



# "IL SIGNORE DEGLI ANELLI"





# "IL SIGNORE DEGLI ANELLI"



## I casi degli EVENTI COMPLESSI

**Eventi complessi:**

dependono dall'accadere (o non accadere) di due (o più) eventi componenti

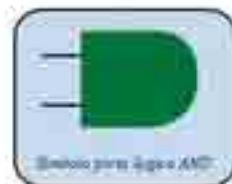
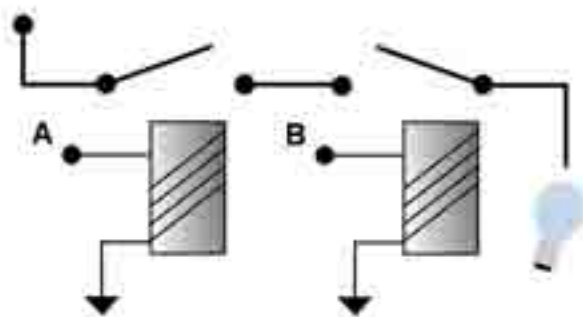
### funzione AND

**TUTTI** gli eventi di input devono accadere per dare luogo all'evento in uscita

*funzione AND tra due eventi A e B*

evento A	evento B	evento A AND B	
accade	accade	accade	accesa
accade	non accade	non accade	spenta
non accade	accade	non accade	spenta
non accade	non accade	non accade	spenta

Si può rappresentare *accade* e *non accade* tramite impulsi elettrici *avanti* e *spento*



#### Circuito AND

Una tensione positiva su A e B (entrambi gli eventi in situazione *accade*) attiva le elettrocalamite del relè facendo abbassare gli interruttori. In questo modo la lampada viene commessa ad una sorgente di tensione e si accende: valore di uscita *accade*. Se anche solo uno degli ingressi è aperto (situazione *non accade*) una delle elettrocalamite non verrà attivata e il circuito che porta alla lampada resta aperto. In questo modo la luce non si accende: valore d'uscita *non accade*.

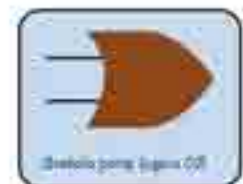
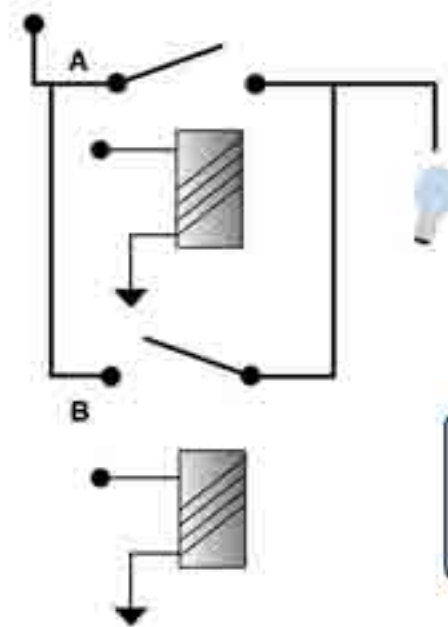
### funzione OR

**ALMENO UNO** degli eventi di input deve accadere per dare luogo all'evento in uscita

*funzione OR tra due eventi A e B*

evento A	evento B	evento A OR B	
accade	accade	accade	accesa
accade	non accade	accade	accesa
non accade	accade	accade	accesa
non accade	non accade	non accade	spenta

Si può rappresentare *accade* e *non accade* tramite impulsi elettrici *avanti* e *spento*



#### Circuito OR

Qualunque elettrocalamite venga attivata permette alla tensione positiva di accendere la lampadina

### La base deterministica dei calcolatori

Tutte le operazioni che può eseguire un calcolatore, anche le più complesse, sono una combinazione di tre semplici operazioni logiche **AND**, **OR**, e **NOT**. Combinandole opportunamente è possibile ottenere per esempio le quattro operazioni fondamentali: + - x :

## CIRCUITI e PROBABILITÀ

Abbiamo **DUE CIRCUITI LOGICI** dove gli interruttori **A, B, C, D** sono delle proposizioni che possono essere **vere** o **false**

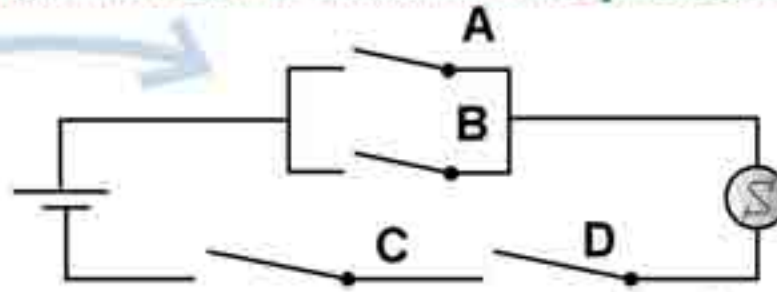


*gli interruttori A, B, C, D sono indipendenti*

*Probabilità della proposizione S di essere vera in relazione alle probabilità vero/falso di A, B, C, D*

Numero delle disposizioni aperto/chiuso dei 4 interruttori  $2^4 = 16$   
(stessa situazione rosso/nero del pannello 7)

interruttori **A, B**  
circuito tipo **OR**  
probabilità di verità **3/4**

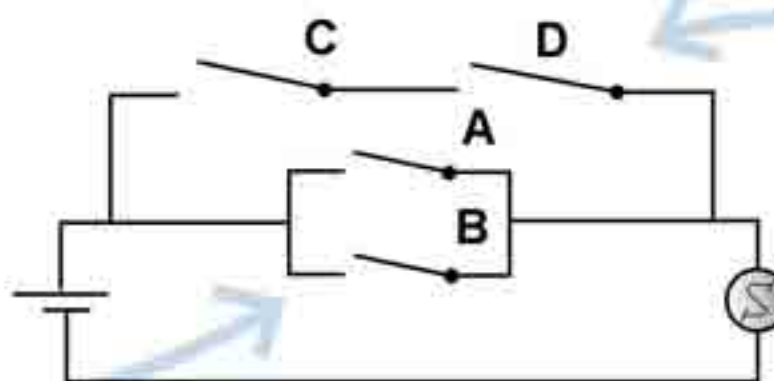


interruttori **C, D**  
circuito tipo **AND**  
probabilità di verità **1/4**

S vera se  
(A oppure B chiusi) e (C e D chiusi)  
probabilità di verità di S =  $3/4 \cdot 1/4 = 3/16$

Numero delle disposizioni aperto/chiuso dei 4 interruttori  $2^4 = 16$   
(stessa situazione rosso/nero del pannello 7)

interruttori **A, B**  
circuito tipo **OR**



interruttori **C, D**  
circuito tipo **AND**

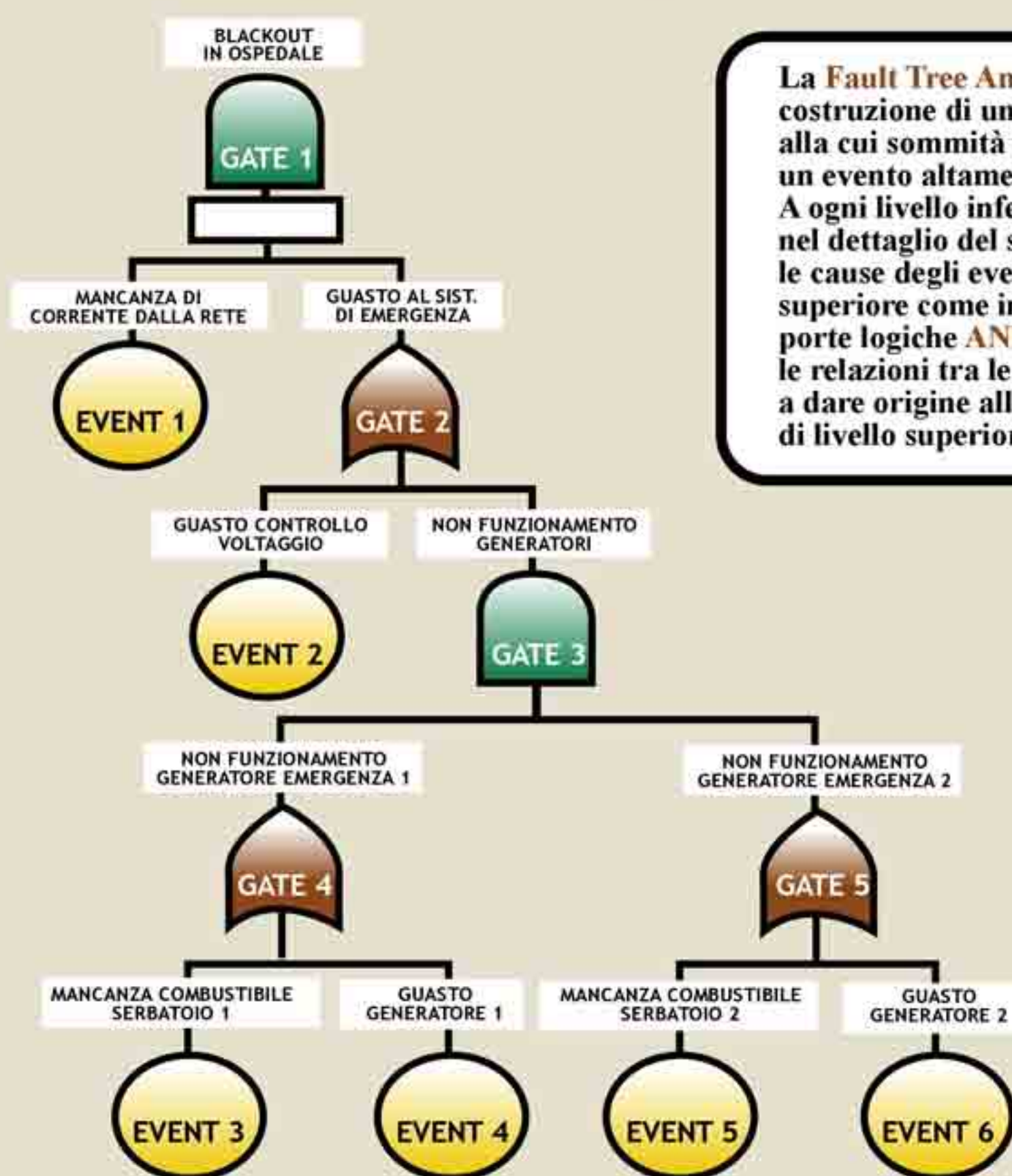
S vera se:  
(A e B chiusi) o (C chiuso) o (D chiuso)  
probabilità di verità di S =  $1 - 3/16 = 13/16$

## L'ALBERO dei GUASTI

Un evento importante come un incidente è il risultato di un insieme di circostanze, di un tessuto di piccole coincidenze, il cui accadimento simultaneo scatena fenomeni catastrofici

La teoria delle decisioni vuole che si considerino tutti gli eventi possibili attribuendo loro delle probabilità che esprimano la misura dell'incertezza sul loro accadimento

*Esprimendo la probabilità di ogni evento elementare, si può arrivare a calcolare la probabilità anche molto piccola dell'evento catastrofico*



La **Fault Tree Analysis** è basata sulla costruzione di un **albero logico** alla cui sommità viene posto un evento altamente indesiderato. A ogni livello inferiore si scende più nel dettaglio del sistema identificando le cause degli eventi del livello superiore come ingressi di opportune porte logiche **AND/OR** che descrivono le relazioni tra le cause necessarie a dare origine all'evento di livello superiore

### 5 cammini critici

- 1 - mancanza di corrente dalla rete **and** guasto del controllo voltaggio
- 2 - mancanza di corrente dalla rete **and** mancanza combustibile serbatoio 1 **and** guasto generatore 2
- 3 - mancanza di corrente dalla rete **and** mancanza combustibile serbatoio 1 **and** serbatoio 2
- 4 - mancanza di corrente dalla rete **and** guasto generatore 1 **and** mancanza combustibile serbatoio 2
- 5 - mancanza di corrente dalla rete **and** guasto generatore 1 **and** guasto generatore 2

## COINCIDENZE e INTERSEZIONI di EVENTI

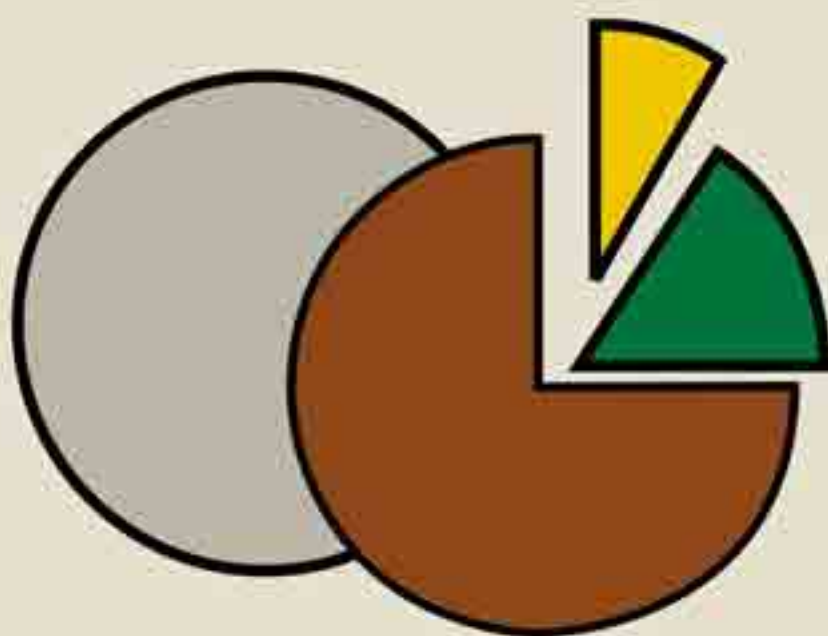
**La probabilità che un evento sia causato da una delle diverse cause che possono produrlo, è un aspetto molto importante della probabilità**

Accidenti o incidenti? Calzini spaiati o guasto in una centrale?  
I calcoli sono gli stessi: è una procedura che permette di utilizzare al meglio le informazioni

$$\text{PROBABILITA'} = \frac{(\text{probabilità della causa di esserci}) \cdot (\text{probabilità che produca l'evento})}{\text{somma delle probabilità che ci sia ciascuna delle cause e che ciascuna produca quell'evento}}$$

supponiamo queste probabilità di spaiare i calzini nell'arco di 24 ore:

tempo	durante 4 ore	durante 2 ore	durante 18 ore
probabilità di spaiare	$1/10.000.000 = 10^{-7}$	$1/1.000 = 10^{-3}$	$1/1.000.000 = 10^{-6}$



2 ore/24

$1/10.000.000$  si spaiano

$1 - 1/10.000.000 = 9.999.999/10.000.000$  non si spaiano

4 ore/24

$1/1.000$  si spaiano

$1 - 1/1.000 = 999/1.000$  non si spaiano

18 ore/24

$1/1.000.000$  si spaiano

$1 - 1/1.000.000 = 999.999/1.000.000$  non si spaiano

nell'arco delle 24 ore le probabilità si sommano, quindi

$$(4/24 \cdot 1/1.000) + (2/24 \cdot 1/10.000.000) + (18/24 \cdot 1/1.000.000) \approx 1/6.000$$

**A conti fatti la probabilità di spaiare nell'arco di 1 giorno è di 1 su 6.000, circa una volta in 16 anni e mezzo**

Probabilità accettabile per i calzini, rovinosa per un guasto grave tipo Chernobyl, tenuto conto che di centrali ce ne sono molte

# LA CONCORRENZA PERFETTA

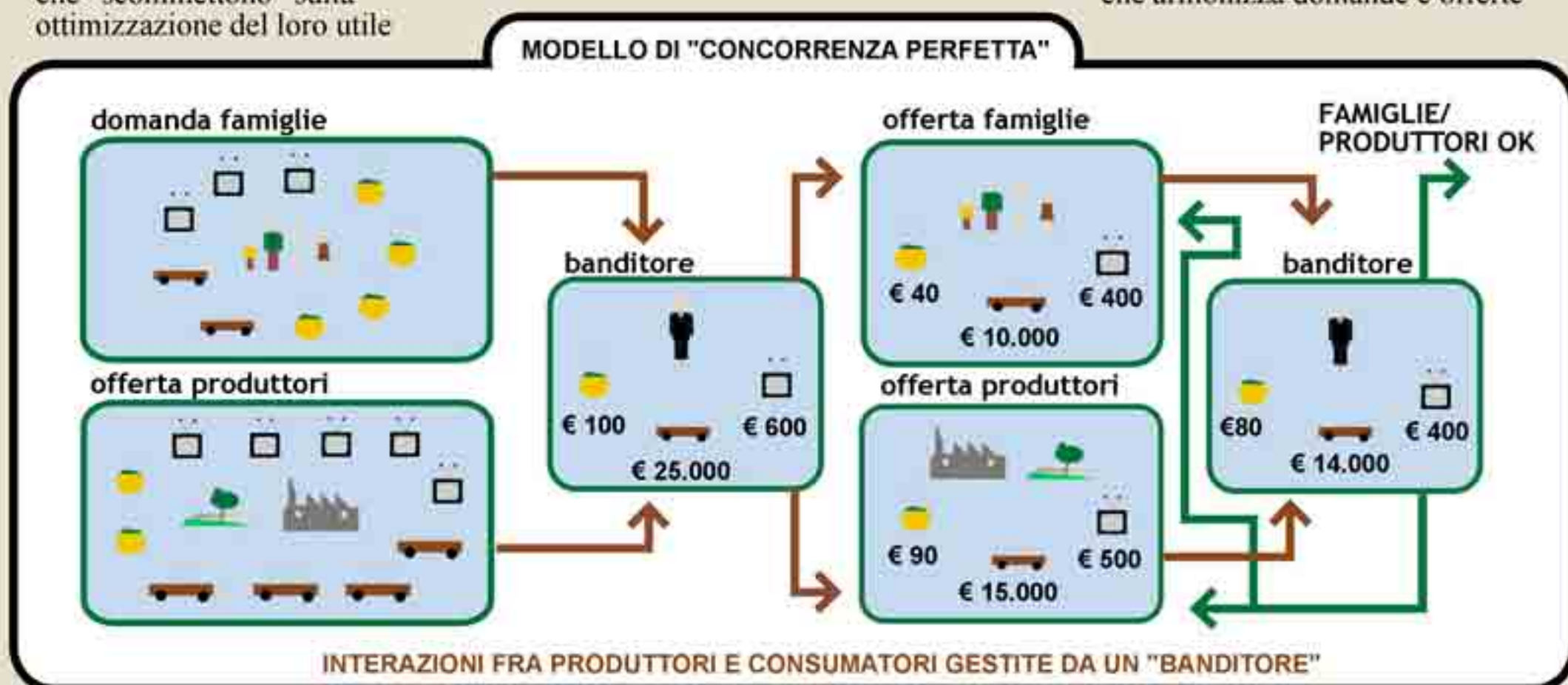
Come rendere soddisfatti i consumatori che acquistano beni e nello stesso tempo i produttori-venditori che li mettono sul mercato?

La matematica può darci la "formula della felicità"? Più concretamente, può elaborare una versione accettabile di quello che accade nel mercato?

Un tipo di modello prevede tre figure

**CONSUMATORI – PRODUTTORI**  
che "scommettono" sulla  
ottimizzazione del loro utile

**BANDITORE**  
che armonizza domande e offerte



Entrambi i soggetti hanno una strategia in base a cui comperano o vendono.

Strategia che può essere determinata da fattori soggettivi, da conoscenze non-quantitative, e da strumenti statistici.

Lo strumento statistico non è in grado di fornire una relazione deterministica (equazione) tra le variabili perché non sono note:

- né tutte le variabili
- né tutte le relazioni tra le variabili note
- né esistono relazioni costanti fra le cosiddette dimensioni economiche

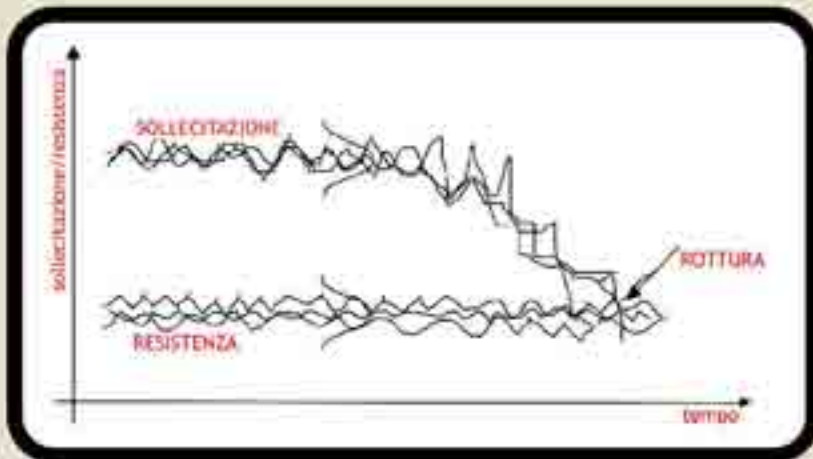
Tramite un'analisi raffinata e complessa di un adeguato insieme di dati, la statistica assegna delle probabilità agli eventi. La comprensione diventa il modo di trattare l'incertezza delle condizioni future.

## SICURAMENTE PROBABILE... MA IL MENO POSSIBILE!

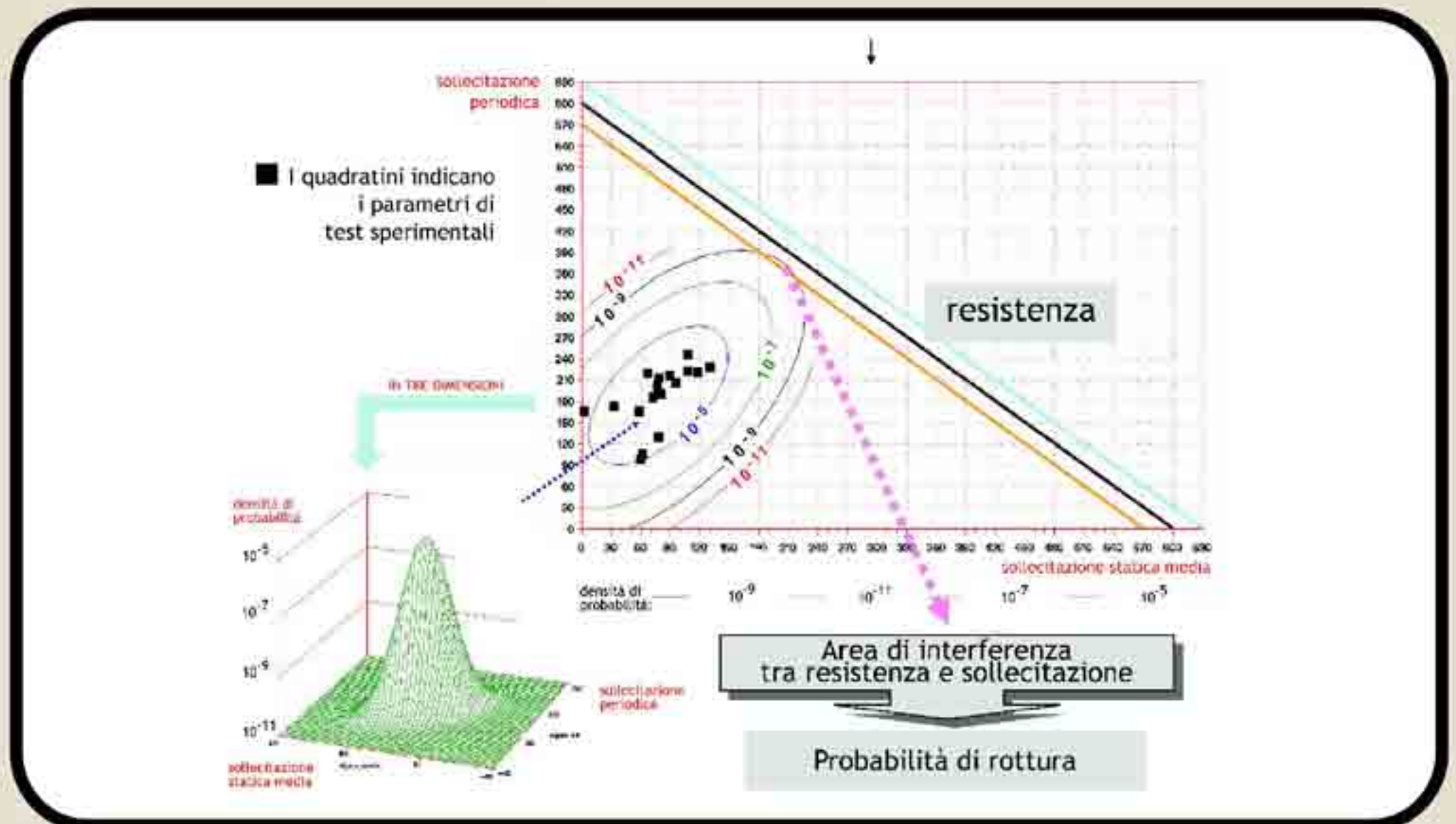
### LA PROGETTAZIONE PROBABILISTICA

*Perché un pezzo meccanico si rompe?*

Perché l'insieme delle sollecitazioni cui è sottoposto, nelle sue fluttuazioni "casuali" supera la resistenza del materiale, anch'essa affetta da "variabilità"

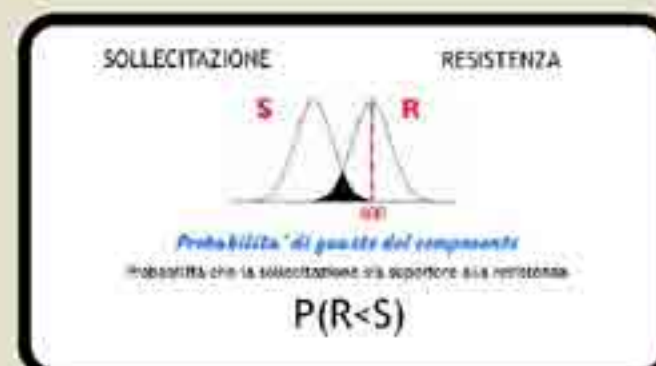


La progettazione classica prevede di considerare che la resistenza media sia "sufficientemente" maggiore della sollecitazione media. Questo "sufficientemente" è determinato dall'esperienza.



Nella progettazione probabilistica si valuta con gli elementi a disposizione, dati, calcoli, la distribuzione della resistenza e la distribuzione della sollecitazione. Si può quindi calcolare, con una formula integrale o con metodi numerici, la probabilità, anche se piccola, che la sollecitazione possa essere maggiore della resistenza.

Questa valutazione permette di guidare la progettazione verso soluzioni migliori, scartando quelle insufficienti.









## RITAGLI

### SONDAGGI

Funzione bivalente > conoscere una situazione  
> condizionare lo svolgimento di un fatto

Nel referendum francese sulla Costituzione europea i sondaggi davano il NO in calo, invece...

Al Festival di Sanremo alcuni cantanti hanno denunciato i gestori delle scommesse perché le quote assegnate alla vincita delle canzoni - stimate tramite sondaggi - influenzavano a loro parere le giurie del Festival. La magistratura ha dato ragione ai gestori perché le scommesse sono lecite.

L'esempio più clamoroso di sondaggi errati o menzogneri si è avuto in occasione del referendum del 12-13 giugno. Alcuni sondaggisti avevano previsto percentuali di votanti prossime al 50%. In cifra tonda se vota il 25%, a fronte di una previsione del 50%, l'errore relativo del sondaggista è del 100%.

**FRANCE** Dopo le proteste dei caristi e dei magistrati, la decisione della magistratura  
**Scommesso, avanti tutta. Per il giudice sono legittime**

Il giudice ha deciso di non...  
Il giudice ha deciso di non...  
Il giudice ha deciso di non...

### Il sì è in rimonta, Chirac spera

L'ultimo sondaggio dà i contrari al 51% - Molti indecisi

### I francesi sbattono la porta in faccia all'Europa



### RILEVAZIONI STATISTICHE

Si applicano ai più disparati casi: dai sopravvissuti alle valanghe, ai cellulari, dai sordi, alle vendite di libri, all'affidabilità dei test diagnostici. Le cifre sono fornite senza dare mai il margine di errore, mentre la statistica permette di fissare l' "intervallo di confidenza" cioè l'intervallo dentro cui il valore reale ha un'elevata probabilità di cadere.

In Italia le rilevazioni sui libri venduti sono fatte su un campione di 150 librerie. La classifica-vendite italiana assegna al libro più venduto - *Il codice da Vinci* - l'indice 100, il secondo classificato - *La forza della ragione* - ha indice 51, questo indica che ha venduto poco più della metà di copie del primo classificato. Tuttavia non si dice il numero assoluto di copie vendute, che invece appare nella classifica francese.

20 L'ESPRESSO 20 DICEMBRE 2001

Gli esperti italiani: sui decibel norme più severe. I segnali da non sottovalutare

### Traffico, cellulari, musica

## Uno su 10 non sente bene

Problemi anche per i giovani che stanno troppo con gli auricolari



### Belluno: soccorso giovane sciatore danese, scendeva fuoripista nonostante l'allarme

## Mezz'ora sotto la valanga, ritrovato vivo

Un giovane sciatore danese è stato ritrovato vivo dopo aver trascorso mezz'ora sotto una valanga. Il soccorritore ha trovato il giovane sciatore in un punto sicuro, dove era riuscito a rifugiarsi. Il giovane sciatore è stato trasportato in ospedale e si trova in buone condizioni.

### LE MERGOLI DEI BESTSELLER

Come vengono usati le copie dei libri e che impatto hanno sui lettori

## Vendite non classificate

Table with columns for book titles and sales figures. Includes a photo of a person in a library.

Titolo	Vendite
Il codice da Vinci	100
La forza della ragione	51
...	...

### Le probabilità di sopravvivenza

Le probabilità di sopravvivenza dipendono da molti fattori, tra cui l'età, lo stato di salute e le condizioni ambientali. In caso di emergenza, è importante rimanere calmi e seguire le istruzioni dei soccorritori.

# TRIANGOLO DI TARTAGLIA, DI PASCAL, E.... DI ALTRI PRIMA

Mettiamo i numeri naturali nella forma di un triangolo.

Con la regola: ogni numero è dato dalla somma dei due numeri soprastanti.

$$1 = 2^0$$

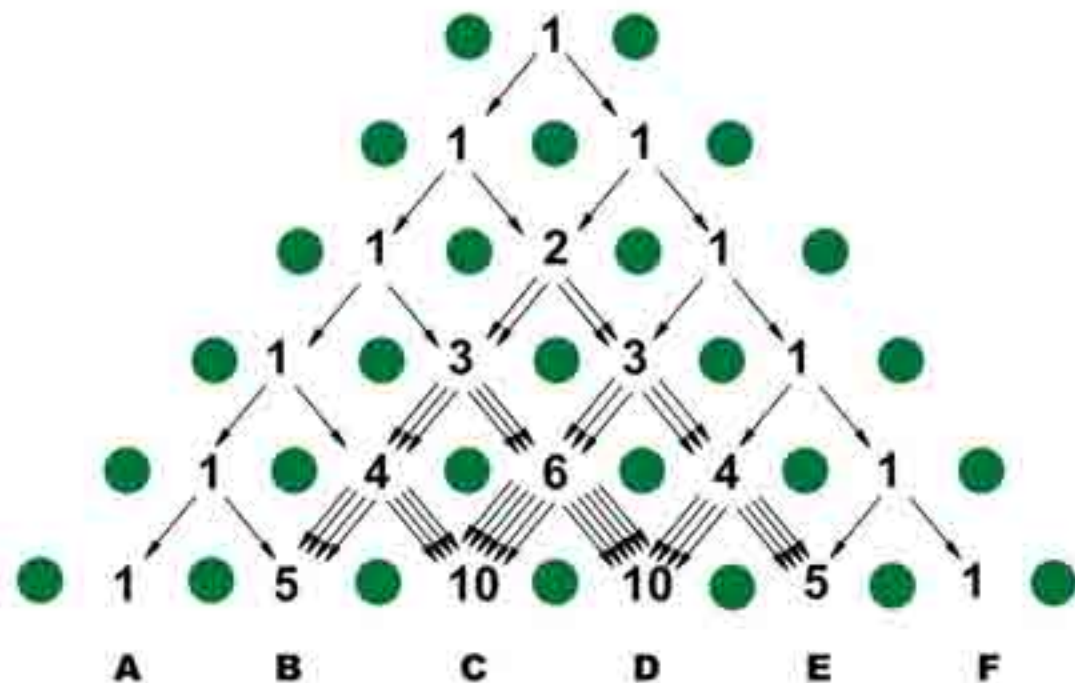
$$1 + 1 = 2 = 2^1$$

$$1 + 2 + 1 = 4 = 2^2$$

$$1 + 3 + 3 + 1 = 8 = 2^3$$

$$1 + 4 + 6 + 4 + 1 = 16 = 2^4$$

$$1 + 5 + 10 + 10 + 5 + 1 = 32 = 2^5$$



Ci sono  $32 = 2^5$  modi per arrivare in fondo

1 solo modo per arrivare alla casella **A**, probabilità  $1/32$

5 modi per arrivare alla casella **B**, probabilità  $5/32$

10 modi per arrivare alla casella **C**, probabilità  $10/32$

10 modi per arrivare alla casella **D**, probabilità  $10/32$

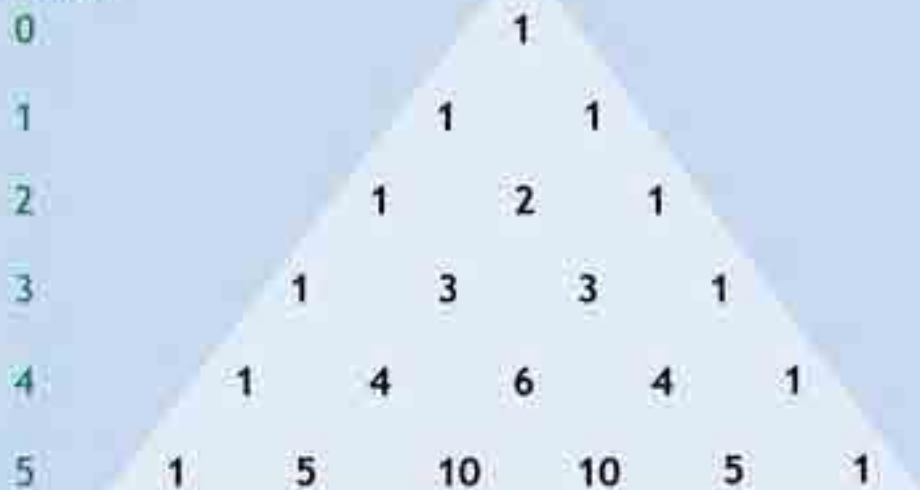
5 modi per arrivare alla casella **E**, probabilità  $5/32$

1 solo modo per arrivare alla casella **F**, probabilità  $1/32$

La tavola realizzata arriva fino a  $2^{14} = 16.384$  modi diversi per arrivare alle 15 caselle finali

## PRENDIAMO IL TRIANGOLO DI TARTAGLIA-PASCAL E GIOCHIAMO A TESTA O CROCE

numero dei lanci  
della moneta



numero totale di  
disposizioni

$$1 = 2^0$$

$$2 = 2^1$$

$$4 = 2^2$$

$$8 = 2^3$$

$$16 = 2^4$$

$$32 = 2^5$$

0 1 2 3 4 5 numero delle volte che esce croce

**Leggiamo l'ultima riga del triangolo:**

**5 monete lanciate insieme (o 5 lanci di una moneta)  
possono presentare 32 diverse disposizioni**

probabilità su 5 lanci che esca 0 volte croce =  $1/32$

probabilità su 5 lanci che esca 1 volta croce =  $5/32$

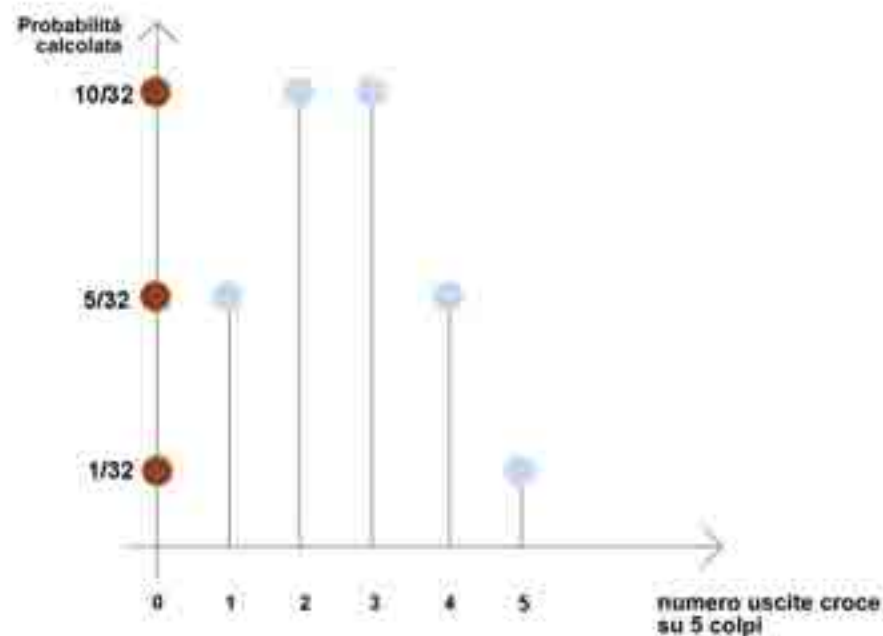
che esca 2 volte croce =  $10/32$

3 volte croce =  $10/32$

4 volte croce =  $5/32$

5 volte croce =  $1/32$

**Il caso - quando è benigno - rispetta delle regole**



## DAL MATEMATICO ALL'EMPIRICO

*Il triangolo reale rispecchia il triangolo matematico?*

La condizione è che per ogni piolo incontrato, la biglia abbia esattamente probabilità  $1/2$  di andare a destra e  $1/2$  di andare a sinistra.

*In che misura questo avviene?*

Provando ci si rende conto che:

- imperfezioni nella costruzione del triangolo
- diametro delle biglie
- inclinazione del piano

incidono fortemente sulla traiettoria delle biglie, portando a risultati anche molto diversi dal calcolo matematico.

Si tenga conto che il diametro e le distanze dei pioli sono qui parametri prefissati.

# IL CASO E GLI ERRORI, OVVERO LA CURVA DI GAUSS

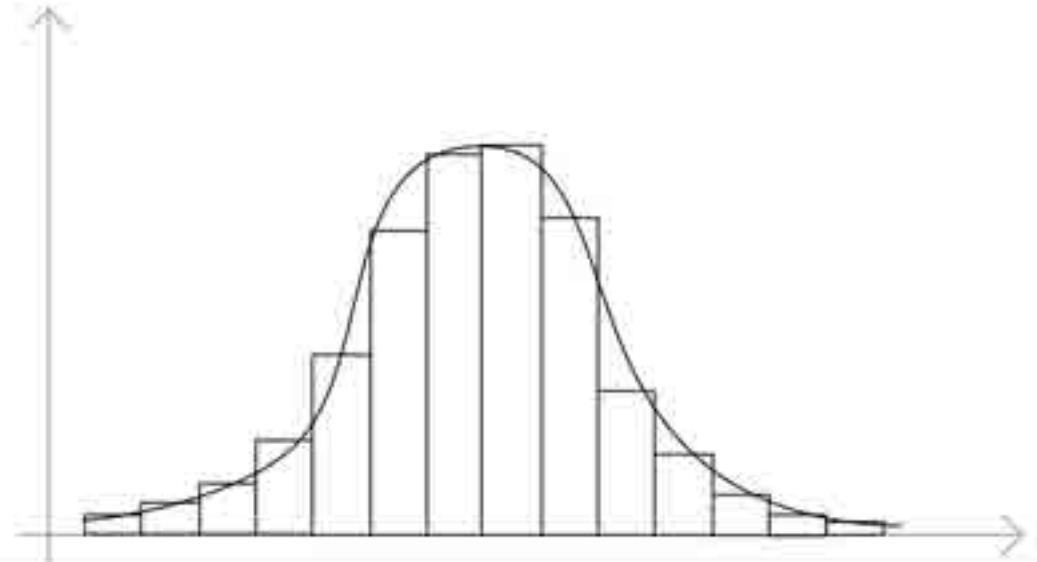
Quando misuriamo una qualsiasi grandezza **commettiamo sempre degli errori.**

Se gli errori sono **benigni** (errori accidentali non sistematici) succede che:

- è più probabile commettere errori piccoli che non errori grandi
- l'errore più probabile è l'errore nullo
- non esistono per principio limiti all'entità dell'errore
- la probabilità degli errori in eccesso è uguale alla probabilità degli errori in difetto

**ALLORA**

**Le misure si distribuiscono secondo la celebre curva a campana**



La curva gaussiana – detta anche distribuzione normale – descrive l'andamento di molti fenomeni, un esempio è la distribuzione dei pesi e delle altezze, delle persone. In generale i fenomeni con classi centrali numerose, altamente probabili, e una progressiva quanto simmetrica diminuzione della probabilità rispetto ad esse.

# L'AGO DI BUFFON, UN CASO DI PROBABILITÀ GEOMETRICA

*Il naturalista francese Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788) ha escogitato un curioso sistema per il calcolo di  $\pi = 3,14$ :*

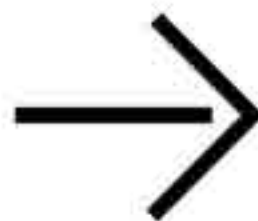
dato un fascio di rette parallele equidistanti

dato un ago di lunghezza pari alla distanza delle rette

si faccia cadere A CASO l'ago sul fascio di rette

**PIU' aumenta il numero dei lanci, PIU' il rapporto**

**numero di volte che l'ago tocca una delle parallele**  
**numero complessivo dei lanci**



SI APPROSSIMA a

$$\frac{2}{\pi}$$

La probabilità "classica" è data da  $\frac{\text{casi favorevoli}}{\text{casi possibili}}$

Nella probabilità geometrica i casi possibili e i casi favorevoli sono entrambi in numero infinito, ciò non toglie che il loro rapporto sia un numero finito.

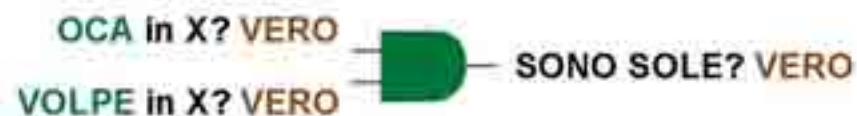
# LA MACCHINA “RISOLVI INDOVINELLI”

Sfruttando le idee illustrate nei pannelli 9 e 10, si può provare a “giocare” con i congegni elettromeccanici e costruire qualcosa di semplice e divertente. Vi ricordate il vecchio indovinello del contadino che deve traghettare dalla sponda di un fiume all'altra la volpe, il granturco e l'oca su una piccola barca che può trasportare al massimo uno alla volta di essi? Bene, con la logica di Boole, i relè e un po' di fantasia possiamo costruire un circuito come quello in esposizione che ci consente di risolvere passo per passo l'indovinello, avvisandoci se in qualche momento stiamo tentando una mossa pericolosa!

Gli indovinelli di questo tipo prevedono una sola soluzione rigorosa, ed è proprio in casi simili che uno strumento deterministico come la logica di Boole può essere d'aiuto. Tutto si basa, come prima, sulla possibilità di eseguire operazioni logiche su proposizioni in modo automatico. Facciamo un esempio: la nostra scelta porta come conseguenza pericolosa di lasciare sole su una sponda **l'oca e la volpe insieme**? Un circuito logico analizza le proposizioni che caratterizzano questa situazione.

**L'OCA è sulla sponda A**    **E**    **La VOLPE è sulla sponda A**

Allora automaticamente si accende la spia che indica **PERICOLO!** → → → →



Naturalmente **le due proposizioni sono semplicemente dei segnali elettrici a cui noi associamo un significato semantico**, e proprio in base alla nostra conoscenza su:

1. il loro significato
2. la conseguenza che comporta la verità di entrambe le frasi

scegliamo l'**and** come logica discriminativa tra una situazione di pericolo e una tranquilla. (Vi ricordate la tabella di verità dell'**and** vista in precedenza?)

Ovviamente c'è anche un'altra situazione di pericolo che porta ad uno schema identico, cioè l'oca sola con il granturco. Bisogna tenere conto contemporaneamente di queste possibilità, infatti vogliamo che la spia si accenda **se è vera anche solo una di queste due situazioni di pericolo!**

**Siamo in pericolo se:**

**OCA sola con la VOLPE O OCA sola con il GRANTURCO** → → → → →

È necessario quindi il circuito logico **or** che unisca le due proposizioni uscenti dagli **and** visti prima, pilotando l'accensione della spia luminosa.

