vada decisamente diminuendo con l'incremento delle rinnovabili e in attesa di altre fonti "pulite", si dovranno realizzare due condizioni: da un lato raggiungere il più rapidamente possibile l'obiettivo delle zero emissioni nette, ovvero che la CO<sub>2</sub> prodotta dovrà essere stoccata o riciclata senza rilasciarla in atmosfera, dall'altra si dovranno adottare tecniche atte alla riduzione del suo attuale contenuto fra i gas serra e ad un suo impiego "utile", trasformandola cioè da rifiuto a risorsa.

## 5. La cattura della CO<sub>2</sub> e il suo destino prossimo o futuro

### 5.1. La cattura

Sono state messe a punto diverse procedure per la "neutralizzazione" della CO<sub>2</sub>, che rientrano in due profili di bonifica: la "cattura e stoccaggio" (*Carbon Capture and Storage*, CCS) e la "cattura e utilizzazione" (*Carbon Capture and Utilization*, CCU).

Il primo profilo, che ha già un buon grado di maturazione, è in fase di avanzata sperimentazione o già in atto; il secondo, sicuramente più ambizioso, richiede ancora ricerca e sarà sperabilmente operativo nel medio-lungo termine.

La prima fase, che è comune ai due profili è la cattura, ovvero la sottrazione del gas da fumi di combustione (che ne contengono in genere quantità non superiori al 15%), da effluenti di varia natura, ad esempio gas naturale (in cui la  $\text{CO}_2$  è presente nell'ordine di qualche unità per cento) o direttamente dall'atmosfera, in cui è contenuta nella misura dello 0,04% o poco più.

A livello industriale la cattura avviene in genere dopo la combustione (ma talvolta viene realizzata prima attraverso processi di gassificazione). In ogni caso, l'effluente industriale o naturale contenente  $\text{CO}_2$  viene trattato con una soluzione alcalina, che trattiene l'anidride carbonica sotto forma di ione idrogenocarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) o carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Il gas viene successivamente recuperato attraverso un procedimento termico e inviato allo stoccaggio.

Questo procedimento è operativo e viene attuato soprattutto nei settori industriali di maggiore criticità, come cementifici, acciaierie, industrie chimiche etc., nei quali una considerevole parte delle emissioni di anidride carbonica non è legata alla combustione, ma al processo industriale e quindi non può essere ridotta o annullata, ricorrendo all'impiego di energia pulita, come l'energia elettrica. Si veda, ad esempio, la produzione del cemento portland, che prevede la cottura di miscele di argilla e carbonato di calcio, dove quindi alla  $\text{CO}_2$  prodotta dalla combustione, si aggiunge quella derivante dalla decomposizione del carbonato, che corrisponde al 60% del gas totale prodotto. Non è senza significato il fatto che l'industria cementiera da sola è responsabile di circa l'8% delle emissioni globali di  $\text{CO}_2$  in atmosfera.

La rimozione della  $\text{CO}_2$  dall'atmosfera è un'operazione di non grande complicazione dal punto di vista tecnologico. Si tratta, nella buona sostanza, in una prima fase, di aspirare l'aria a temperatura ambiente e "filtrarla", facendola passare attraverso una trappola, costituita, in analogia con quanto detto più su, da una soluzione alcalina. In una seconda fase, il "filtro", cioè la soluzione, sottoposto a riscaldamento con l'impiego della radiazione solare, rilascerà la  $\text{CO}_2$  che, purificata, verrà diretta allo stoccaggio o verso le successive procedure di inertizzazione o utilizzazione.

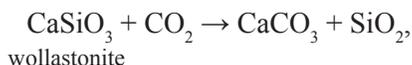
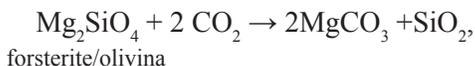
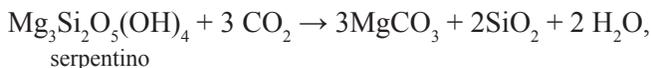
La cattura della  $\text{CO}_2$  dall'atmosfera è però un'operazione di non grande efficienza perché, essendo il gas molto diluito nell'aria (0,04%), si richiedono grosse quantità di energia, che, ovvia-

mente, non può essere quella delle tradizionali fonti carboniose. Specificatamente, per ottenere 1 kg di CO<sub>2</sub> con questo procedimento occorre filtrare circa 2000 m<sup>3</sup> di aria con costi per ora proibitivi, dell'ordine di 500-1000 US \$ per tonnellata di gas. Per essere accettabili i costi dovrebbero essere almeno di un ordine di grandezza più bassi. Allo stato, quindi, gli studi sono ancora a livello di impianti pilota. Si potrà passare in futuro ad impianti modulari costituiti da un rilevante numero di "filtri" solo quando si disporrà di energia elettrica dalle rinnovabili ad un costo molto più basso di quello attuale.

## 5.2. Lo stoccaggio

Lo stoccaggio si può realizzare tramite diverse procedure, inquadrabili in tre categorie: la *solidificazione*, l'*adsorbimento selettivo*, il *confinamento geologico*.

- *Solidificazione*. È un procedimento di conversione della CO<sub>2</sub> in un solido per carbonatazione di rocce e residui industriali, cioè per reazione con geomateriali o prodotti di risulta industriali – a base di silicati o alluminosilicati – ricchi di calcio e di magnesio, che trasformano il gas in carbonati insolubili. Ecco alcuni esempi di reazioni con minerali:



che fissano, rispettivamente, 48 g, 63 g e 38 g di CO<sub>2</sub> per 100 g di minerale.

Naturalmente le risorse naturali che vengono impiegate non sono minerali puri, ma materiali di minore pregio, ovvero rocce, che contengono impurezze, ma sono meno costose e costituiscono ingenti depositi. Quelle che sono state soprattutto prese in considerazione sono le *peridotiti*, che hanno alti

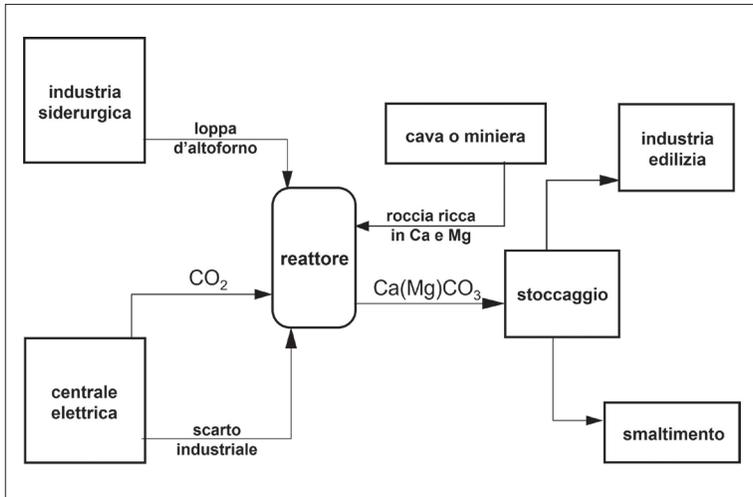


Fig. 7 – Schema di un processo di solidificazione dell’anidride carbonica per carbonatazione di rocce o residui industriali ricchi in Ca e/o Mg.

contenuti di olivina (dell’ordine del 60%) e i *basalti*, che hanno contenuti di silice bassi, ma sono piuttosto ricchi di CaO, MgO e altri ossidi a carattere basico, come FeO, che possono ugualmente interagire con la CO<sub>2</sub>.

Per quel che concerne gli scarti industriali sono particolarmente indicate e sono state favorevolmente impiegate le *loppe d’altoforno*, materie prime seconde dell’industria siderurgica, che ad un’alta reattività (dovuta al fatto che sono dei vetri) accoppiano un elevato contenuto di CaO + MgO, che può raggiungere valori prossimi al 50% in peso.

Nella Fig. 7 viene rappresentato lo schema di un processo di solidificazione della CO<sub>2</sub>. In un reattore pervengono il gas, qui immaginato come prodotto da una centrale elettrica e il materiale ricco in calcio e/o in magnesio, che può essere una loppa d’altoforno, prodotta da un’azienda siderurgica, o una roccia proveniente da una cava o miniera. Si fa anche l’ipotesi di poter utilizzare, in alternativa o in aggiunta alle materie prime naturali o seconde sopra dette, uno scarto industriale proveniente dalla centrale elettrica, specificamente una cenere volante (*fly ash*), in considerazione del fatto che

alcuni di questi prodotti possono essere significativamente ricchi di calcio. Il prodotto di questo processo è un carbonato di calcio o misto di calcio e magnesio, molto poco solubile e chimicamente stabile, che immobilizza la  $\text{CO}_2$  indefinitamente. Il materiale può avere diverse destinazioni: può essere semplicemente smaltito stivandolo in siti che accolgono rifiuti speciali, ad esempio, vecchie cave non più operative, ma c'è anche la possibilità, modellandolo opportunamente nella forma di mattoni, che venga utilizzato nel campo dell'edilizia.

- *Adsorbimento selettivo.* Esistono materiali naturali, ma soprattutto sintetici, che hanno strutture porose, nel senso che contengono cavità e canali tali da poter ospitare sostanze molecolari. Tali materiali, che possono essere di natura inorganica (zeoliti, polimorfi microporosi della silice, setacci molecolari  $\text{AlPO}_4$ , etc.) o ibridi organico-inorganici (detti ad impalcatura metallo-organica o più comunemente *metal organic frameworks*, MOF) sono detti *nanoporosi*, se con pori di diametro inferiori a 2 nm, ovvero a 2 miliardesimi di metro, o *mesoporosi*, se con pori di dimensioni da 2 a 50 nm.

Quale effetto della loro particolare struttura, essi possono svolgere una duplice funzione:

1. Dare accesso all'interno della struttura a molecole di dimensioni inferiori al diametro dei canali e che abbiano sufficiente polarità da interagire elettrostaticamente con i costituenti strutturali del materiale. Tale proprietà si chiama *adsorbimento* e i materiali relativi si definiscono *adsorbenti*. A temperatura ambiente, le molecole adsorbite possono restare intrappolate per tempi indefiniti. A temperature crescenti le molecole vengono via via desorbite fino ad essere completamente rimosse.
2. Visto che le molecole hanno accesso in virtù delle loro dimensioni e restano più o meno legate in dipendenza della loro polarità, è possibile, scegliendo il materiale poroso più adatto, separare una miscela gassosa nei suoi componenti, trattenendo le molecole più piccole, che hanno accesso alla struttura e sono più fortemente legate, ed escludendo quelle di dimensioni maggiori che non possono entrare. Tale proprietà si denomina *setacciamento molecolare*.

I materiali microporosi, in particolare quelli allumino-silicatici (zeoliti) e quelli mesoporosi, specie di ultima generazione (MOF), vengono sperimentati da diversi anni quali agenti per la cattura e lo stoccaggio della  $\text{CO}_2$ .

Le indicazioni emerse ad oggi, seppure notevolmente positive, escludono peraltro che si possa impiegarli come adsorbenti, ovvero per lo stoccaggio a tempo indefinito, dato il loro alto costo in relazione all'impiego. Essendo, come si è detto, il fenomeno dell'adsorbimento reversibile, l'uso di questi materiali è indicato invece come setacci molecolari, ovvero in procedimenti che prevedono fasi di adsorbimento-desorbimento successive. Ad esempio, possono fare da filtri, al posto della soluzione alcalina, nella descritta cattura della  $\text{CO}_2$  dall'atmosfera o nella rimozione del gas dai fumi (raffreddati) della combustione in aziende siderurgiche, cementerie e quant'altro.

- *Confinamento geologico.* Un modo per rendere inoffensivo l'eccesso di  $\text{CO}_2$  che si produce o che è stato scaricato dall'atmosfera è quello di catturare il gas e di confinarlo in luoghi profondi della superficie terrestre, nei quali possa permanere per secoli senza avere la possibilità di emergere. Sono state in particolare messe in atto due strategie, una che riguarda l'oceano, l'altra il suolo.

Gli oceani costituiscono già un enorme serbatoio di  $\text{CO}_2$ , visto che, come si è detto, si tratta di un gas piuttosto solubile in acqua. Questa solubilità potrebbe aumentare notevolmente se si agisse sulla pressione, ma, a parte l'instabilità del sistema acqua-gas alla pressione ordinaria della  $\text{CO}_2$  in atmosfera, c'è da considerare il danno che si procurerebbe all'ecosistema marino con l'aumento deciso della sua acidità.

Per rendere il confinamento in oceano possibile ed efficace si può però iniettare il gas a grandi profondità. A partire da circa 300 m regnano in acqua condizioni di pressione e temperatura alle quali ha luogo la liquefazione del gas. Siccome la  $\text{CO}_2$  liquida ha una densità maggiore di quella dell'acqua, è possibile realizzare sui fondali oceanici la formazione di laghi di  $\text{CO}_2$ , che per la lentissima dissoluzione del gas liquefatto nell'acqua possono garantire confinamenti di lunga durata (si stima dell'ordine dei secoli).

Il confinamento geologico si può però anche realizzare nel suolo, senza creare problemi ambientali, iniettando il gas in cavità naturali profonde, in acquiferi salini o in cavità rese disponibili da giacimenti esauriti di petrolio o gas naturale. In quest'ultimo caso le iniezioni possono servire anche da spinta per recuperare petrolio o gas naturale da giacimenti in via di esaurimento.

Uno degli esempi di maggior successo di questa tecnica di bonifica è quello che si attua nel giacimento di gas naturale di Sleipner nel mare del Nord (Norvegia). Il gas naturale estratto presenta sostanziali impurezze di  $\text{CO}_2$  nella misura del 4-9%. Dal momento che non è ammesso impiegare un combustibile contaminato da gas serra, dal 1996, la  $\text{CO}_2$ , una volta rimossa dal gas naturale, attraverso un trattamento con una soluzione alcalina di ammina e recuperata dalla soluzione per trattamento termico, viene stoccata in un deposito salino di arenaria a 800 m di profondità. Nel quarto di secolo che è trascorso dall'inizio di sfruttamento del giacimento sono stati confinati in tale deposito ben 20 milioni di tonnellate di  $\text{CO}_2$ .

### 5.3. *L'utilizzazione*

Le soluzioni finora adottate o proposte per la cattura della  $\text{CO}_2$  dall'aria o per la sua rimozione dai fumi della combustione, di qualsiasi origine essi siano, risolve il problema solo temporaneamente e molto parzialmente. Lo stoccaggio, infatti, non elimina il gas (come, ad esempio, fanno le piante), ma lo deposita nella forma originaria o in forma diversa (solido) in siti di stivaggio, che abbiano particolari requisiti.

L'eliminazione della  $\text{CO}_2$  richiede soluzioni diverse. Una è quella di evitare di produrla, adottando fonti di energia non legate al carbonio, come le rinnovabili, ma queste, a parte la ancora limitata disponibilità, non sono impiegabili, come detto, ovunque e sempre.

Per ridurre dunque il tenore di  $\text{CO}_2$  nell'atmosfera bisogna, non solo individuare condizioni e sistemi ottimali per rimuoverne una consistente frazione, ma soprattutto adottare metodi di trattamento degli effluenti carboniosi che prevedano un "consumo" degli stessi, più che il loro stoccaggio o la loro conversione in una forma fisica diversa.

Questo vuol dire che la  $\text{CO}_2$  deve essere trattata chimicamente, cioè deve poter interagire con adatti reagenti che la trasformino in qualcosa di diverso. Il problema non è di facile soluzione, perché la  $\text{CO}_2$  è una sostanza estremamente stabile, con il carbonio al suo massimo stato di ossidazione. Per renderla reattiva, occorre pertanto impiegare un reagente che riduca il suo stato di ossidazione.

La cosa è teoricamente possibile utilizzando un riducente quale l' $\text{H}_2$ , il che vuol dire trasformarla in un idrocarburo (metano) o in un alcool (metanolo), o altri combustibili di buona qualità. Le ricerche attualmente in corso sono dirette verso questo obiettivo, per il conseguimento del quale occorre disporre di idrogeno a prezzo contenuto. In aggiunta, visto che la produzione di  $\text{H}_2$ , ad esempio, per decomposizione dell' $\text{H}_2\text{O}$ , richiede energia, occorre che questa energia sia “pulita”.

La Fig. 8 mostra un possibile schema del processo.

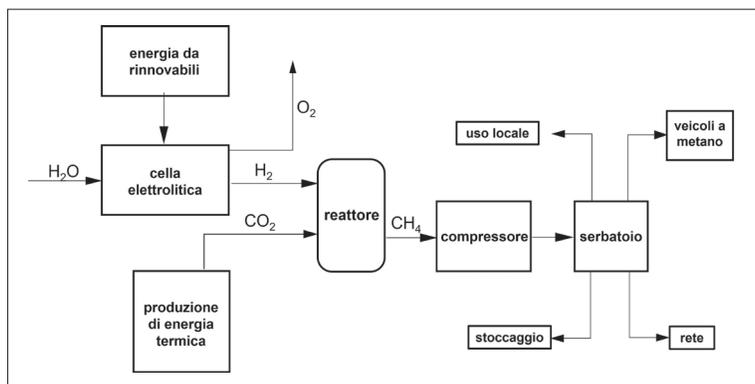
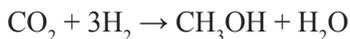
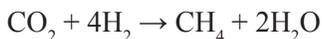


Fig. 8 – Schema di un processo di conversione della  $\text{CO}_2$  in combustibile o carburante (*Impianto dimostrativo Fenice presso il Centro Ricerche Casaccia dell'Enea*).

Il processo è idealmente la riproduzione industriale, seppure in contesti diversi e con “attori” diversi, della fotosintesi clorofilliana, perché anche qui si utilizza la  $\text{CO}_2$  per ottenere energia, sotto forma di combustibile, e come prodotto “secondario”  $\text{O}_2$ .  $\text{H}_2$ , prodotto per elettrolisi dell’acqua ( $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ), utilizzando energia elettrica da rinnovabili, viene fatto reagire sotto

pressione e a circa 200°C con CO<sub>2</sub> originata da fumi di combustione (o da qualsiasi altra fonte), in un reattore dove si realizza, in alternativa, le seguenti reazioni:



con la produzione, rispettivamente, di metano, metanolo o dimetiletere, combustibili di qualità, che possono avere utilizzazioni diverse. Si noti che la produzione di metano, o degli altri combustibili, potrebbe sembrare una contraddizione, perché la loro utilizzazione come combustibile riproduce la stessa quantità di CO<sub>2</sub> di partenza. In realtà, la CO<sub>2</sub> prodotta viene riutilizzata nello stesso processo, quindi si tratta di un procedimento a zero emissioni nette. L'eventuale utilizzazione di detti combustibili come carburanti nell'autotrazione, nelle more che si passi ad autoveicoli a motore elettrico, rappresenta comunque un vantaggio, perché si tratta di prodotti di minor costo e di maggiore efficienza rispetto alle benzine e meno inquinanti come entità di CO<sub>2</sub>, particolato ed ossido di azoto dispersi in atmosfera.

## 6. Conclusioni

Anche se le cause dell'emergenza climatica globale non sono riconosciute da tutti e c'è chi nega perfino che il problema esista realmente, è urgente che non si rinvii ulteriormente la sua risoluzione, anzi che lo si affronti con lungimiranza e responsabilità, senza tergiversazioni ed egoismi di parte, visto che il frangente riguarda tutta la comunità umana e, in prospettiva, o ne usciamo tutti insieme o non ne esce nessuno.

Negli ultimi duecento anni abbiamo forzato il ciclo naturale del clima, modificando i livelli stabili di CO<sub>2</sub> che si erano conservati sulla Terra per centinaia di migliaia di anni. Nell'ipotesi che i gas serra continuino la loro ascesa con i *trend* attuali potremmo trovarci in un futuro non troppo lontano, dell'ordine delle deci-

ne di anni o di qualche centinaio di anni, in condizioni simili a quelle che si registrarono 252 milioni di anni fa, all'epoca della più grave crisi della biodiversità nella storia della Terra, l'estinzione del Permiano, che spazzò via oltre il 70% delle specie di vertebrati terrestri e annientò il 96% di quelle marine. La genesi fu allora naturale, perché il massiccio rilascio di CO<sub>2</sub> fu originato dall'apocalittica eruzione che si verificò all'epoca nella Russia settentrionale, ma le conseguenze potrebbero essere le stesse: enorme aumento della temperatura media superficiale ed enorme aumento dell'acidità degli oceani. Fatto sta che per ritornare ad una condizione di normalità si calcola che all'epoca ci vollero oltre 200.000 anni. Con l'83% di tutti i generi estinti, occorsero ancora tra i due e i dieci milioni di anni per tornare alla situazione originaria. Stiamo andando verso un momento di non ritorno e il tempo per attuare contromisure significative si sta esaurendo.

Occorre dare rapido avvio all'*era delle transizioni*: da quella energetica a quella ambientale, a quella sociale e forse perfino a quella demografica, perché abbiamo consumato tanto e non è lontano il tempo in cui non ci saranno più risorse per tutti.

Quanto si deciderà e si farà oggi sarà anche un segno di attenzione e di rispetto verso il nostro genere e verso tutti gli altri generi che popolano attualmente il mondo vivente, anche se le conseguenze della situazione di cui non sentiamo ancora la drammaticità ricadranno in un futuro che non ci riguarda e non riguarderà nemmeno i nostri eredi più prossimi, ma generazioni che non ci apparterranno più se non come genere umano (o come qualsivoglia altro genere determinato dall'evoluzione).



## DIPLOMI ACCADEMICI E PREMI

Nel corso della seduta sono stati comunicati i nominativi dei nuovi soci e i passaggi di ruolo nonché i nominativi dei vincitori dei premi accademici.

### NUOVE ASSOCIAZIONI E PASSAGGI INTERVENUTI NEL 2021

#### *Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche*

20/03/2021

- MARRUCCI LORENZO, prof. di Fisica sperimentale della Materia nell'Univ. di Napoli Federico II, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Scienze naturali.

20/03/2021

- MORACCI MARCO, prof. di Biochimica nell'Univ. di Napoli Federico II, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Scienze naturali.

#### *Accademia di Scienze Morali e Politiche*

1/10/2021

- CASCIONE COSIMO, prof. di Storia del diritto romano pubblico e privato nell'Univ. di Napoli Federico II, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Scienze morali.

1/10/2021

- MIANO FRANCESCO, prof. di Filosofia teoretica nell'Univ. di Napoli Federico II, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Scienze morali.

1/10/2021

- MEATTINI VALERIO, prof. di Filosofia morale nell'Univ. di Bari "Aldo Moro", cooptazione a socio ordinario non residente nella Classe di Scienze politiche.

1/10/2021

- MARIN BRIGITTE, prof. di storia moderna nell'Università di Aix-Marseille, direttrice dell'Ecole française de Rome, cooptazione a socio straniero nella Classe di Scienze politiche.

1/10/2021

- CARRANO ANTONIO, prof. di Storia della Filosofia nell'Univ. di Napoli Federico II, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Scienze morali.

1/10/2021

- PETRARCA VALERIO, prof. di Discipline Demo-etno-anthropologiche nell'Univ. di Napoli Federico II, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Scienze morali.

### *Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti*

10/06/2021

- POLARA GIOVANNI, prof. emerito dell'Univ. di Napoli Federico II, già prof. di Letteratura latina, passaggio a socio emerito nella Classe di Lettere.

10/06/2021

- ARCHETTI GABRIELE, prof. di Storia medievale nell'Univ. Cattolica del Sacro Cuore di Milano, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Archeologia.

10/06/2021

- DAVOLI PAOLA, prof. di Egittologia nell'Univ. del Salento, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Belle Arti.

10/06/2021

- MORLICCHIO ELDA, prof. di Lingua e traduzione tedesca nell'Univ. di Napoli "L'Orientale", cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Belle Arti.

10/06/2021

- PALUMBO MATTEO, già prof. di Letteratura italiana nell'U-

niv. di Napoli Federico II, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Lettere.

10/06/2021

- RENDA CHIARA, prof. di Lingua e Letteratura latina nell'Univ. di Napoli Federico II, cooptazione a socio corrispondente nella Classe di Lettere.

10/06/2021

- CAPALDI CARMELA, prof. di Archeologia e Storia dell'arte classica nell'Univ. di Napoli Federico II, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Archeologia.

10/06/2021

- MANCINI FRANCESCO FEDERICO, prof. di Storia dell'Arte Moderna nell'Univ. di Perugia, passaggio a socio ordinario non residente nella Classe di Belle Arti.

10/06/2021

- PALUMBO LIDIA, prof. di Storia della filosofia antica nell'Univ. di Napoli Federico II, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Lettere.

10/06/2021

- SACCONI ANTONIO, prof. di Letteratura italiana moderna e contemporanea nell'Univ. di Napoli Federico II, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Lettere.

### *Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche*

26/11/2021

- SACCHETTI LUCIA, prof. di Biochimica e Biologia molecolare clinica nell'Univ. di Napoli Federico II, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Medicina.

26/11/2021

- SANTINI LUIGI, prof. di Chirurgia generale nell'Univ. della Campania Luigi Vanvitelli, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Chirurgia.

26/11/2021

- PARMEGGIANI DOMENICO, prof. di Chirurgia Generale nell'Univ. della Campania Luigi Vanvitelli, passaggio a socio ordinario residente nella Classe di Chirurgia.

#### PREMI ASSEGNATI PER IL 2021

##### *Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche*

- MENSITIERI FRANCESCA, vincitrice del premio “Umberto Pierantoni” per le Scienze biologiche: *Realizzazione di processi sostenibili utilizzando approcci di evoluzione molecolare.*
- GHINI VERONICA, vincitrice del premio “Lisa de Conciliis” per le Scienze biologiche: *Approcci molecolari per lo studio di problematiche biologiche.*
- MAGNI STEFANO, vincitore del premio “Lisa de Conciliis” per le Scienze biologiche: *Approcci molecolari ed ecologici per lo studio di problematiche ambientali ed applicazioni per il risanamento degli ecosistemi.*

##### *Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti*

- MINUTO CRISTIANO, vincitore del premio accademico per la Classe di Lettere.

Soci della cui scomparsa si è avuta notizia nel corso del 2021 e fino ad oggi, 31 gennaio 2022.

Per ciascuno di essi si riporta un elenco sintetico dei ruoli ricoperti.

### *Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche*

BERNARDI GIORGIO

11 gen 1997: Ord. resid. Acc. SFM Cl. Sc. nat.

06 feb 1999: Ord. non resid. Acc. SFM Cl. Sc. nat.

† 16 apr 2021

MALINCONICO MARIO

16 mar 2018: Corrisp. Acc. SFM Cl. Sc. nat.

† 14 ago 2021

FERGOLA PAOLO

05 giu 2009: Corrisp. Acc. SFM Cl. Sc. mat.

† 17 set 2021

RIONERO SALVATORE

02 giu 1979: Corrisp. Acc. SFM Cl. Sc. mat.

05 feb 1983: Ord. resid. Acc. SFM Cl. Sc. mat.

08 nov 2013: Emer. Acc. SFM Cl. Sc. mat.

† 24 dic 2021

CALIFANO SALVATORE

02 feb 2007: Ord. non resid. Acc. SFM Cl. Sc. nat.

† 17 gen 2022

### *Accademia di Scienze Morali e Politiche*

LEVRA UMBERTO

28 feb 2002: Corrisp. Acc. SMP Cl. Sc. mor.

31 gen 2007: Ord. non resid. Acc. SMP Cl. Sc. mor.

† 07 ott 2021

*Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti*

BRESCIANI EDDA

20 feb 1982: Ord. non resid. Acc. ALBA Cl. Lett.

08 mag 2013: Ord. non resid. Acc. ALBA Cl. Archeol.

† 29 nov 2020

FLORES ENRICO

02 mag 2012: Ord. resid. Acc. ALBA Cl. Lett.

† 18 mag 2021

LUISELLI BRUNO

04 giu 2003: Ord. non resid. Acc. ALBA Cl. Lett.

† 02 giu 2021

VITALE MAURIZIO

07 dic 1983: Ord. non resid. Acc. ALBA Cl. Lett.

† 20 ott 2021

CARLETTI CARLO

11 gen 1995: Corrisp. Acc. ALBA Cl. Archeol.

03 giu 1998: Ord. non resid. Acc. ALBA Cl. Archeol.

† 27 dic 2021

CECARO MARIA

07 dic 1983: Corrisp. Acc. ALBA Cl. Lett.

11 gen 1995: Ord. resid. Acc. ALBA Cl. Lett.

† 28 dic 2021

*Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche*

HOBSON ALLAN JOHN

30 nov 2012: Stran. Acc. SMC Cl. Med.

† 07 lug 2021

ZAPPÀ VINCENZO

29 mar 1985: Corrisp. Acc. SMC Cl. Med.

22 mar 1991: Ord. resid. Acc. SMC Cl. Med.

† 06 gen 2022

## INDICE

Parole del Presidente Generale	7
Relazione del Segretario Generale	13
Relazione del Segretario dell'Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche	25
Relazione del Segretario dell'Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti	31
Relazione del Segretario dell'Accademia di Scienze Moralì e Politiche	35
Relazione del Segretario dell'Accademia di Scienze Mediche e Chirurgiche	39
Lezione inaugurale del Prof. Carmine Colella <i>L'emergenza climatica globale: Aspetti fisico- chimici, ambientali, tecnologici</i>	43
Diplomi Accademici e Premi	79
Soci scomparsi	83



---

*Finito di stampare a Napoli nel mese di aprile 2022  
presso le Officine Grafiche Francesco Giannini & figli S.p.A.*

