

# LA CATASTROFE E LA FORZA DELLA NATURA



## INDICE

### 1.INGLESE:

PERCY BYSSHE SHELLEY *LIFE AND PRODUCTION*  
 ODE TO THE WEST WIND *COMMENT AND ANALYSIS*  
 THE ROLE OF NATURE IN SHELLEY

### 2. LATINO:

PLINIO IL GIOVANE *LE EPISTULAE*  
 TESTO DE “LA MORTE DI PLINIO IL VECCHIO DURANTE L’ERUZIONE DEL VESUVIO”  
*DALLE EPISTULAE VI, 16; COMMENTO*

### 3.FILOSOFIA: l'Illuminismo e la filosofia della catastrofe.

RIFLESSIONI DEL PIU' GRANDE PENSATORE DELL'EPOCA ILLUMINISTA, IMMANUEL KANT, SULLA CATASTROFE NATURALE E SULLE FORZE DELLA NATURA

### 4.GEOGRAFIA ASTRONOMICA:

- 4.1 IL RIMBALZO ELASTICO
- 4.2 LE ONDE SISMICHE
- 4.3 MAGNITUDO E INTENSITA' DI UN TERREMOTO

### INTRODUZIONE ALLA TESINA

La tesina ha come fine una sorta di “indagine” su come si sia evoluta e come sia mutata nel corso dei secoli la concezione della forza della natura e della sua più prorompente dimostrazione: la catastrofe. Fin dall’antichità l’uomo si è interrogato su quale fosse il principio secondo cui assisteva ad eventi naturali straordinari come ad esempio la piena del Nilo. La spiegazione che si dava a tali fenomeni era o di natura divina, ovvero, un segnale della presenza metafisica del proprio credo in grado di plasmare a suo piacimento la natura, o attribuibile alla natura stessa, grande madre e giudice universale. Con il tempo l’uomo ha trascurato l’aspetto metafisico della forza della natura per cercarne le cause scientifiche.

All’interno della tesina è presente: il primo articolo giornalistico scientifico della storia, quello redatto da Plinio Il Giovane e indirizzato all’amico Tacito desideroso di conoscere le vicende riguardanti l’eruzione del Vesuvio (la più grande catastrofe del periodo romano) che hanno condotto alla morte di Plinio Il Vecchio; una poesia romantica inglese di Percy Bisshe Shelley: Ode to the west Wind che si riallaccia a quella concezione arcaica della natura come madre universale, quasi un panteismo naturalistico; un saggio di Imanuel Kant che analizzava con razionalità illuministica ma con un elevata dose di fantasia e immaginazione gli eventi del terremoto di Lisbona del 1755 avvicinandosi quindi solo in parte all’indagine scientifica moderna e infine la descrizione della più grande catastrofe di tutti i tempi presente sulla Terra, quella che non lascia superstiti se di entità eccezionale, i terremoti.

Dalla sua trasmissione, il 31 ottobre 1931, Walter Benjamin, diceva al suo pubblico radiofonico, nel programma di venti minuti sul terremoto di Lisbona, secondo appuntamento di un mini ciclo catastrofistico che comprendeva la scomparsa di Ercolano e Pompei, e l'incendio del teatro di Canton, "le catastrofi naturali sono tutte uguali. Le case che crollano, l'incendio che si propaga, la paura per l'acqua, l'oscurità, i saccheggi, i lamenti dei feriti sono cose che ricompaiono identiche in ogni catastrofe naturale."

Eppure non riesco a trovarmi d'accordo con questa affermazione: ogni uomo può vedere la catastrofe in modo diverso, c'è chi come Plinio, non intravede in essa la distruttività ma la grandezza dello zio defunto per analizzarne le cause, chi come Shelley crede che essa contenga un messaggio rigenerativo per i popoli, chi come Kant medita filosoficamente, ne cerca i motivi, ne analizza gli effetti ma finisce per riconoscere l'inferiorità dell'uomo di fronte a cotanta forza.

## Percy Bysshe Shelley A Tempestuous Life

The son of a prosperous squire, he entered Oxford in 1810, where readings in philosophy led him toward a study of the empiricists and the modern sceptics, notably William Godwin. In 1811 he and his friend Thomas Jefferson Hogg published their pamphlet, *The Necessity of Atheism*, which resulted in their immediate expulsion from the university. The same year Shelley eloped with 16-year-old Harriet Westbrook, by whom he eventually had two children, Ianthe and Charles.



Supported reluctantly by their fathers, the young couple travelled through Great Britain. Shelley's life continued to be dominated by his desire for social and political reform, and he was constantly publishing pamphlets. His first important poem, *Queen Mab*, privately printed in 1813, set forth a radical system of curing social ills by advocating the destruction of various established institutions. In 1814 Shelley left England for France with Mary Godwin, the daughter of William Godwin. During their first year together they were plagued by social ostracism and financial difficulties. However, in 1815 Shelley's grandfather died and left him an annual income. *Laon and Cynthna* appeared in 1817 but was withdrawn and reissued the following year as *The Revolt of Islam*; it is a long poem in Spenserian stanzas that tells of a revolution and illustrates the growth of the human mind aspiring toward perfection.

After Harriet Shelley's suicide in 1816, Shelley and Mary officially married. In 1817 Harriet's parents obtained a decree from the Lord Chancellor stating that Shelley was unfit to have custody of his children. The following year Shelley and Mary left England and settled in Italy. By this time their household consisted of their own three children and Mary's half-sister Claire Clairmont and her daughter Allegra (whose father was Lord Byron). On July 8, 1822, Shelley drowned while sailing in the Bay of Spezia, near Lerici.

### 1.2 Ode to the West Wind

#### The poem:

I

*O wild West Wind, thou breath of Autumn's being,  
Thou, from whose unseen presence the leaves dead  
Are driven, like ghosts from an enchanter fleeing,  
Yellow, and black, and pale, and hectic red,  
Pestilence-stricken multitudes: O thou,*

*Who chariotest to their dark wintry bed*

*The wingèd seeds, where they lie cold and low,  
Each like a corpse within its grave, until  
Thine azure sister of the Spring shall blow*

*Her clarion o'er the dreaming earth, and fill  
(Driving sweet buds like flocks to feed in air)  
With living hues and odors plain and hill:*

*Wild Spirit, which art moving everywhere;  
Destroyer and preserver; hear, oh, hear!*

II

*Thou on whose stream, 'mid the steep sky's commotion,  
Loose clouds like earth's decaying leaves are shed,  
Shook from the tangled boughs of Heaven and Ocean,*

*Angels of rain and lightning: there are spread  
On the blue surface of thine airy surge,  
Like the bright hair uplifted from the head*

*Of some fierce Maenad, even from the dim verge  
Of the horizon to the zenith's height,  
The locks of the approaching storm. Thou dirge*

*Of the dying year, to which this closing night  
Will be the dome of a vast sepulchre,  
Vaulted with all thy congregated might*

*Of vapours, from whose solid atmosphere  
Black rain, and fire, and hail will burst: oh, hear!*

III

*Thou who didst waken from his summer dreams  
The blue Mediterranean, where he lay,  
Lulled by the coil of his crystalline streams,*

*Beside a pumice isle in Baiae's bay,  
And saw in sleep old palaces and towers  
Quivering within the wave's intenser day,*

*All overgrown with azure moss and flowers  
So sweet, the sense faints picturing them! Thou  
For whose path the Atlantic's level powers*

*Cleave themselves into chasms, while far below  
The sea-blooms and the oozy woods which wear  
The sapless foliage of the ocean, know*

*Thy voice, and suddenly grow grey with fear,  
And tremble and despoil themselves: oh, hear!*

IV

*If I were a dead leaf thou mightest bear;  
If I were a swift cloud to fly with thee;  
A wave to pant beneath thy power, and share*

*The impulse of thy strength, only less free  
Than thou, O uncontrollable! If even  
I were as in my boyhood, and could be*

*The comrade of thy wanderings over Heaven,  
As then, when to outstrip thy skiey speed  
Scarce seemed a vision; I would ne'er have striven*

*As thus with thee in prayer in my sore need.  
Oh, lift me as a wave, a leaf, a cloud!  
I fall upon the thorns of life! I bleed!*

*A heavy weight of hours has chained and bowed  
One too like thee: tameless, and swift, and proud.*

V

*Make me thy lyre, even as the forest is:  
What if my leaves are falling like its own!  
The tumult of thy mighty harmonies*

*Will take from both a deep, autumnal tone,  
Sweet though in sadness. Be thou, Spirit fierce,  
My spirit! Be thou me, impetuous one!*

*Drive my dead thoughts over the universe  
Like withered leaves to quicken a new birth!  
And, by the incantation of this verse,*

*Scatter, as from an unextinguished hearth  
Ashes and sparks, my words among mankind!  
Be through my lips to unawakened earth*

*The trumpet of a prophecy! O Wind,  
If Winter comes, can Spring be far behind?*

**Comment and analysis:**

While Shelley was sitting in a wood beside the river, he was fascinated by the power and the manifestly of the wind and hopes it will help him to pull out his depression. The ode is divided in 5 parts, and is composed of 14 lines. It is not easy because there are long and in concluded sentences. It is very important the presence of many enjambments which accelerate the rhythm of the ode

**Stanza 1** describes the effect of the wind on in autumn and in spring. The autumnal wind is a destroyer: its action is characterised by images of death. In spring then, he becomes a preserver so Shelley introduces words which evoke rebirth and life.

The wind is addressed directly through the use of the second person, personification further developed through the attribution to the wind of verbs denoting human faculties, like *hear*, etc.

**Stanza 2** talks about the Wind's action shifts from the land to the sky. The clouds are compared to leaves and boughs. They are messenger angels of the rain and lightning that will come at nightfall. So the autumnal wind is presented again in its destructive function. Words as *dirge* and *sepulchre* give it the Death's countenance.

**Stanza 3** describes the spring wind in his creative action on the sea. The sea is seen as the place where in ancient times civilisation was born.

Calm and peace, the poet talks about, is the one typical of the Mediterranean Sea. This one is also personified as a languid form, "lulled by the coil of his crystalline streams", and reflecting "old palaces and towers" lazily like a person asleep. Soft consonants and falling cadences have replaced the earlier harsher consonants of the preceding stanzas. The storming air is taken again at the end talking about the chaotic world of the Atlantic Ocean whose vegetation in the depths shakes with fear.

**Stanza 4** introduces a more personal tone is; the poet identifies him-self with the wind.

Shelley speaks about his childhood when he ran after the wind. He asks the wind to help him regain the physical and spiritual energy he has lost because he feels to have lost his boyhood's freedom. This evocating Wordsworth's idea of childhood: the natural, spontaneous and innocent age.

**Stanza 5** underlines the relationship between poet and the mankind. The poet speaks to the wind asking him to help him, to spread his verses over mankind, he prays him to be his instrument, to drive his thoughts over the universe like dead leaves for, then, bringing new life. He hopes he will be a messenger of a prophecy.

At the end he concluded the poem with a rhetorical question that is also a declamation of hope: "if winter comes can spring be far behind?" we see that wind becomes a symbol, he is personified but also the leaves are important. They are the metaphor of the poet's words, so this figure is predominant.

**Role of Nature in Shelley**

Shelley had a pantheistic conception of nature. But for him, pantheism was an actual true faith, and not a doctrine as it was for Wordsworth. He proclaimed himself an atheist, but contradicted himself by believing in an eternal spirit of the universe. Nature is also for Shelley like we have seen in his poem "ode to the west wind", an object for describe behaviours in society. Like the wind sweeps way the leaves on the ground, Shelley hopes a force in society that radically changes the values of his time. According to Shelley, nature is at once splendid and deadly, a dynamic force that cannot be tamed by man. While appreciating nature's aesthetic majesty, Shelley warns man not to equate beauty with tranquillity. Rather Shelley advises us to view nature from both sides of the coin, admiring its unapproachable synthesis of power and grace.

## **PLINIO IL GIOVANE**

### **Le Epistulae: il contenuto**

Plinio il Giovane assistette nel 79 d.C. all'eruzione del Vesuvio dal lato opposto del Golfo di Napoli in cui perse la vita il celebre parente. La sciagura fu trattata nella sua opera più importante, la raccolta di Epistulae in 10 libri, i primi 9 contengono lettere composte fra il 97 e il 108, e pubblicate ad opera dello stesso Plinio; il decimo contiene lettere private ed ufficiali di Plinio a Traiano, e le risposte dell'Imperatore. Le lettere raccolte nel libro X appartengono per la massima parte al periodo in cui Plinio fu governatore in Bitinia, vale a dire dopo il 111; è probabile che siano state pubblicate dopo la sua morte, aggiungendole come decimo libro alla sua raccolta. L'epistolario è la fonte principale per le notizie sulla vita e l'attività di Plinio il Giovane.

Le lettere di Plinio sono una serie di brevi saggi di cronaca sulla vita mondana, intellettuale e civile. L'autore si rivolge ogni volta con estrema cerimoniosità ai suoi interlocutori (le frasi di cortesia, più o meno affettata, abbondano nel suo epistolario fino a diventare stucchevoli), che intrattiene sulle sue attività e i suoi riposi, informandoli sulle proprie preoccupazioni di grande proprietario terriero; dipinge la campagna con toni di maniera, descrivendola soprattutto come panorama goduto attraverso le finestre delle proprie ville (anche se alcune descrizioni, come quella delle fonti del Clitumno o quella dell'eruzione del Vesuvio, in cui trovò la morte suo zio Plinio il Vecchio, sono di indubbia efficacia ed hanno goduto di grande fortuna presso i posteri); elogia personaggi diversi, soprattutto letterati e poeti viventi o morti da poco, come Silio Italico e Marziale; ma è raro che per qualche personaggio delle sue lettere non trovi una frase gentile che ne metta in evidenza le caratteristiche positive.

Plinio si rivela un frequentatore assiduo delle sale dove si tenevano recitationes e declamationes, manifestazioni culturali che egli stesso contribuiva in larga parte ad organizzare. È un entusiasta, che non lesina parole di lode a quasi tutti i versificatori e i conferenzieri che ascolta; ma soprattutto Plinio elogia la propria attività poetica, per la quale si cruccia di non riuscire a trovare estimatori sufficientemente idonei e preparati.

### **Le Epistulae: lo stile**

Lo stile dell'epistolario di Plinio ricerca la grazia e l'eleganza, che ottiene soprattutto attraverso un saldo autocontrollo: ama ad esempio le antitesi, ma non ne fa un uso eccessivo. Il modello prediletto è Cicerone, da cui Plinio desume il gusto per il fraseggio limpido, l'architettura armonica del periodo, gli schemi ritmici ricorrenti, anche se i periodi sono più brevi (ma Plinio, come è nella sua natura, non ama gli eccessi, e dichiara apertamente all'amico Tacito di non apprezzare la sua brevitās). Si intravede tuttavia qualche manierismo nella predilezione per gli asindeti e le anfore, nella cura posta ad evitare le ripetizioni, e soprattutto nell'affettazione del formulario tipico della corrispondenza "spontanea", non concepita per la pubblicazione.

Plinio non è preoccupato, come il suo maestro Quintiliano o il suo amico Tacito, della crisi della cultura: avverte tutt'al più una certa decadenza nel gusto degli ascoltatori, meno assidui di un tempo nella frequentazione delle manifestazioni letterarie. La letteratura di cui si diletta è essenzialmente frivola, destinata all'intrattenimento e ad un consumo effimero durante le cene degli aristocratici o nelle sale pubbliche: si tratta, oltre a brani di oratoria declamata, soprattutto di versiculi, di nugae poetiche di sapore spesso alquanto insipido: frutto e fonte di svago senza inquietudini e senza entusiasmi. Del resto, anche i rapporti sociali che affiorano dall'epistolario pliniano appaiono spesso improntati ad un formalismo vuoto e cerimonioso, sintomo dell'avanzato impoverimento e della banalizzazione di quella che era stata la grande tradizione culturale della classe dirigente romana

### **Frammento dalla prima lettera di Plinio il Giovane a Tacito riguardo all'eruzione del Vesuvio**

*Plinio il Giovane trasmette a Tacito, che gliene ha fatto richiesta, due lettere con la descrizione delle ultime ore di vita dello zio e padre adottivo, il grande naturalista Plinio il Vecchio, perito nella tremenda eruzione del Vesuvio che nel 79 d.C. seppellì le città di Pompei, Ercolano e Stabia. Questa di Plinio è l'unica consistente testimonianza diretta che ci sia pervenuta sull'eruzione del vulcano, la prima avvenuta in epoca storica e si può considerare come il primo articolo giornalistico di un disastro naturale. Gli studiosi moderni hanno messo il racconto Pliniano in relazione con la forma letteraria degli "exitus illustrium virorum" (racconti della morte di personaggi illustri); alcuni l'hanno assimilato invece a una "laudatio funebris". È evidente l'intento celebrativo: Plinio il Vecchio il quale non si rende conto della gravità del pericolo, tanto da dormire tranquillamente mentre gli altri vegliano in ansia, e, pur essendo comandante di una flotta, non prende alcuna iniziativa per organizzare i soccorsi, finisce con l'apparire, grazie all'abile racconto del nipote, un eroe e un martire della scienza e della filantropia, quindi una sorta di sapiente storico impavido di fronte al pericolo. Questo risultato è dovuto all'efficacia della narrazione, costruita secondo una serrata progressione drammatica e resa persuasiva dall'abbondanza di particolari molto precisi e realistici.*

(1) Petis ut tibi avunculi mei exitum scribam, quo verius tradere posteris possis. Gratias ago; nam video morti eius si celebretur a te immortalē gloriam esse propositam. (2) Quamvis enim pulcherrimarum clade terrarum, ut populi ut urbes memorabili casu, quasi semper victurus occiderit, quamvis ipse plurima opera et mansura condiderit, multum tamen perpetuitati eius scriptorum tuorum aeternitas addet. (3) Equidem beatos puto, quibus deorum munere datum est aut facere scribenda aut scribere legenda, beatissimos vero quibus utrumque. Horum in numero avunculus meus et suis libris et tuis erit. Quo libentius suscipio, deposco etiam quod iniungis. (4) Erat Miseni classemque imperio praesens regebat. Nonum Kal. Septembres hora fere septima mater mea indicat ei apparere nubem inusitata et magnitudine et specie. (5) Usus ille sole, mox frigida, gustaverat iacens studebatque; poscit soleas, ascendit locum ex quo maxime miraculum illud conspici poterat. Nubes - incertum procul intuentibus ex quo monte; Vesuvium fuisse postea cognitum est - oriebatur, cuius similitudinem et formam non alia magis arbor quam pinus expresserit. (6) Nam longissimo velut trunco elata in altum quibusdam ramis diffundebatur, credo quia recenti spiritu evecta, dein senescente eo destituta aut etiam pondere suo victa in latitudinem vanescebat, candida interdum, interdum sordida et maculosa prout terram cineremve sustulerat. (7) Magnum propiusque noscendum ut eruditissimo viro visum. Iubet liburnicam aptari; mihi si venire una vellem facit copiam; respondi studere me malle, et forte ipse quod scriberem dederat. (8) Egrediebatur domo; accipit codicillos Rectinae Tasci imminente periculo exterritae - nam villa eius subiacebat, nec ulla nisi navibus fuga -: ut se tanto discrimini eriperet orabat. (9) Vertit ille consilium et quod studioso animo incohaverat obit maximo. Deducit quadriremes, ascendit ipse non Rectinae modo sed multis - erat enim frequens amoenitas orae - laturus auxilium. (10) Properat illuc unde alii fugiunt, rectumque cursum recta gubernacula in periculum tenet adeo solutus metu, ut omnes illius mali motus omnes figuras ut deprenderat oculis dictaret enotaretque. (11) Iam navibus cinis incidebat, quo propius accederent, calidior et densior; iam pumices etiam nigrique et ambusti et fracti igne lapides; iam vadum subitum ruinaque montis litora obstantia. Cunctatus paulum an retro flecteret, mox gubernatori ut ita faceret monenti 'Fortes' inquit 'fortuna iuvat: Pomponianum pete.'

*Chiedi che io ti descriva la morte di mio zio, perché tu possa tramandarla ai posteri così come avvenne. Te ne ringrazio, perché vedo che al suo trapasso, se è celebrato da te, è destinata una gloria immortale. Quantunque infatti egli sia deceduto, come le popolazioni e le città, durante la distruzione delle terre più incantevoli, quasi perché visse per sempre proprio per quella*



*memorabile sciagura, quantunque abbia egli composto moltissime opere destinate a rimanere, tuttavia alla perennità della sua fama darà molto l'immortalità dei tuoi scritti. Secondo me sono beati coloro ai quali per dono degli dei fu concesso o di compiere fatti degni di essere scritti o di scrivere fatti degni di essere letti, ma beatissimi coloro ai quali furono concesse entrambe le cose. Fra questi ultimi sarà annoverato mio zio, grazie ai libri suoi e tuoi. Perciò volentieri accolgo ed anzi esigo il compito che mi proponi. Era a Miseno e teneva direttamente il comando della flotta. Il 24 agosto, intorno all'una del pomeriggio, mia madre gli indica una nube che appariva, insolita per grandezza e per aspetto. Egli aveva preso il sole, fatto un bagno freddo, mangiato qualcosa stando disteso ed ora studiava; chiede i sandali e sale in un luogo da cui si poteva osservare al meglio quel prodigio. Per chi osservava da lontano non era chiaro da quale monte (si seppe dopo che era il Vesuvio) si levava la nube, la cui forma da nessun altro albero più che dal pino può essere rappresentata. Infatti, lanciata in alto come su un tronco altissimo, si diffondeva in rami, credo perché spinta dal primo forte soffio d'aria e poi lasciata quando quello scemava, o anche vinta dal suo stesso peso si dissolveva in larghezza: talora bianchissima, talora sporca e macchiata, a seconda che aveva sollevato con sé terra o cenere. A lui, uomo di grande erudizione, il fenomeno parve importante e da conoscere più da vicino. Si fa preparare una liburna; a me, se volessi andare con lui, offre la possibilità; risposi che preferivo studiare, e per caso proprio lui mi aveva assegnato un lavoro da scrivere. Mentre usciva di casa, riceve una lettera di Rettina, moglie di Casco, atterrita dal pericolo imminente (infatti la sua villa era sotto il monte e non c'era via di scampo se non per nave): pregava che la strappasse da quel rischio così grande. Egli allora cambia idea e ciò che aveva incominciato con l'animo dello studioso l'affronta con l'animo dell'eroe. Fa uscire delle quadriremi, vi sale egli stesso per portare aiuto non solo a Rettina ma a molti (era infatti molto popolato il litorale per la sua bellezza). Si affretta là donde gli altri fuggono e punta la rotta e il timone verso il pericolo, così immune da paura da dettare e da annotare tutte le variazioni e tutte le configurazioni di quel cataclisma, come le coglieva coi suoi occhi. Già la cenere cadeva sulle navi, più calda e più densa quanto più si avvicinavano; già cadevano anche pomici e pietre nere, arse e spezzate dal fuoco; già un improvviso bassofondo e la frana del monte impedivano di accostarsi alla riva. Dopo avere brevemente esitato se dovesse tornare indietro, al pilota che così lo consigliava poi subito disse: «La fortuna aiuta i forti; dirigiti da Pomponiano»*

## **RIFLESSIONI DI IMMANUEL KANT SULLA CATASTROFE NATURALE E SULLE FORZE DELLA NATURA**

*Gli eventi di grande portata, che toccano il destino di tutti gli uomini, suscitano curiosità che è destata da tutto ciò che è straordinario e che si volge ad indagare le cause che l'hanno prodotto”*

Questa è la frase programmatica con cui il più celebre filosofo dell'illuminismo, Immanuel Kant apre il suo trattato “Sulle cause dei terremoti in occasione della sciagura che ha colpito le terre occidentali d'Europa verso la fine dell'anno trascorso “(1756).

Come suggerisce il titolo stesso dello scritto, fu il devastante terremoto di Lisbona, avvenuto nel 1755, ad ispirare al filosofo tedesco una serie di saggi che, nati dalla sua volontà di approfondimento, indagano, partendo dal particolare ma arrivando decisamente all'universale, sulle cause scientifiche delle catastrofi naturali e riflettono sul rapporto tra la natura e l'uomo.

Dal punto di vista filosofico due sono gli assi principali attorno ai quali si snoda l'argomentazione di Kant: la potenza e magnificenza della natura in rapporto alla finitezza e limitatezza dell'uomo, la totale impossibilità di controllare razionalmente le forze naturali.

Secondo il pensatore, gli uomini abitano tranquilli su un suolo le cui fondamenta vengono di tanto intanto scosse, edificano senza darsi troppo pensiero *“su volte le cui colonne talvolta vacillano*

*minacciando di crollare”*, incuranti del destino che potrebbe abbattersi su di loro.

Il fatto che gli esseri umani non siano turbati dalla paura di simili fatalità è senza dubbio l’ennesimo dono benevolo della provvidenza, visto che nulla di quello che un “piccolo” e limitato uomo, potrebbe minimamente contribuire ad evitarle.

Del resto Kant sa bene che questo tipo di catastrofi naturali è inevitabile: *“se gli uomini edificano su un suolo saturo di materiali infiammabili, prima o poi tutta la magnificenza delle loro costruzioni si trasformerà in macerie a causa delle scosse sismiche. Forse che per questo dobbiamo ribellarci ai decreti della provvidenza? Non sarebbe più giusto giudicare così: era necessario che si verificassero talvolta terremoti sulla terra, mentre non lo era affatto che noi vi costruissimo lussuosi palazzi? È l’uomo che deve adattarsi alla natura, mentre egli pretenderebbe che avvenisse il contrario.”*

Ciò che di fronte ai turbamenti naturali egli può fare è esclusivamente indagare e riflettere, poiché l’osservazione di simili eventi terribili è istruttiva.

Tuttavia è proprio in virtù di questa riflessione che l’uomo sente tutta la sua impotenza e finitezza di fronte all’elemento naturale, che egli scopre essere del tutto incontrollabile razionalmente.

La conclusione a cui l’uomo giunge dopo questa riflessione lo umilia, mostrandogli come egli non abbia diritto o, per lo meno, l’abbia perso di attendersi solo conseguenze gradevoli dalle leggi naturali che Dio ha fissato, inoltre, per questa via, *“egli apprende a riconoscere che questo regno dei suoi desideri non esaurisce semplicemente lo scopo a cui è tutto intento”*.

Di fronte a queste conclusioni in parvenza negative Kant comunque non si ferma ma cerca in accordo con lo spirito ottimista proprio dell’illuminismo di dare una lettura utilitaristica anche delle grandi catastrofi naturali generate dai movimenti sotterranei dalla terra. Egli infatti scrive:”

*Si inorridirà nel vedere apprezzata dal punto di vista dell’utile una calamità tanto spaventosa per il genere umano[...] i danni che, per un verso, l’uomo può aver subito talvolta a causa delle catastrofi naturali sono agevolmente compensati da altrettanti e maggiori vantaggi. Sappiamo che le acque termali che nel corso dei secoli si sono rivelate utili a una consistente parte dell’umanità per salvaguardare la propria salute, devono le loro proprietà naturali alle stesse cause che determinano le conflagrazioni sotterranee che sommuovono il sottosuolo terrestre. Da tempo si presume che le vene metallifere delle montagne siano effetto dell’azione lenta del calore sotterraneo che porta gradualmente alla formazione dei metalli. La nostra atmosfera ha bisogno però anche di un certo principio attivo, di sali e componenti fluide che contribuiscono alla crescita delle piante facendole vivere e sviluppare[...] ma da dove potrebbe dunque provenire questa materia piena di energia, senza tregua consumata e mai rinnovata, se una fonte esterna non alimentasse il suo fluido? E questa fonte è probabilmente la scorta di elementi fluide attivi racchiusi nelle caverne sotterranee che, di tanto in tanto, ne spargono una parte sulla superficie terrestre. Di fronte all’evidenza di tanta utilità basterà il danno prodotto dal genere umano dalle saltuarie sventure che comporta per esimerci dalla gratitudine che dobbiamo alla provvidenza per tutto ciò che ha disposto?”*

## **I TERREMOTI**

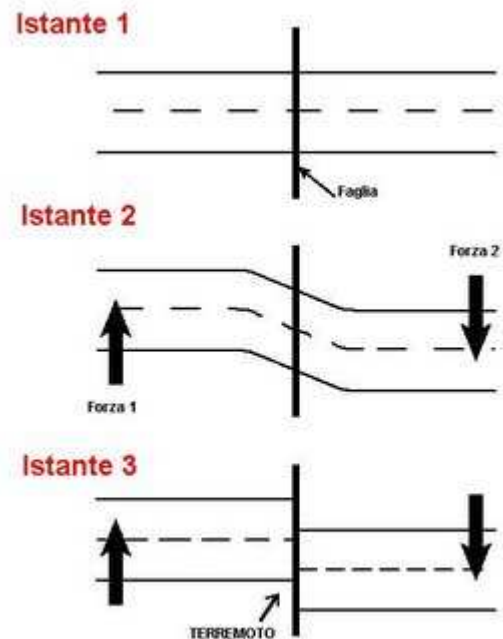
*I terremoti sono vibrazioni della crosta terrestre, provocate da un'improvvisa liberazione di energia in un punto profondo della crosta terrestre; da questo punto si propagano in tutte le direzioni una serie di onde elastiche, dette "onde sismiche".*

## IL RIMBALZO ELASTICO

La **Teoria del rimbalzo elastico** (1906) rappresenta una teoria atta a spiegare la causa dei terremoti tettonici. Le vere cause dei terremoti sono state scoperte solo intorno agli anni '20, infatti gli antichi credevano che i fenomeni sismici fossero causati dai movimenti di animali su cui poggiava la terra. I greci furono i primi a tentare una spiegazione non mistica del fenomeno. Aristotele ad esempio credeva che i terremoti fossero causati da *il vento sotterraneo che incendia materiale combustibile*. Dopo il grande terremoto di San Francisco del 1906, grazie a misure geodetiche effettuate prima e dopo il terremoto, Reid enunciò la teoria del rimbalzo elastico.

Le misure infatti provarono che le pareti opposte della faglia di Sant'Andrea si stavano muovendo lentamente in direzioni opposte l'una rispetto all'altra, a causa di enormi forze tettoniche. Questo lentissimo movimento, provoca l'accumulo di energia elastica e di sforzi nei pressi della faglia. Per capire questo meccanismo possiamo ad esempio pensare ad una strada (in figura vista dall'alto), con direzione trasversale alla faglia.

- Istante 1: all'inizio c'è una situazione di quiete, in cui non agiscono particolari forze.
- Istante 2: a causa degli sforzi tettonici la parte sinistra si muove lentamente verso l'alto, mentre la parte a destra si muove lentamente verso il basso (freccie nere). In questa fase, la strada non risulta modificarsi nella zona centrale nei pressi della faglia, a causa dell'attrito che intercorre in essa. Qui però vengono ad accumularsi via via sempre maggiori sforzi all'interno della zona di faglia.
- Istante 3: infine gli sforzi associati a tali deformazioni superano le forze d'attrito della roccia, causando un repentino spostamento dei due lati della strada a ridosso della faglia l'uno rispetto all'altro. Infine risulteranno spostati l'uno rispetto all'altro come in figura.



## LE ONDE SISMICHE

Le **onde sismiche** sono onde che si propagano attraverso il globo terrestre, generate da un terremoto, da attività vulcanica o artificialmente ad opera dell'uomo tramite un'esplosione o un'altra forma di energizzazione del terreno. Oggi, con il miglioramento della strumentazione geofisica si è scoperto che onde sismiche, con una scala di grandezza ben inferiore, sono generate in maniera continuativa anche dal vento e dal pulsare delle onde oceaniche.

Le **Onde di Corpo** o **Onde di Volume** sono quelle onde che si propagano dalla sorgente sismica, attraverso il volume del mezzo interessato, in tutte le direzioni. Si dimostra matematicamente che esistono due componenti della soluzione dell'equazione delle onde, in altre parole, una sorgente sismica genera due tipi di onde di corpo, distinte tra di loro, chiamate rispettivamente.

- Onde P ;
- Onde S.

La **Onde P** sono onde compressionali, dette anche longitudinali o primarie. Esse sono simili alle onde acustiche e corrispondono a compressioni e rarefazioni del mezzo in cui viaggiano; al loro passaggio le particelle del materiale attraversato compiono un moto oscillatorio nella direzione di

propagazione dell'onda. Sono, fra le onde generate da un terremoto, le più veloci, e dunque le prime avvertite ad una stazione sismica, da cui il nome di Onda P (Primaria).

Le **Onde S** o onde trasversali, sono body-wave tali da provocare nel materiale attraversato oscillazioni perpendicolari alla loro direzione di propagazione. Le si può immaginare come onde che si propagano su una corda di lunghezza finita, che viene fatta oscillare muovendone le due estremità. Un'importante caratteristica di queste onde è che non possono propagarsi in mezzi fluidi, in cui il modulo di rigidità ( $\mu$ ) è nullo. Non è possibile dunque riscontrarle nel magma presenti nel serbatoio magmatico di un vulcano o nel nucleo esterno della terra. Questa caratteristica è stata storicamente molto importante per gli studi geofisici riguardanti la composizione in profondità della terra.

Le **onde superficiali** (o **onde di superficie**) vengono a crearsi a causa dell'intersezione delle onde di corpo con una superficie di discontinuità fisica, la più studiata delle quali è la superficie libera della terra, cioè la superficie di separazione tra la crosta terrestre e l'atmosfera terrestre. Queste onde si propagano guidate lungo la superficie e la loro energia decade esponenzialmente con la profondità (è questo il motivo per cui si dicono superficiali). Queste onde vengono indotte facilmente nelle situazioni in cui la sorgente sismica è poco profonda. È da sottolineare che in caso di terremoto, nell'ipocentro sismico vengono generate direttamente solo Onde P e Onde S, in quanto queste sono le *onde di corpo* che si propagano all'interno della Terra, attraverso i suoi strati, ma non vengono generate direttamente le onde superficiali. La velocità delle onde di superficie è inferiore alla velocità delle onde di corpo, per cui (specialmente se l'evento è distante) il loro arrivo è successivo all'arrivo delle Onde P ed S. Esistono due tipi di onde di superficie, chiamate coi nomi dei due fisici che per primi le studiarono:

- Onde di Rayleigh
- Onde di Love

### **Onde di Rayleigh**

Quando un'onda S assieme ad un'onda P incide sulla superficie libera vengono in parte riflesse ed in parte si genera un'ulteriore onda, data dalla composizione vettoriale delle due, che si propaga sulla superficie stessa, chiamata **Onda di Rayleigh**. Queste onde esistono sia in semispazi omogenei (in questo caso la sua velocità è circa 0,92 volte la velocità delle onde S) che disomogenei (in cui risulta essere un'onda dispersa, ossia la sua velocità è anche funzione della sua frequenza). Per meglio visualizzarle possiamo immaginare le Onde di Rayleigh come molto simili a quelle che si creano gettando un sasso nello stagno, provocando quindi uno scuotimento o un sussulto sulla superficie d'acqua. Il loro moto è vincolato in uno spazio verticale contenente la direzione di propagazione dell'onda. Si può dimostrare che se si potesse misurare direttamente il moto di una particella investita da un'onda di Rayleigh vicina alla superficie, questa seguirebbe un movimento ellittico, retrogrado secondo la direzione di propagazione dell'onda. Le onde di Rayleigh non possono essere udite dall'uomo, mentre molti animali (uccelli, ragni e molti mammiferi) possono avvisarne l'arrivo. In occasione del maremoto dell'Oceano Indiano, è stato detto da molte fonti che gli animali presenti in quel luogo hanno potuto salvarsi grazie al fatto di aver sentito arrivare il terremoto in questo modo. Attualmente però non ci sono evidenze di questo fatto.

### **Onde di Love**

Le **Onde di Love** sono onde superficiali, anch'esse generate dall'incontro delle Onde S con superficie libera del terreno, ma vengono generate solo nei mezzi in cui la velocità delle Onde S aumenta con la profondità (quindi siamo in presenza di un mezzo disomogeneo) e quindi sono sempre *onde disperse*. Le Onde di Love fanno vibrare il terreno sul piano orizzontale in direzione ortogonale rispetto alla direzione di propagazione dell'onda.

### 4.3 MAGNITUDO E INTENSITÀ DI UN TERREMOTO

La **magnitudo** è una grandezza il cui valore è direttamente proporzionale all'energia liberata e si può calcolare misurando l'ampiezza massima (A) delle onde sismiche registrate in una qualsiasi stazione di rilevamento e mettendola a confronto con un'ampiezza standard (Azero).

Per il calcolo della magnitudo si utilizza la seguente relazione:

$$M = \log A/A_{\text{zero}}$$

La scala della magnitudo, scala richter è logaritmica, quindi tra un grado e l'altro l'ampiezza della traccia sul sismogramma aumenta di 10 volte. Tra un grado di M e l'altro corrisponde un aumento di energia di circa 30 volte.

L'**intensità** di un terremoto è un parametro che viene indicato in una scala empirica che si basa su danni provocati a persone e cose. È misurata con la scala Mercalli, divisa in 12 gradi e ormai in disuso.

magnitudo Richter	energia (J)	grado Mercalli
< 3,5	$< 1,6 \cdot 10^7$	I
3,5	$1,6 \cdot 10^7$	II
4,2	$7,5 \cdot 10^8$	III
4,5	$4 \cdot 10^9$	IV
4,8	$2,1 \cdot 10^{10}$	V
5,4	$5,7 \cdot 10^{11}$	VI
6,1	$2,8 \cdot 10^{13}$	VII
6,5	$2,5 \cdot 10^{14}$	VIII
6,9	$2,3 \cdot 10^{15}$	IX
7,3	$2,1 \cdot 10^{16}$	X
8,1	$> 1,7 \cdot 10^{18}$	XI
> 8,1	-	XII