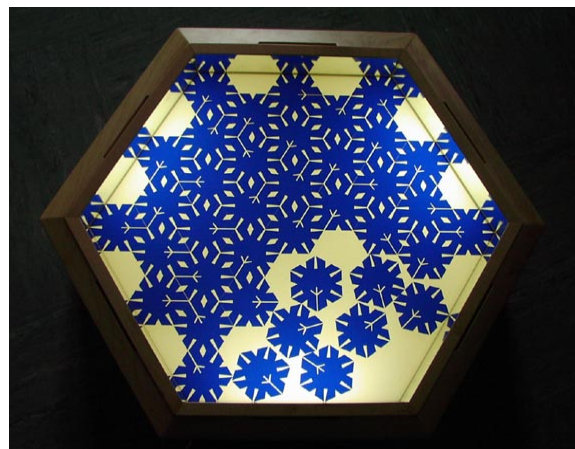
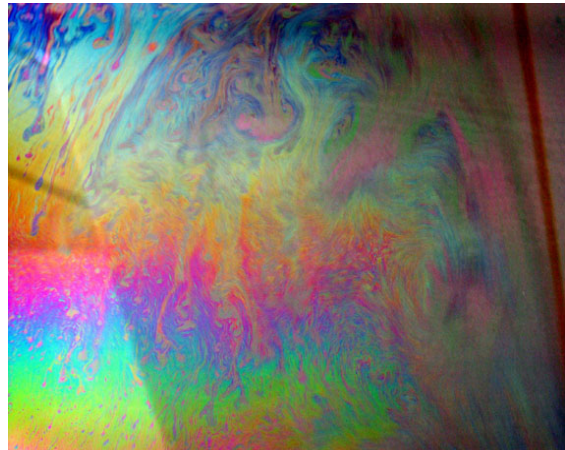


# Semplice e Complesso

**Mostra interattiva su complessità, disordine e caos**



## L'idea

Se ci riferiamo all'etimologia, *semplice* e *complesso* non significano *facile* e *complicato*: il loro senso è piuttosto "non scomponibile" e "composto". La scienza, che per secoli ha cercato di scomporre il mondo in parti semplici, ormai s'è convinta che capire le parti è cosa ben diversa dal capire il tutto. Un sistema complesso non è una banale giustapposizione di parti semplici, ma è strutturato dalle loro relazioni reciproche, che originano proprietà nuove, collettive, irriducibili a quelle dei costituenti. Un esempio? Ordine e disordine: una sola mattonella non è né ordinata né disordinata, ma tante mattonelle possono essere ammucciate alla rinfusa o disposte con regolarità in un pavimento.

Per capire le proprietà collettive bisogna studiare quelle relazioni. Ricostruirle può essere più o meno laborioso o, in termini tecnici, richiedere più o meno informazione, ed è proprio la quantità d'informazione che ci permette di misurare la complessità.

A questo punto potreste pensare ai sistemi complessi come a qualcosa di astratto od esotico... Ebbene, no! La complessità vive nel nostro mondo quotidiano. Nelle forme della geometria della natura, che sono insiemi di punti strutturati dalle loro relazioni spaziali. Nella materia, che è composta solo da elettroni, protoni e neutroni, ma che trae la sua varietà di aspetti e di comportamenti dalle loro diverse disposizioni. Nel moto, in cui le relazioni tra posizioni ed istanti possono essere tanto ricche da renderlo imprevedibile e caotico. L'uomo pensa e crea oggetti semplici. Cerca ovunque la semplicità, ma guardandosi intorno scopre la complessità...

Questa mostra è una collezione di finestre aperte su un mondo vastissimo. E' una raccolta di spunti e di proposte per guardare con occhi nuovi paesaggi consueti.



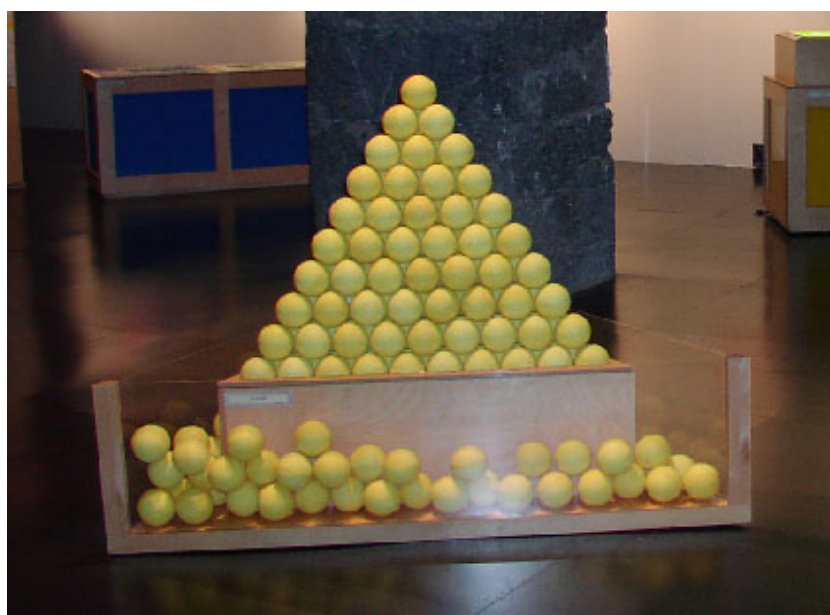
## Geometria

Le figure geometriche sono insiemi di punti che prendono una forma in virtù delle relazioni spaziali fra di essi. Per definire completamente una struttura geometrica, in linea di principio sarebbe necessario dare le distanze relative di ogni coppia di punti. In realtà è molto più economico dare un insieme minimo di informazioni e qualche regola o procedimento di costruzione.

Per costruire un triangolo possiamo, per esempio, dare le distanze reciproche dei vertici, ovvero le lunghezze dei lati, e la regola “unisci i vertici con segmenti di linea retta”.

La complessità di un sistema si misura in base al numero di informazioni necessarie e alla lunghezza della procedura di costruzione e cresce al crescere di queste. Semplicità dunque significa anche minimizzazione dei contenuti da ricordare e quindi massimo controllo da parte della mente umana!

### *Cristalli*



Il visitatore è invitato a seguire l'esempio di Keplero e a disporre parecchie sfere identiche nel modo più compatto possibile ossia in modo da rendere minimo l'ingombro. Il risultato è una pila a forma di piramide triangolare che ricorda la disposizione delle arance nei mercati ortofrutticoli. Del tutto analoga è la disposizione degli atomi in molti cristalli come l'oro, l'argento e il rame; le dimensioni delle arance sono però circa duecento milioni di volte più grandi di quelle degli atomi.

*cm 130x130 h 130; 30 Kg*



### ***Simmetrie***



Tre installazioni distinte consentono di riempire tre piani rispettivamente con piastrelle di forma triangolare, quadrata ed esagonale. Le piastrelle sono decorate con figure che, combinate tra loro, formano disegni in un "puzzle geometrico". Il piano su cui vengono appoggiate è racchiuso tra specchi per creare un ambiente suggestivo che presenti esempi di simmetria traslazionale.

*cm 160x80 h 100; Kg 60; 220 volts*

### ***Pentagoni***



Una installazione simile alla precedente consente di verificare che con piastrelle pentagonali non è possibile ricoprire il piano. In effetti gli unici poligoni regolari con cui è possibile farlo sono i triangoli, i quadrati e gli esagoni.

*cm 160x80 h 100; Kg 60; 220 volts*

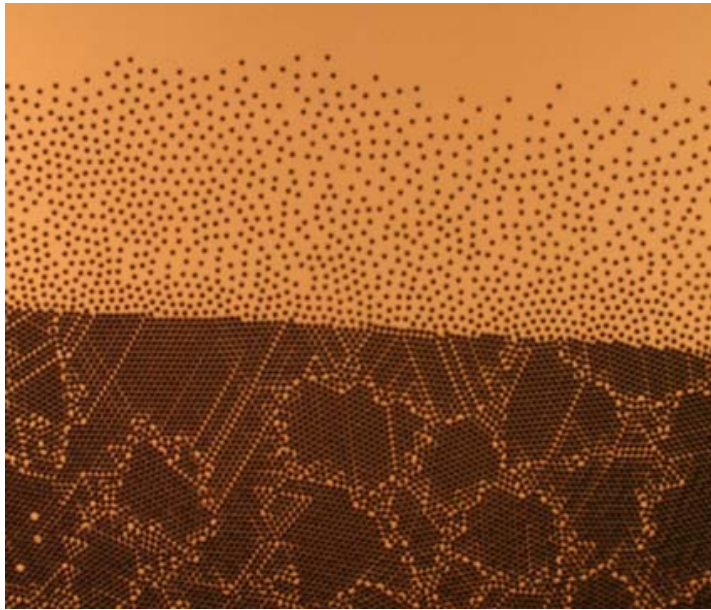
### *Esher e Penrose*



Con tasselli a forma di “pesce” ed “uccello” è possibile ricoprire il piano generando una tassellazione periodica, nonché un noto disegno di M. C. Esher. Utilizzando tasselli a forma di “freccia” e “aquilone” è invece possibile realizzare un pavimento di Penrose, che presenta una struttura regolare ma non periodica.

*cm 160x80 h 80; Kg 60*

## ***Aggregazione***

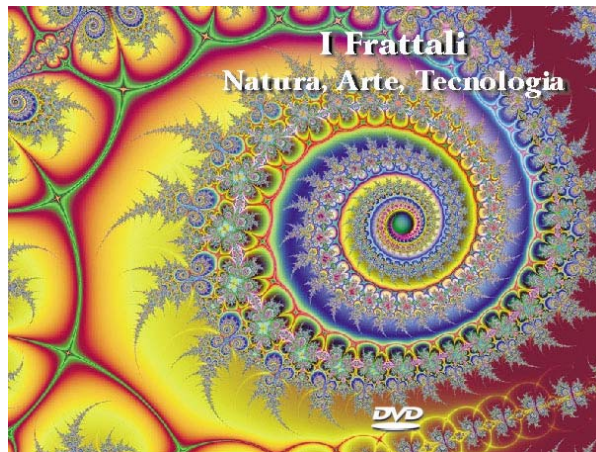


Sfere di uguale dimensione si possono muovere confinate tra due vetri. Il sistema, posto verticalmente, tende a disporsi in modo compatto. L'ordine non è perfetto: può succedere che all'interno di una zona ordinata manchi una sfera, che due zone a struttura compatta siano leggermente sfalsate tra loro in modo da presentare una linea netta di separazione,...Tali imperfezioni tendono a diminuire tramite sollecitazioni meccaniche anche se è praticamente impossibile ottenere una struttura completamente ordinata. Un fenomeno analogo si verifica, su scale atomiche, nei cristalli.

*cm 80x80 h 150; Kg 40; 220 volts*



## I frattali – Natura, Arte Tecnologia



Una postazione video permette di approfondire la conoscenza dei frattali, figure geometriche particolari che descrivono la natura e la sua complessità.

Sorprendente è l'incredibile somiglianza tra frattali geometrici e oggetti naturali, come i fulmini e l'andamento delle linee costiere. Vengono anche mostrate alcune applicazioni della geometria frattale nel campo della tecnologia, della computer grafica, dell'arte e dell'architettura

*Video 42" con dvd supporto proprio; alimentazione*

## Fiocco di neve



Con tessere triangolari di varie dimensioni è possibile creare un famoso frattale chiamato fiocco di neve di Koch. Si comincia con un triangolo equilatero. A metà di ciascun lato si aggiunge un nuovo triangolo il cui lato misura  $\frac{1}{3}$  di quello precedente. Si prosegue così aggiungendo triangoli sempre più piccoli su ogni segmento libero della curva.

Il fiocco di neve presenta proprietà sorprendenti: la sua area è infatti finita, sicuramente minore di quella del cerchio circoscritto alla curva. Il suo perimetro è invece infinito.

*Cm 100x100 h 80; 35 kg*

### ***Macchina delle nuvole***



Con uno speciale apparato contenente un generatore di nebbiaa ultrasuoni si possono realizzare nuvole e anelli di fumo

*Cm 80x80 h 100; kg 30; 220 volts*

### ***Celle convettive***



Un liquido particolare dentro ad un contenitore piatto e largo, è scaldato dal basso. Al crescere della temperatura il liquido si organizza in uno schema ordinato dovuto alla formazione di celle convettive

*Cm 50x50 h 80; 30 kg; 220 volts*

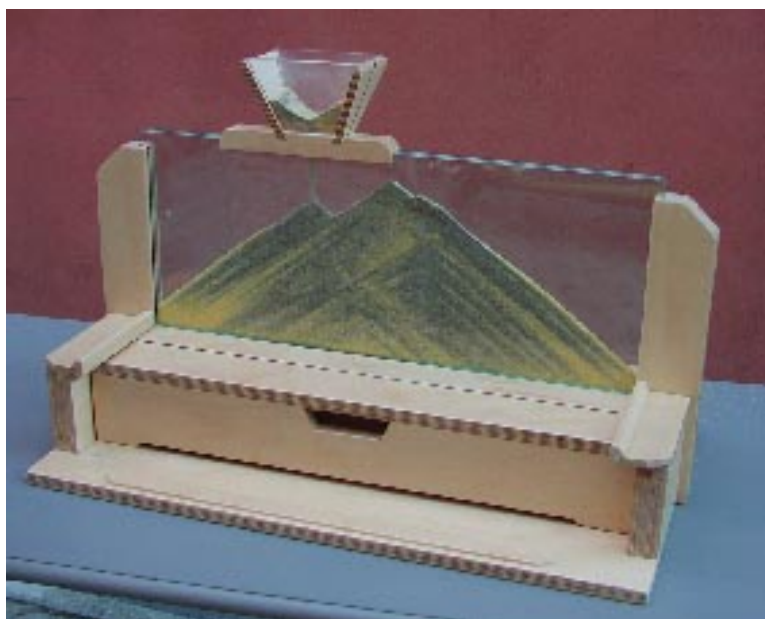


## Materia

Questo foglio e i vostri occhi che lo guardano, l'aria, gli oggetti intorno a voi... tutto questo è materia. Tutto questo è composto da elettroni, protoni, neutroni. Tre diversi mattoni semplici che possono disporsi secondo geometrie ricche e complesse facendo la differenza tra pannello, occhi e aria.

La materia è il mondo dei sistemi composti, che presentano proprietà nuove e specifiche rispetto a quelle dei componenti; è il mondo macroscopico degli oggetti quotidiani. Mattoni semplici si compongono in mattoni complessi, che danno edifici ancor più complessi. Edifici che a loro volta possono fungere da mattoni in una scala gerarchica in principio senza limiti, che parte dagli atomi e arriva fino agli esseri viventi.

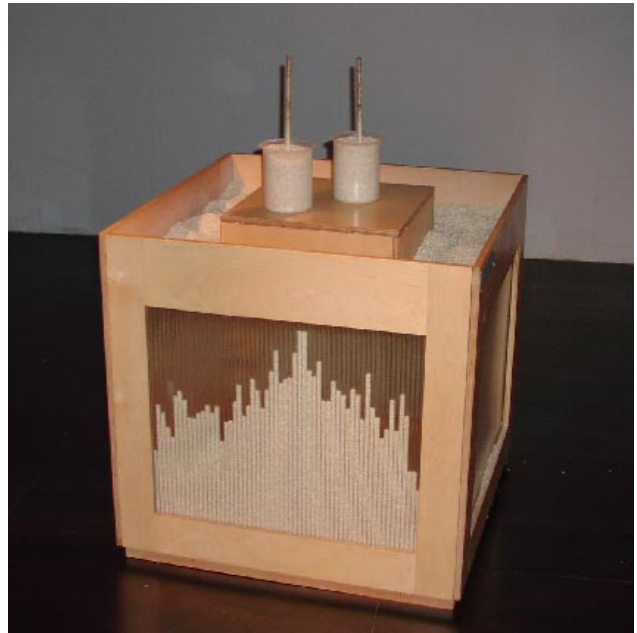
### *Sabbia e polenta*



L'installazione consiste di due piastre di vetro affacciate al cui interno viene fatta scendere una miscela di sabbia e farina di mais. La diversità del colore permette di visualizzare che i due componenti si separano formando strati alterni.

*Cm 80x80 h. 100; kg 35*

### *La forza del riso*



Un contenitore è riempito di riso immergendo gradatamente più volte una stecca al suo interno è possibile fare in modo che la distribuzione geometrica delle forze tra i vari chicchi e tra questi e la stecca consenta di sollevare il riso e il recipiente che lo contiene. Una piccola perturbazione è sufficiente ad interrompere il curioso fenomeno.

*Cm 80x80 h. 80; kg 30*

## **Forze**



L'installazione consente di visualizzare la distribuzione disomogenea delle forze in un mezzo granulare disordinato. In questo caso i grani sono cilindretti di uguale altezza e diverso diametro, realizzati in materiale fotoelastico e posti tra due lastre di vetro affacciate.

Inserendo la stecca tra le due piastre e premendo verso il basso si possono osservare tracce colorate in corrispondenza dei grani compressi e vederne la modificazione al variare della forza esercitata con la stecca.

*Cm 80x80, h 120; 35 kg; 220volts*



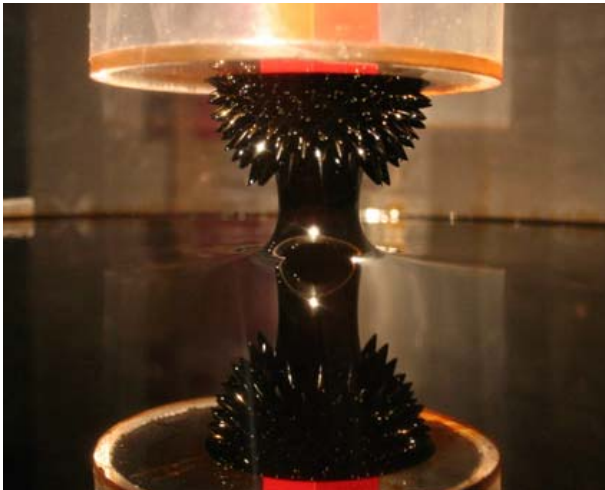
### ***Fluire e dissipare***



Il visitatore può posizionare su due profili identici coppie di contenitori cilindrici di uguale diametro e riempiti parzialmente o completamente con mezzi granulari (riso, sabbia, sferette metalliche). può osservare che a parità di quota di partenza, il cilindro in cui il mezzo granulare è libero di muoversi si arresta prima di quello in cui i grani si presentano in forma compatta. Responsabile dell'effetto è la dissipazione dell'energia attraverso l'attrito dinamico fra grano e grano e fra grani e pareti.

*Cm 80x200 h 130; 35 kg*

### ***Liquidi magnetici***



Polvere metallica estremamente fine, di dimensioni inferiori al millesimo di millimetro, è dispersa in un fluido viscoso che assume l'aspetto di un liquido scuro. Avvicinando al contenitore un magnete, il liquido si deforma generando figure inaspettate.

*Cm 80x80 h 140; 35 kg*

### ***Sabbia e acqua***



Una miscela di sabbie di diverso colore e dimensione è racchiusa in una vetro camera contenente dell'acqua. Il visitatore può ruotare la vetro camera ed osservare i vortici e le turbolenze che si vengono a creare. Quando la sabbia torna a depositarsi è invece possibile visualizzare strati di diverso colore che evidenziano schemi di deposizione interessanti.

*cm 170x60 h. 175; 60 kg*

## Movimento

Punti che cambiano posizione ad ogni istante, forme che mutano, traiettorie che si disegnano nello spazio... ecco il moto.

Se la geometria studia solo relazioni tra punti, qui si tratta di studiare relazioni tra istanti e posizioni.

E il tempo porta con se la molteplicità: le posizioni diverse di un singolo oggetto puntiforme in una frazione di secondo possono essere infinite.

E quello stesso punto può disegnare nello spazio traiettorie sinuose e intricate, curve ricche di forme e di dettagli... complesse, insomma!

Quanta più informazione è necessaria per costruire il moto, o quanto più lungo è il procedimento per farlo, tanto maggiore è la sua complessità. E si può arrivare al punto che una quantità finita d'informazione non basta per prevedere con sufficiente certezza quel che succederà... e questo è il caos...

### Traiettorie



Un pendolo che lascia sul suo percorso una traccia di sabbia, si muove nel campo di forza di sei magneti, descrivendo complesse e imprevedibili traiettorie

*Cm 110x110 h 190;50 kg*



### ***Doppio pendolo***



Il doppio pendolo è un oggetto che, pur essendo relativamente semplice, può mostrare comportamenti complessi. Se l'energia associata al moto risulta sufficiente, come nel caso qui presentato, esso seguirà delle traiettorie caotiche. Questo significa che piccole differenze nella posizione di partenza determinano traiettorie molto diverse. Per mettere in evidenza questo fatto abbiamo messo a confronto il comportamento di due doppi pendoli facendoli partire da una posizione pressoché identica. Si può facilmente constatare che dopo alcune oscillazioni in fase il moto dei due pendoli si differenzia e diventa impossibile prevederne l'evoluzione.

***Cm 80x160 h 150; 35 kg***

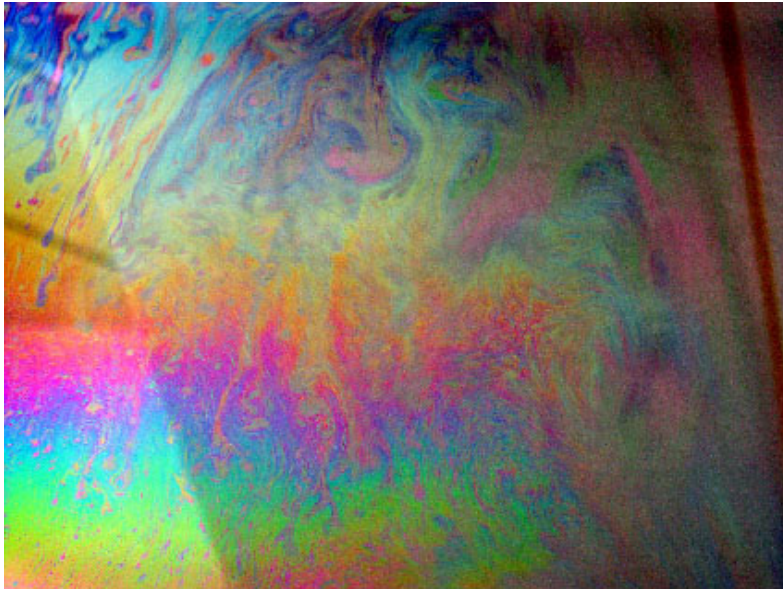
### ***La ruota di Lorenz***



Anche una semplice ruota può dare origine a un moto caotico. E' sufficiente montare sulla sua periferia alcuni piccoli contenitori forati sul fondo e porre il tutto sotto un getto d'acqua. regolando il flusso d'acqua la ruota può stare ferma, oscillare o ruotare in modo caotico.

***Cm 150x150 h 150; 70kg; 220 volts***

### ***Sapone stabile***



Un film sottile viene generato sollevando lentamente un tubo da una soluzione di acqua saponata. quando il film, formato da due pellicole di sapone separate da uno strato d'acqua scende disordinatamente sotto l'effetto della gravità, producendo variazioni irregolari di spessore. Mutevoli figure variopinte mettono in evidenza il moto turbolento dell'acqua all'interno del film.

*Cm 80x80 h 180; 35 kg*

### ***Le forme del suono***



Una piastra di ottone cosparsa di polveri viene fatta vibrare, percuotendola. Le sue oscillazioni tendono a concentrare le polveri pesanti nei nodi (le zone della piastra che non si muovono), mentre quelle leggere sono spinte nei ventri (o antinodi) dove le oscillazioni della piastra raggiungono le ampiezze massime.

*Cm 80x80 h 100; 15 kg*

### *Dinamiche granulari*



Una miscela di granulari diversi messa in vibrazione su una piastra forma figure somiglianti a paesaggi naturali. Si possono osservare fenomeni della deformazione spontanea dei cumuli, della segregazione di grani diversi, della convezione interna dei cumuli.

*Cm 80x80 h 85; 30 kg; 220 volts*



### ***Una sfera, cento sfere***



#### ***Una sfera, One sphere***

Il visitatore è invitato a far scendere alcune palline da ping-pong attraverso un percorso irto di ostacoli e ad osservare come si raccolgono nei contenitori posizionati alla fine del percorso. gli sarà facile constatare come, nonostante l'imprevedibilità del singolo evento, emerga una certa regolarità nel riempimento dei contenitori.

#### ***Cento sfere, A hundred spheres***

La postazione, strutturalmente identica alla precedente, permette di far scendere in successione un centinaio di sferette. Si può constatare, ripetendo l'esperimento, che esse si distribuiscono nei contenitori di raccolta con un profilo che si avvicina, all'aumentare del numero di sferette, a una curva a campana chiamata gaussiana che gioca un ruolo chiave in statistica.

***Due installazioni con supporto proprio 100x100 h.130***

### ***Atmosfera turbolenta***



Una grossa sfera trasparente piena di un liquido particolare può essere messa in rotazione a diverse velocità ed in entrambe le direzioni. Al suo interno compaiono dei vortici e delle turbolenze che evocano i movimenti caotici e turbolenti presenti nell'atmosfera terrestre.

*Cm 70x80 h 160; 20 kg; 220volts*

### ***Vortice di fuoco***



Una particolare struttura di plexiglass, posta attorno ad una piccola fiamma, consente di generare uno spettacolare vortice infuocato

*Cm 80x80 h 80; 20 kg*

### ***Tempesta di sabbia***



Una piccola elica mette in movimento l'acqua contenuta in un cilindro di plexiglas, sollevando così la sabbia posta sul fondo del cilindro. In poco tempo è possibile osservare la formazione di un piccolo vortice di sabbia.

*cm 60x60 h. 160; 35 kg; 220 volts*



## **Il gruppo di Semplice e Complesso**

### **Organizzazione**

Francesca Messina

### **Progettazione exhibit e coordinamento della produzione**

Filippo Sozzi

### **Allestimento e design exhibit**

Daniela Gaggero

### **Falegnameria**

Luciano Marigo, Filippo Novara, Alberto Ravazzolo

### **Dispositivi elettronici e meccanici**

Pietro Furlanetto, Manuele Gargano, Bruno Cottalasso

## **Edizioni precedenti**

La mostra ha già avuto diverse edizioni tra cui spiccano sedi prestigiose come Il Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia “Leonardo da Vinci” di Milano, o la Residenza del Presidente della Repubblica, Castelporziano Roma. In quest’occasione la mostra ha anche ricevuto il plauso del Presidente della Repubblica. Nel maggio del 2008 ha ricevuto il premio come “Best Exhibition” al Shanghai Science and Technology Festival.

### **Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia “Leonardo da Vinci” – Milano**

27 ottobre 2001 – 6 gennaio 2002

### **Palazzo Ducale di Genova**

23 febbraio – 24 marzo 2002

### **Telecom Italia Future Centre**

### **Convento di San Salvador – Venezia**

29 aprile – 1 giugno 2003

### **Palazzo Ducale di Genova nell’ambito del Festival della Scienza**

23 ottobre – 9 novembre 2003

### **Salone di Rappresentanza del Rettorato Università della Calabria - Cosenza**

20 marzo – 4 aprile 2004

### **Residenza del Presidente della Repubblica – Castelporziano, Roma**

10 – 25 maggio 2005

### **Collegi Universitari Cairoli e Santa Caterina da Siena - Pavia**

3 – ottobre 2005

### **Palazzo Ducale di Genova nell’ambito del Festival della Scienza**

27 ottobre – 7 novembre 2005

### **Museo dell’Automobile – Torino**

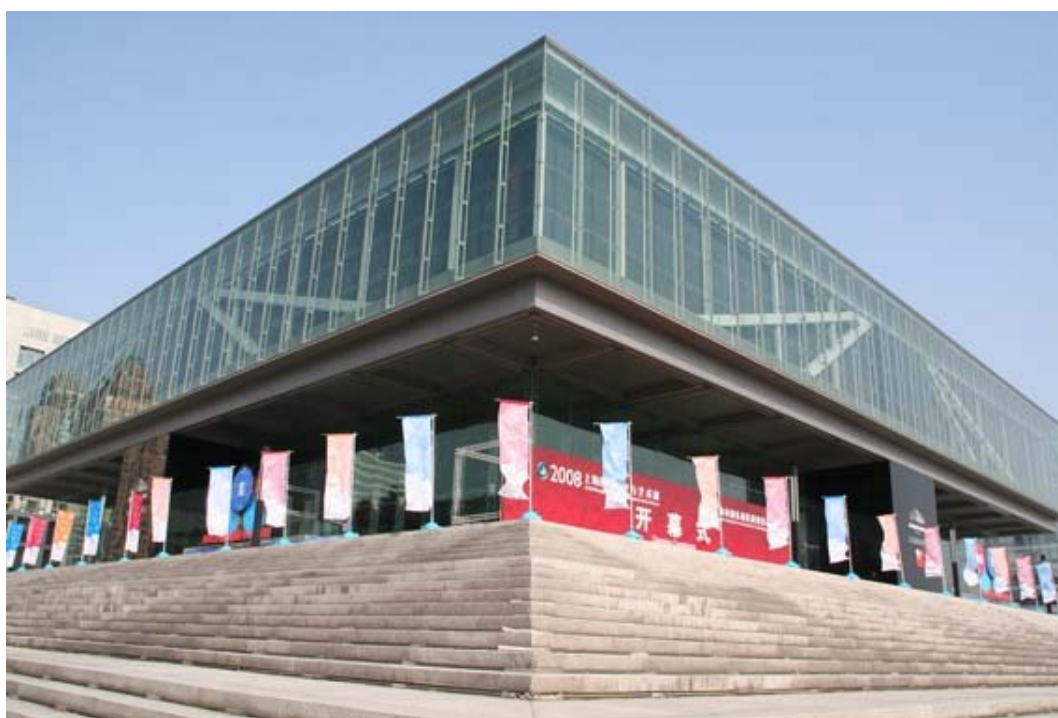
13 marzo – 7 maggio 2006

### **Shanghai Exhibition Centre – Shanghai (PRC)**

16 – 23 maggio 2008

*Cnr – Psc Genova, 30 giugno 2008*

Alcune immagini delle edizioni precedenti



*Shanghai Exhibition Centre – Shanghai (PRC)*



*Residenza del Presidente della Repubblica – Castelporziano, Roma*





*Museo dell'Automobile - Torino*



*Telecom Italia Future Centre, Convento di San Salvador – Venezia*



*Tutti i diritti riservati*  
**CNR - PSC**