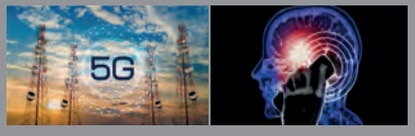
scienza e tecnica

TRIMESTRALE DI INFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

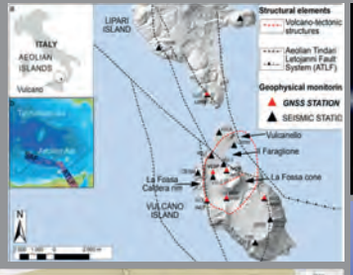
ANNO LXXXVII - N. 569-570 gen.feb.mar. - apr.mag.giu. 2024 - Poste Italiane SpA - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/2/2004, n. 46) art. 1, comma 2, DCB Roma

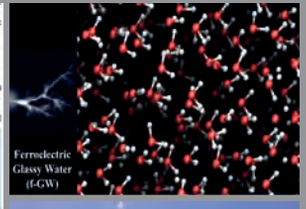


dal TEOREMA DI PITAGORA alla CONGETTURA DI BEAL

5G. TECNOLOGIA E MERCATO A TUTTI I COSTI?

CRONOMETRO MARINO E INTELLIGENZA SOMMA





ISOLA DI VULCANO: INDIVIDUATA LA SORGENTE DELLA RIATTIVAZIONE VULCANICA

ARTICO: IDENTIFICATI I MECCANISMI CHE CONTROLLANO LE CONCENTRAZIONI DI BLACK CARBON

UNA NUOVA FASE VETROSA DELL'ACQUA

RESILIENZA DELLE FORESTE: COSÌ I BOSCHI DI FAGGIO ITALIANI SI ADATTANO AL CLIMA

LA STRATEGIA DI SOPRAVVIVENZA DEI CORALLI TROPICALI AL CLIMA CHE CAMBIA

TORNADO NELLA PIANURA PADANA: LA DINAMICA DEL "PUNTO TRIPLO"

scienza e tecnica

Sommario

1 Dal teorema di Pitagora alla congettura di Beal

15 5G. Tecnologia e mercato a tutti i costi?

18 Cronometro marino e intelligenza somma

19 **notiziario**

Isola di Vulcano: individuata la sorgente della riattivazione vulcanica
Artico: identificati i meccanismi che controllano le concentrazioni di black carbon
Una nuova fase vetrosa dell'acqua
Resilienza delle foreste: così i boschi di faggio italiani si adattano al clima
La strategia di sopravvivenza dei coralli tropicali al clima che cambia
Tornado nella pianura padana: la dinamica del "punto triplo"

SCIENZA E TECNICA
trimestrale a carattere politico-culturale e scientifico-tecnico
Direttore Responsabile: Lorenzo Capasso

ANNO LXXXVII - N. 569-570 gen.feb.mar - apr.mag.giu. 2024 - primo-secondo trimestre 2024
Reg. Trib. Roma n. 613/90 del 22-10-1990 (già nn. 4026 dell'8-7-1954 e 13119 del 12-12-1969).
Direzione, redazione e amministrazione: Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS)
via Palestro 32, 00185 Roma • www.sipsinfo.it • e-mail: sips@sipsinfo.it • pec: sips@pec.it
Cod. Fisc. 02968990586 • C/C Post. 33577008
UniCredit Banca di Roma • IBAN IT88G0200805227000400717627 Università di Roma «La Sapienza», Ple A. Moro 5, 00185 Roma
Scienza e Tecnica print: ISSN 0582-2580
Scienza e Tecnica online: ISSN 3035-1073

dal TEOREMA DI PITAGORA alla CONGETTURA DI BEAL

di GIANLUCA CIAMPI

In relazione ai due articoli pubblicati su questa rivista nel 2022 andiamo ad illustrare un possibile percorso che va dal Teorema di Pitagora, attraverso Euclide, Diofanto e Fermat, alla Congettura di Beal.
Riassunto: Cercheremo di arrivare a provare che: $y^n \neq x^w + z^j$, *(n,w, j* $\neq 1,2$*)* attraverso una serie di dimostrazioni per assurdo, usando un metodo molto antico. La radice di tale metodologia la troviamo nella matematica babilonese, da cui si è poi espansa sia ad oriente che in occidente, quindi anche nella matematica greca. Partendo dalle classiche terne pitagoriche, proveremo a sviluppare un metodo, che ci permette di analizzare poi i numeri di una qualsiasi terna come un sistema complesso; metodo che però usa una matematica piuttosto elementare. In questo senso adopereremo alcune osservazioni e degli appunti di Pierre de Fermat, cercando di leggerli in profondità. Chiameremo questi Hp. Prendendo tre principali ipotesi, dalla matematica del giudice francese, e connettendole quindi come un *corpus* unico, avremo così un metodo per affrontare alcuni problemi sulla teoria dei numeri. Terminando, infine, attraverso una serie articolata di passaggi alla congettura di Beal. In sintesi dimostrando che: $y^n - x^n \neq z^2$, apriamo una nuova strada al Teorema di Fermat e con : $y^n - x^w \neq z^4$, apriamo una via alla congettura di Beal.

Per andare in questa direzione dobbiamo prima conoscere le 3 Hp:

Hp 1 $a = m^2 - n^2, \quad b = 2mn, \quad c = m^2 + n^2,$ *(nota[1])*
Hp 2 $y^n = c^2 = a^2 + b^2, \quad c = \sqrt{y^n}$, ***n*** = potenza sia pari che dispari
Hp 3 $y^4 - x^4 \neq z^2$ *(reductio ad infinitum)*

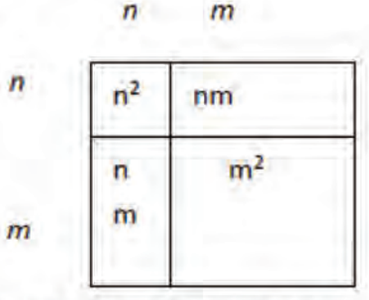
Hp 1 Fermat inizia le sue osservazioni su Diofanto partendo da quello che lui chiama Il Porisma di Bachet:

A) $a = y^2 - x^2, \quad b = 2xy, \quad c = x^2 + y^2,$

Ma già circa 600 anni prima di Diofanto, Euclide nel Lemma 1, Prop. X, 29; degli Elementi:

A) $a = m^2 - n^2, \quad b = 2mn, \quad c = m^2 + n^2$

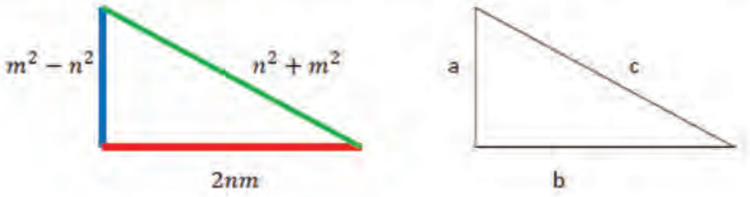
Dal quadrato del binomio visualizzato



Se *n* ed *m* sono numeri interi (meglio se uno pari l'altro dispari e non multipli tra loro) abbiamo tutte le classiche terne pitagoriche, altrimenti si possono comunque costruire triangoli rettangoli dalle terne formatesi. Oggi sappiamo dall'archeologia, anche molto recente, che la radice di questo metodo era nata in Mesopotamia. Ma lo possiamo notare già dal lavoro di O. Neugebauer (1899-1990), sulla tav. Plimpton 322 (datata approssimativamente almeno 4000 anni fa).

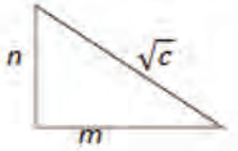
Nota[1]: chiameremo in una terna: c= ipotenusa, b= cateto di ordine pari a= cateto di ordine dispari, quindi c^2, b^2, a^2 sono i relativi quadrati.. Useremo delle figure in bianco e nero quando tratteremo una geometria prettamente euclidea, mente adopereremo delle figure con colori quando tratteremo una aritmogeometria più antica, ma funzionale;* ***n* *in neretto quando esprime un esponente. Consideriamo queste tre Hp dapprima separatamente e poi, pian piano, come un unico corpus, che noi chiameremo metodo.*

B) In Algebra: $(n^2+m^2)^2=(m^2-n^2)^2+(2mn)^2(=n^4+2n^2m^2+m^4)$, $\quad c^2=a^2+b^2$
In Geometria

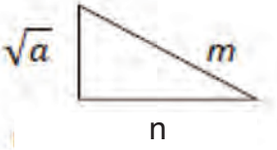


C) Tutto ciò ci dice anche che: $c+b=(n+m)^2=s^2$, e $c-b=(m-n)^2=d^2$.
Allo stesso modo : $c+a=2m^2$, e anche $c-a=2n^2$
(e : $|b-a|=|2mn-m^2+n^2|$, $\quad b+a=2mn+m^2-n^2$)

Possiamo anche vedere: $c=m^2+n^2$



E $a=m^2-n^2$



$c=m^2+n^2$; così che: *n*, *m*, $\sqrt{c}$, possiamo chiamarla *"terna radice"* perché questa esprime proprio la radice di *c*, ma anche, come vedremo in Hp. 2, perché *n* ed *m* andranno a costruire tutte le terne e tutte le serie di triangoli rettangoli.
In ogni triangolo rettangolo c'è una uno scheletro portante, un ordito interno, ma per secoli noi abbiamo generalmente considerato solo la trama esterna. Questi due apparenti punti di vista sono sovrapposti e li possiamo osservare insieme tramite una figura quadrata: se aggiungiamo piccole variazioni alla semplice e antica dimostrazione del Teorema di Pitagora attraverso l'equivalenza delle aree.

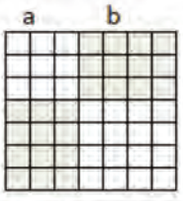


Fig.1

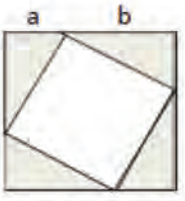


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

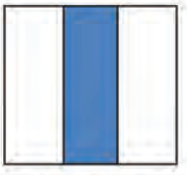
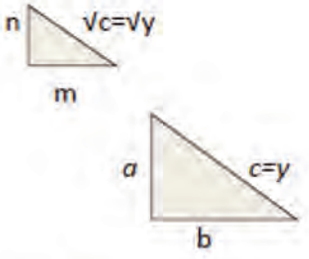
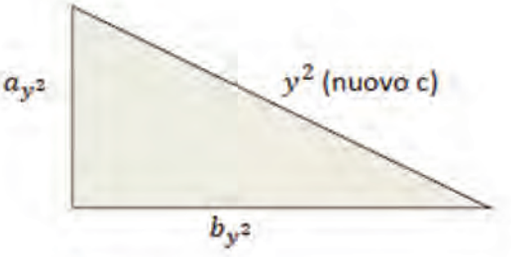


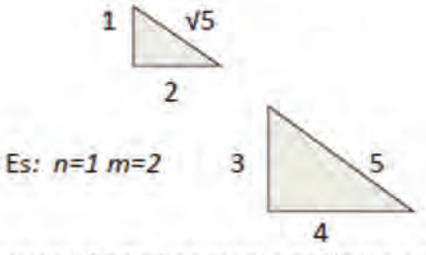
Fig. 5

In Fig,1 e 2, noi possiamo vedere che il quadrato dell'ipotenusa è equivalente alla somma dei quadrati dei due cateti.

Ma se, senza cambiare la figura di fondo, noi usiamo il Porisma di Bachet con *a* e con *b*, andremmo ad individuare una terna successiva, e il quadrato dell'ipotenusa sarà una quarta potenza. Quindi il quadrato di *c* ($c = \sqrt{a^2 + b^2} = (n^2 + m^2)$), sarà il nuovo ipotenusa $a^2+b^2=(n^2+m^2)^2$, mentre il nuovo cateto di ordine pari sarà *2ab*, in rosso nella Fig.3, così che quello che era il quadrato del precedente ipotenusa, a^2+b^2 in verde, sarà, dal punto di vista numerico, appunto il nuovo ipotenusa e quindi il suo quadrato sarà $(a^2+b^2)^2$. (Ora mostreremo semplici esempi). Invece in fig, 4, il piccolo quadratino centrale nero per i nuovi *c* e *b* (verde e rosso) è equivalente al nuovo quadrato *c-b* (d^2), mentre tutto il quadrato della figura sarà equivalente al nuovo quadrato *c+b* (s^2), (come visto algebricamente in C). Nella Fig. 5 noi possiamo osservare la misura numerica del nuovo cateto di ordine dispari, in azzurro, $|b^2 - a^2| = (a + b)|b - a|$.
Le possiamo intendere come aree numeriche e non geometriche in senso stretto. Possiamo sintetizzare tutto ciò in: $y^4 = a_{y^2}^2 + b_{y^2}^2$, $y^2 = c$ (nuovo ipotenusa, quadrato del precedente), a_{y^2} (nuovo cateto di ordine dispari), b_{y^2} (nuovo cateto di ordine pari).

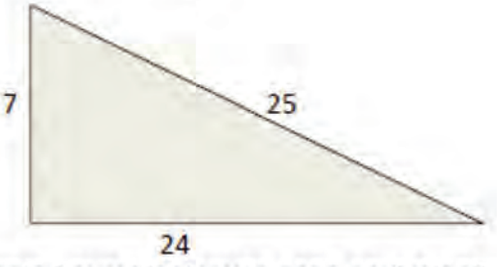




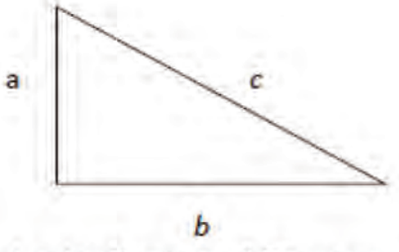


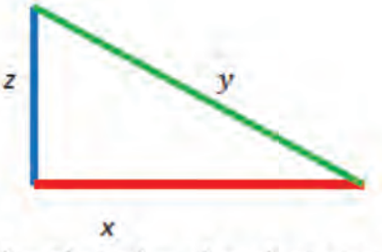
Es: *n=1 m=2*

(come se *n=3 m=4*)

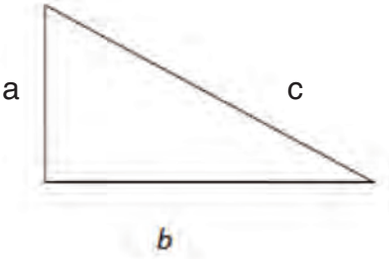


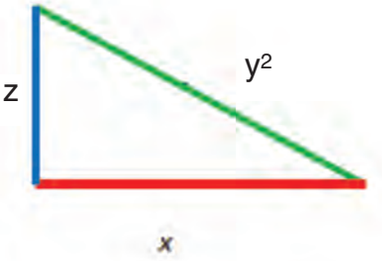
In questi banali esempi possiamo vedere che progressivamente i nuovi ipotenusa sono equivalenti numericamente al quadrato del precedente, andando ad infinitum e questo succede in qualsiasi terna.
In Geometria





In Algebra, nel classico Teorema di Pitagora: $c^2 = a^2 + b^2$ e $y^2 = z^2 + x^2$, vanno a coincidere.





Ma quando saliamo di potenze avremo sempre *a b* e *c* (di valori diversi), che misurano i tre segmenti di una nuova terna, e i loro quadrati avranno senso geometrico ma potremo avere alternativamente la forma y^2, o z^2, o x^2, come valori numerici, alternativamente come valore di uno dei segmenti, vedremo che sarà così anche per y^n, o z^n, o x^n; procederemo per gradi.

Terna primaria classica *Terna con c al quadrato*

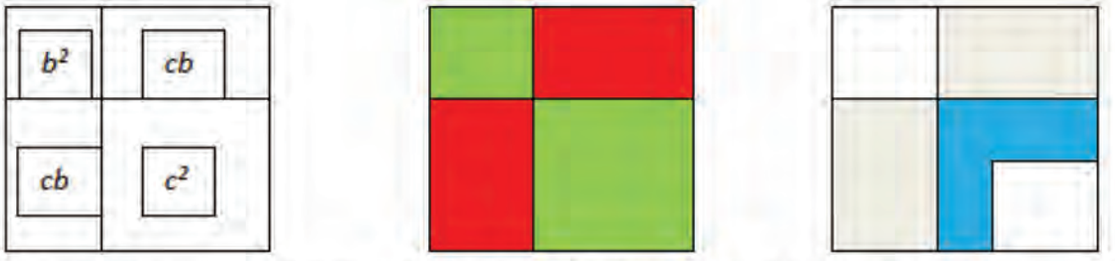
Es: 3, 4, 5; 7, 24, 25; 5, 12, 13; 119, 120, 169; 8, 15, 17; 161, 240, 289; ecc..

In tutti questi casi il quadrato dell'ipotenusa sarà di fatto una quarta potenza.

In maniere similare alla precedente possiamo osservare come avere uno dei due cateti in forma di numero al quadrato:

Terne con il quadrato del cateto di ordine dispari *a: (c²- b²)*

b *c*



Abbiamo qui che il nuovo ipotenusa sarà *c²+ b²,* nella seconda figura in verde, mentre il nuovo cateto di ordine pari sarà *2bc,* nella seconda figura in rosso. Mentre avremo per nuovo cateto di ordine dispari il quadrato di *a*: *c²- b²,* nella terza figura in azzurro.

$z^2 = a$ (e anche qui per es: $z^4 = c_{z^2}^2 - b_{z^2}^2$,)

Terna primaria classica Terna con *a* al quadrato

Es: 3-4-5 : 9-40-41, 5-12-13 : 25-312-313, 7-24-25 : 49-1200-1201, 15-8-17 : 225-272-353

Se usassimo lo stesso metodo per trovare cateti di ordine pari, equivalenti al quadrato di *b*, costruiremmo solo delle terne secondarie, questo perché *a* e *c* sono entrambi di ordine dispari. Quindi siamo costretti a partire da un diverso punto di vista: partendo da *n* ed *m* della terna radice di *b*.

Terne con il quadrato del cateto di ordine pari *b* $b^2 = 2^2 m^2 n^2$

Per cui il nuovo ipotenusa sarà: $2^{n-2}n^n + m^n$ mentre il nuovo cateto di ordine dispari sarà: $|m^n - 2^{n-2}n^n|$

$|m^n - 2^{n-2}n^n|$ $2^{n-2}n^n + m^n$ $c^2 - a^2 = (nuovo)b = x^2 = 4m^2n^2 = c^2 - a^2$

$x^2 = b$ $x^4 = c_{x^2}^2 - a_{x^2}^2$

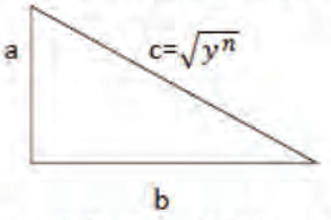
Per giungere al quadrato di *b* usiamo ***n*** potenza=4, (per il cubo 6 e così via, vedremo avanti).

Es: (*n=2, m=1*) (***n*** potenza=2) : 4-3-5, (***n*** potenza=4): 16-63-65, (***n*** potenza 8) 256-16383-16386

Es: (*n=2, m=3*)) (***n*** potenza =2): 5-12-13, (***n*** potenza =4): 17-144-145.

Es: (*n=4, m=1*) (***n*** potenza=3): 8-15-17, (***n*** potenza=6): 64-1023-1024

Ora possiamo osservare la seconda parte di tale metodo, quindi l' **HP. 2** che approfondisce e potenzia i concetti appena toccati. Un'altra fondamentale osservazione di Fermat su Diofanto, circa la questione 22, libro 3.
In sintesi Fermat afferma:
D) In Algebra: $y^n = c^2 = a^2 + b^2$, $c = \sqrt{y^n}$, ***n*** = qualsiasi potenza pari o dispari (non è la *n* della formula di Euclide).
Tradotto in Geometria ci dice che per *y* (*y=4n+1*) esiste sempre un triangolo rettangolo tale che:



Abbiamo una formula algebrica che sintetizza anche il numero della possibili soluzioni (come proponeva Fermat al variare di ***n***) per $y^n = a^2 + b^2$:

E) $c^2 = y^n = \left(\left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) \mp \left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) \mp \left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$

Che si può meglio leggere attraverso due formule (due possibili soluzioni):

E1) $c^2 = y^n = \left(\left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$

E2) $c^2 = y^n = \left(\left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$

$a_{y^{\frac{n-x}{2}}}$, è il cateto di ordine dispari appartenente alla terna relativa a $y^{\frac{n-x}{2}}$ (ipotenusa), $b_{y^{\frac{n-x}{2}}}$,, è il cateto di ordine pari della stessa terna, mentre $a_{y^{\frac{x}{2}}}$, , è il cateto di ordine dispari appartenente alla terna relativa a $y^{\frac{x}{2}}$ (ipotenusa), $b_{y^{\frac{x}{2}}}$, , è il cateto di ordine pari della stessa terna.

Quando **x**=1, allora $a_{y^{\frac{x}{2}}}$, $b_{y^{\frac{x}{2}}}$ coincidono con il binomio iniziale *n, m* degli Elementi di Euclide.

Numero di soluzioni a secondo della potenza (cioè al variare di ***n)*** per ***n*** pari: $\frac{n}{2}$, se ***n*** dispari: $\frac{n+1}{2}$.
Va aggiunto che di tutte le soluzioni possibili solo una ci darà una classica terna primaria, le altre sono generalmente secondarie.
Quando risolviamo una terna per y^n se ***n*** dispari, *a* e *b* sempre di ordine dispari e pari, ma *b* potrebbe non essere un numero doppiamente pari (Es: $5^3 = 11^2 + 2^2$) come nelle classiche terne primarie.
In modo molto simile noi possiamo trovare F) che in sintesi: $a^2 = z^n = (c)^2 - (b)^2$

$$a^2 = z^n = \left(\left(c_{z^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{a^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 - \left(\left(c_{z^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{z^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

$$a^2 = z^n = \left(\left(c_{z^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{z^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 - \left(\left(c_{z^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{z^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

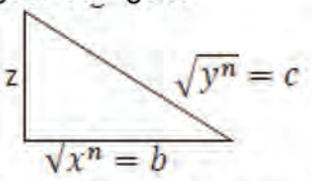
Quando risolviamo una terna per z^n, se ***n*** dispari, *c* potrebbe essere non un multiplo di 4n+1 o addirittura di ordine pari, mentre *b* potrebbe non essere un numero doppiamente pari o addirittura un dispari. (ex: $\sqrt{3^3}, 13, 14$ ex. $\sqrt{5^3}, 62, 63$)
Mentre per il cateto di ordine pari dobbiamo usare un metodo più diretto G) che in sintesi:
$b^2 = x^n = (c)^2 - (a)^2$
$b^2 = x^n = (2^{n-2}n^n + m^n)^2 - |m^n - 2^{n-2}n^n|^2$, (per *n* della formula euclidea numero pari)

Osservando da questo punto di vista noi abbiamo la "*terna radice*", che con *m* ed *n* costruisce tutte le terne: dalle classiche terne primarie (*a, b, c,* che non esprimono numeri in potenza), a delle terne primarie di secondo livello, dove o *a* o *b* o *c*, sono espressi da radici quadrate di una potenza (se la potenza ***n*** è pari avremo un intero e normalmente le consideriamo primarie, altrimenti avremo la radice di ***n***). (Come sappiamo le terne secondarie sono soltanto multipli delle primarie, quindi di minore interesse). Quindi possono sempre esistere:

$y^n = z^2 + x^2$, $x^n = y^2 - z^2$, $z^n = y^2 - x^2$, *senza inficiare* $c^2 = a^2 + b^2$,

Possiamo ora comprendere però che: $z^2 \neq y^n - x^n$, perché se per assurdo *:* $z^2 = y^n - x^n$

Allora dovrebbe esistere questo triangolo rettangolo:



Ma $\sqrt{y^n} = a_1^2 + b_1^2$, e $\sqrt{x^n} = c_2^2 - a_2^2$, per ogni numero *x* o *y* e qualsiasi potenza ***n***.

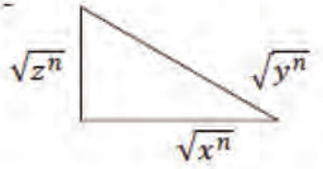
Non possiamo prender qualsiasi numero per costruire $\sqrt{x^n} = b$, o $\sqrt{y^n} = c$.

Perché essi saranno sempre connessi con le *n* e le *m* delle loro "*terne radice*".

Allo stesso modo $z^n \neq y^n - x^2$, o $y^2 \neq z^n + x^n$

Che potrebbe mostrare la strada per: $y^n \neq z^n + x^n$. Cioè una possibile dimostrazione per il Teorema di Fermat, che ci avvicina ad un modo di vedere le potenze utile anche per la congettura di Beal. Ma non crediamo questa essere la sua via principale; è lo stesso Fermat che ci indica una via, verso una direzione profonda per il suo Ultimo Teorema.

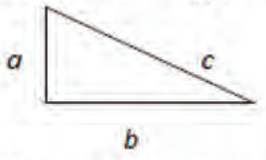
Hp 3 (parte terza del metodo) Fermat precedentemente aveva dimostrato: $y^4 - x^4 \neq z^2$, e la indica come via per poter interpretare il suo teorema. In una lettura logica, ma un po' riduttiva, egli proverebbe solamente l'ultimo teorema per potenze ***n***=4. Ma se noi ricordiamo che: $a = m^2 - n^2$, $c = m^2 + n^2$, vediamo che tutte le potenze ***n*** doppiamente pari possono essere incluse. In ogni caso secondo noi, ci dice molto di più: con la sua discesa ad infinitum egli dimostra anche un piccolo teorema in più, o meglio un corollario al Teorema di Pitagora, difficile da scorgere dalla sola logica geometrica euclidea *(nota*2)*. Ogni studente sa, dalle sue elementari esperienze matematiche che se: $c^2 = a^2 + b^2$, non succede mai che $b^2 = a^2 + g_A^2$, o $a^2 = b^2 + g_B^2$, o $g_c^2, = a^2 + c^2$, o $g_D^2, = b^2 + c^2$, ma, con la discesa ad infinitum, Fermat lo dimostra: $y^4 - x^4 \neq z^2$, se: $y^2 - x^2 = g_A^2$, allora $y^2 + x^2 \neq g_B^2$ e viceversa (*z=sd*). Possiamo chiamare questo piccolo ed elementare teorema come *dell'unicità della terna;* ma, anche per quello che abbiamo visto in Hp. 1 e 2, è vero per qualsiasi potenza, non solo per z^2, ma per $\sqrt{z^n}$, eccetto ***n****=1 o 2*, altrimenti andremmo sempre e comunque verso una discesa ad infinitum, come presto andremo a vedere. Inoltre: $a = m^2 - n^2$, $c = m^2 + n^2$, include che *a* e *c* non possono essere due eguali potenze (per esponenti sia pari che dispari, o loro radici quadrate) nella stessa terna $m^4 - n^4 \neq \sqrt{z^n}$, se $a = \sqrt{z^n} = m^2 - n^2$, allora $c \neq \sqrt{y^n} \neq m^2 + n^2$ o viceversa. Quindi potrebbe bastare ciò per dimostrare l'ultimo teorema. Perché non potrebbe quindi esistere questo triangolo rettangolo:

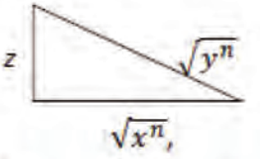


Quindi anche: $y^n \neq z^n + x^n$

Ma noi crediamo che la via principale di Fermat, almeno in prima istanza, fosse un'altra: Fermat annotò a matita la sua famosa osservazione su una pagina del testo di Diofanto in cui si parlava di triangoli zoppi; quella specie di triangoli (o di terne pitagoriche) in cui la differenza tra numero ipotenusa e numero cateto di ordine pari è uguale ad uno *(c-b=1)*. Ma, in accordo con il Porisma di Bachet (Hp. 1 – C), lui sapeva bene che quell'uno era il quadrato di uno.
Come visto in C):
$c + b = (n + m)^2 = s^2$, e $c - b = (m - n)^2 = d^2$ (*Nota *2*)
(nei triangoli zoppi, *m-n=1*: *d=1* , e *c-b=1 : d²=1*).
Quindi: $c^2 - b^2 = s^2d^2 = (m^2 - n^2)^2 = a^2$.

Ciò in qualsiasi terna pitagorica, ma se per assurdo:
$c = \sqrt{y^n}$ e $b = \sqrt{x^n}$, allora $\sqrt{y^n} - \sqrt{x^n} = d^2$ e $\sqrt{y^n} + \sqrt{x^n} = s^2$,
ma $y^n - x^n = (\sqrt{y^n} + \sqrt{x^n})(\sqrt{y^n} - \sqrt{x^n}) \neq s^2d^2 \neq a^2(z^2)$



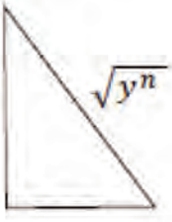


ma questo non può esistere

Il secondo triangolo rettangolo non può esistere perché andrebbe a invalidare il teorema sull'unicità della terna (per la discesa ad infinitum), infatti se per assurdo esistesse, allora avremmo: $\sqrt{y^n} - \sqrt{x^n} = d^2$ ma allora con la stessa logica cadremmo in questa ipotetica serie:
$\sqrt{y^{\frac{n}{2}}} - \sqrt{x^{\frac{n}{2}}} = d_I^2$ e per la stessa ragione: $\sqrt{y^{\frac{n}{4}}} - \sqrt{x^{\frac{n}{4}}} = d_{II}^2$, così: $\sqrt{y^{\frac{n}{8}}} - \sqrt{x^{\frac{n}{8}}} = d_{III}^2$, e: $\sqrt{y^{\frac{n}{16}}} - \sqrt{x^{\frac{n}{16}}} = d_{IV}^2$, ad infinitum, appunto. Quindi: $y^n \neq x^n + z^2$.

Situazione simile per b

c= $\sqrt{y^n}$ a=$\sqrt{z^n}$ Assurdo

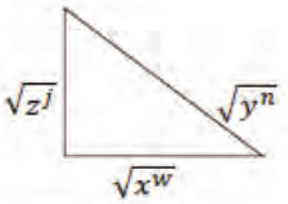


$y^n - z^n \neq 2m^2n^2 \neq b^2$

Prima di andare a vedere cosa succede con differenti potenze, ora osserviamo $y^4 - x^4 \neq z^2$ di Fermat, con le conoscenze acquisite: $y^4 - x^4 \neq z^n (= a^2 = s^2d^2)$, *n≠1*, perché:
$(y^2 + x^2)(y^2 - x^2) \neq z^n \neq s^2d^2$, come visto tramite Hp 2-3.
Allo stesso tempo anche: $y^n - x^n \neq z^2$, perchè: $(y^{\frac{n}{2}} + x^{\frac{n}{2}})(y^{\frac{n}{2}} - x^{\frac{n}{2}}) \neq z^2 \neq s^2d^2$.
Integrando la visione di Hp 3, 2, 1 avremo anche che: $y^n - x^n \neq z^j$ j*≠1* e similmente: $y^n - z^n \neq x^w$, *w≠1*
Quindi: $y^n \neq z^n + x^n$, altrimenti andremmo sempre verso una discesa ad infinitum.
Tema che avevamo trattato in Archeomatica II *(vedi bibliografia)*.
Perché invece $y^n \neq x^w + z^j$?

*Nota *2: E' evidente che in una lettura meramente euclidea sarebbe difficile arrivare a tale postulato, mentre in una visione diofantea, che era quella che Fermat usava (almeno in queste osservazioni), avendo già dimostrato la discesa ad infinitum, la connessione con il postulato sull'unicità della terna diventa diretta.*

Se *per absurdum* esistesse allora avremmo:



Cioè: $\sqrt{y^n} = m^2 + n^2$, $\sqrt{x^w} = 2mn$, $\sqrt{w^j} = |m^2 - n^2|$.
Ma le equazioni E, F, G, con leggere modifiche sono sempre valide:

E1) $c^2 = y^n = \left(\left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$

E2) $c^2 = y^n = \left(\left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{y^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(a_{y^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{y^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$

Allo stesso modo individuiamo F): che in sintesi $w^j = (c)^2 - (b)^2$

$$a^2 = z^j = \left(\left(c_{z^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{a^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 - \left(\left(c_{z^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{z^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

$$a^2 = z^j = \left(\left(c_{z^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{z^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 - \left(\left(c_{z^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(b_{z^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{z^{\frac{j-x}{2}}}\right)\left(c_{z^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

E in G: $x^w = (c)^2 - (a)^2$

$$b^2 = x^w = (2^{w-2}n^w + m^w)^2 - |m^w - 2^{w-2}n^w|^2$$

In teoria la situazione non sembra molto differente.
Ma a questo punto abbiamo un ragionevole dubbio. Perché esistono equazioni del tipo:
$y^n = x^w + z^2$, o $y^n = x^2 + z^j$, o $y^2 = x^w + z^j$. Possiamo verificarlo con il metodo?
Mostreremo alcuni esempi che non vanno in contrasto con il metodo fin qui presentato:

$m = \sqrt{\frac{c+a}{2}}$, $n = \sqrt{\frac{c-a}{2}}$, o anche $m = \frac{\sqrt{c+b}+\sqrt{c-b}}{2}$, $n = \frac{\sqrt{c+b}-\sqrt{c-b}}{2}$ (da C)

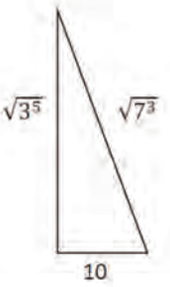
Così per es.: $7^3 = 10^2 + 3^5$, $y^3 = x^2 + x^5$, quando abbiamo due potenze e inoltre se *y* non è *4n+1* generalmente avremo *m* e/o *n* come radicali.

Infatti $m = \sqrt{\frac{c+a}{2}} = \sqrt{\frac{\sqrt{7^3}+\sqrt{3^5}}{2}}$, $n = \sqrt{\frac{c-a}{2}} = \sqrt{\frac{\sqrt{7^3}-\sqrt{3^5}}{2}}$

$b = 2mn = 2\sqrt{\frac{\sqrt{7^3}+\sqrt{3^5}}{2}}\sqrt{\frac{\sqrt{7^3}-\sqrt{3^5}}{2}} = 2\sqrt{\frac{7^3-3^5}{4}} = 2\sqrt{\frac{100}{4}} = 10,$

$c = m^2 + n^2 = \frac{\sqrt{7^3}+\sqrt{3^5}}{2} + \frac{\sqrt{7^3}-\sqrt{3^5}}{2} = 2\frac{\sqrt{7^3}}{2} = \sqrt{7^3},$

$a = m^2 - n^2 = \frac{\sqrt{7^3}+\sqrt{3^5}}{2} - \frac{\sqrt{7^3}-\sqrt{3^5}}{2} = 2\frac{\sqrt{3^5}}{2} = \sqrt{3^5}$



Partendo sempre da un quadrato di un binomio del tipo *n, m*:

n^2	nm
n m	m^2

n= $\sqrt{\frac{\sqrt{7^3}-\sqrt{3^5}}{2}}$, m= $\sqrt{\frac{\sqrt{7^3}+\sqrt{3^5}}{2}}$

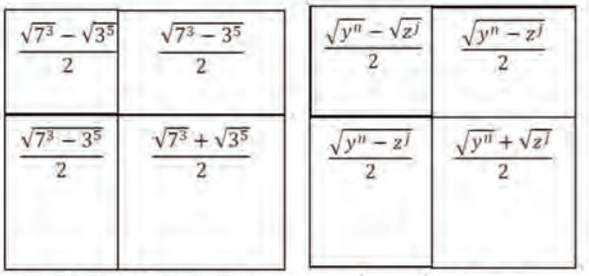


Fig. H 1 - 2 - 3 anche qui, sempre: $a = m^2 - n^2,\ b = 2mn,\ c = m^2 + n^2$

Possiamo vedere alcuni casi interessanti dalle 10 soluzioni della congettura di Catalan Fermat solo per quello che riguarda questo metodo:

1) $1^n + 2^3 = 3^2$,
2) $2^5 + 7^2 = 3^4$ (Nils Bruin, 2003),
3) $7^3 + 13^2 = 2^9$ (Nils Bruin, 2005),
4) $2^7 + 17^3 = 71^2$ (Bjorn Poonen, Edward F. Schaefer e Michael Stoll, 2005),
5) $3^5 + 11^4 = 122^2$ (Nils Bruin, 2003),
6) $17^7 + 76271^3 = 21063928^2$ (Bjorn Poonen, Edward F. Schaefer e Michael Stoll, 2005),
7) $1414^3 + 2213459^2 = 65^7$ (Bjorn Poonen, Edward F. Schaefer e Michael Stoll, 2005),
8) $9262^3 + 15312283^2 = 113^7$ (Bjorn Poonen, Edward F. Schaefer e Michael Stoll, 2005),
9) $43^8 + 96222^3 = 30042907^2$ (Nils Bruin, 2005),
10) $33^8 + 1549034^2 = 15613^3$ (Nils Bruin, 2003).

Se la base dell'ipotenusa (*y*) non è un numero della serie 4n+1 generalmente può voler dire che *m* e/o *n* non sono due numeri interi, in maniere simile se la base del cateto di ordine pari (*x*), quando non è divisibile per 4. Ma ciò è sempre vero per le terna primarie comuni, come visto. Comunque ad una prima analisi solamente l'ultima equazione della serie sembrerebbe soddisfare queste condizioni.

Perché? $33^8 + 1549034^2 = 15613^3$

$(33^4)^2 + 1539034^2 = 15613^3$, $(1185921)^2 + 1539034^2 = 15613^3$, è in linea con Hp 2 – E): con ipotenusa base *y* 15613 (4n+1), ma tale ipotenusa ha più soluzioni poiché è costruito da due numeri primi (4n+1): 13 e 1201. Possiamo vedere tutte le varianti di questo caso di equazione del tipo E):

Possiamo facilmente individuare le *n* e le *m* per √13, sono 2 e 3, e per √1201 n=24 m=25.

Quindi troviamo due soluzioni per l'ipotenusa √15613 (numeri composti da più numeri primi aumentano le soluzioni in base al numero di multipli, mentre qualsiasi numero primo 4n+1 si può costruire sommando due soli quadrati).

	27 =75-48	24	25	**122**=72+50
2		48	50	
3		72	75	
	22=72-50			**123**=75+48

$22^2+123^2=15613$ e $27^2+122^2=15613$

A questo punto applicando il Porisma di Bachet abbiamo la doppia coppia di *a* e *b* per ipotenusa 15613.

a=123²-22²=14645, b=2(22x123)=5412, o anche a=14884-729=14155 b=2(27x122)=6588

Ora noi abbiamo gli strumenti per trovare tutte le soluzioni possibili per ipotenusa c =$\sqrt{15613^3}$=$\sqrt{y^3}$

	1682271	5412	14645	*987866*	*1596129*	6588	14155	*1121734*
22		119064	322190			144936	311410	
123		665676	1801335			810324	1741065	
	343486			*1920399*	*498914*			*1886001*
	1640566			*1055679*	**1549034**			**1185921**
27		146124	395415			177876	382185	
122		660264	1786690			803736	1726910	
	264849			*1932814*	*475551*			*1904786*

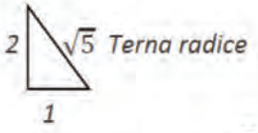
Tra le otto soluzioni (a due a due essendo i nuovi *a* e *b* per ipotenusa = $\sqrt{1513^3}$, quindi sette in corsivo) abbiamo quindi quella che cercavamo (in rosso).
In realtà, dalla serie predetta possiamo vedere di poter ottenere altre tre semplici terne sempre con il metodo (cioè partendo da *n, m,* numeri interi):

$1^n+2^3= 3^2$, $1^2+2^3= 3^2$	2^3 dall'equazione G (Hp. 3)
$2^5+7^2=3^4$, $2^5+7^2= 9^2$	2^5 stessa situazione (*nota 3, sulle potenze di 2 in *b*)
$3^5+11^4=122^2$, $3^5+121^2= 122^2$	3^5 dall'equazione F (Hp. 3)

Queste tre terne hanno tutte base nella *"terna radice"* 1, 2, √5 e dalla classica terna pitagorica 3, 4, 5! E facilmente le possiamo individuare con il metodo partendo sempre da due numeri interi. Negli altri casi, *n* e/o *m,* sono numeri radicali, sempre applicabili al metodo come descritto nel caso e Fig. H.

**nota 3: L'equazione G ci permette di costruire terne con b (cateto pari) come potenza. In questo senso la serie da 2 è particolare poiché non esiste in nessuna terna primaria classica un cateto eguale a 2. (le fig. in nota non sono in scala per ragioni di spazio).*

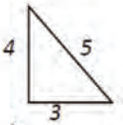
Terne primarie classiche *Terne primarie da radice quadrata*



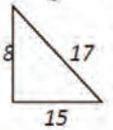
Terna radice

Terne primarie comuni

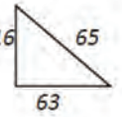
$2^2+3^2=5^2$ 4, 3, 5



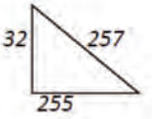
$2^3+15^2=17^2$ 8, 15, 17



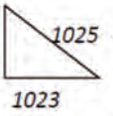
$2^4+15^2=17^2$ 16, 64, 65



$2^5+255^2=257^2$ 32, 255, 257



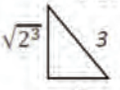
$2^6+1023^2=1025^2$ 64, 1023, 1025



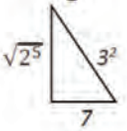
2^7

-1 2 +1
-1 4 +1
-1 8 +1
-1 16 +1
-1 32 +1
-1 64 +1
-1 128 +1
-1 256 +1
-1 512 +1
-1 1024 +1
(-1 2048 +1)
(-1 4096 +1) ecc..

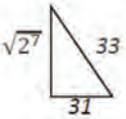
Terne con b in forma radicale



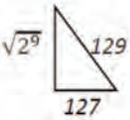
$2^3+1^n=3^2$ $\sqrt{8}$, 1, 3



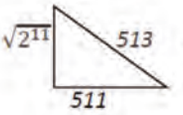
$2^5+7^2=9^2(3^4)$ $\sqrt{32}$, 7, 9



$2^7+31^2=33^2$ $\sqrt{128}$, 31, 33



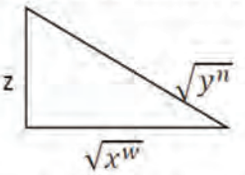
$2^9+127^2=129^2$ $\sqrt{512}$, 127, 129



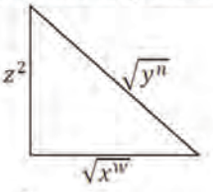
$2^{11}+511^2=513^2$ $\sqrt{2048}$, 511, 51 3

$\sqrt{2^{13}}$

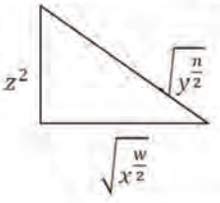
Quindi noi possiamo trovare (non molto frequentemente): $y^n - x^w = z^2$



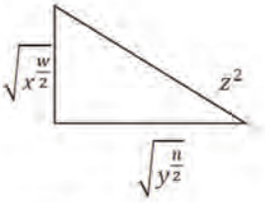
La prima ragione è che nella maggior parte di questi casi, *n* e/o *m*, non sono numeri interi. Quindi la dimostrazione del Teorema di Fermat, (che deriva dalla pagina sui triangoli zoppi), e quindi la via diretta dei due quadrati s^2 e d^2, non è possibile: $y^n - x^w = z^2$, significa solo che $\sqrt{y^n - x^w} = z$, che non è un quadrato.
Ma non possiamo mai trovare $y^n - x^w = z^4$, anche se *n* e/o *m* non sono due numeri interi, perché se per assurdo esistesse, allora dovrebbe esistere questo triangolo rettangolo.



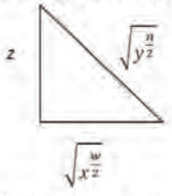
Ed anche: $(\sqrt{y^n} + \sqrt{x^w})(\sqrt{y^n} - \sqrt{x^w}) = z^4$



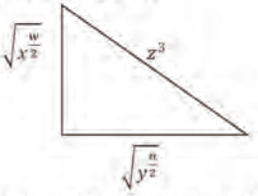
e



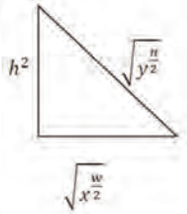
Che è completamente assurdo. O ancora, sempre *per absurdum*:

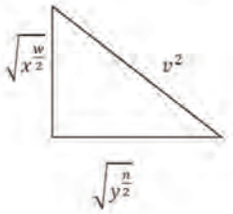


e



$c^2 - b^2 = (m^2 - n^2)^2 = z^2$, qiundi: $m^2 - n^2 = z$. Ma $c^2 + b^2 = m^4 + 4m^2n^2 + n^4 \neq z^3$.
Noi sappiamo (da F): $z^3 = (m^3 + 3n^2m)^2 + (n^3 + 3nm^2)^2$, e/o $z^3 = (m^3 - n^2m)^2 + |m^2n - n^3|^2$
Oppure ancora z=hv, $z^4 = h^4v^4$. Similmente a $z^4 = s^2d^2$. $s^2 = (v^2)^2$, $d^2 = (h^2)^2$.
Che sempre per assurdo:
$(\sqrt{y^n} + \sqrt{x^w})(\sqrt{y^n} - \sqrt{x^w}) = z^4 = (d^2s^2) = (c + b)(c - b)$, $(\sqrt{y^n} + \sqrt{x^w})(\sqrt{y^n} - \sqrt{x^w}) = z^4$, $\sqrt{y^n} + \sqrt{x^w} = v^4$, $\sqrt{y^n} - \sqrt{x^w} = h^4$.





$(\sqrt{y^n} + \sqrt{x^w})(\sqrt{y^n} - \sqrt{x^w}) = z^4$.

Che implicherebbe: $\sqrt{y^n}+\sqrt{x^w}=v^4,\ \sqrt{y^n}-\sqrt{x^w}=h^4$

Che implicherà anche: $\left(\sqrt{y^{\frac{n}{2}}}+\sqrt{x^{\frac{w}{2}}}\right)\left(\sqrt{y^{\frac{n}{2}}}-\sqrt{x^{\frac{w}{2}}}\right)=h^4$

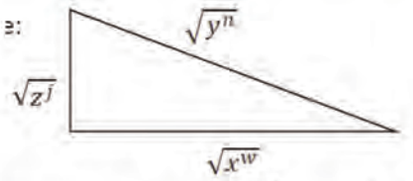
così $\left(\sqrt{y^{\frac{n}{4}}}+\sqrt{x^{\frac{w}{4}}}\right)=v_B^4,\left(\sqrt{y^{\frac{n}{4}}}-\sqrt{x^{\frac{w}{4}}}\right)=h_B^4$, quindi $\left(\sqrt{y^{\frac{n}{8}}}+\sqrt{x^{\frac{w}{8}}}\right)=v_C^4,\left(\sqrt{y^{\frac{n}{8}}}-\sqrt{x^{\frac{w}{8}}}\right)=h_C^4,$

e così sempre ad infinitum.

Tre vie appunto assurde, la prima banalmente contro qualsiasi logica , la seconda si infrange contro il metodo per la costruzione di potenze in una terna (Hp 2 F), la terza contro *l'unicità della terna* (che mostriamo porterà sempre ad una *reductio ad infinitum*).

Quindi se per assurdo esistesse $y^n-x^w=z^j,\ \left(\sqrt{y^n}+\sqrt{x^w}\right)\left(\sqrt{y^n}-\sqrt{x^w}\right)=z^j$

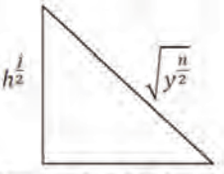
Allora dovrebbe anche esistere:

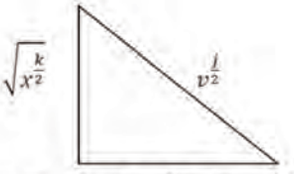


Quindi per $z=hv$, $z^j=h^jv^j$ così $z^j=s^2d^2,\ s^2=\left(v^{\frac{j}{2}}\right)^2,\ d^2=\left(h^{\frac{j}{2}}\right)^2$

$\left(\sqrt{y^n}+\sqrt{x^w}\right)\left(\sqrt{y^n}-\sqrt{x^w}\right)=z^j=(d^2s^2)=(c+b)(c-b),$

$\left(\sqrt{y^n}+\sqrt{x^w}\right)\left(\sqrt{y^n}-\sqrt{x^w}\right)=z^j,\ \sqrt{y^n}+\sqrt{x^w}=v^j,\ \sqrt{y^n}-\sqrt{x^w}=h^j$





Abbiamo visto che $\left(\sqrt{y^n}+\sqrt{x^w}\right)\left(\sqrt{y^n}-\sqrt{x^w}\right)=z^j$ implica $\sqrt{y^n}+\sqrt{x^w}=v^j\sqrt{y^n}-\sqrt{x^w}=h^j$

Che implica $\left(\sqrt{y^{\frac{n}{2}}}+\sqrt{x^{\frac{w}{2}}}\right)\left(\sqrt{y^{\frac{n}{2}}}-\sqrt{x^{\frac{w}{2}}}\right)=h^j$ così che $\left(\sqrt{y^{\frac{n}{4}}}+\sqrt{x^{\frac{w}{4}}}\right)=v_B^j,\left(\sqrt{y^{\frac{n}{4}}}-\sqrt{x^{\frac{w}{4}}}\right)=h_B^j,$

quindi $\left(\sqrt{y^{\frac{n}{8}}}+\sqrt{x^{\frac{w}{8}}}\right)=v_C^j,\left(\sqrt{y^{\frac{n}{8}}}-\sqrt{x^{\frac{w}{8}}}\right)=h_C^j$, e così *ad infinitum*.

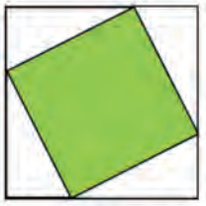
Per cui $y^n-x^w\neq z^j$

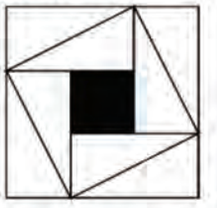
(se usiamo il metodo nella sua completezza non abbiamo bisogno di cercare qualsiasi numero per *a, b , c* o per qualsiasi potenza.)

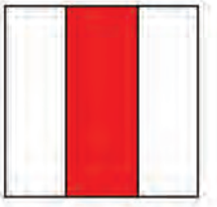
In conclusione (partendo da *m* e *n* di Euclide), in una lettura semplificata:

$c^2=a^2+b^2$ $\qquad a^2=(m^2-n^2)^2=s^2d^2$

$c=m^2+n^2,\quad b=2mn,\quad$ $c+b=(m+n)^2=s^2,\quad c-b=(m-n)^2=d^2\quad a=sd=m^2-n^2$



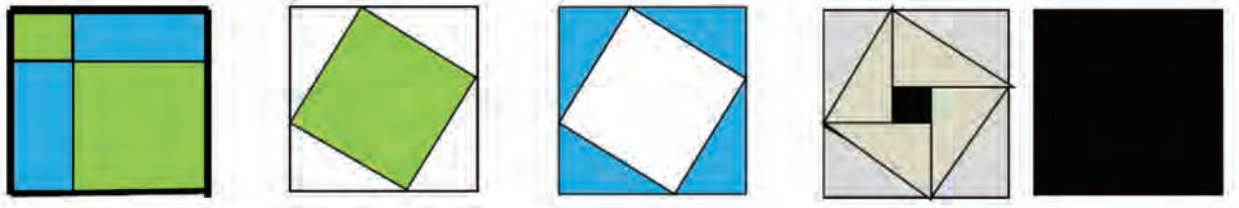




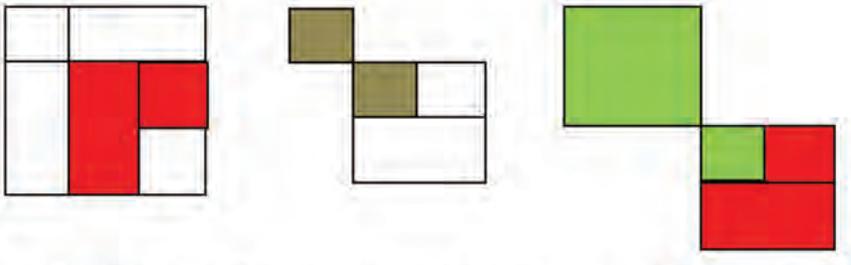
Su una classica terna pitagorica *a, b, c* è sempre possibile $s^2\ (c+b)$ e $d^2(c-b)$ senza ricadere nell'unicità della terna.

Se invece c^2 è numericamente una qualsiasi potenza *(tale che* $c = \sqrt{y^n}$*)* e *b* no, $(y^n - b^2 = a^2)$, abbiamo visto essere ancora possibile, senza ricadere nell'unicità della terna.
Così se b^2 è numericamente una qualsiasi potenza $(tale\ che\ b = \sqrt{x^n})$ e *c* no, $(c^2 - x^n = a^2)$ senza ricadere nell'unicità della terna.
Ma se sulla stessa terna $c=\sqrt{y^n}$ e $b=\sqrt{x^n}$, allora: $y^n - x^n \neq z^n$, $n \neq 1, 2; (z^n = s^2 d^2 = a^2)$, poiché avremmo contemporaneamente queste due equazioni $s^2 + \sqrt{x^n} = \sqrt{y^n}$ e contemporaneamente: $\sqrt{x^n} + \sqrt{y^n} = d^2$, che infrangerebbe *l'unicità della terna* e cadrebbe in una *discesa ad infinitum.*
Così se $c=\sqrt{y^n}$ e $b=\sqrt{x^w}$, allora: $y^n - x^w \neq z^j$, $(n, w, j) \neq 1, 2; \left(z^j = s^2 d^2 = a^2\right)$, poiché avremmo contemporaneamente queste due equazioni $s^2 + \sqrt{x^w} = \sqrt{y^n}$ e contemporaneamente: $\sqrt{x^w} + \sqrt{y^n} = d^2$, che infrangerebbe *l'unicità della terna* e cadrebbe in una *discesa ad infinitum.*
Possiamo vedere come *c* e *b* siano intimamente connessi in relazione a $(m+n)^2=s^2$ e $(m-n)^2=d^2$ e quindi per l'unicità della terna dalla *reductio ad infimitum* di Fermat se l'uno è una radice di una potenza qualsiasi eccetto che 1 e 2, non lo può essere l'altro e/o viceversa. Se *c* è un quadrato non lo può essere *b* e viceversa, ma anche se *c* è una potenza non lo possono essere contemporaneamente *b* (ed *a*).

$c+b= s^2$ *c* *b* $c-b= d^2$ $c+b=s^2$

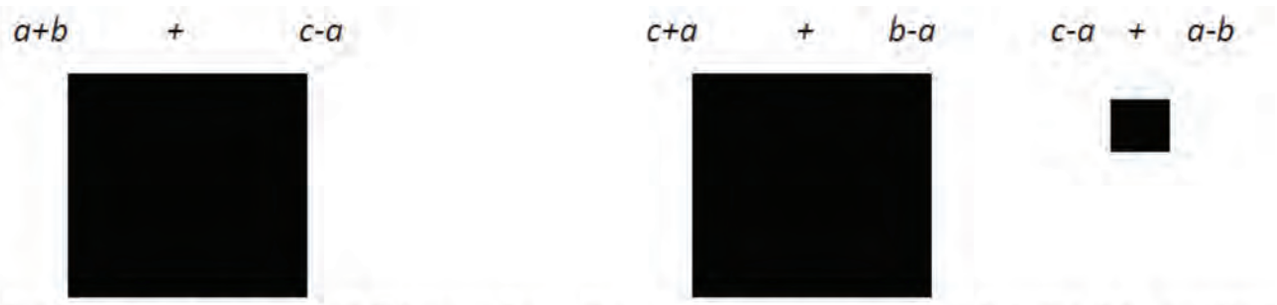


a $c-a=2n^2$ $c+a=2m^2$



In maniera similare *c* ed *a* la cui differenza è uguale a due quadrati $(2n^2)$ così come la sua somma $(2m^2)$
Inoltre questi come in un elementare puzzle insieme a *b+a* e *b-a* ci riportano sempre a p^2 o d^2

b+a e, a seconda se *b* > o < di *a* *b-a* *a-b*



E quindi si esclude la possibilità in una terna di avere contemporaneamente le radici di tre qualsiasi potenze escluse 1 e 2, poiché si torna sempre a $c\text{-}b= d^2$ e $c+b= p^2$.
Quindi sia il Teorema di Fermat che la Congettura di Beal, si dimostrano tramite la discesa ad infinito Altrimenti andremmo sempre alla *reductio ad infinitum:*

Conclusioni: Il metodo che si basa sul Porisma di Bachet e sul suo sviluppo per potenze, connesso alla *reductio ad infinitum* $y^4 - x^4 \neq z^2$, e relative applicazioni nelle diverse situazioni, ci permette di verificare se una terna possa esistere o meno.
Così che: $y^n - x^n \neq z^2, (n \neq 1, 2)$, e $y^n - x^w \neq z^4, (n, w \neq 1, 2)$
Ed anche: $y^n \neq z^n + x^n, (n \neq 1, 2)$, e $y^n \neq z^j + x^w, \quad (n, w, j \neq 1, 2)$

Bibliografia

Euclide, *Elementi*, Lemma 1 alla Prop. X, 29. (*Tutte le Opere* di Fabio Acerbi, Ed. Bompiani)
Diofanto, *Arithmetica* (versione integrale consultabile in PDF)
di Fermat P., *Osservazioni su Diofanto*(1670 postumo), Porisma di Bachet, premessa alla I Osservazione, Bollati Boringhieri, riedito 2006
Neugebauer O, *Le scienze esatte dell'Antichità*, 1952, tradotto nel 1972, Ed. Feltrinelli, 1974
Capparelli V., *Il tenore di vita pitagorico ed il problema dell'Omoiosis,* Ed. Zannoni & Figlio Pd., 1954
Boyer C. B., *Storia della Matematica,* 1968, tradotto nel 1980, Ed. Mondadori
Zellin P., *Gnomon*, 1999, Ed. Adelphi
Maracchia S., *Storia dell'Algebra,* Ed. Liguori, 2005
"Archeomatematica" Il metodo mesopotamico di Gianluca Ciampi («Scienza e Tecnica», anno LXXXV N. 561-2- 2022).
"Archeomatematica" Dal met. mes. a possibile strada di Fermat di Gianluca Ciampi («Scienza e Tecnica», anno LXXXV n. 3 564-2022).

5G
TECNOLOGIA E MERCATO A TUTTI I COSTI?

di GIAMPIERO CASTRICIANO

I servizi di telecomunicazione mobile sono così diffusi che ormai in Europa si contano più cellulari che persone. Tuttavia, nonostante l'enorme diffusione, quasi la totalità degli utilizzatori sa poco o niente del sistema che ogni giorno utilizzano, non ne conoscono il funzionamento né, tantomeno, sono al corrente dei gravi danni che può loro provocare.

Tale disinformazione è frutto, ovviamente, di una cronica rassegnazione e pigrizia di gran parte della popolazione ed è responsabilità delle istituzioni pubbliche, scuola compresa, che non hanno accolto l'appello dell'Europa, rivolto a tutti gli Stati membri, di informare la popolazione su questo tema e di applicare la più rigorosa prudenza nell'utilizzo della tecnologia della comunicazione mobile soprattutto fra i bambini. Soltanto in tempi recenti si è verificata una certa attenzione e preoccupazione per l'avvento del 5G.

Lungi la pretesa di esaurire un tema così complesso in poco spazio, questo articolo vuole limitarsi ad alcune considerazioni generali e a focalizzare l'attenzione sui danni dell'inquinamento elettromagnetico e sui possibili rimedi.

Già dal 1945, con il rapido diffondersi dell'uso massiccio delle onde elettromagnetiche nel campo delle comunicazioni a distanza, dei radar e di altre applicazioni anche mediche, sono cominciate le ricerche sui possibili danni dell'elettromagnetismo sulla salute umana e sull'ambiente.

A essere oggetto di studio sono state quindi le onde comprese tra la frequenza di 30kHz a 300GHz, quindi tra le onde lunghe e quelle millimetriche. Una stima per difetto degli studi effettuati fino a oggi è di oltre 1860 studi sulla cancerogenicità dei campi a radiofrequenza, di oltre 7800 studi sui danni all'apparato riproduttivo e sullo sviluppo. Ricordiamo che le frequenze utilizzate dal 2G, 3G e 4G sono comprese tra 900 e 2600MHz mentre quelle del 5G ne comprendono alcune di queste ma presto verranno ampliate fino a comprendere le bande medie e alte che vanno da 3,6 a 27,5GHz.

Fatta questa premessa, possiamo trarre dagli studi citati e da quelli più recenti una ragionevole conclusione secondo una classificazione per intervalli di banda:

1. da 450 a 6000MHz vi sono prove limitate sulla cancerogenicità che però studi del 2011 rafforzano associando all'esposizione a radiofrequenza insorgenza di tumori al cervello e alle cellule del sistema nervoso periferico nonché di neuromi acustici. Esistono invece prove certe che tali frequenze influenzano chiaramente la fertilità maschile e possibilmente anche quella femminile e che vi sono possibili effetti avversi sullo sviluppo degli embrioni, feti e neonati;
2. da 24 a 100GHz non sono stati condotti studi adeguati sulla cancerogenicità ma si ha certezza sui loro effetti termici a carico dei tessuti umani;
3. in particolare, relativamente al 5G, per le frequenze 700MHz-3600MHz si hanno limitate prove di cancerogenicità nei saggi biologici sperimentali, prove sufficienti di effetti avversi sulla riproduzione e lo sviluppo nell'uomo e infine prove sufficienti di effetti avversi sulla riproduzione e sviluppo negli animali da esperimento;
4. da 3,4GHz-3,8GHz sono stati svolti studi epidemiologici e sperimentali mentre per le frequenze da 24,25 a 27,5 Ghz non è stato condotto adeguatamente alcuno studio.

In tempi più recenti, dal 1990 al 2020, diversi studi hanno messo in evidenza come l'esposizione ai campi elettromagnetici può essere causa di danni al DNA nelle cellule cerebrali, iperplasie e cardiomiopatie. Un ampio numero di studi, inoltre, ha mostrato come le onde millimetriche possono alterare le proprietà delle membrane cellulari aprendo così la strada a numerosi effetti biologici e possono altresì modificare la sensibilità di batteri dannosi per l'uomo con conseguenze di cui ancora non si conosce la reale portata.

Alla luce di questi risultati emerge chiaramente il fatto che, relativamente alle frequenze del 5G, nulla si può affermare con certezza né sulla loro pericolosità né, tantomeno, sulla loro innocuità sulla salute pubblica. Ciononostante i governi hanno posto dei limiti di tolleranza per l'emissione delle onde elettromagnetiche a scopo di comunicazione, limiti che non si fondano su alcun dato scientifico certo ma che appaiono piut-

tosto essere un falso messaggio di rassicurazione della popolazione.

In tempi recentissimi, poi, il governo italiano ha pensato di elevare tali soglie in modo ancora del tutto arbitrario e privo di logica. Ne discende pertanto che la diffusione di questa tecnologia rappresenta, di fatto, un esperimento di massa con conseguenze totalmente ignote di cui soprattutto le istituzioni pubbliche sono i maggiori responsabili. In realtà, anche le prime quattro generazioni di telecomunicazioni mobili sono state un esperimento a danno della popolazione tant'è che soprattutto nel corso della loro attività sono stati condotti studi che hanno accertato l'alta pericolosità dei vastissimi campi elettromagnetici generati dalle stazioni fisse di emissione e dagli stessi apparecchi cellulari, ancora più insidiosi delle stazioni fisse.

È allora appena il caso di citare come il Regolamento CE n. 1907/2006 (REACH), che disciplina il comparto della chimica, ha fatto proprio il motto *"nessun dato, nessun mercato"* per intendere, appunto, che, in mancanza di dati certi sulla sicurezza, non si può permettere l'adozione di tecnologie potenzialmente dannose.

Tale approccio dovrebbe valere per tutte le tecnologie e, invece, per quanto riguarda il 5G e per altri settori di interesse dell'industria e la finanza, si permette di tutto, in nome del dio mercato. I servizi dei privati sono utili ma non sempre indispensabili pertanto, quando vi è in gioco la salute pubblica, è quanto meno ragionevole far valere il principio di precauzione.

Ciò è stato riconosciuto anche dalla magistratura.

I sindaci, allora, in qualità di maggiori responsabili della salute collettiva, hanno il diritto-dovere di far rispettare tale principio. Pare, tuttavia che il futuro non ci riservi buone cose.

Il 5G genera una serie numerosa e complessa di campi elettromagnetici per poter garantire la comunicazione tra le varie apparecchiature. Tutti questi campi magnetici determineranno inevitabilmente un'interferenza con altri campi magnetici generati da altre fonti (radiocomunicazioni, tv, radar, ecc.). Tale fenomeno già esiste ma sarà ampliato enormemente senza che noi siamo ancora in grado di comprendere e di accertare gli effetti che produrranno sull'uomo e sull'ambiente.

Nel frattempo, tuttavia, in maniera incosciente, abbiamo concesso l'utilizzo dei cellulari ai bambini e perfino la scuola sollecita l'utilizzo di dispositivi mobili wifi come tablet ed altro per fini didattici. Gli effetti avversi prima citati sono ancora più dannosi per i bambini e per tutti i giovani in età fertile.

Si vuole ricordare che il principio di induzione elettroma-

gnetica dice che ogni campo elettromagnetico variabile induce a sua volta campi elettrici e campi magnetici per induzione in tutti i materiali permeabili. Ciò avviene anche nel corpo umano: i campi elettromagnetici variabili, quali sono quelli, appunto, delle telecomunicazioni mobili, inducono nei tessuti umani correnti elettriche la cui intensità dipende dalla conformazione del tessuto stesso e dall'intensità del campo elettromagnetico che le ha generate.

Tali correnti possono generarsi nel cuore, nel cervello e in tutti gli organi del corpo umano. Gli effetti di tali campi elettrici e magnetici possono generare modificazioni biologiche che spesso sono i precursori di neoplasie ed altre degenerazioni cellulari e genetiche.

Una delle raccomandazioni sarebbe quindi quella di utilizzare il meno possibile il cellulare, cablare le scuole, le università e perfino le abitazioni private. Insomma, in altre parole, dobbiamo seriamente pensare di tornare ad utilizzare il vecchio telefono fisso e la linea internet via cavo (fibra o altro).

Opporci in maniera democratica e pacifica affinché non si adottino tecnologie della cui sicurezza non si è certi e che non si innalzino arbitrariamente le soglie massime di potenza degli emettitori. Da ultimo, dovremmo chiedere alle istituzioni pubbliche di favorire la salute pubblica prima ancora che soddisfare le esigenze del mercato e dei grandi complessi finanziari e industriali.lità e di assicurare il mantenimento delle caratteristiche geometriche del binario. Il controllo dei valori assunti dai parametri geometrici avviene mediante la diagnostica, ossia l'insieme delle attività volte a determinare lo stato delle diverse componenti dell'infrastruttura ferroviaria.

In particolare, Rete Ferroviaria Italiana dispone di una flotta di treni diagnostici e di alcuni carrelli automotori, attraverso i quali è possibile controllare lo stato geometrico del binario, l'usura e il profilo delle rotaie, le condizioni degli organi di attacco e delle traverse, le accelerazioni che si propagano al corpo della carrozza, la linea aerea di contatto, le telecomunicazioni e gli impianti di sicurezza. Il controllo della geometria del binario e dell'usura delle rotaie avviene mediante il transito di treni diagnostici dotati di sistemi di misura e software di elaborazione dei dati. Oltre a indagare sullo stato del binario, i treni diagnostici rilevano i parametri della linea di contatto, degli impianti di telecomunicazione e di segnalamento, e analizzano la dinamica di marcia.

L'attività diagnostica è collegata alla manutenzione della linea ferroviaria, in quanto gli interventi correttivi sono pianificati sulla base dei difetti rilevati durante le corse di verifica. La manutenzione eseguita in relazione allo stato corrente dell'infrastruttura, consente una migliore gestione delle priorità e delle risorse. Inoltre, confrontando le misure eseguite durante corse di verifica successive è possibile monitorare l'evoluzione dei difetti nel tempo, intervenendo su di essi prima della generazione di guasti o degradi (manutenzione preventiva).

Nonostante ci siano degli apprezzabili miglioramenti, la transizione ecologica dei trasporti su ferro in Italia è ancora troppo lenta. A gravare sull'andamento del trasporto sono i continui ritardi infrastrutturali, i treni poco frequenti e le linee a binario unico, tutte anomalie che accrescono nel Sud Italia. In questa penombra un flebile barlume di un leggero miglioramento emerge che negli ultimi periodi dell'anno 2022, il 34% degli italiani ha fatto la scelta consapevole di prendere il treno rispetto all'auto per ridurre la propria impronta di carbonio di 1-2 volte.

Poiché la domanda di mobilità a basso impatto ambientale è in crescita la Commissione europea per favorire l'uso del treno negli spostamenti continentali ha annunciato dieci nuovi progetti di collegamenti ferroviari fra più Paesi europei. Due di questi riguardano da vicino il Frecciarossa di Trenitalia. L'obiettivo principale è quello di disincentivare l'utilizzo dei mezzi privati rendendo il trasporto ferroviario una opzione di viaggio stimolante e competitivo rispetto alle altre modalità di trasporto**.** Dal momento che si è dimostrato: pratico, comodo, conveniente, sostenibile e sicuro.

CRONOMETRO MARINO E INTELLIGENZA SOMMA

di ROBERTO VACCA

La flotta inglese al comando dell'Ammiraglio Cloudesley Shovell, durante la guerra di Successione Spagnola nell'Agosto 1707, bombardò il porto di Tolone e inflisse danni alle navi da guerra francesi ivi ormeggiate. Quindi, secondo gli ordini, veleggiò con 15 navi diretta a Portsmouth sulla Manica. Passata Gibilterra, in Atlantico, incontrò una grossa tempesta. La visibilità era scarsa e si annullò. Le bussole di bordo erano poco precise, ma -cosa graveanche gli orologi erano affetti da errori, quindi i calcoli della longitudine, già prima del maltempo, erano erronei. Avvicinandosi all'imbocco del canale della Manica, quelle navi si trovavano parecchie decine di miglia più a Nord di quanto ritenessero.

Fecero rotta verso Nord Est e alcune di esse cozzarono contro gli scogli disabitati a Sud Ovest delle Isole Scilly che sono sparse a seguire la direzione della Cornovaglia verso l'Oceano Atlantico (Land's End). La Association (90 cannoni) -nave ammiraglia di Shovell- affondò rapidamente subito seguita da Eagle, Romney e Firebrand. 2000 uomini e l'ammiraglio perirono nel naufragio.

Quel disastro fece una grossa impressione, eppure ci vollero 7 anni prima che il governo inglese promulgasse il Longitude Act. Questa legge stabiliva un premio di 20.000 sterline per l'orologiaio che producesse un cronometro di alta precisione: confrontando l'ora segnata con le osservazioni astronomiche, si sarebbe calcolata la longitudine a ogni istante di lunghe traversate. Il cronometro doveva mantenere la sua accuratezza malgrado le più forti variazioni di temperatura, pressione atmosferica, umidità e moto ondoso e non doveva subire nessuna corrosione dovuta alla salsedine dell'aria marina.

John Harrison, carpentiere-orologiaio inglese, fra il 1730 e il 1761 produsse 5 cronometri sempre più perfezionati. Contenevano molle a spirale compensate e ingranaggi con le corone in legno di quercia e i denti in *lignum vitae*: una zigofillacea durissima dell'America centrale e della Florida (guaiacum sanctum) che emette anche una sostanza oleosa e, quindi, non ha bisogno di lubrificante. Harrison presentò all'Ammiragliato il suo modello H5 che fu messo alla prova e sulla nave Deptford viaggiò per 7.000 chilometri da Portsmouth a Kingston in Jamaica. Negli 81 giorni della traversata, il cronometro perse pochi secondi e Harrison fu premiato. Da allora le navi, non solo britanniche, furono munite di cronometri sempre più perfezionati e poi, notoriamente, di radar e di navigatori satellitari.

È verosimile che il famoso matematico, fisico e astronomo francese Pierre Simon de Laplace (1749-1827), che perfezionò la teorie e gli algoritmi di Isaac Newton, sia venuto a conoscenza delle invenzioni di Harrison. Il concetto di una macchina atta a funzionare per tempi lunghissimi e a elaborare dati numerici, può avergli ispirato l'idea che le equazioni della dinamica potessero in avvenire essere utilizzate per gestire il funzionamento di una macchina ancora non descrivibile al tempo suo. Concepì, dunque, tale macchina come un'intelligenza superiore capace di calcolare il passato e l'avvenire se si fosse trovato il modo di immettervi l'immane insieme dei dati completi di condizioni iniziali. Laplace precorse l'invenzione del matematico e ingegnere inglese Charles Babbage (1791-1871) di una macchina calcolatrice differenziale, quando scrisse: "*Un'intelligenza che potesse conoscere in un certo istante tutte le forze che animano la natura e la posizione rispettiva delle entità che la compongono, e che fosse anche tanto vasta da poter analizzare i dati citati, includerebbe nella stessa formula i moti dei più grandi corpi dell'universo e quelli dell'atomo più leggero. Tale intelligenza non avrebbe incertezze: sia l'avvenire, sia il passato sarebbero presenti ai suoi occhi*". Pierre Simon de Laplace – Saggio filosofico sulle probabilità. (1814)

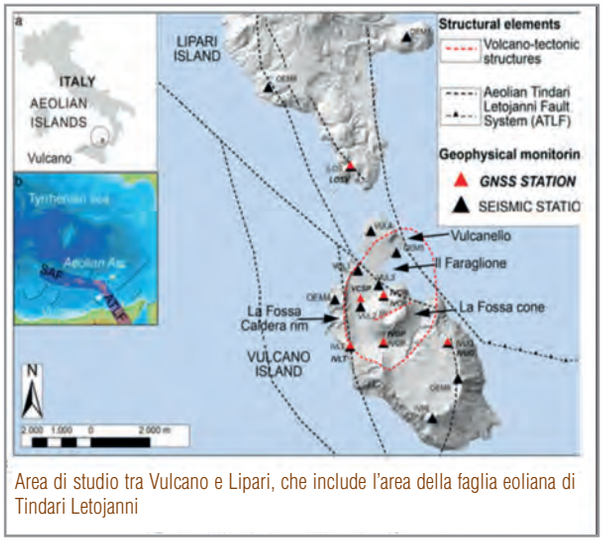
Possiamo pensare che abbia tratto ispirazione da questa pagina di Laplace anche Jay W. Forrester, i cui modelli di sistemi dinamici destarono notevoli interessi ma non condussero a formulare efficaci previsioni socio-economiche.

notiziario

Isola di Vulcano: individuata la sorgente della riattivazione vulcanica

Con un'indagine pionieristica, un team di ricerca dell'Ingv e del Cnr ha svelato importanti dettagli sulla natura dell'attività del vulcano e aperto nuove strade nella valutazione del rischio. Lo studio è pubblicato su «Geophysical Research Letters»

Analizzando dati satellitari avanzati e segnali sismici, un team di ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e dell'Istituto per il rilevamento elettromagnetico dell'ambiente del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Cnr-Irea) ha tracciato la mappa della sorgente vulcanica dell'isola di Vulcano, e delineato chiaramente le implicazioni di questa scoperta per la sicurezza dell'area. Lo studio, pubblicato sulla rivista «Geophysical Research Letters», ha fornito risultati che rappresentano un fondamentale punto di partenza per valutazioni future della pericolosità vulcanica dell'isola.
«L'Isola di Vulcano, patria dell'imponente 'La Fossa', ha suscitato attenzione a partire da settembre 2021, manifestando segni di riattivazione vulcanica. Il nostro studio, focalizzato su dati InSAR (Interferometria radar satellitare) e GNSS (sistema satellitare globale di navigazione), ha esplorato questa dinamica, localizzando la sorgente, valutandone le caratteristiche e impatto sulla pericolosità vulcanica» spiega Federico Di Traglia, ricercatore dell'Osservatorio Vesuviano dell'INGV e primo autore dell'articolo.
Il focus principale dello studio è stato la comprensione della riattivazione vulcanica e la stima della pericolosità associata.
«Analizzando i dati satellitari InSAR e i segnali sismici, abbiamo identificato la sorgente, posizionata a 500 mt sotto l'area craterica di Vulcano, operante tra luglio e dicembre 2021» -aggiunge Valentina Bruno, ricercatrice dell'Osservatorio Etneo dell'INGV e coautrice dell'articolo-
«Utilizzando serie temporali InSAR e dati GNSS da Sentinel 1 e dell'Osservatorio Etneo dell'INGV (INGV–OE), abbiamo localizzato e valutato l'evoluzione della sorgente. Gli eventi VLP (Very Long Period, eventi sismici legati alla pressurizzazione dei fluidi nel sistema idrotermale di Vulcano), riscontrati tra luglio e dicembre 2021, hanno supportato l'aumento della dilatazione dell'area vulcanica e sono stati associati al sistema idrotermale sotto il cono de La Fossa»
L'analisi ha ricondotto l'attività del 2021 a manifestazioni vulcaniche legate alla pressione interna del sistema idrotermale, simili a quelle del 1970. «Il lavoro delinea un quadro periferico di pericolosità, focalizzandosi sulle esplosioni freatiche e limitando le valutazioni attuali a tali scenari.
I prossimi passi saranno indirizzati allo studio delle proprietà elastiche delle rocce del cono de La Fossa per valutare i livelli di pressione necessari per esplosioni freatiche, aprendo una nuova frontiera nella comprensione e nella prevenzione di potenziali rischi vulcanici» conclude Francesco Casu, dirigente di ricerca del Cnr-Irea.
La ricerca pubblicata ha una valenza essenzialmente scientifica, priva al momento di immediate implicazioni in merito agli aspetti di protezione civile, rappresentando un contributo potenzialmente utile in futuro per affinare gli strumenti di previsione e prevenzione di protezione civile.
Al momento i risultati della ricerca non hanno alcuna implicazione diretta su misure che riguardano la sicurezza della popolazione.



Area di studio tra Vulcano e Lipari, che include l'area della faglia eoliana di Tindari Letojanni

Artico: identificati i meccanismi che controllano le concentrazioni di black carbon

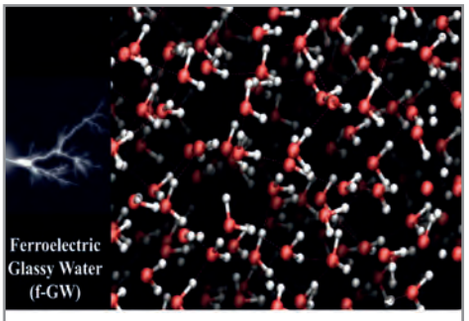
Un nuovo studio condotto dai ricercatori dell'Istituto di scienze polari del Consiglio nazionale delle ricerche, in collaborazione con l'Università di Stoccolma e l'ETH di Zurigo, ha identificato i meccanismi che controllano il trasporto in Artico del black carbon, un inquinante atmosferico che contribuisce al riscaldamento climatico, stabilendo anche la variabilità delle sue concentrazioni nelle diverse stagioni polari. Il lavoro, pubblicato come highlight su «Atmospheric Chemistry and Physics», pone le basi per una più approfondita comprensione dell'impatto di questo composto sul clima regionale e globale

Il black carbon è un inquinante atmosferico capace di contribuire al

riscaldamento climatico, ed è presente anche in Artico.
In questa regione polare la sua concentrazione dipende da diversi meccanismi che ne controllano il trasporto dalle medie latitudini, cioè dalle regioni dove è situata la maggior parte delle sorgenti. Finora sconosciuti, oggi questi meccanismi sono stati svelati dai ricercatori dell'Istituto di scienze polari del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isp) che, in collaborazione con l'Università di Stoccolma e l'ETH di Zurigo, hanno misurato per oltre quattro anni, in modo continuativo la concentrazione di black carbon in Artico, studiando come la sua concentrazione cambia nel tempo.
I risultati sono pubblicati come highlight sulla rivista «Atmospheric Chemistry and Physics».
«Questo composto, prodotto dalle attività umane e dagli incendi alle medie e basse latitudini, può sopravvivere a lungo in atmosfera e raggiungere la regione artica dove contribuisce al riscaldamento dell'atmosfera e alla fusione accelerata di neve e ghiaccio» -spiega Stefania Gilardoni, ricercatrice Cnr-Isp e autrice del lavoro- «Attualmente i modelli in uso non riescono a riprodurre la variabilità temporale del black carbon in Artico, rendendo difficile la capacità di predirne gli impatti sul riscaldamento climatico a scala regionale e globale».
La ricerca, finanziata dal Programma di Ricerche in Artico (PRA) del Ministero dell'università e della ricerca e realizzata grazie al supporto dello Svalbard Integrated Observing System (SIOS) network, ha utilizzato una modello di machine learning, ovvero una tecnica di intelligenza artificiale che ha contribuito ad analizzare le misure raccolte presso l'osservatorio atmosferico di Gruvebadet, nelle isole Svalbard.
«Abbiamo misurato la concentrazione atmosferica di black carbon in modo continuativo, ovvero sia durante il giorno che la notte polare, a partire dal 2018, per oltre quattro anni, osservando che le concentrazioni di black carbon mostrano una forte variabilità stagionale, con valori maggiori tra dicembre e aprile» -prosegue Mauro Mazzola, coautore dello studio e ricercatore Cnr-Isp- «Abbiamo scoperto che questa variabilità dipende dalla frequenza e intensità delle piogge, che sono maggiori tra maggio e novembre, periodo in cui le concentrazioni di black carbon sono minori, dato che le piogge rimuovono efficacemente questo composto dall'atmosfera prima che questo possa raggiungere le regioni polari».
All'interno di una stessa stagione, i ricercatori hanno inoltre rilevato differenze nella concentrazione di black carbon che dipendono dalla temperatura e dai fenomeni meteorologici. «Nella stagione fredda (novembre – aprile) le concentrazioni maggiori di black carbon si osservano quando le temperature sono più basse e corrispondono al trasporto di masse d'aria fredda dal nord Europa e dalla Siberia» -precisa Gilardoni- «Mentre, durante la stagione calda (maggio – ottobre) le concentrazioni maggiori di black carbon si registrano in corrispondenza di venti che trasportano aria inquinata dalle regioni più calde alle medie latitudini».
«Questo studio dimostra l'elevato valore scientifico dell'osservatorio atmosferico di Gruvebadet, dove la ricerca italiana è impegnata da più di dieci anni, perché rappresentativo dei processi atmosferici che avvengono in una scala spaziale cha va da centinaia a migliaia di chilometri» -concludono gli autori del lavoro- «Inoltre, i risultati raccolti forniranno nuovi dati ai modelli climatici e di trasporto utili per capire come i cambiamenti dei fenomeni meteorologici e della circolazione atmosferica, innescati dai cambiamenti climatici, avranno un impatto sulla concentrazione di black carbon in Artico sul clima regionale e globale».

Una nuova fase vetrosa dell'acqua

Un gruppo di ricerca dell'Istituto per i processi chimico-fisici del Consiglio nazionale delle ricerche e di IBM Research Europe ha dimostrato, attraverso metodi avanzati di simulazione, che è possibile congelare l'acqua liquida in un nuovo stato vetroso a temperatura ambiente tramite l'applicazione di campi elettrici intensi. Lo studio è pubblicato su «Nature Communications»



Snapshot della struttura molecolare della nuova fase ferroelettrica vetrosa dell'acqua (f-GW)

È possibile congelare l'acqua allo stato liquido tramite l'applicazione di un campo elettrico?
L'interrogativo è rimasto aperto fin dalla seconda metà dell''800, quando il fisico Louis Dufour paventò tale possibilità e innescò nella comunità scientifica un acceso dibattito sulla possibilità di applicare anche all'acqua la tecnica dell'electrofreezing, o elettrocongelamento, cioè la cristallizzazione di una sostanza indotta da campi elettrici, analogamente a quanto avviene in molti processi naturali e tecnologici, dalla dinamica troposferica alla chimica degli alimenti, dal raffreddamento dei microchip alla microfluidica e alla catalisi. Si pensi, ad esempio, che il processo di congelamento dei fiocchi di neve è fortemente alterato in presenza di campi elettrici.
Oggi, una ricerca condotta da un gruppo di ricerca dell'Istituto per i processi chimico-fisici del Consiglio nazionale delle ricerche di Messina (Cnr-Ipcf) in collaborazione con colleghi inglesi di IBM Research Europe, ha per la prima volta dimostrato, attraverso metodi avanzati di simulazione al supercalcolatore, che campi elettrici intensi sono capaci di indurre una transizione dalla fase liquida ad una nuova fase vetrosa dell'acqua. I ricercatori hanno indicato tale nuova fase con il nome di ferroelectric glassy water (f-GW), letteralmente "acqua vetrosa ferroelettrica".
Lo studio è pubblicato su «Nature

Communications»: «La fase dell'acqua vetrosa ferroelettrica si aggiunge al già ricco insieme di strutture che caratterizzano il diagramma di fase della sostanza chimica più studiata, che compendia più di 20 fasi cristalline note» -spiega Giuseppe Cassone (Cnr-Ipcf)- «Tale scoperta non solo rappresenta un importante tassello nella comprensione del comportamento fondamentale dei liquidi e delle loro transizioni di fase, ma ha implicazioni profonde sulle strutture assunte dall'acqua nei sistemi biologici, nei fenomeni planetari e in sistemi di interesse tecnologico», prosegue il ricercatore Cnr.
L'acqua, infatti, è presente in numerose reazioni e processi che utilizzano campi elettrici simili a quelli necessari ad innescare questa transizione: ad esempio reazioni enzimatiche e nei microchip, nei quali l'acqua è usata come liquido raffreddante. «Ma anche l'atmosfera terrestre e quella di molti esopianeti sono ricche di acqua e presentano intense attività di fulminazione» -aggiunge Fausto Martelli (IBM)- «Infine, le superfici di una lunga serie di minerali bagnati dalle acque naturali esibiscono campi elettrici spontanei ancora più intensi di quelli necessari alla trasformazione dell'acqua liquida nella sua controparte vetrosa ferroelettrica». Questa nuova fase sembra quindi essere presente in molti contesti biologici, naturali e tecnologici. La sua comprensione potrà portare a importanti innovazioni, dalla modulazione delle interazioni tra antibiotici e proteine con membrane biologiche, alla ottimizzazione dell'effetto di raffreddamento in microelettronica, con conseguente impulso alla corsa per la miniaturizzazione.

Resilienza delle foreste: così i boschi di faggio italiani si adattano al clima

Un recente studio condotto dal Consiglio nazionale delle ricerche in collaborazione con l'Università della Campania "Luigi Vanvitelli" e la libera Università di Bolzano ha fornito importanti informazioni sulla capacità dei boschi di faggio del nostro Paese di adattarsi e resistere agli effetti del cambiamento climatico. La ricerca, pubblicata sulla rivista «Scientific Reports», ha preso in esame un arco temporale di quasi 50 anni, evidenziando le strategie attraverso le quali le piante conservano l'acqua e reagiscono alla siccità

Colonia di Porites studiata per capire i meccanismi di calcificazione dei coralli tropicali e per studi paleoclimatici

I faggi hanno la capacità di utilizzare in modo efficiente l'acqua a loro disposizione per adattarsi alle diverse condizioni meteorologiche, adottando strategie diversificate a seconda delle condizioni ambientali in cui si trovano. È quanto ha messo in luce uno studio condotto dal Consiglio nazionale delle ricerche attraverso l'Istituto per i sistemi agricoli e forestali del Mediterraneo (Cnr-Isafom) di Perugia e l'Istituto per la bioeconomia (Cnr-Ibe) di Sesto Fiorentino (Firenze), condotto in collaborazione con l'Università della Campania "Luigi Vanvitelli" e la libera Università di Bolzano, che ha fornito importanti informazioni sulla capacità dei boschi di faggio in Italia di adattarsi e resistere agli effetti del cambiamento climatico. La ricerca, pubblicata sulla rivista «Scientific Reports», ha preso in esame siti sparsi su tutto il territorio nazionale nel corso di un arco temporale che va dal 1965 al 2014, utilizzando indicatori chiave come l'incremento dell'area basimetrica e l'efficienza intrinseca nell'uso dell'acqua per valutare la salute e la risposta di questi boschi ai cambiamenti ambientali. Spiega Paulina F. Puchi (Cnr-Isafom e Cnr-Ibe) prima autrice del lavoro: «L'efficienza intrinseca nell'uso dell'acqua è la quantità di carbonio assimilata come biomassa per unità di acqua utilizzata dalla pianta durante il processo di fotosintesi, valutato misurando la composizione isotopica del carbonio negli anelli annuali degli alberi. Se, durante un periodo di siccità, gli alberi chiudono i loro stomi per ridurre la perdita di acqua durante la fotosintesi, questo è segno di un aumento dell'efficienza intrinseca nell'uso dell'acqua, ma può portare alla morte della pianta a causa della carenza di carbonio nel lungo termine, perché, con gli stomi chiusi, l'ingresso del biossido di carbonio (CO_2) necessario per la fotosintesi è limitato, e si riduce la capacità della pianta di produrre carboidrati e altre sostanze essenziali per la sua crescita e sopravvivenza. Viceversa, una diminuzione nell'efficienza intrinseca comporta un aumento nella traspirazione come meccanismo di sopravvivenza durante la siccità, ma può causare la formazione di bolle d'aria (embolie) nella struttura idraulica dello xilema, cioè l'insieme dei tessuti vegetali adibiti al trasporto di acqua e altre sostanze. Queste bolle d'aria bloccano i vasi dello xilema, interrompendo il trasporto efficiente di acqua e nutrienti all'interno dell'albero, con conseguenze negative sulla salute e sulla sopravvivenza a lungo termine della pianta».
Strategie diverse che mostrano come le nostre faggete stiano affrontando la crescente suscettibilità alla mortalità a causa di siccità estreme e dell'incremento della temperatura, trends che nel corso degli ultimi decenni sono diventati sempre più evidenti. In particolare, aggiunge Giovanna Battipaglia, docente di ecologia forestale presso l'Università della Campania "L. Vanvitelli": «I risultati mettono in luce la diversità delle strategie di utilizzo dell'acqua impiegate dai boschi di faggio per adattarsi alle diverse condizioni meteorologiche, così come la variabilità nella risposta alla siccità tra le diverse popolazioni analizzate lungo un transetto latitudinale della

penisola italiana».
Uno degli esiti più significativi riguarda l'identificazione di foreste che in apparenza risultano essere in buono stato di salute, ma nelle quali i ricercatori hanno rilevato segnali precoci di stress a seguito di eventi climatici estremi, come la siccità del 2003, segnali che indicano una perdita di resilienza in alcuni gruppi: l'effetto più drastico è stato rilevato in Trentino Alto Adige, dove si è osservata anche una maggiore riduzione della crescita degli alberi rispetto ad altri siti più a sud come il Lazio, la Campania e l'area del Matese.
«Nelle regioni meridionali prese in esame non abbiamo osservato una drastica riduzione nella crescita delle piante, come invece abbiamo rilevato in quelle settentrionali» - aggiunge Daniela Dalmonech (Cnr-Isafom)- «Non solo: sempre al Sud è stato evidenziato un aumento dell'efficienza nell'uso dell'acqua, suggerendo una migliore risposta di adattamento di questi boschi alle condizioni ambientali più estreme».
Oltre a marcare un importante risultato dal punto di vista scientifico, la scoperta ha implicazioni significative per la gestione forestale e la conservazione della specie, non solo a livello nazionale.
«In un mondo in rapida trasformazione climatica, comprendere i meccanismi di resilienza dei boschi di faggio è un primo step per sviluppare strategie efficaci, ad ampio raggio, di conservazione degli ecosistemi forestali. Questo vale per il contesto italiano, ma anche a livello globale», conclude Alessio Collalti, responsabile del Laboratorio di Modellistica Forestale del Cnr-Isafom e ultimo autore del lavoro

La strategia di sopravvivenza dei coralli tropicali al clima che cambia

Studi condotti dal Consiglio nazionale delle ricerche su esemplari di coralli tropicali hanno permesso di comprendere i meccanismi di calcificazione di questi preziosi organismi, e acquisire informazioni cruciali sulla risposta attivata rispetto al riscaldamento globale e all'acidificazione degli oceani. I risultati delle analisi hanno riguardato campioni prelevati nel corso della spedizione di Tara Ocean Foundation nell'Oceano Pacifico

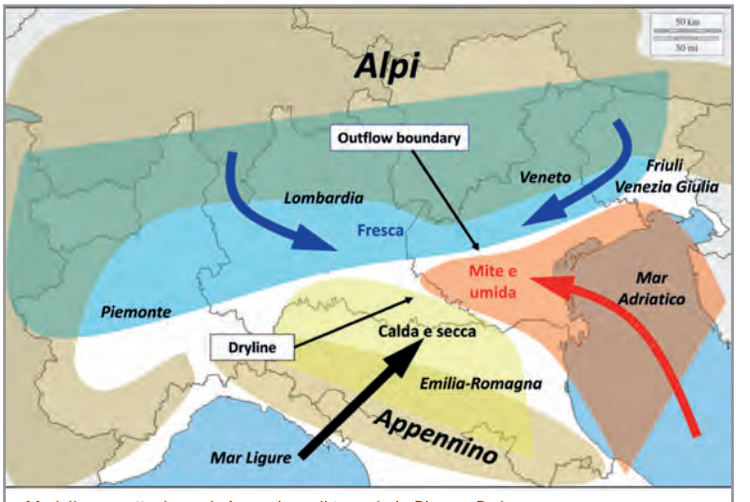
Comprendere come i coralli rispondono al riscaldamento globale e all'acidificazione delle acque marine: questo lo scopo delle ricerche condotte da ricercatori degli Istituti di scienze polari (Cnr-Isp) e di scienze marine (Cnr-Ismar) del Consiglio nazionale delle ricerche, che hanno analizzato una serie di esemplari di questi preziosi organismi raccolti nelle acque dell'Oceano Pacifico. Lo studio è stato svolto su esemplari di coralli coloniali Porites e Diploatrea prelevati tra il 2016 e il 2018 nell'ambito della spedizione scientifica coordinata da colleghi francesi del Centre National de la recherche scientifique (Cnrs) e monegaschi del Centre Scientifique de Monaco.
La missione si è svolta a bordo della goletta Tara, l'imbarcazione messa a disposizione dalla Tara Ocean Foundation per monitorare lo stato di salute degli oceani e contribuire alla loro salvaguardia. Obiettivo: esplorare i meccanismi di calcificazione attivati da tali organismi per adattarsi meglio alle crescenti pressioni ambientali e climatiche che stanno mettendo a rischio la loro sopravvivenza.
I risultati - oggetto di diversi articoli scientifici, l'ultimo dei quali è pubblicato sulla rivista «Science of the Total Environment»- evidenziano la capacità di alcune specie di corallo di modificare la composizione chimica del fluido calcificante, cioè il processo che permette la formazione dello scheletro carbonatico, così attivando una "risposta" cruciale per contrastare le minacce ambientali:
«Utilizzando carote prelevate dai subacquei, abbiamo esaminato l'impronta geochimica celata nello scheletro in aragonite dei coralli coloniali Porites e Diploastrea» - spiega Paolo Montagna (Cnr-Isp)- «Questi coralli sono caratterizzati da notevole longevità, e sono molto diffusi nelle scogliere coralline tropicali alla cui architettura contribuiscono in maniera sostanziale: i nostri studi dimostrano che sono capaci di regolare in modo sistematico il pH e il carbonio inorganico disciolto del fluido calcificante, favorendo così il processo di calcificazione, direttamente minacciato dalla progressiva acidificazione degli oceani. In particolare, abbiamo scoperto che Porites presenta una maggiore resistenza al riscaldamento globale e all'acidificazione degli oceani rispetto a Diploastrea».
La spedizione ha, così, offerto l'opportunità di studiare le modalità di calcificazione di alcuni dei più importanti coralli costruttori degli ambienti tropicali in un momento in cui il futuro delle scogliere coralline tropicali è allarmante: molteplici studi prevedono, infatti, un loro drastico declino già entro i prossimi vent'anni e la completa scomparsa entro la fine del secolo, se non verranno messe in atto adeguate azioni a livello globale per mitigare l'impatto climatico.
Prosegue Marco Taviani, ricercatore del Cnr-Ismar di Bologna: «È noto che il Porites è uno dei coralli più resistenti alle avversità ambientali, come testimoniato anche dal fatto che è stato uno dei pochissimi coralli tropicali a sopravvivere alle fasi iniziali della crisi di salinità miocenica, nel Messiniano, prima di soccombere come il resto della fauna marina mediterranea. Tuttavia, la capacità di certe specie di adattarsi a condizioni difficili non deve indurre a eccessivo ottimismo». «Sebbene la loro adattabilità ai cambiamenti climatici in atto possa apparire come un'ultima difesa per la sopravvivenza delle barriere coralline che da decine di milioni di anni caratterizzano la fascia tropicale, la maggior parte delle specie andrà incontro ad un collasso, innescando effetti a catena disastrosi sulla biodiversità del pianeta.
È importante e urgente, quindi, individuare strategie per mitigare al massimo gli effetti negativi della crescente pressione antropica, prima che sia troppo tardi» conclude Paolo Montagna.

Tornado nella pianura padana: la dinamica del “punto triplo”

Una ricerca congiunta dell’Istituto di scienze dell’atmosfera e del clima del Cnr e le università di Bologna, Bari e Milano mostra come i tornado che si manifestano nel Nord Italia, e in particolare nella zona della Pianura Padana, si formino alla confluenza di tre masse d’aria con caratteristiche e provenienza diversa, con una dinamica simile a quella osservata nelle Grandi Pianure americane. Il risultato è pubblicato su «Monthly Weather Review»: permetterà di migliorare la previsione di questi fenomeni distruttivi

I tornado sul Nord Italia si formano spesso in corrispondenza di un “punto triplo”, cioè alla confluenza di tre masse d’aria provenienti da direzioni diverse e con caratteristiche differenti, come masse d’aria umida, secca e più fredda. È quanto ha messo in luce uno studio condotto dall’Istituto di scienze dell’atmosfera e del clima del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isac), in collaborazione con le Università di Bologna, Bari e Milano.
La ricerca, pubblicata sulla rivista scientifica statunitense «Monthly Weather Review», si focalizza sui fenomeni legati ai tornado che si verificano con particolare frequenza tra Lombardia ed Emilia-Romagna. Tra questi, un evento di notevole rilevanza è quello accaduto nel settembre 2021, dove si sono sviluppati sette tornado in poche ore, causando gravi danni in numerose località della Pianura Padana. Ben quattro di questi vortici sono stati classificati di grado F2 secondo la scala Fujita (che classifica i tornado da 0, debole, a 5, danni devastanti), mentre tre sono stati classificati di grado F1.
Sebbene la Pianura Padana sia ritenuta un hot-spot per lo sviluppo di tornado in Europa, per via della complessa orografia della regione dove Alpi e Appennini modulano i flussi atmosferici nei bassi strati, la sequenza registrata ha rappresentato un evento inusuale, che ha spinto i ricercatori ad approfondire i meccanismi fisici che hanno portato alla genesi dei vortici.

«Lo studio delle osservazioni al suolo durante l’evento ha evidenziato come i tornado si siano sempre sviluppati a non più di 20-30 km di distanza da una dryline, ossia da un fronte di aria secca che discendeva dagli Appennini, e nei pressi di una discontinuità fredda generata da temporali sulla pedemontana alpina» -afferma Vincenzo Levizzani, dirigente di ricerca del Cnr-Isac- «Contemporaneamente, correnti da sud-est molto umide soffiavano dal Mar Adriatico verso la Pianura Padana. Significativamente, altri temporali, che si sono sviluppati durante quella giornata in Pianura Padana ma a distanza maggiore dal punto triplo, non hanno generato tornado». Particolarità dello studio è stato realizzare simulazioni numeriche ad alta risoluzione con il modello meteorologico MOLOCH, sviluppato presso l’Istituto di scienze dell’atmosfera e del clima di Bologna (Cnr-Isac), allo scopo di simulare le supercelle che hanno generato i tornado.
«Il modello è stato in grado di riprodurre correttamente lo sviluppo delle supercelle tornadiche e la complessa interazione dei flussi in superficie emersa dalle osservazioni» aggiunge Silvio Davolio, professore presso l’Università degli Studi di Milano, associato al Cnr-Isac.
«Il modello ha rivelato una marcata rotazione del vento nelle vicinanze della dryline in relazione alla quota: da sud-est nei pressi del suolo, a sud-ovest sopra il primo chilometro. Questo peculiare profilo del vento ha generato la vorticità che porta allo sviluppo dei tornado» -osserva Mario Marcello Miglietta, professore presso l’Università degli Studi di Bari e associato di ricerca Cnr-Isac- «Inoltre, nei pressi del punto triplo si è accumulata molta umidità, che incrementa l’instabilità potenziale, un altro elemento importante per la genesi di questi fenomeni violenti».
«Il modello concettuale proposto, ottenuto da un’approfondita analisi di osservazioni e simulazioni numeriche, è ispirato alla dinamica osservata negli Stati Uniti nella cosiddetta “Tornado Alley”, dove i tornado si formano alla confluenza di masse d’aria umida provenienti dal Golfo del Messico, masse d’aria secca dalle Montagne Rocciose e masse d’aria più fredda dal Canada. Nel caso della Pianura Padana si osserva qualcosa di simile, ma a scala molto più ridotta» conclude Francesco De Martin, dottorando dell’Università di Bologna e primo autore dell’articolo.
Questo studio, grazie alla miglior comprensione delle dinamiche che generano i tornado, potrebbe contribuire a migliorarne le previsioni, anche se rimangono ancora caratterizzate da un certo grado di incertezza. Ancora oggi, infatti, è impossibile conoscere nel dettaglio se, dove e quando si svilupperà un tornado, anche a poche ore da un evento.



Modello concettuale per la formazione di tornado in Pianura Padana

La **SIPS - Società Italiana per il Progresso delle Scienze** - onlus
«ha per scopo di promuovere il progresso, la coordinazione e la diffusione delle scienze e delle loro applicazioni e di favorire i rapporti e la collaborazione fra cultori di esse», svolgendo attività interdisciplinare e multidisciplinare di promozione del progresso delle scienze e delle loro applicazioni, organizzando studi e incontri che concernono sia il rapporto della collettività con il patrimonio culturale, reso più stretto dalle nuove possibilità di fruizione attraverso le tecnologie multimediali, nella ricerca delle cause e nella rilevazione delle conseguenze di lungo termine dell'evoluzione dei fattori economici e sociali a livello mondiale: popolazione, produzione alimentare e industriale, energia e uso delle risorse, impatti ambientali, ecc.

Le origini della Società Italiana per il Progresso delle Scienze si ricollegano al periodo anteriore al nostro Risorgimento politico, allorquando nella nostra penisola, smembrata in sette piccoli Stati, i più eminenti uomini di Scienza e di Lettere solevano riunirsi in Congresso. Nel 1839, a Pisa, fu tenuta la prima Riunione degli scienziati italiani, celebrata dal Giusti, nei noti versi:

Di si nobile congresso
Si rallegra con sè stesso
Tutto l'uman genere.

Ciò che costituì, fin da principio un'importante caratteristica delle Riunioni degli scienziati italiani, fu la larga partecipazione del pubblico colto, a fianco dei più illustri scienziati. E di ciò danno conferma gli Atti delle Riunioni, e le testimonianze degli scrittori, italiani e stranieri del tempo. Oltre a dibattere tematiche a carattere scientifico-tecnico e culturale, la SIPS pubblica e diffonde i volumi degli Atti congressuali e Scienza e Tecnica, palestra di divulgazione di articoli e scritti inerenti all'uomo tra natura e cultura.
Gli articoli, salvo diversi accordi, devono essere contenuti in un testo di non oltre 4 cartelle dattiloscritte su una sola facciata di circa 30 righe di 80 battute ciascuna, comprensive di eventuali foto, grafici e tabelle.
Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni e, in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
Luigi Berlinguer, *presidente onorario* "in ricordo"; Maurizio Luigi Cumo, *presidente onorario* "in ricordo"; Antonio Speranza, *presidente*; Michele Anaclerio, *vicepresidente*; Enzo Casolino, *segretario generale*; Antonello Sanò, *amministratore*; Alfredo Martini, *consigliere onorario*; Annamaria Colacci, Barbara Martini, Emanuela Reale, Filomena Rocca, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Stefano Tibaldi, Nicola Vittorio, *consiglieri*.
Revisori dei conti: Elena Maratea, Giampiero Castriciano, Salvatore Guetta.

COMITATO SCIENTIFICO
Carlo Blasi, Maria Simona Bonavita, Mauro Cappelli, Marco Casolino, Federico Cinquepalmi, Mario Cipolloni, Vito D'Andrea, Ireneo Ferrari, Gaetano Frajese, Gianfranco Ghirlanda, Teodoro Georgiadis, Giorgio Gruppioni, Michele Lanzinger, Salvatore Lorusso, Adriano Monti Buzzetti, Nicola Occhiocupo, Gianni Orlandi, Elvidio Lupia Palmeri, Raffaele Perrone Donnorso, Renato Angelo Ricci, Mario Rusconi, Cesare Silvi, Roberto Vacca, Bianca M. Zani.

SOCI
Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni ed in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).

www.sipsinfo.it

scienza e tecnica on line