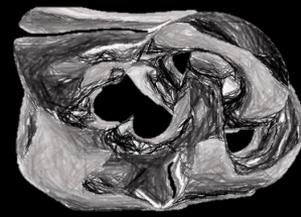




Alle Radici dell'Informatica: Semplicità o Complessità?

Prof. Gianluigi Greco
Dipartimento di Matematica e Informatica
Università della Calabria

Sommario



INTRODUZIONE

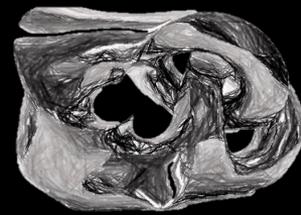
PROBLEMI E ALGORITMI

LA ZONA GRIGIA

LA QUESTIONE $P=NP?$

STUDIARE INFORMATICA

Sommario



INTRODUZIONE

PROBLEMI E ALGORITMI

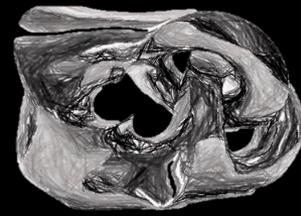
LA ZONA GRIGIA

LA QUESTIONE $P=NP?$

STUDIARE INFORMATICA



Dove Tutto Ebbe Inizio...



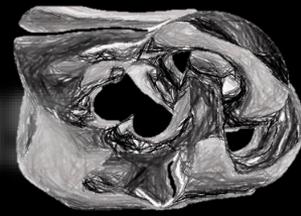
- ▶ Una lettera andata perduta...
 - ▶ Anno: 1956
 - ▶ Destinatario: John von Neumann
- ▶ ...con una domanda

P=NP?



Kurt Gödel (1906-1978), di origini austriache e naturalizzato statunitense, è stato uno dei più grandi logici del novecento, noto soprattutto per i suoi lavori sull'incompletezza delle teorie matematiche. Dopo il ritrovamento della lettera indirizzata a von Neumann divenne un punto di riferimento anche per la comunità dell'informatica teorica.

Millennium Prize Problems

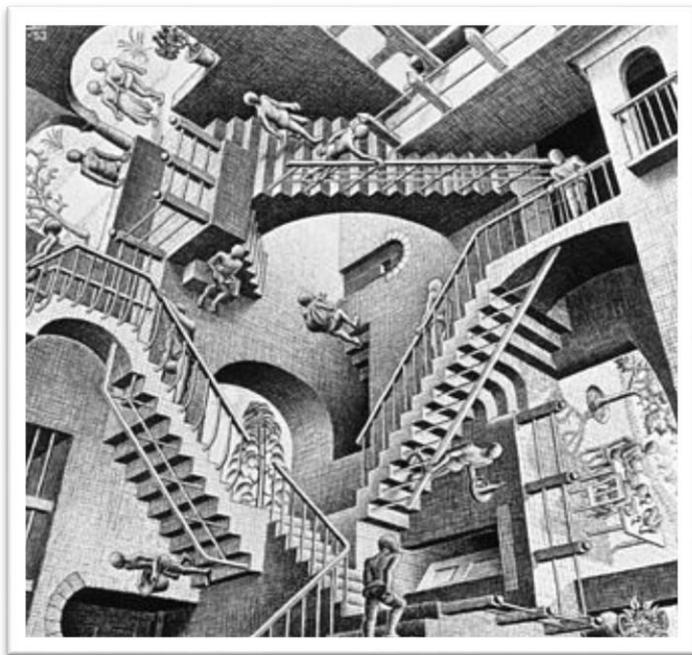
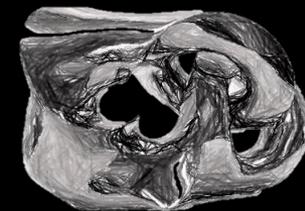


- ▶ Si tratta di 7 problemi indicati dall'Istituto Matematico Clay
 - ▶ P versus NP
 - ▶ Poincaré conjecture
 - ▶ Hodge conjecture
 - ▶ Riemann hypothesis
 - ▶ Yang–Mills existence and mass gap
 - ▶ Navier–Stokes existence and smoothness
 - ▶ Birch and Swinnerton-Dyer conjecture
- ▶ **Chiunque risolva un problema riceverà 1 milione di dollari**

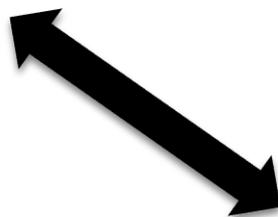
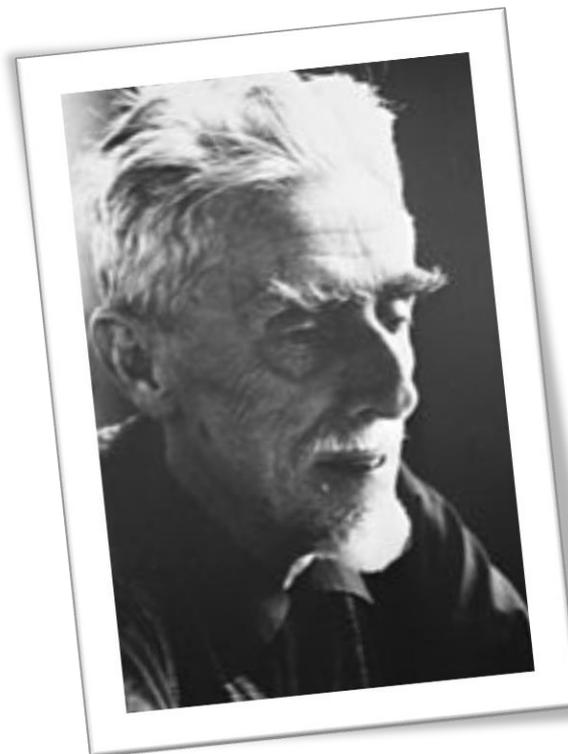


CLAY
MATHEMATICS
INSTITUTE

Curiosità [1]

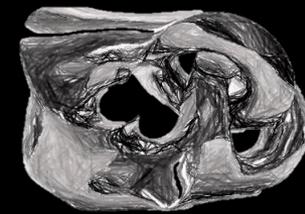


M. C. ESCHER
RELATIVITY, 1953



CLAY
MATHEMATICS
INSTITUTE

Curiosità [2]



- ▶ Uno dei 7 problemi è stato risolto nel 2006
 - ▶ Poincaré conjecture

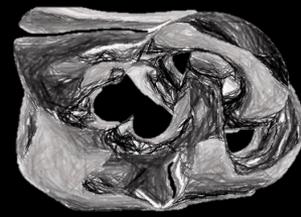


- ▶ Ha rifiutato il premio...
- ▶ ...così come la Medaglia Fields
- ▶ Dal 2007 vive senza contatti con il mondo esterno
 - ▶ Ipotesi che stia lavorando su un altro millenium prize



GRIGORY PERELMAN

Sommario



INTRODUZIONE

PROBLEMI E ALGORITMI

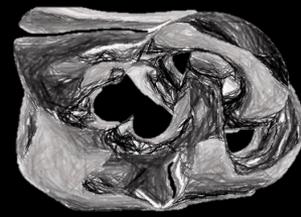
LA ZONA GRIGIA

LA QUESTIONE $P=NP?$

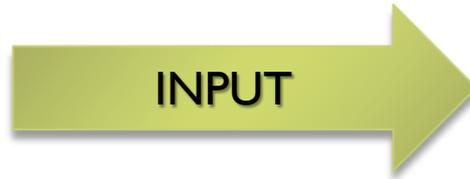
STUDIARE INFORMATICA



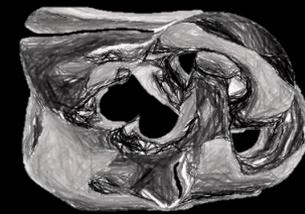
Problemi



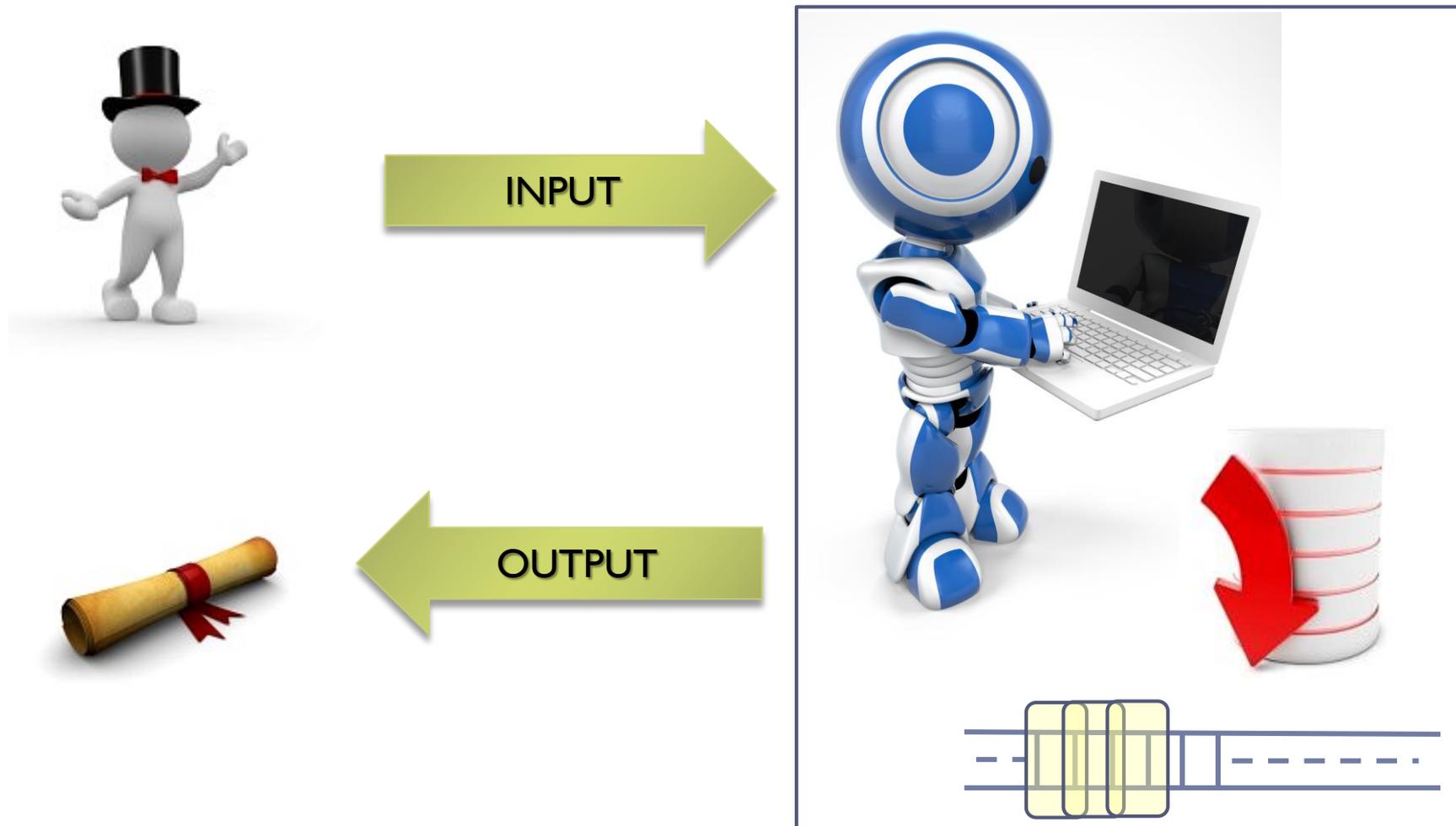
- ▶ Ricerca di un certificato di nascita

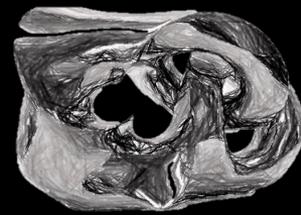


Soluzioni Informatiche



- ▶ Ricerca di un certificato di nascita





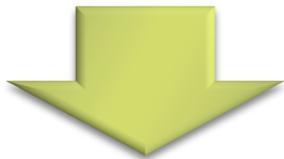
▶ Elementi Cardine

▶ Struttura Dati

- ▶ Ad esempio, i documenti sono memorizzati come una «lista»

▶ Algoritmo

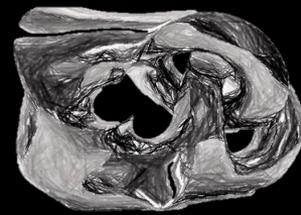
- ▶ Ad esempio, scandisco uno per uno gli elementi della lista



**PROGRAMMAZIONE
di COMPUTERS**



Storia del Computer



1300 DC
ABACO



1643
PASCALINA
BLAISE PASCAL



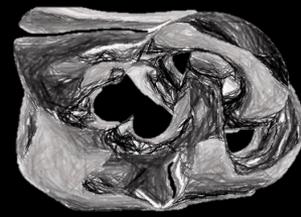
1674
CALCOLATRICE A PASSI
GOTTFRIED LEIBNITZ



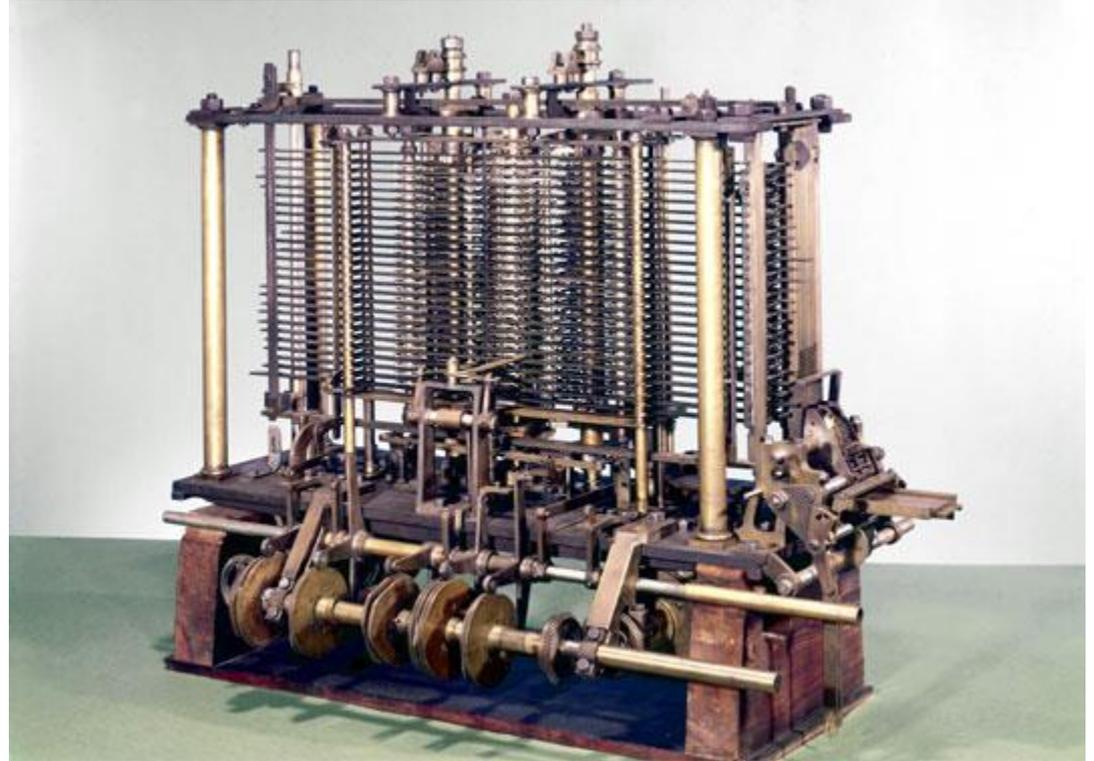
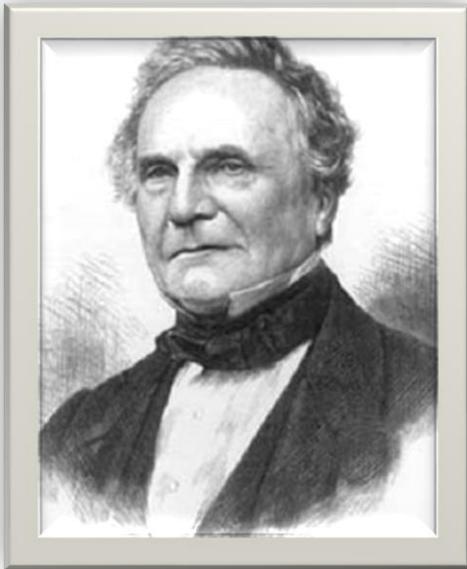
1820
ARTIMOMETRO
THOMAS DE COLMAR



Storia del Computer

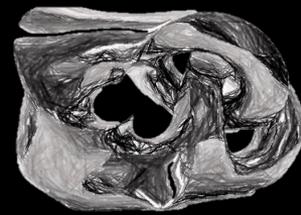


1835
MACCHINA ANALITICA
CHARLES BABBAGE

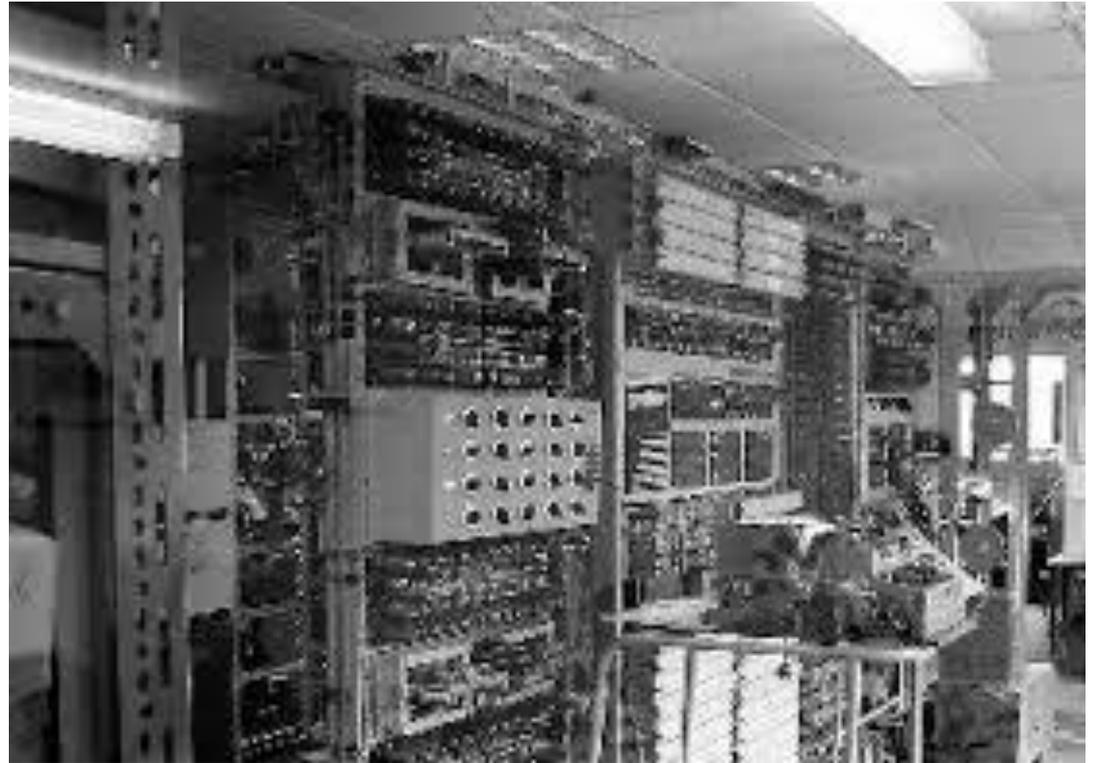
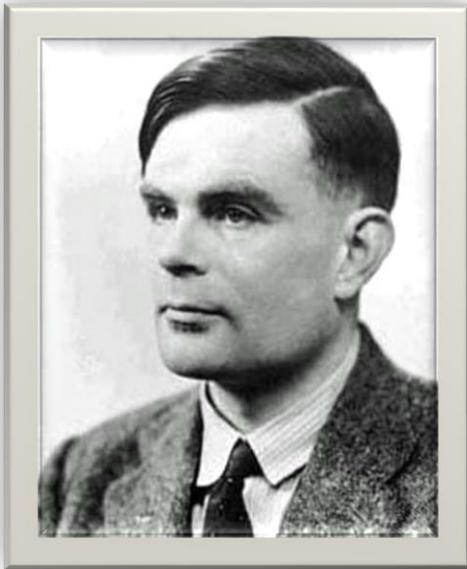


Nei progetti di Babbage la macchina analitica doveva essere alimentata da un motore a vapore e doveva essere lunga **più di 30 metri per 10 metri di profondità**. I dati d'ingresso ed il programma sarebbero stati inseriti tramite **schede perforate**, metodo già utilizzato per programmare i telai meccanici dell'epoca e che verrà utilizzato anche dai primi computer. I dati di uscita sarebbero stati prodotti da uno stampatore e da un arco in grado di tracciare curve.

Storia del Computer

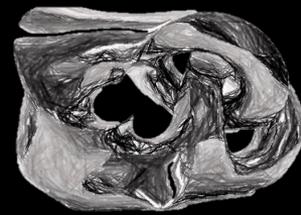


1943
COLUSSUS
ALAN TURING + MAX NEWMANN

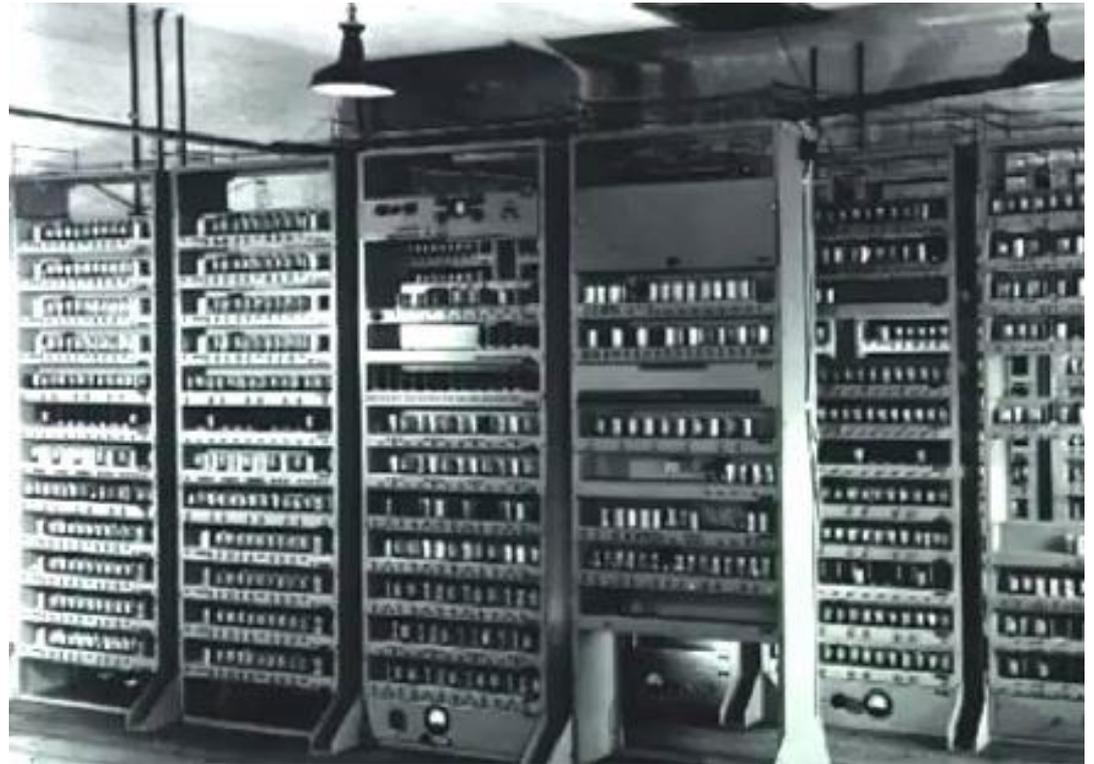


Il Colossus è stato costruito e messo in opera nel Regno Unito, durante la seconda guerra mondiale. Fu in grado di forzare i codici sviluppati dalla cifratrice Lorenz SZ 40/42 (**Enigma**) usata dai tedeschi per proteggere la corrispondenza fra Adolf Hitler e i suoi capi di stato maggiore. Il suo contributo alla vittoria finale fu così importante che alla fine della guerra Churchill lo fece distruggere.

Storia del Computer

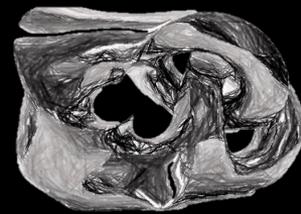


1944 -> 1952
MARK I, ENIAC, EDVAC
JOHN VON NEUMANN



L'ENIAC è stato il primo calcolatore digitale a **circuiti elettronici senza parti meccaniche** 'General-Purpose' **programmabile tramite cablaggio interno** (fili ed interruttori). L'EDVAC ne perfeziona il concetto di programmabilità, in quanto i programmi sono incorporati nella memoria della macchina.

Programmazione??



5

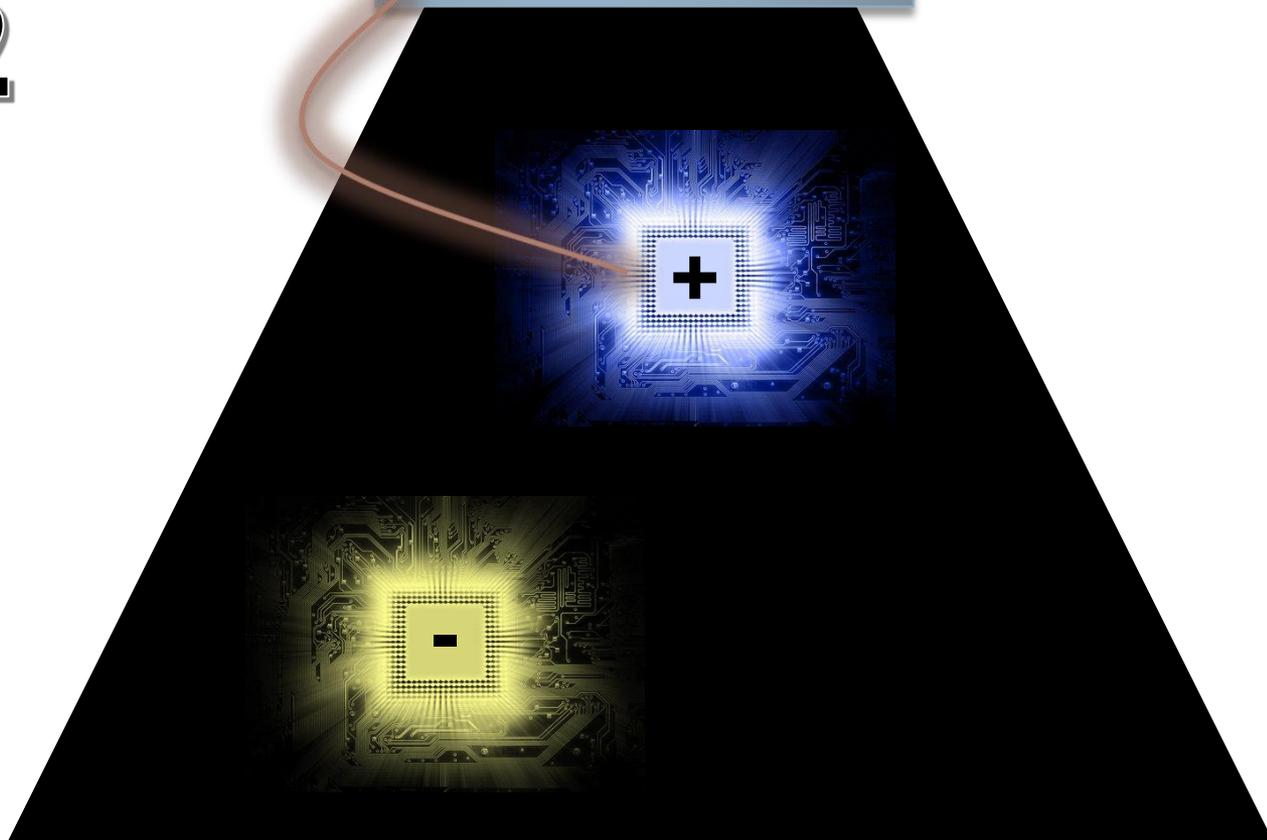


COMPUTER

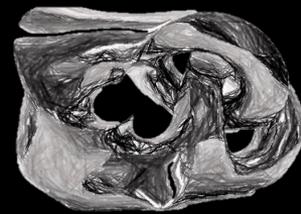


7

2



Programmazione?



5

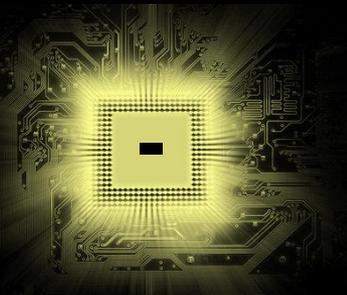
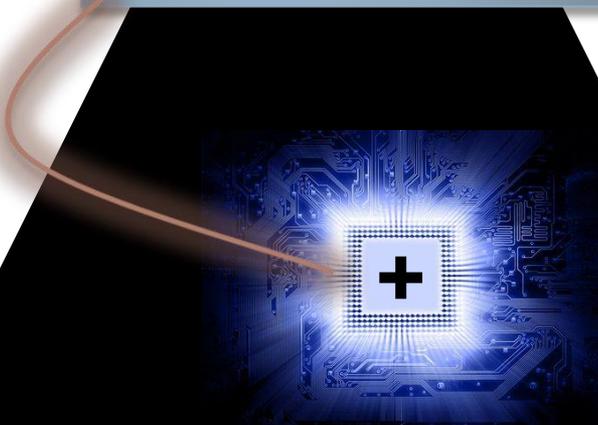


COMPUTER

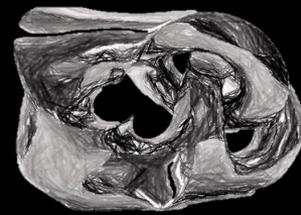


7

2



Programmazione?



5

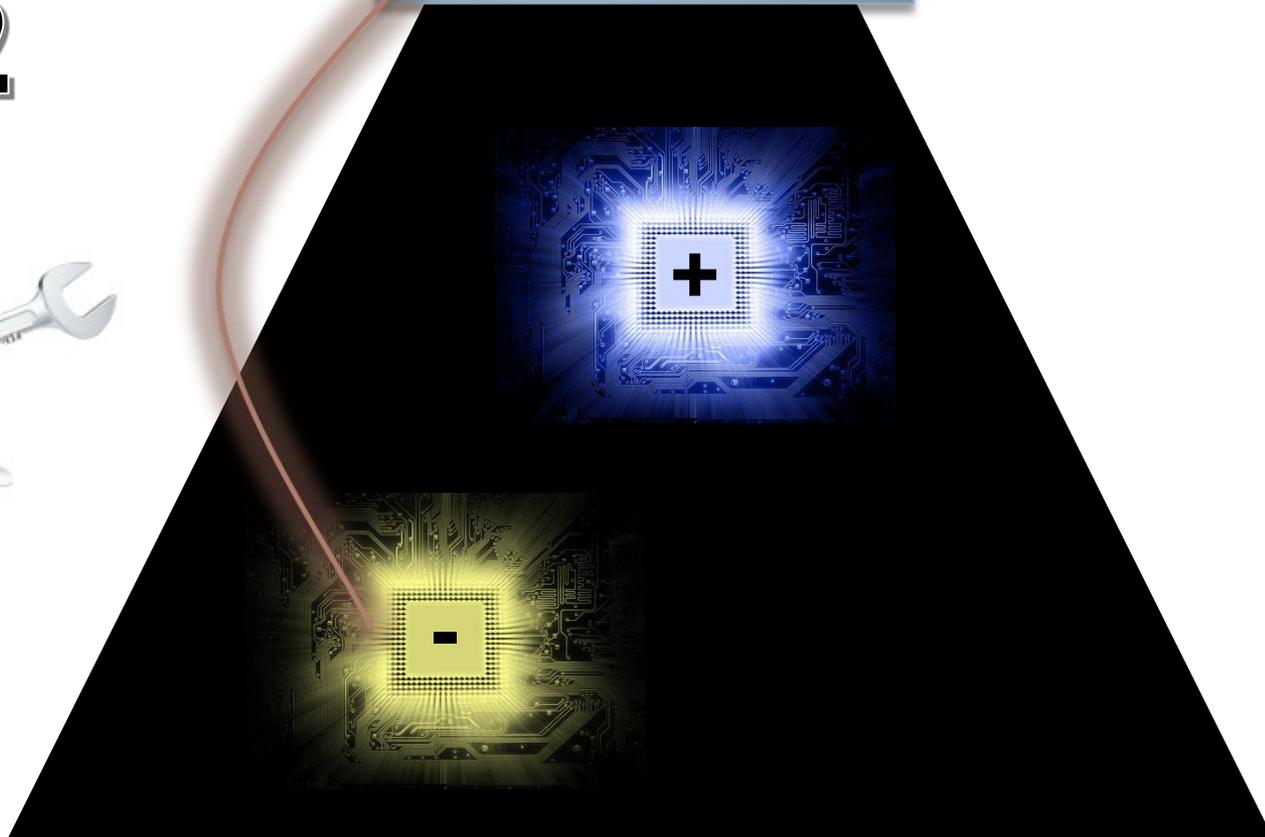


COMPUTER

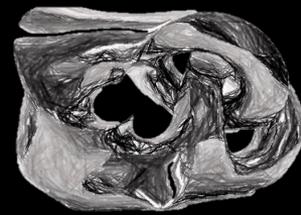


3

2

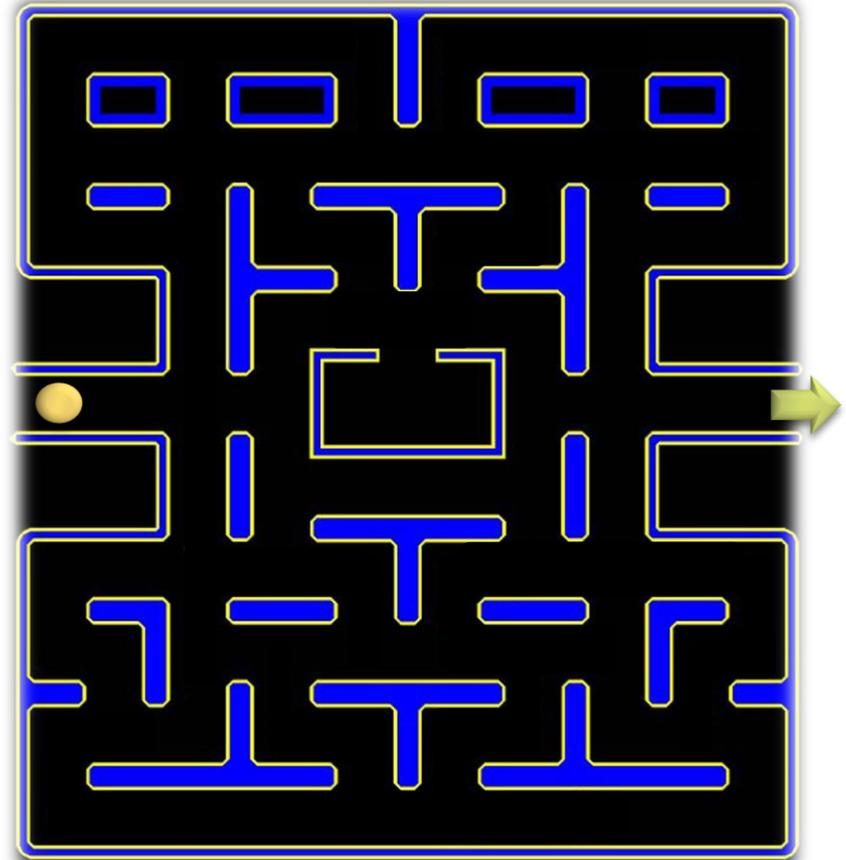


Altro Esempio...

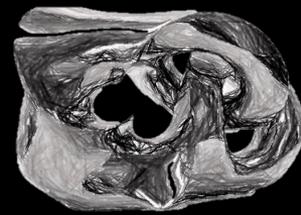


OPERAZIONI DISPONIBILI: → ← ↓ ↑

PROGRAMMA:



Altro Esempio...



OPERAZIONI DISPONIBILI: → ← ↓ ↑

PROGRAMMA:

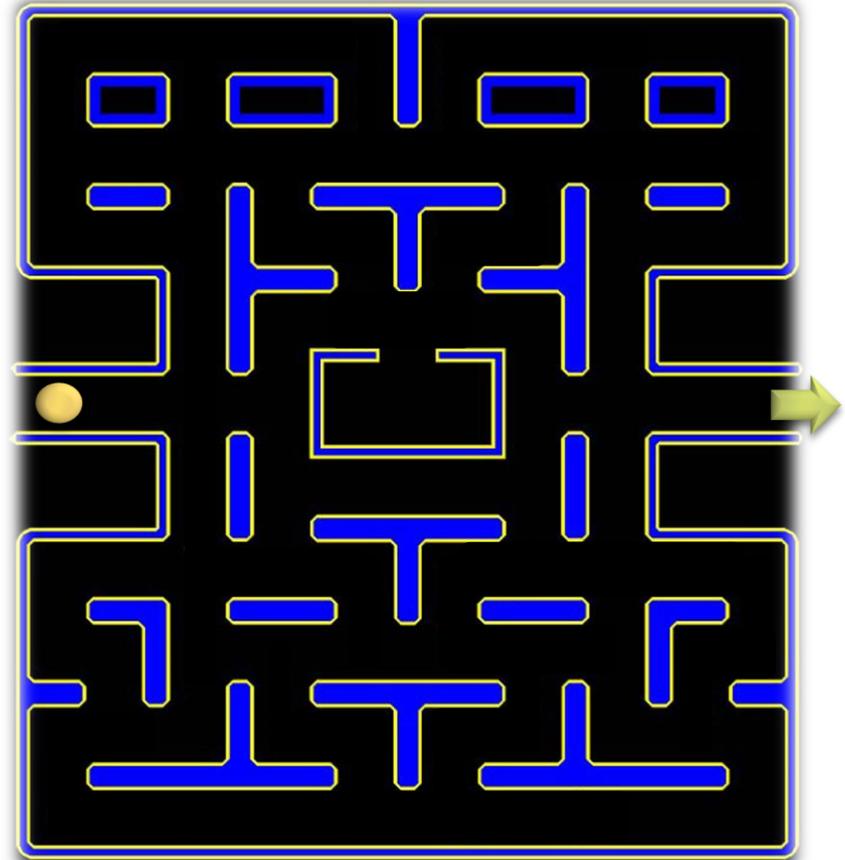
1 →

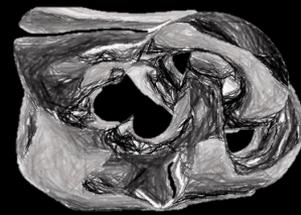
2 ↑

3 →

4 ↓

5 →





▶ Elementi Cardine

▶ Struttura Dati

- ▶ Ad esempio, i documenti sono memorizzati come una «lista»

▶ Algoritmo

- ▶ Ad esempio, scandisco uno per uno gli elementi della lista

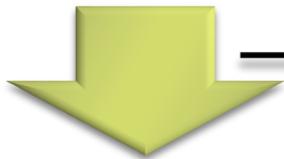


Competenze Metodologiche

- Progettisti

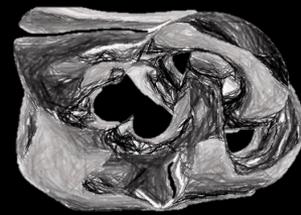
Competenze Tecnologiche

- Programmatori
- Sviluppatori



**PROGRAMMAZIONE
di COMPUTERS**

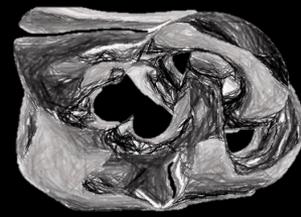
Un Altro Problema



- ▶ Il Sindaco del Comune ha deciso, a fini promozionali, di celebrare con una festa pubblica il residente più longevo, magari ultracentenario.
- ▶ In termini astratti, abbiamo dunque a che fare con un insieme di residenti le cui informazioni anagrafiche sono tutte digitalizzate.
- ▶ Il nostro problema è questa volta quello di individuare, all'interno di questo insieme, il residente più anziano.

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

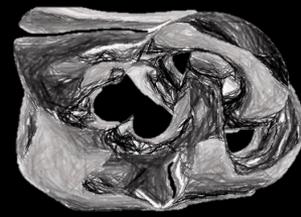
Algoritmo 1



- ▶ Prendiamo «R1»
 - ▶ Confrontiamo con R2,...R9
 - ▶ Se è sempre più anziano, allora R1 è veramente il festeggiato!

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

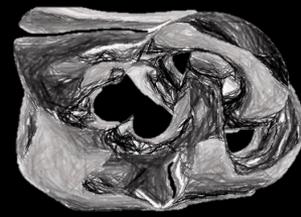
Algoritmo 1



- ▶ Prendiamo «R1»
 - ▶ Confrontiamo con R2,...R9
 - ▶ Se è sempre più anziano, allora R1 è veramente il festeggiato!

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

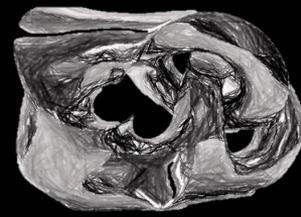
Algoritmo 1



- ▶ Prendiamo «R2»
 - ▶ Confrontiamo con R1,R3,...R9
 - ▶ Se è sempre più anziano, allora R1 è veramente il festeggiato!

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

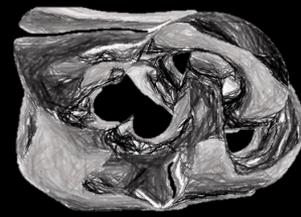
Algoritmo 1



- ▶ Prendiamo «R3»
 - ▶ Confrontiamo con R1,R2,R4,...R9
 - ▶ Se è sempre più anziano, allora R1 è veramente il festeggiato!

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

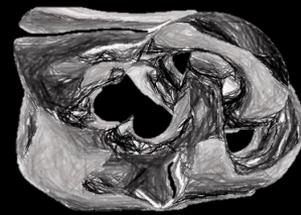
Algoritmo 1



- ▶ Prendiamo «R4»
 - ▶ Confrontiamo con R1,R2,R4,...R9
 - ▶ Se è sempre più anziano, allora R1 è veramente il festeggiato!

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 1

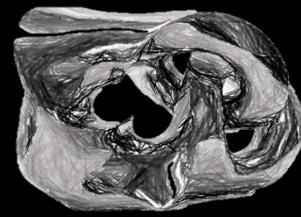


► Analisi

- Nel caso peggiore, ogni residente è confrontato con tutti gli altri
- Se ho n residenti, il numero di confronti è
 - $n \times (n-1)$

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

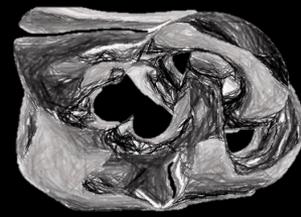
Algoritmo 2



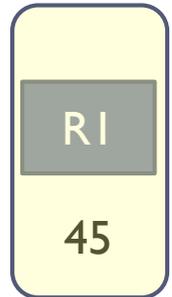
- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

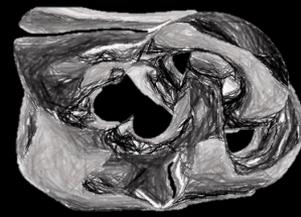


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1

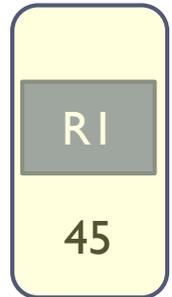


R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

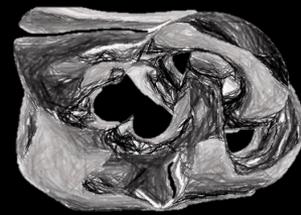


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti

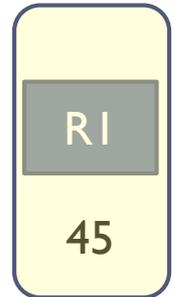


R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

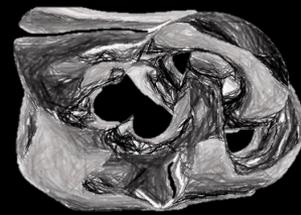


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti

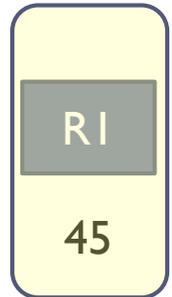


R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

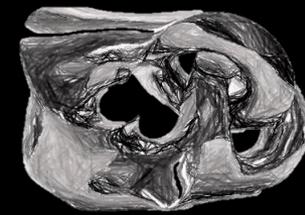


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti

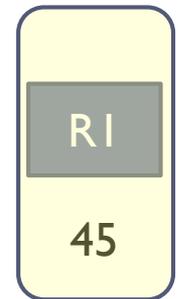


R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

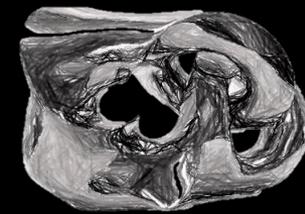


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»

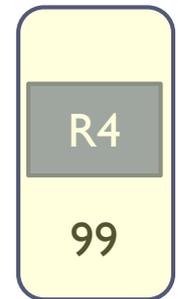


R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

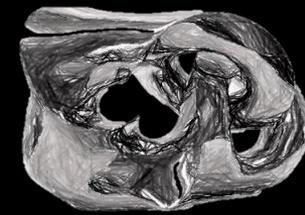


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»

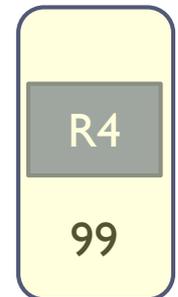


R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

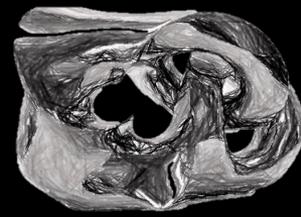


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»
 - ▶ e riprendo



R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

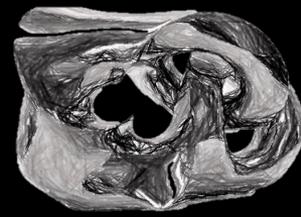


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»
 - ▶ e riprendo



R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

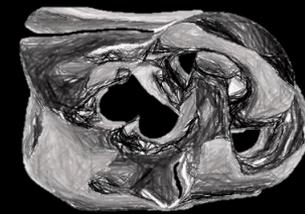


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»
 - ▶ e riprendo

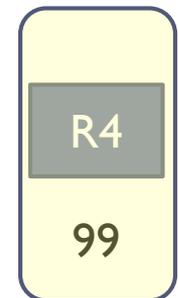


R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

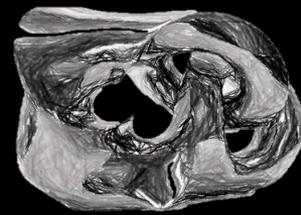


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»
 - ▶ e riprendo



R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

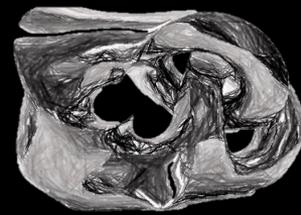


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»
 - ▶ e riprendo



R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 2

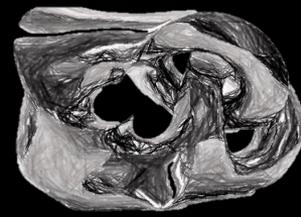


- ▶ Usiamo il concetto di «festeggiato corrente»
 - ▶ All'inizio è R1
 - ▶ Scandisco uno per uno i residenti
 - ▶ Quando trovo uno più anziano,
 - ▶ modifico il «festeggiato corrente»
 - ▶ e riprendo
 - ▶ Finita la scansione,
 - ▶ il «festeggiato corrente» sarà il vero «festeggiato»



R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Algoritmo 1

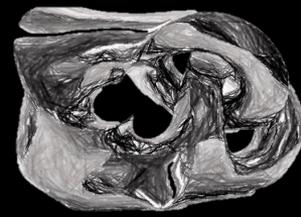


► Analisi

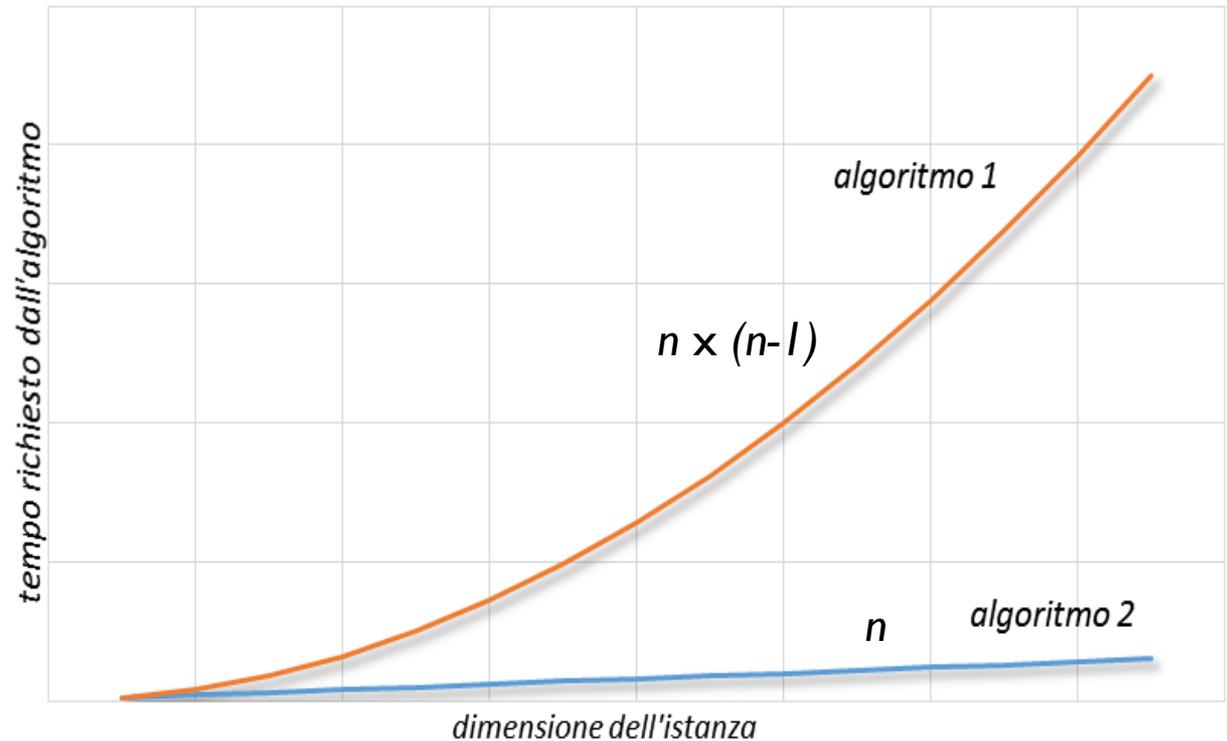
- Devo scandire tutti gli n residenti

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
45	33	21	99	12	34	67	45	81

Soluzioni A Confronto

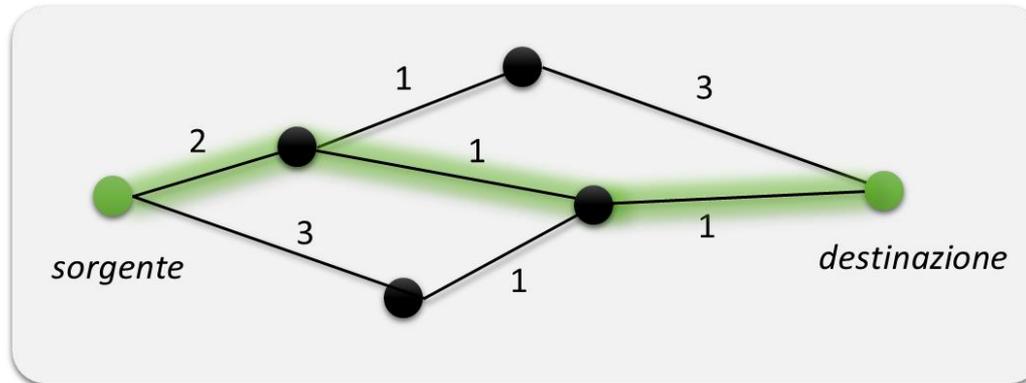
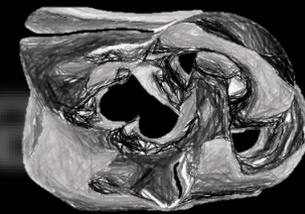


- ▶ **Algoritmo 1**
 - ▶ «quadratico»
- ▶ **Algoritmo 2**
 - ▶ «lineare»



Il Problema è in **P** (Polinomiale)

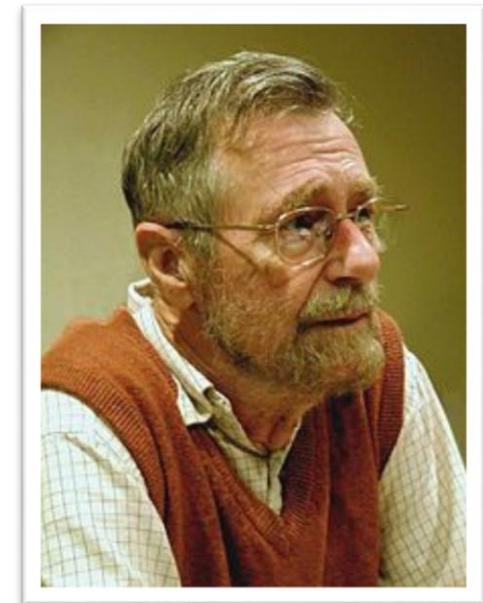
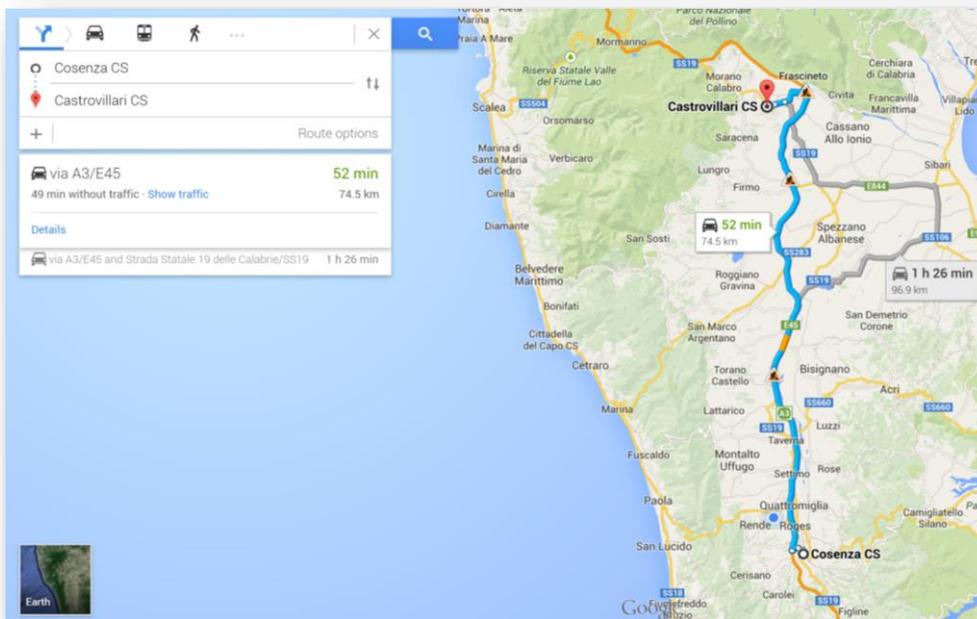
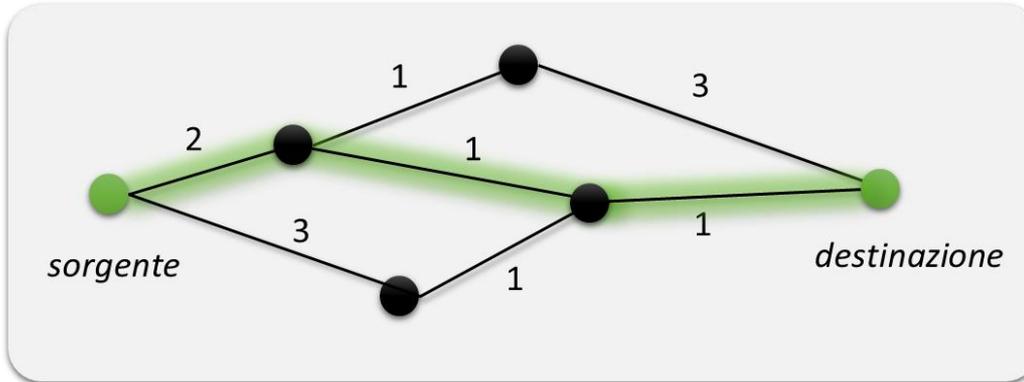
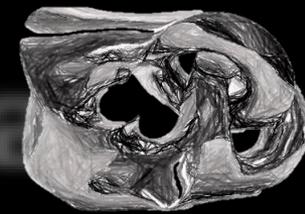
Ancora Un Altro Problema



► Problema del Cammino Minimo

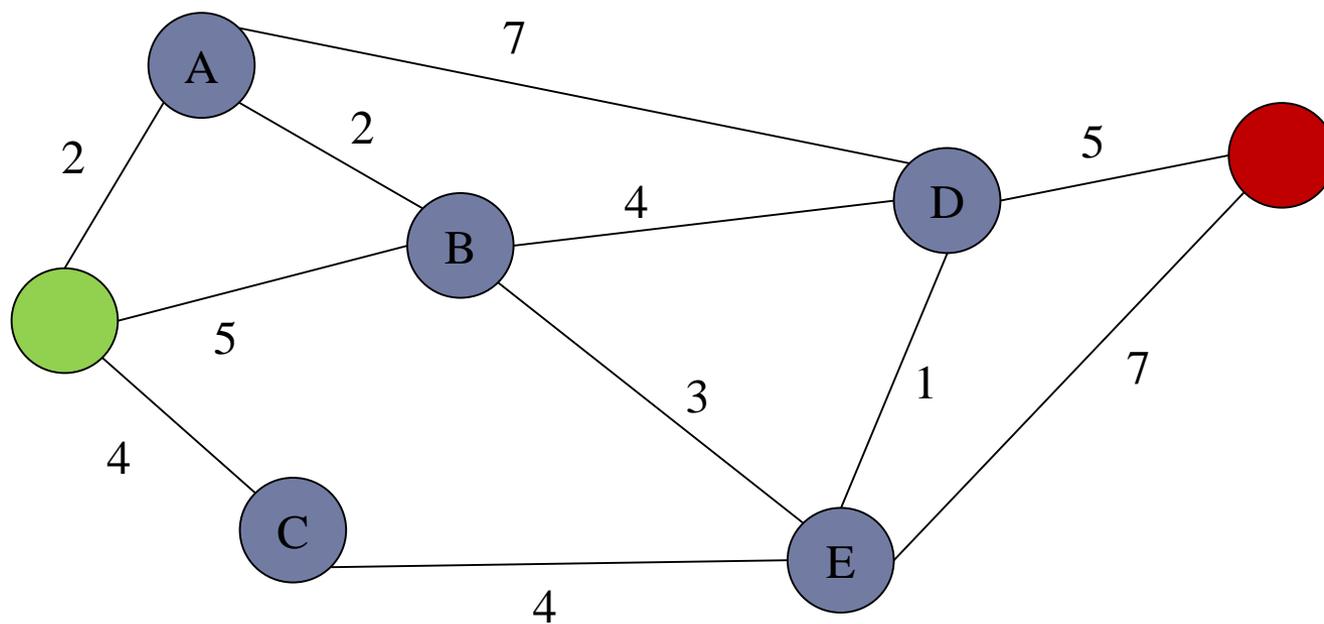
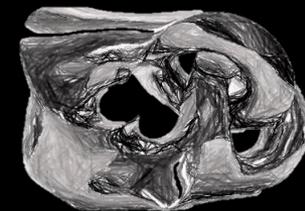
- Gli archi del grafo rappresentano le vie di comunicazioni, e i nodi rappresentano gli “incroci” che consentono di muoversi da una via ad un'altra.
- Ogni arco viene etichettato con un numero che rappresenta la lunghezza (ad esempio in metri o chilometri) della via associata.
- Il problema è dunque quello di trovare il cammino che connette la sorgente e la destinazione e la cui somma dei pesi sugli archi sia la minima possibile.

Ancora Un Altro Problema

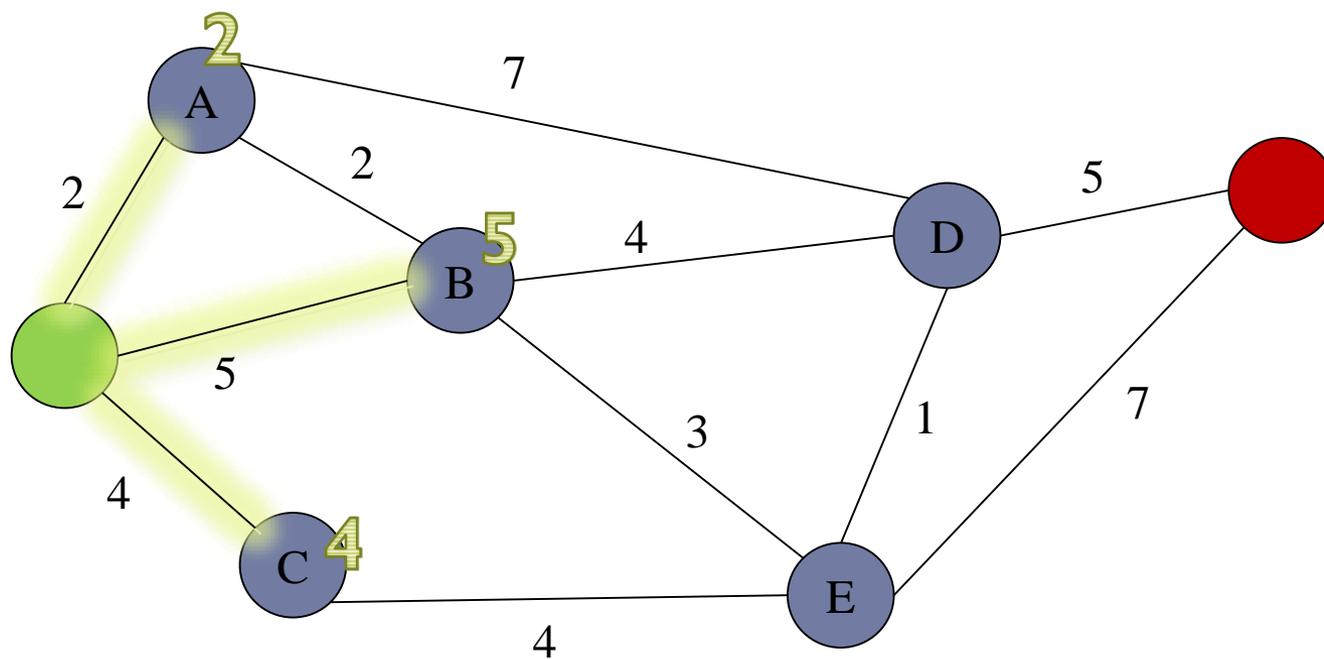
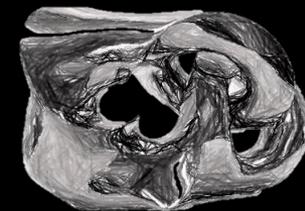


EDSGER DIJKSTRA

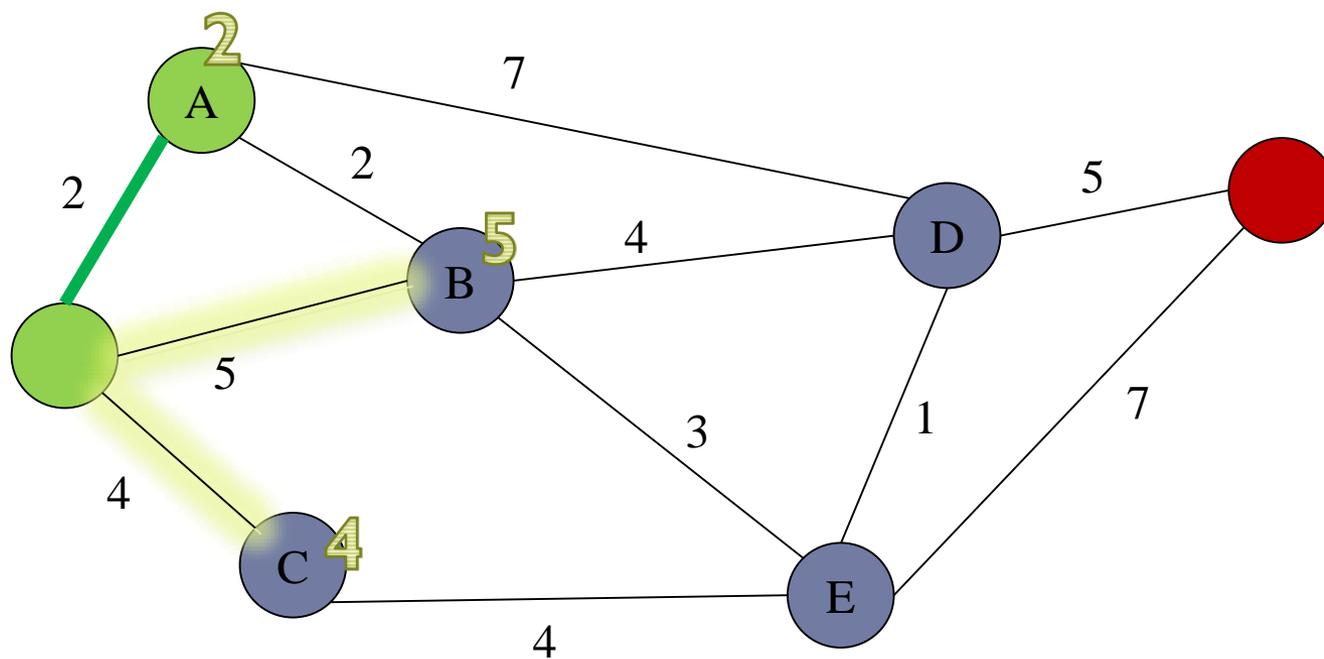
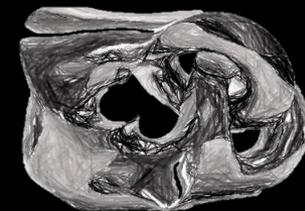
Ecco l'Algoritmo



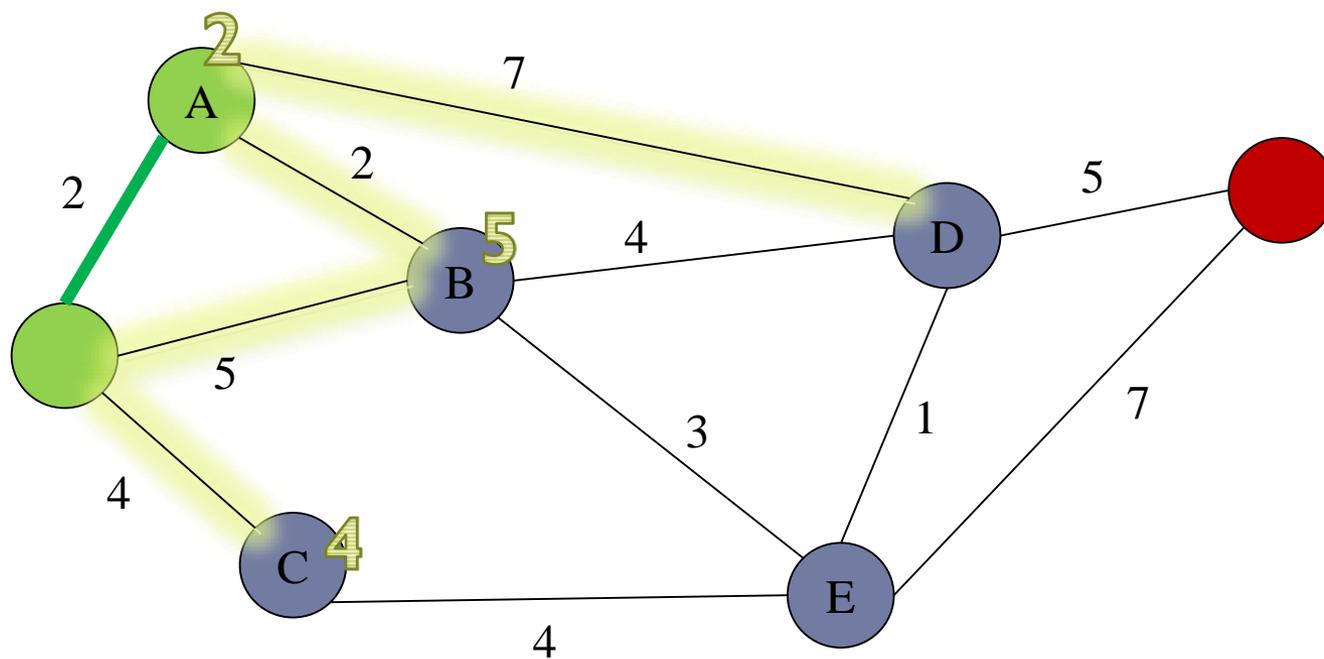
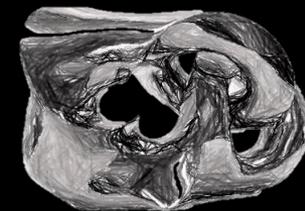
Ecco l'Algoritmo



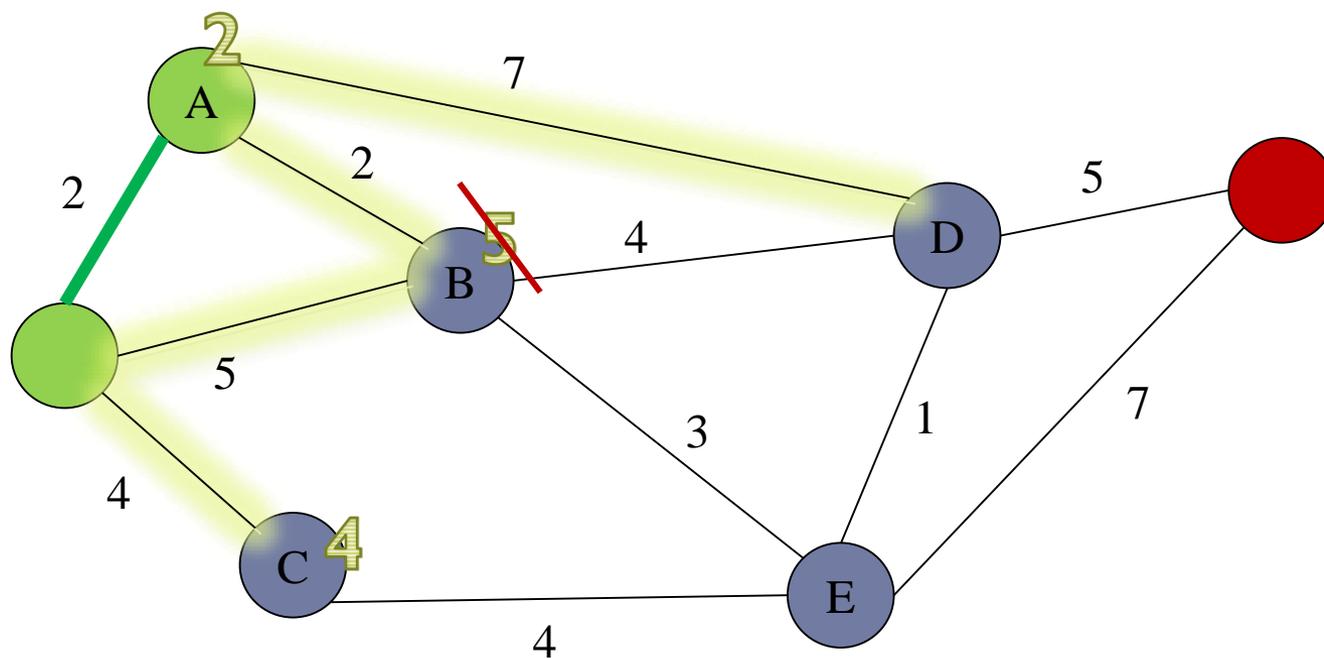
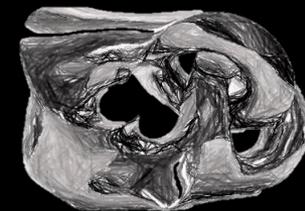
Ecco l'Algoritmo



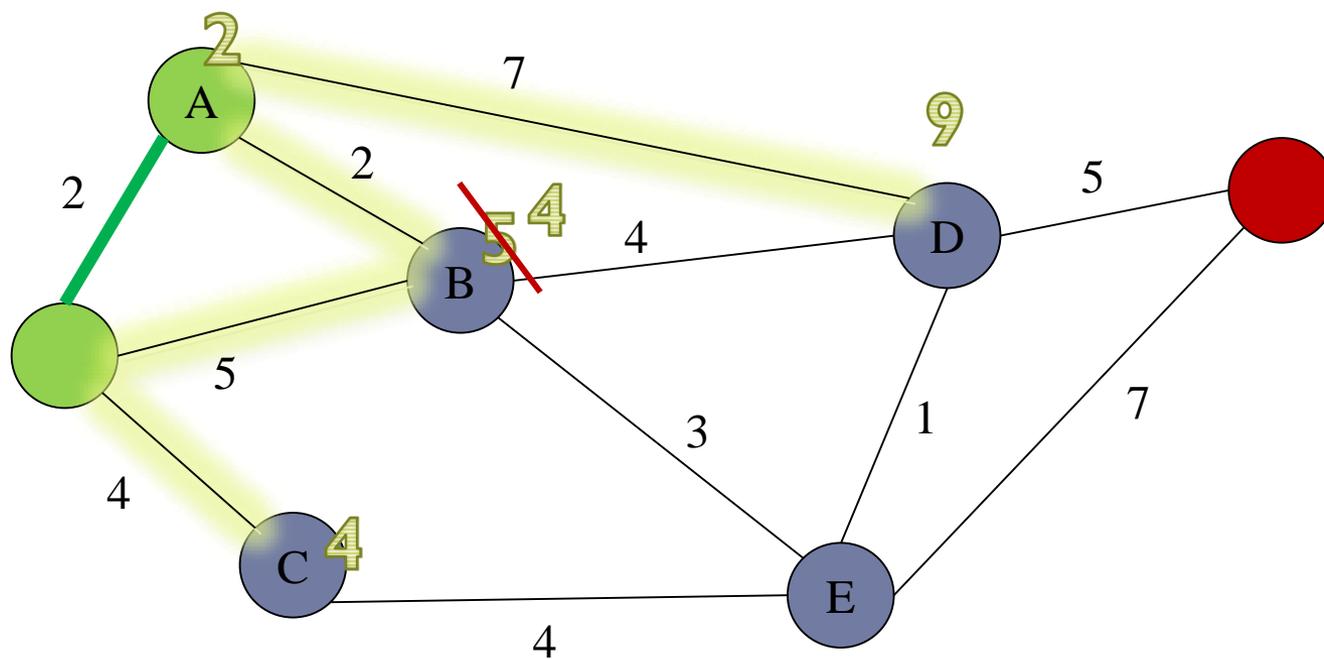
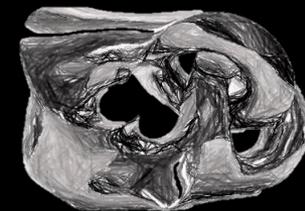
Ecco l'Algoritmo



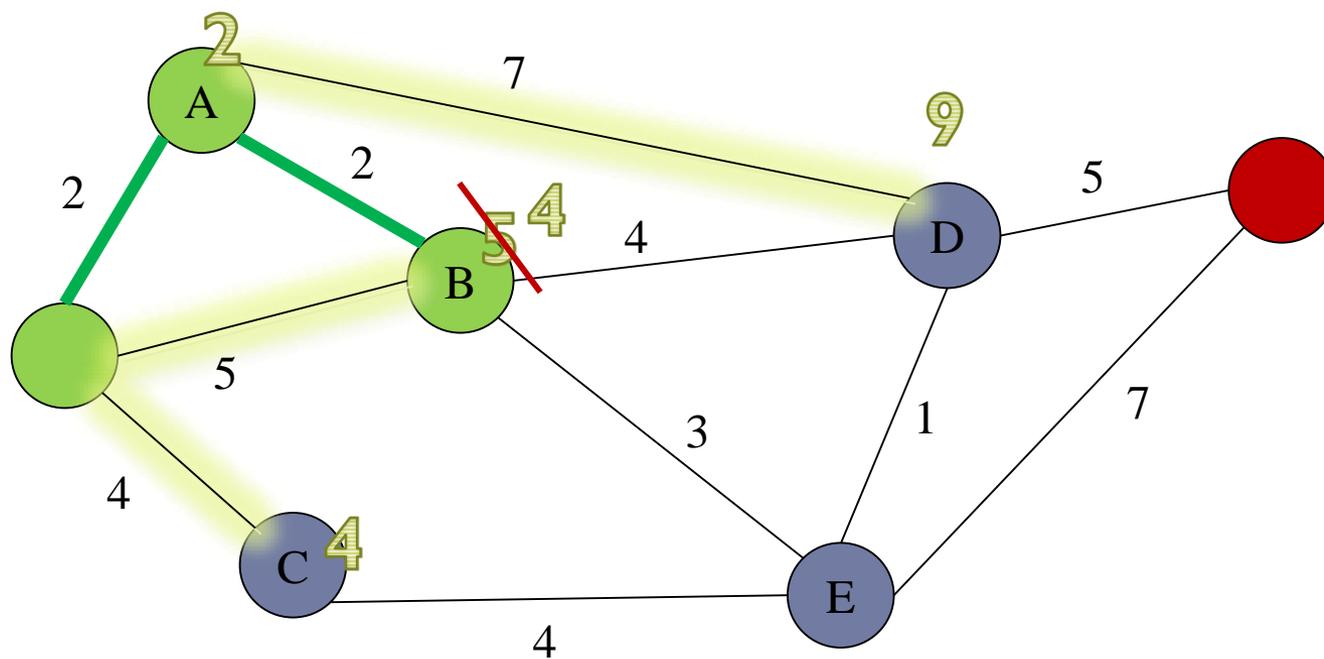
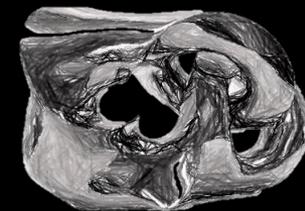
Ecco l'Algoritmo



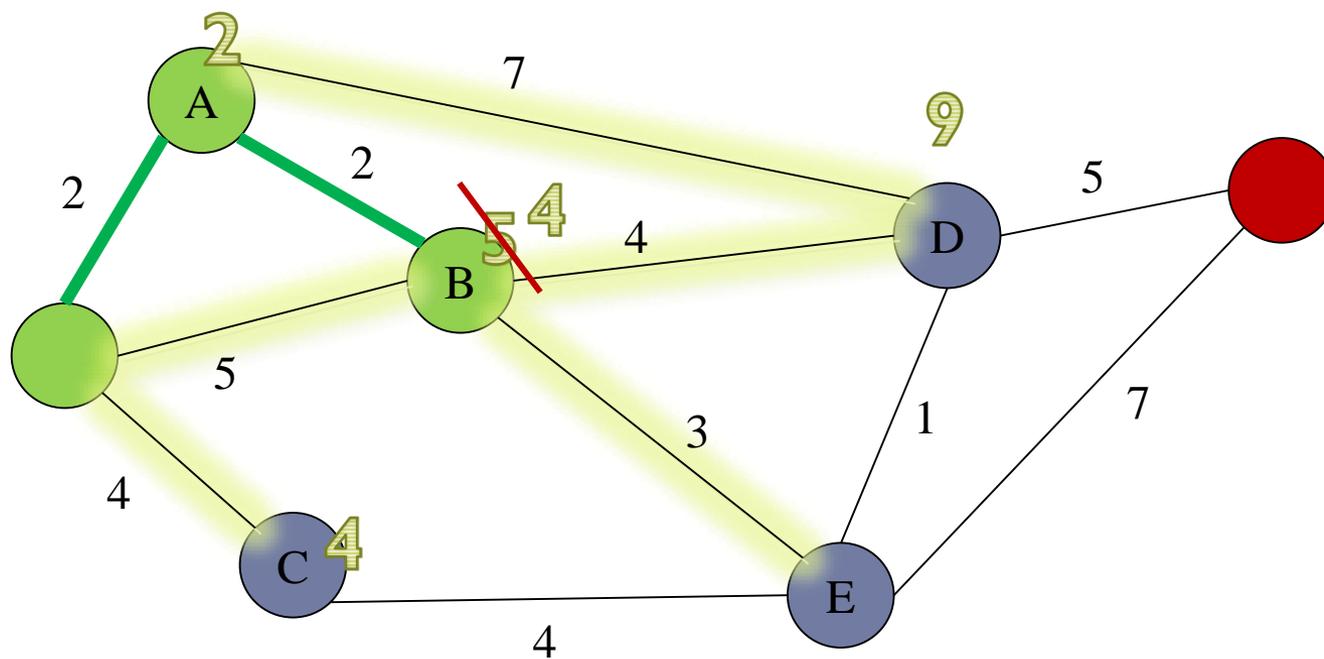
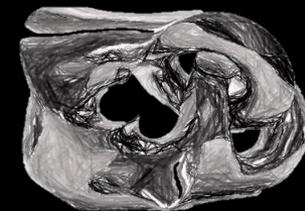
Ecco l'Algoritmo



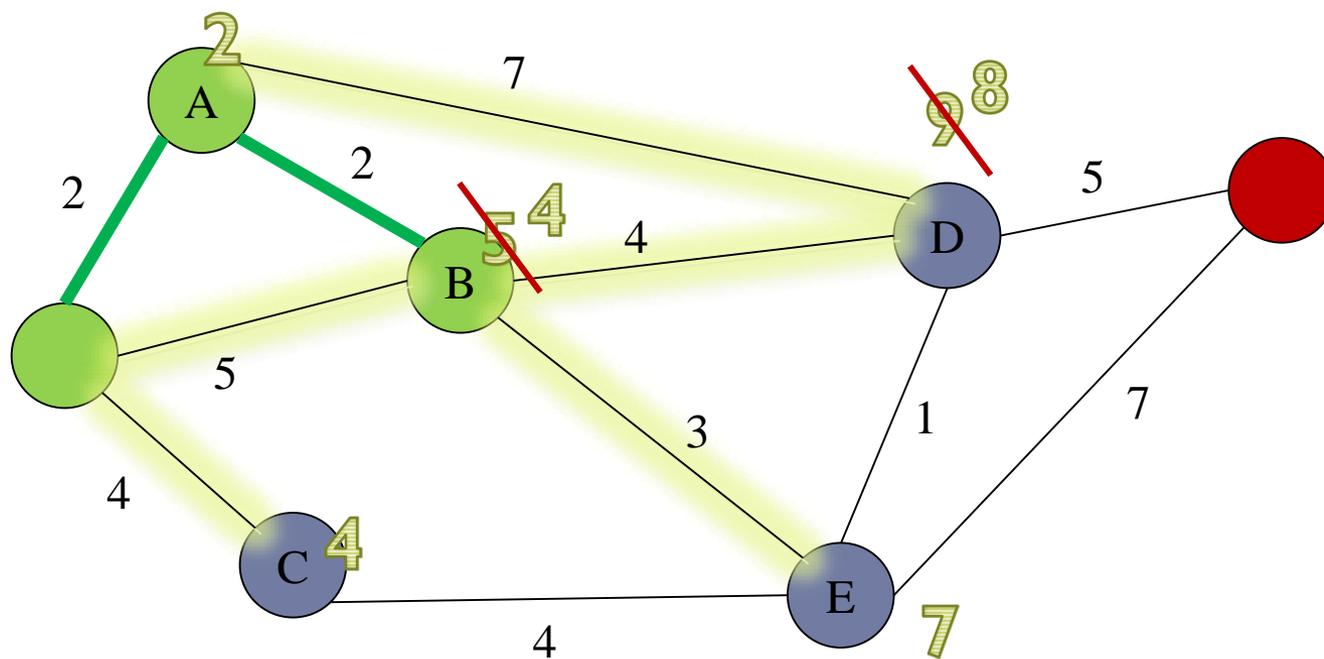
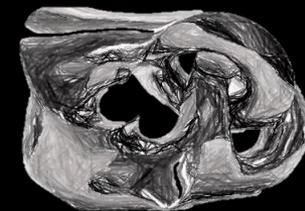
Ecco l'Algoritmo



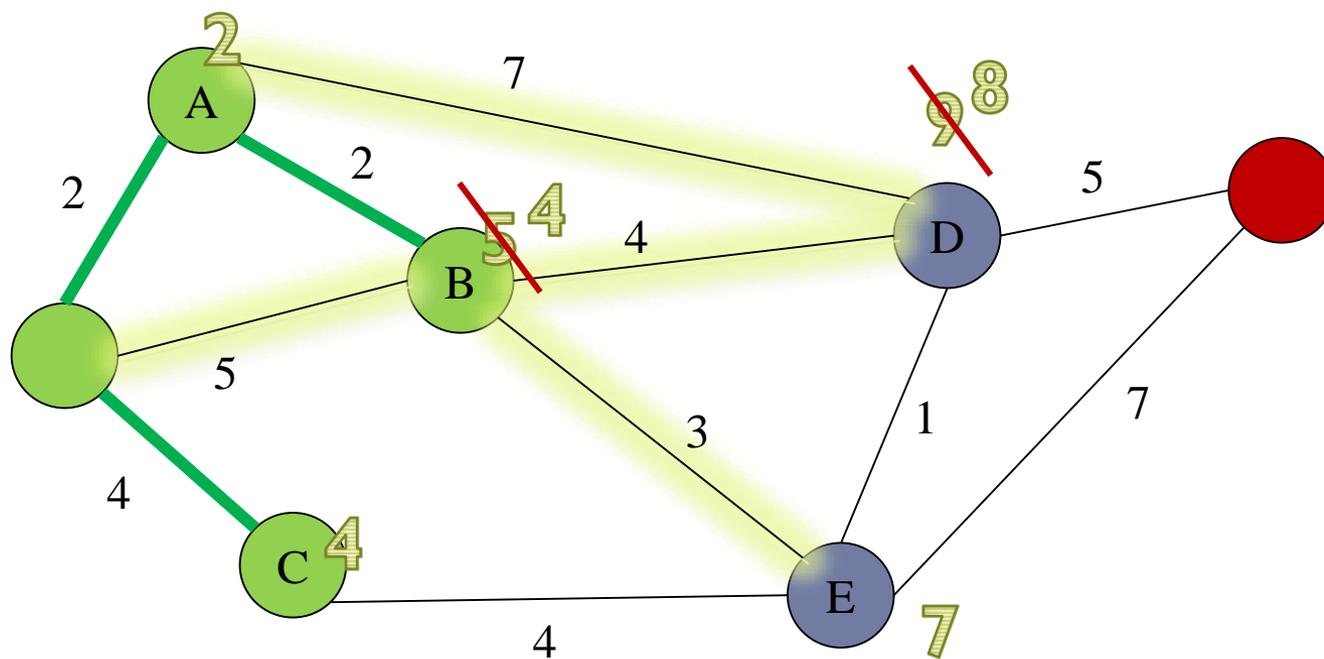
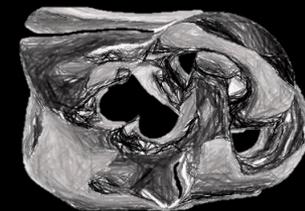
Ecco l'Algoritmo



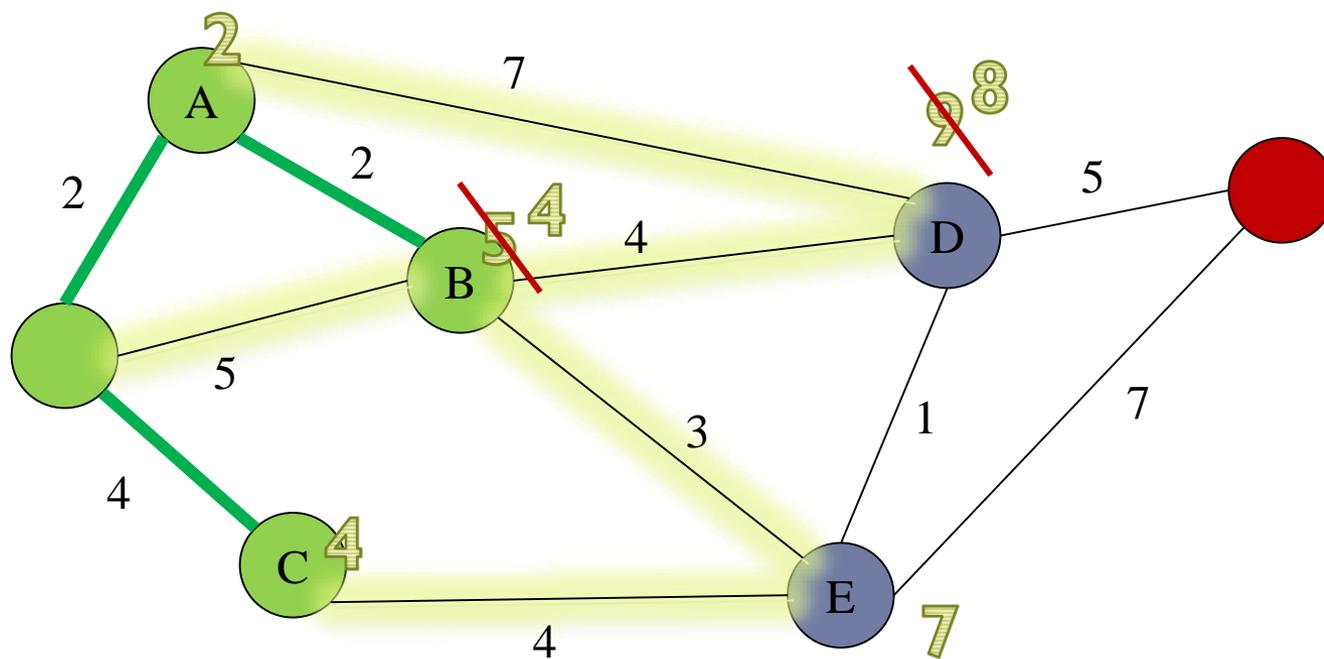
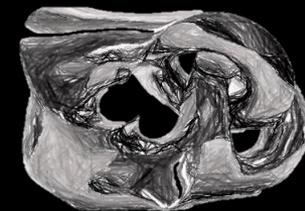
Ecco l'Algoritmo



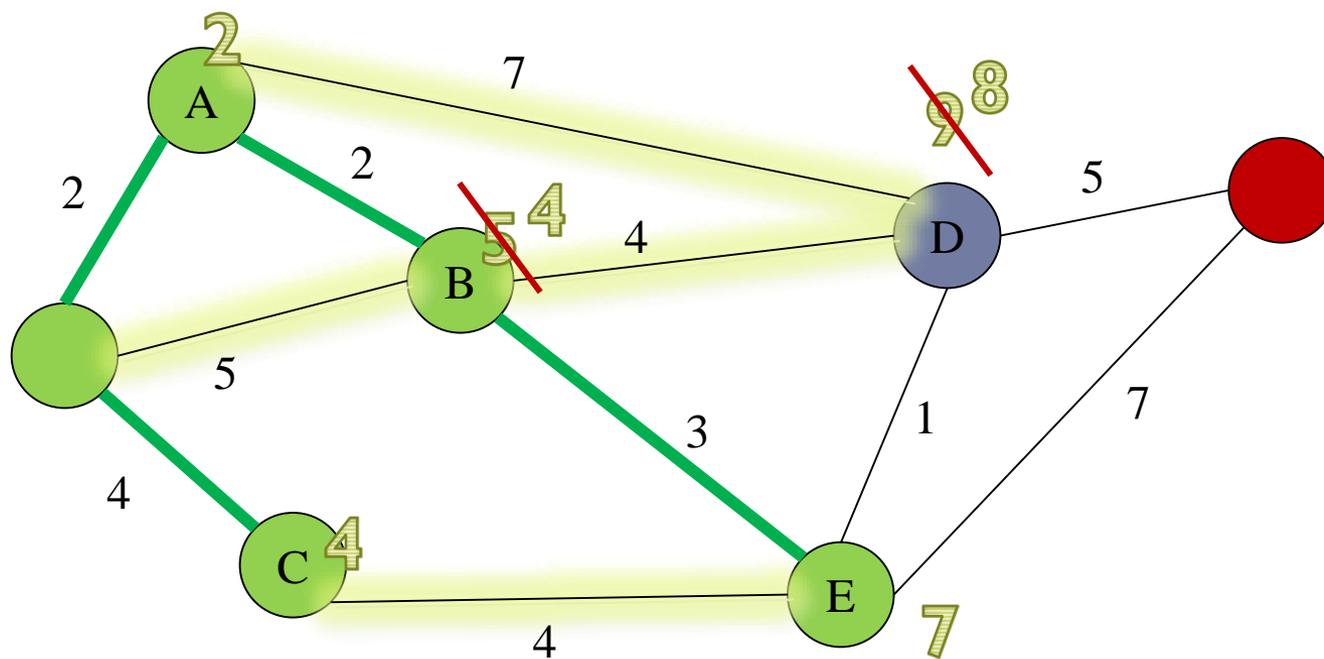
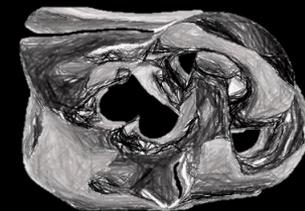
Ecco l'Algoritmo



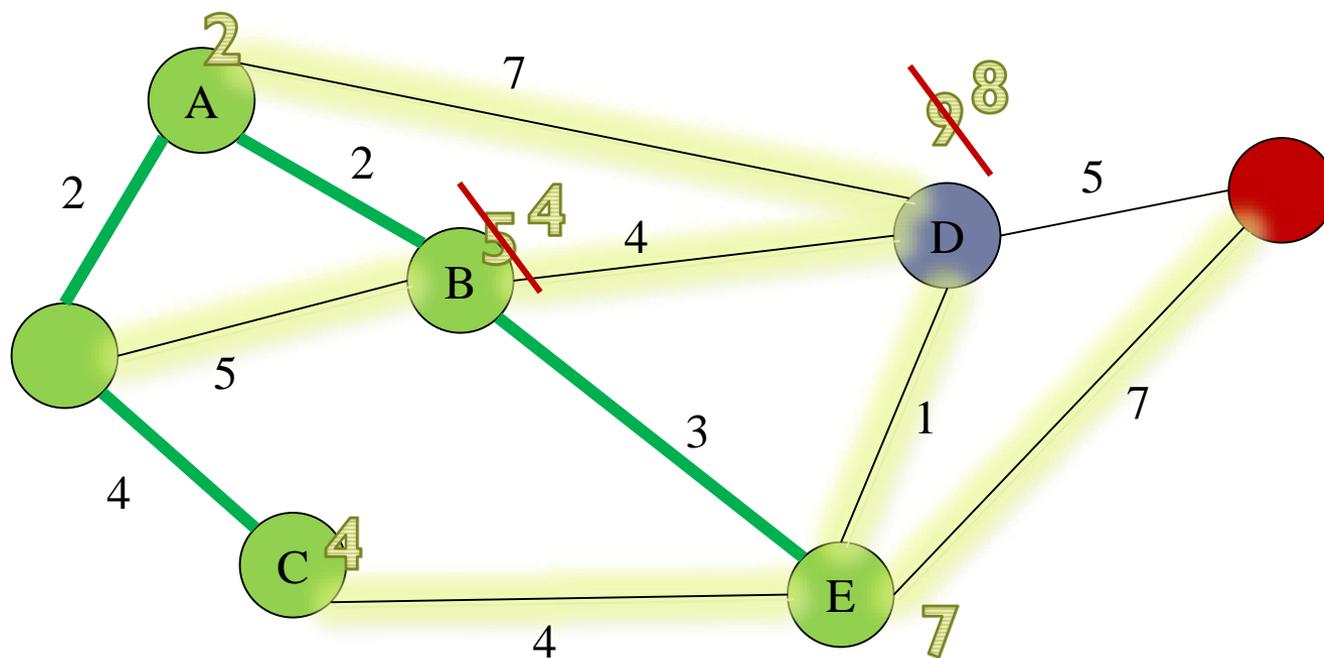
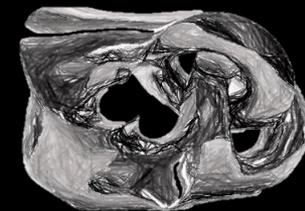
Ecco l'Algoritmo



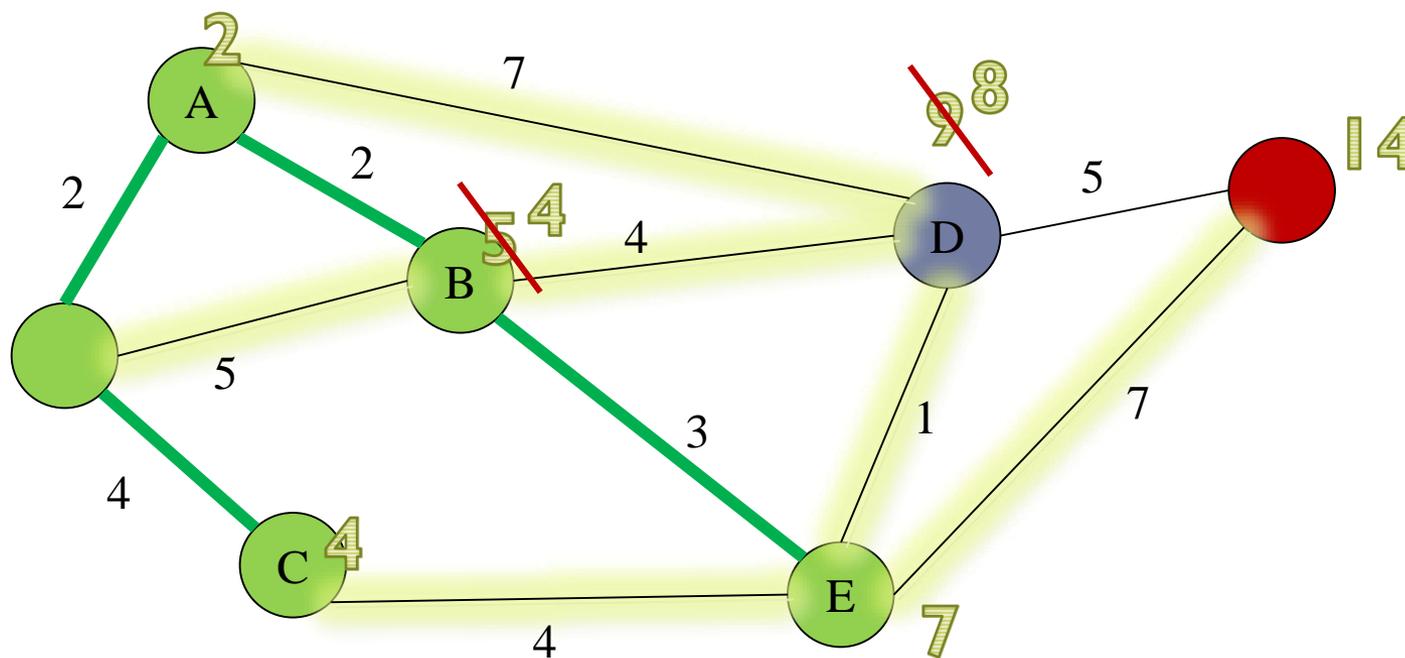
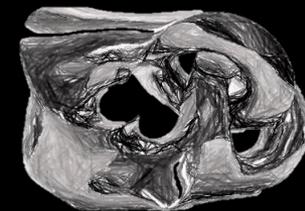
Ecco l'Algoritmo



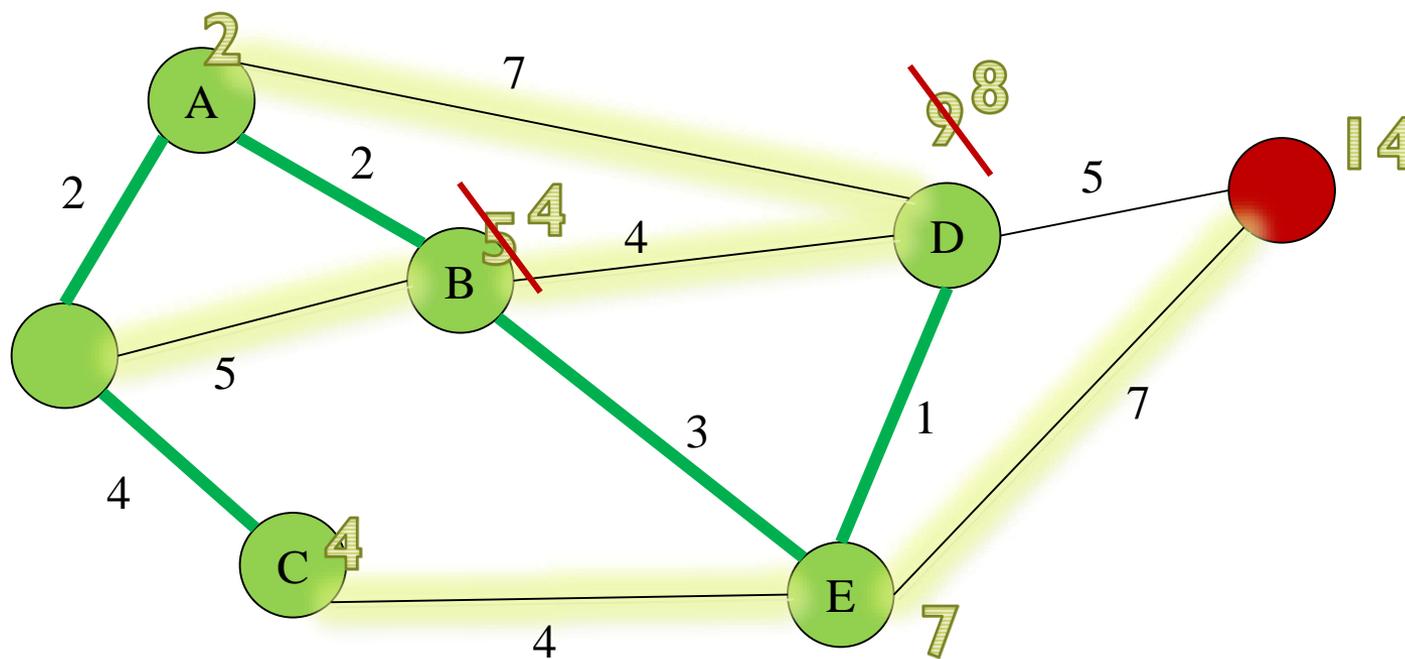
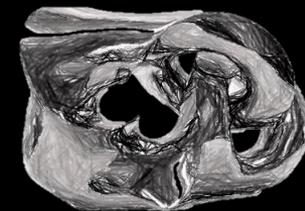
Ecco l'Algoritmo



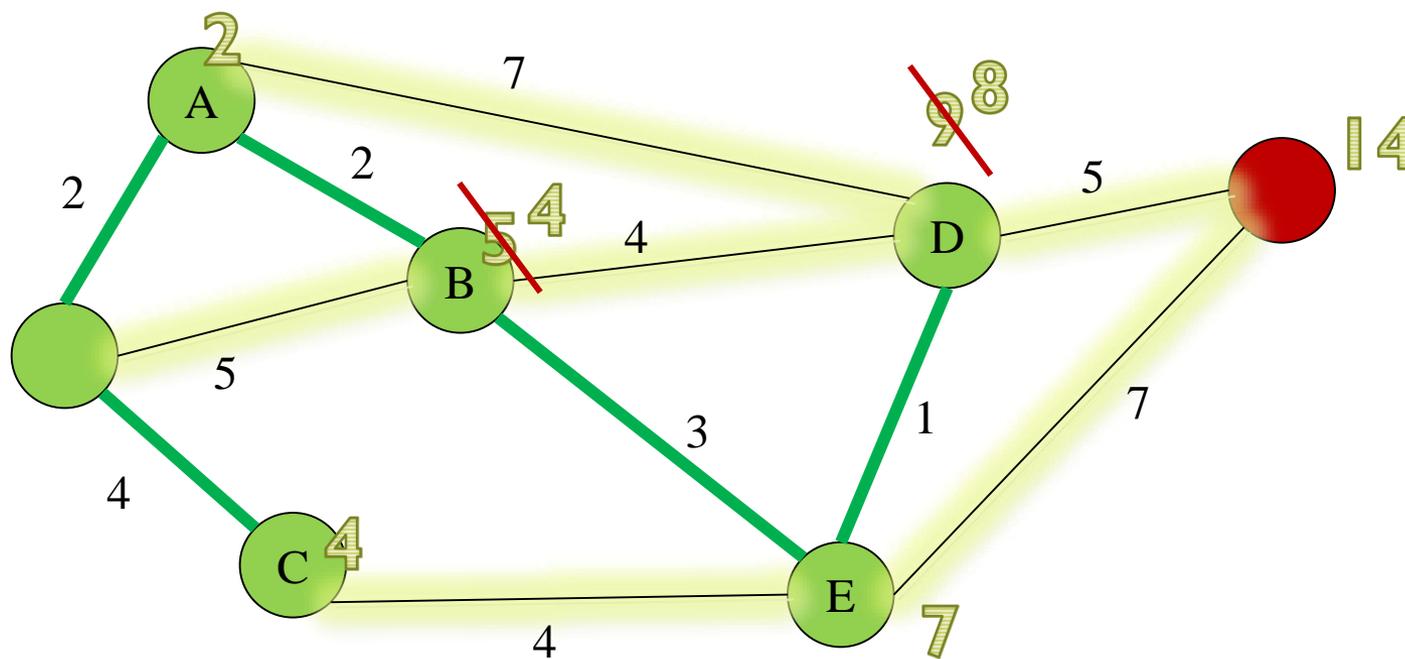
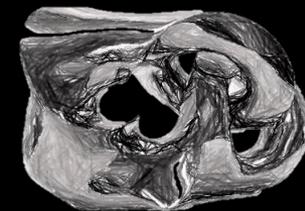
Ecco l'Algoritmo



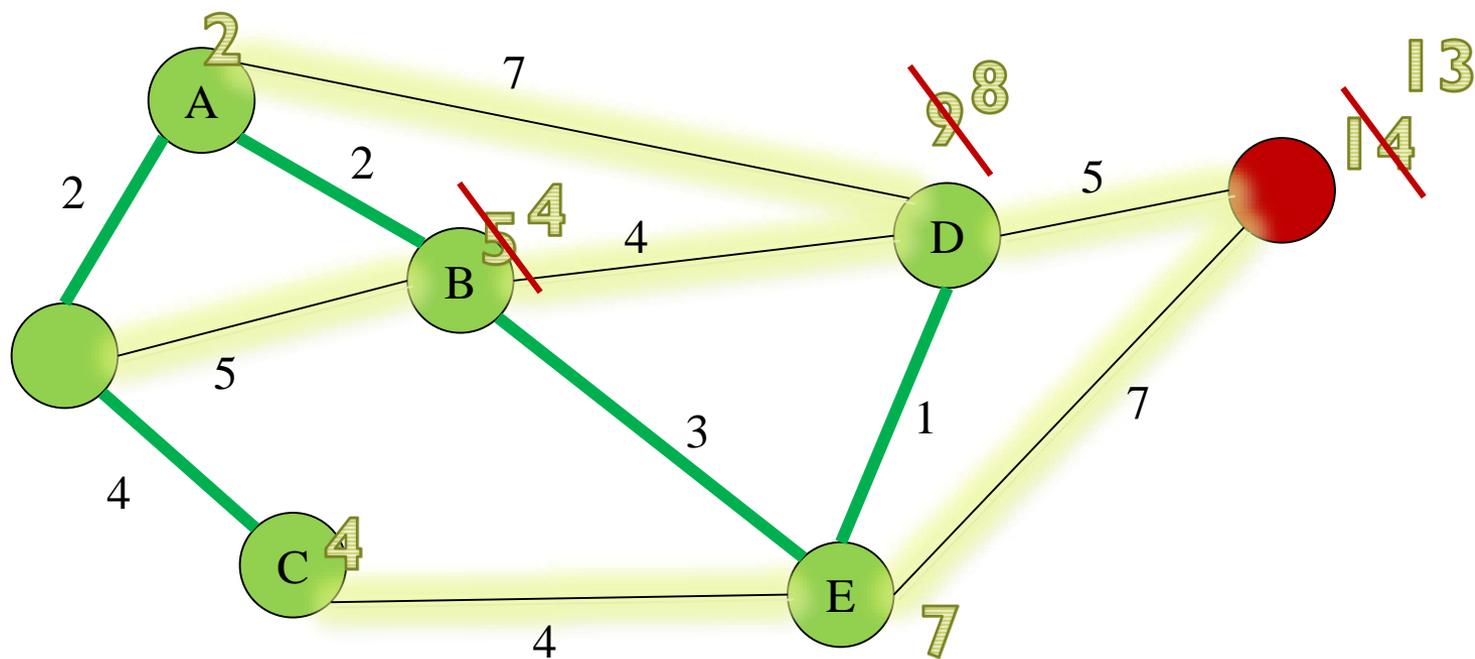
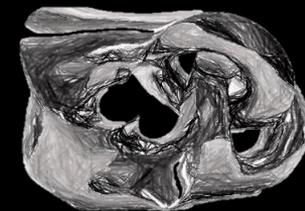
Ecco l'Algoritmo



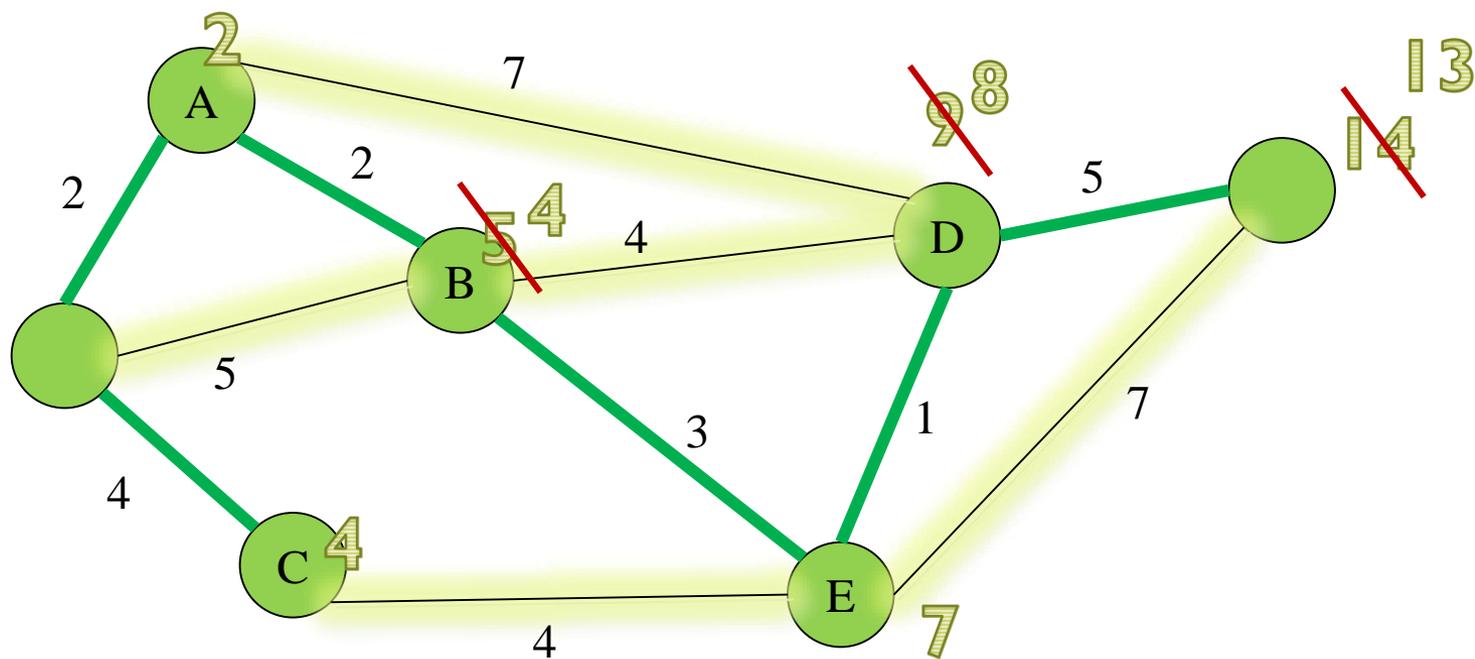
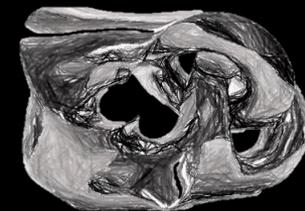
Ecco l'Algoritmo



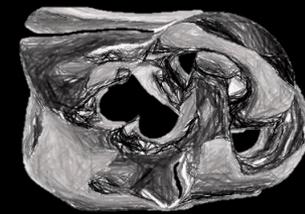
Ecco l'Algoritmo



Ecco l'Algoritmo



Sommario



INTRODUZIONE

PROBLEMI E ALGORITMI

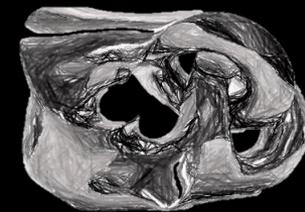
LA ZONA GRIGIA

LA QUESTIONE $P=NP?$

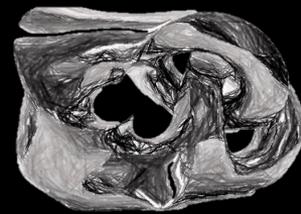
STUDIARE INFORMATICA



Cosa Hanno in Comune?

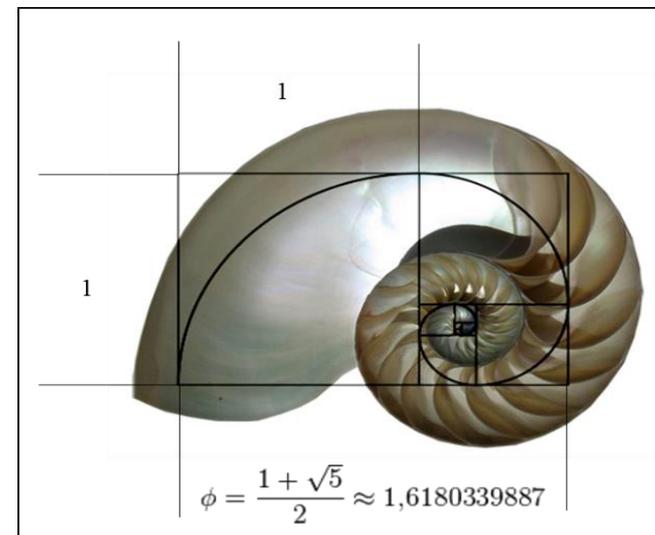
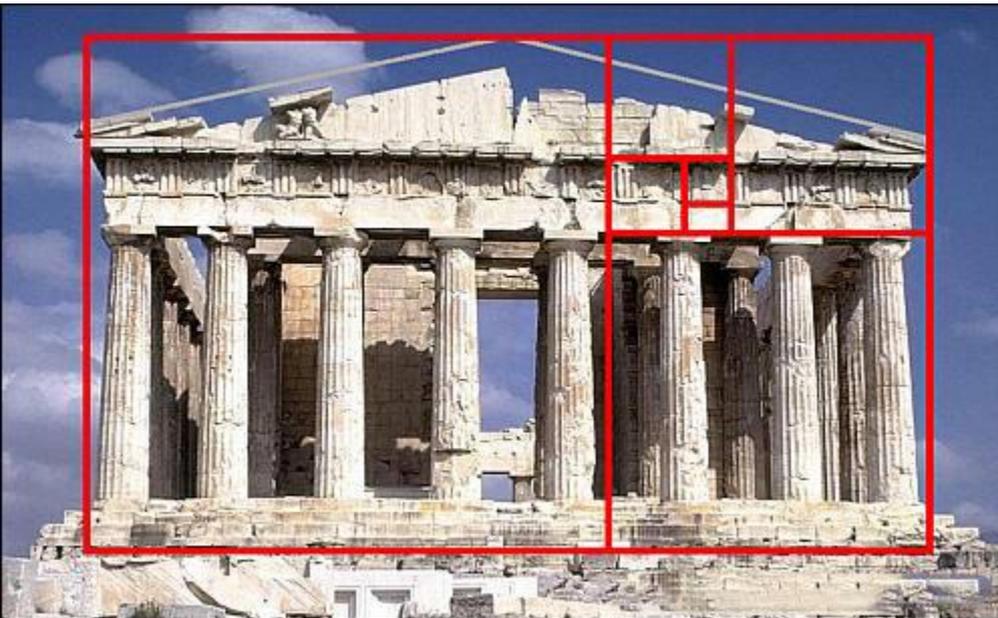
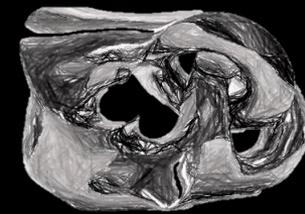


Cosa Hanno in Comune?

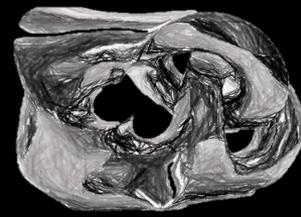


Sezione Aurea

Cosa Hanno in Comune?

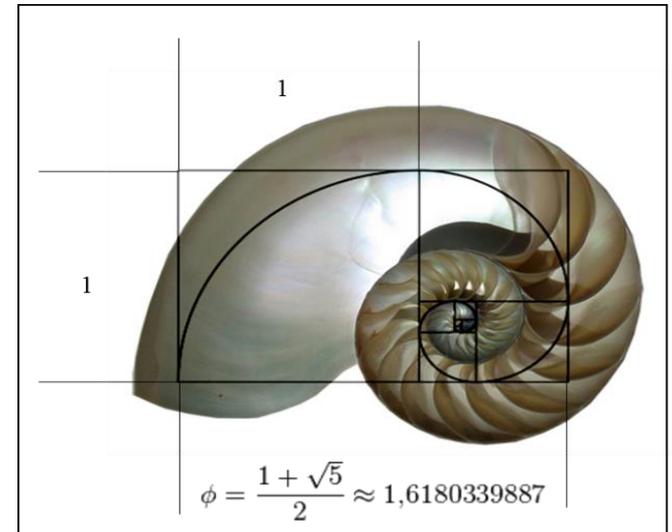


Sezione Aurea

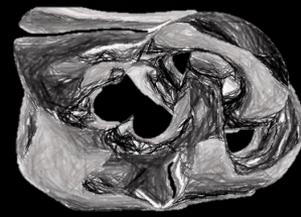


- ▶ VI secolo A.C., scuola di Pitagora
- ▶ Consideriamo due quantità L ed R , tali che L sia maggiore di R .
- ▶ Queste due lunghezze sono dette in *proporzione divina* tra di esse se il rapporto L/R coincide con il rapporto $(R+L)/L$.

$$\frac{L}{R} = \frac{R+L}{L}$$



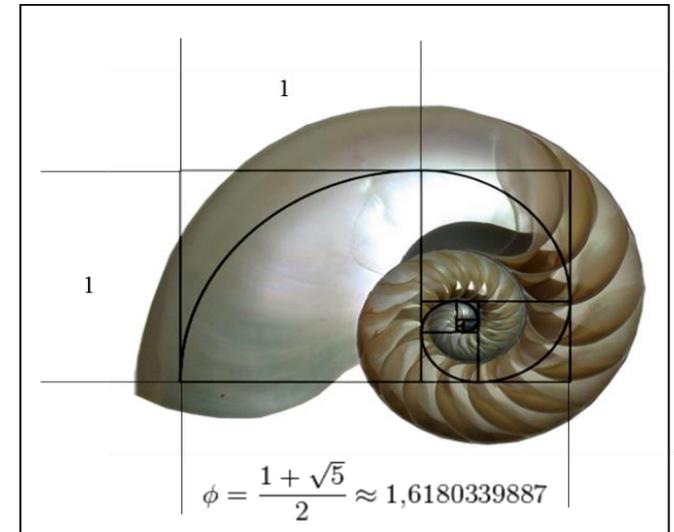
Sezione Aurea



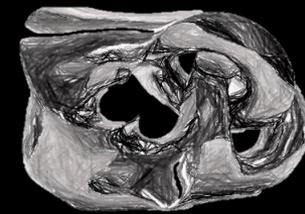
- ▶ VI secolo A.C., scuola di Pitagora
- ▶ Consideriamo due quantità L ed R , tali che L sia maggiore di R .
- ▶ Queste due lunghezze sono dette in *proporzione divina* tra di esse se il rapporto L/R coincide con il rapporto $(R+L)/L$.

$$\frac{L}{R} = \frac{R+L}{L}$$

- ▶ Poniamo $R=1$



Sezione Aurea

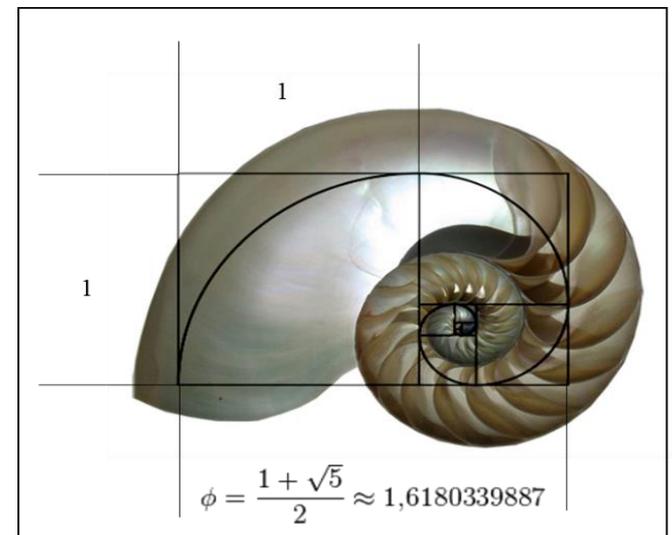


- ▶ VI secolo A.C., scuola di Pitagora
- ▶ Consideriamo due quantità L ed R , tali che L sia maggiore di R .
- ▶ Queste due lunghezze sono dette in *proporzione divina* tra di esse se il rapporto L/R coincide con il rapporto $(R+L)/L$.

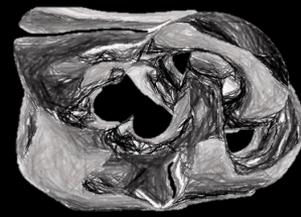
$$\frac{L}{R} = \frac{R+L}{L}$$

- ▶ Poniamo $R=1$

$$L = \frac{1+L}{L}$$



Sezione Aurea

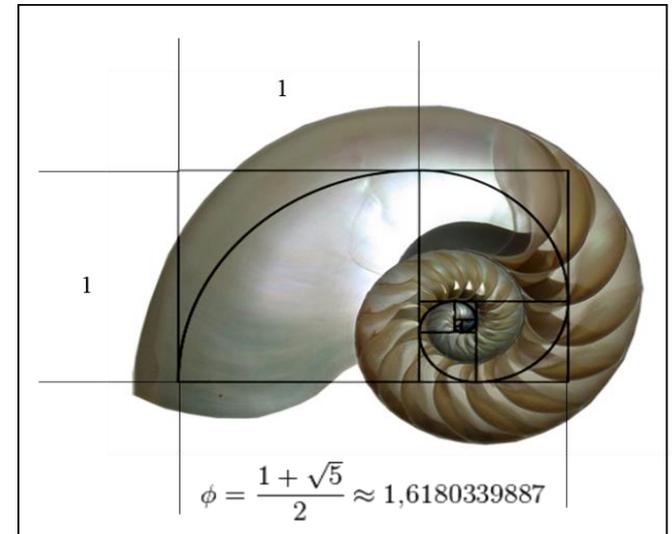


- ▶ VI secolo A.C., scuola di Pitagora
- ▶ Consideriamo due quantità L ed R , tali che L sia maggiore di R .
- ▶ Queste due lunghezze sono dette in *proporzione divina* tra di esse se il rapporto L/R coincide con il rapporto $(R+L)/L$.

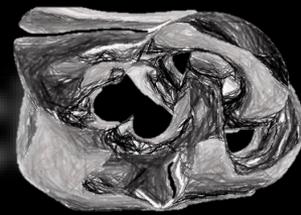
$$\frac{L}{R} = \frac{R+L}{L}$$

- ▶ Poniamo $R=1$

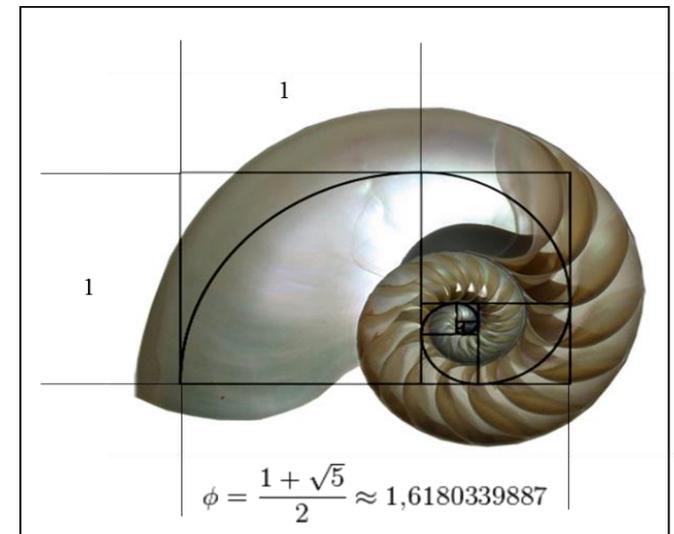
$$L = \frac{1+L}{L} \quad \rightarrow \quad L^2 - L - 1 = 0$$



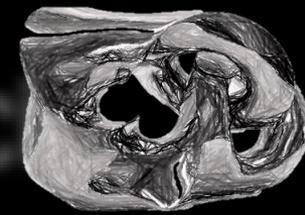
La Domanda dei Pitagorici



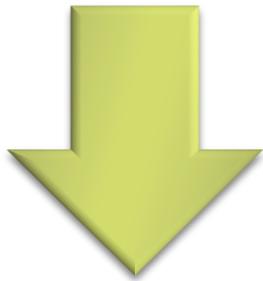
- ▶ Esiste una soluzione all'equazione $L^2 - L - 1 = 0$
- ▶ Più in generale, potremmo considerare più lunghezze incognite nel nostro problema, ad esempio L_1, L_2, \dots, L_n , e porci domande del tipo:
 - ▶ E vero che *esiste* un certo valore per L_1 tale che, *per tutti* i valori possibili di L_2 , *esiste* un valore di L_3 (e via dicendo...) tale che una certa equazione, o anche un certo insieme di equazioni, abbia soluzione?



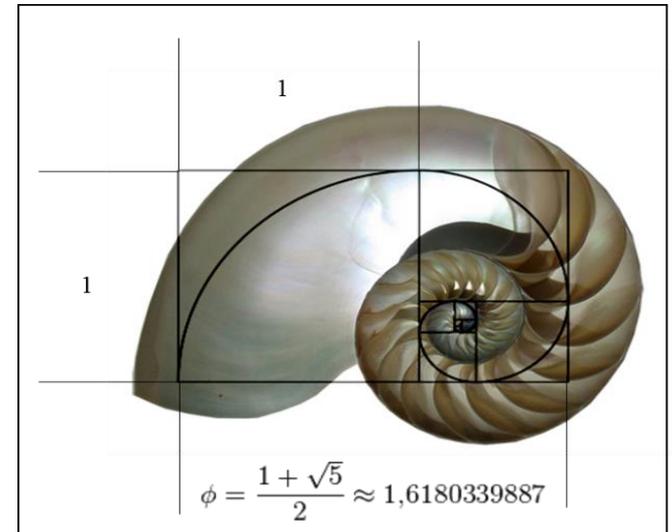
La Domanda dei Pitagorici



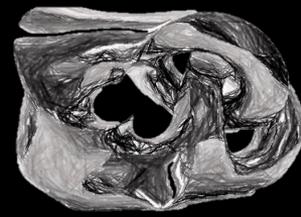
- ▶ Esiste una soluzione all'equazione $L^2 - L - 1 = 0$
- ▶ Più in generale, potremmo considerare più lunghezze incognite nel nostro problema, ad esempio L_1, L_2, \dots, L_n , e porci domande del tipo:
 - ▶ E vero che *esiste* un certo valore per L_1 tale che, *per tutti* i valori possibili di L_2 , *esiste* un valore di L_3 (e via dicendo...) tale che una certa equazione, o anche un certo insieme di equazioni, abbia soluzione?



- Problema Esponenziale!
- Si dimostra che un algoritmo necessita 10^n operazioni



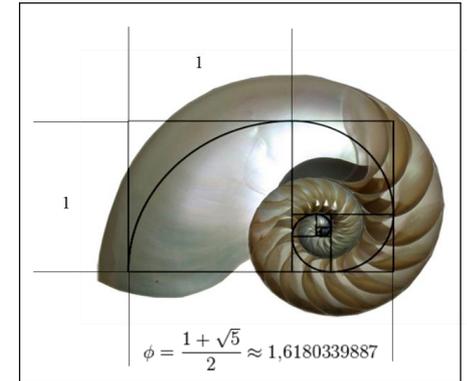
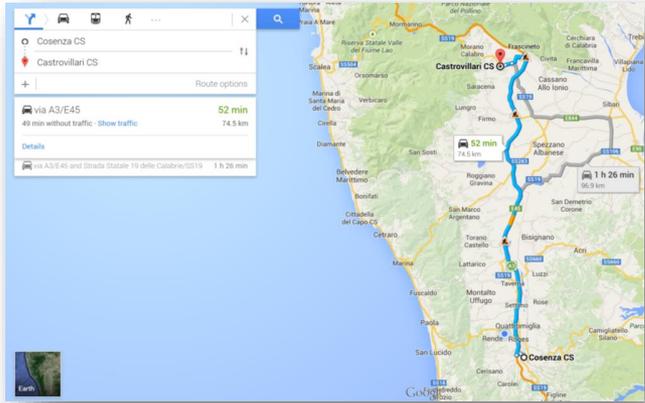
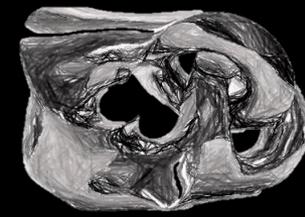
Grandezze...



- ▶ 10^4 : numero dei caratteri cinesi
- ▶ 10^5 : sono le parole contenute in «L'Ulisse» di James Joyce
- ▶ 10^6 : numero di voci su wikipedia.it
- ▶ 10^9 : abitanti dell'India
- ▶ 10^{14} : cellule del corpo umano
- ▶ 10^{21} : stelle presenti nell'Universo osservabile
- ▶ 10^{80} : atomi dell'Universo



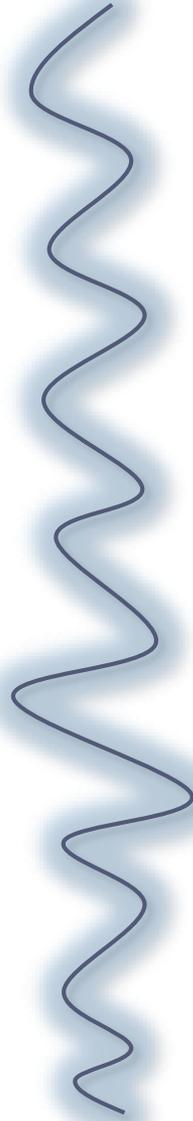
Classi di Problemi



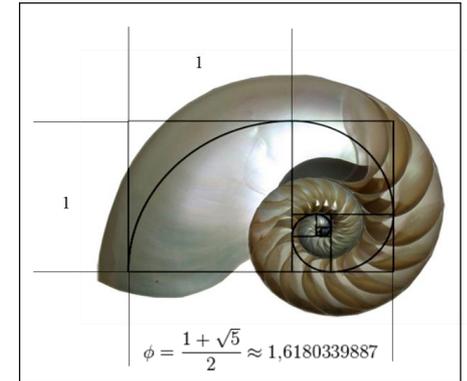
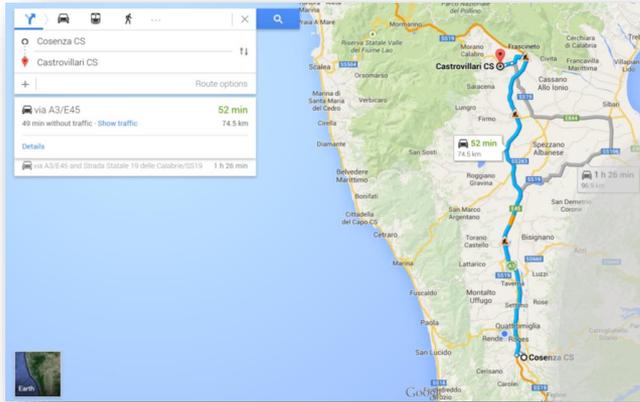
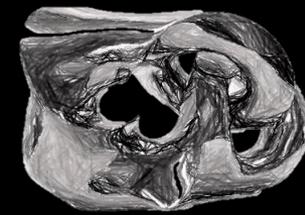
Polinomiali



Esponenziali



La Zona Grigia

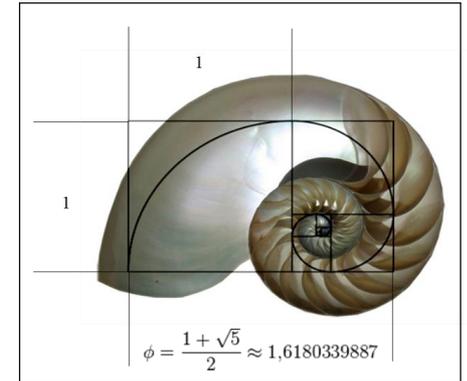
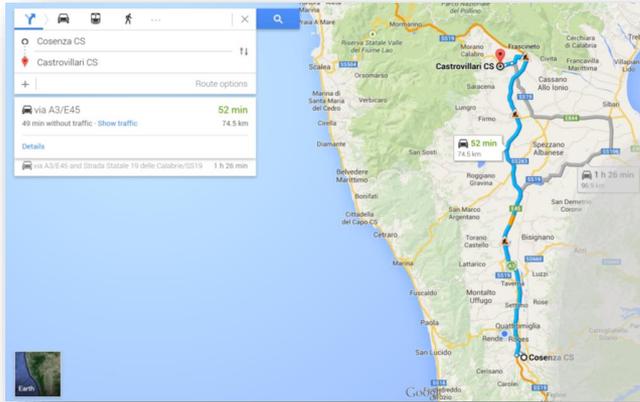
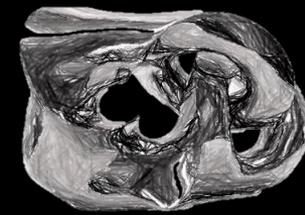


Polinomiali

Esponenziali



La Zona Grigia



Polinomiali

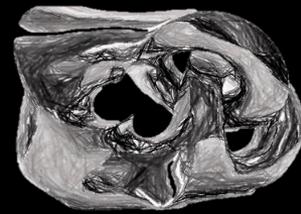
Esponenziali



NP



Esempi di Problemi NP



- ▶ Vogliamo organizzare una partita di calcio
- ▶ Vogliamo formare 2 squadre
 - ▶ Obiettivo: Partita equilibrata



3



9

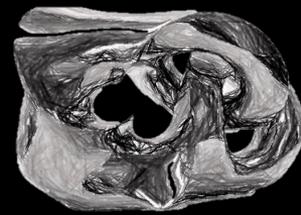


1

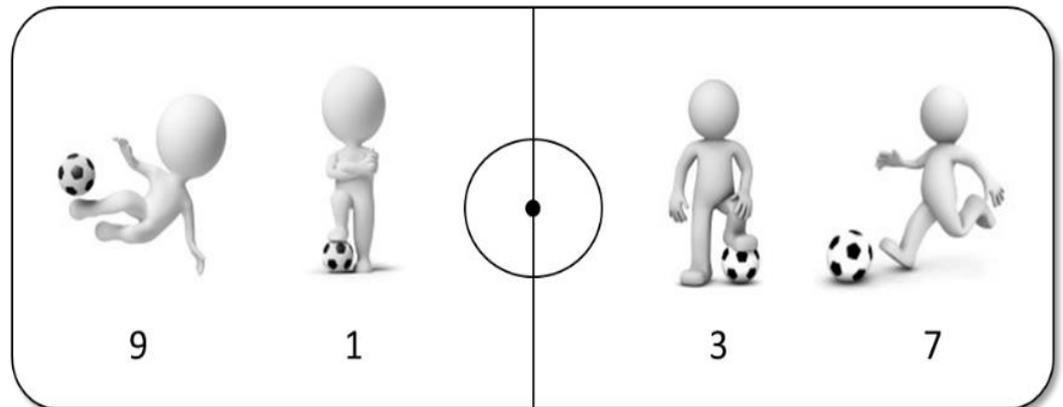
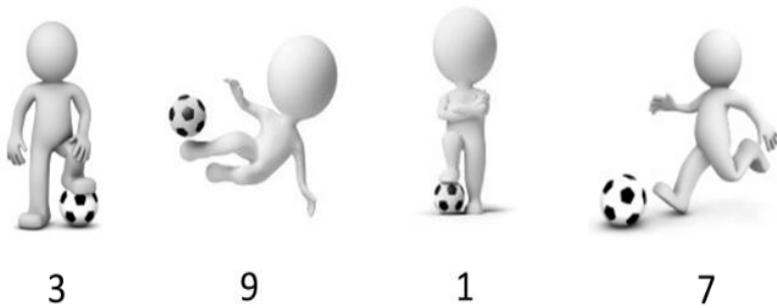


7

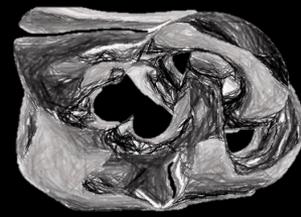
Esempi di Problemi NP



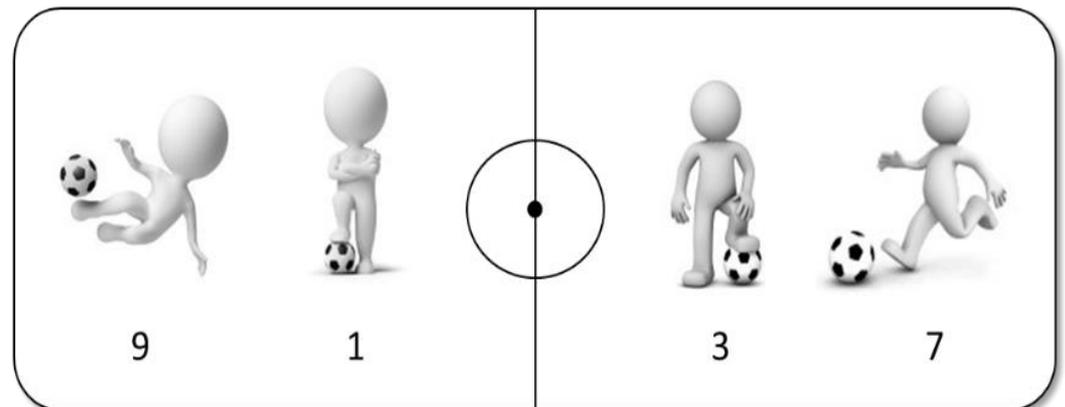
- ▶ Vogliamo organizzare una partita di calcio
- ▶ Vogliamo formare 2 squadre
 - ▶ Obiettivo: Partita equilibrata



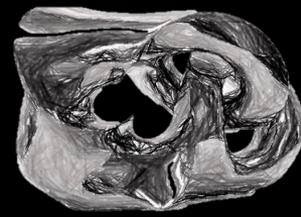
Esempi di Problemi NP



- ▶ Vogliamo organizzare una partita di calcio
- ▶ Vogliamo formare 2 squadre
 - ▶ Obiettivo: Partita equilibrata
- ▶ **Algoritmo:**
 - ▶ Provo tutte le possibili squadre
 - ▶ Quante combinazioni devo provare?



Esempi di Problemi NP

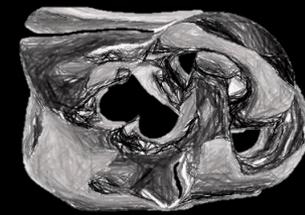


- ▶ Vogliamo organizzare una partita di calcio
- ▶ Vogliamo formare 2 squadre
 - ▶ Obiettivo: Partita equilibrata
- ▶ **Algoritmo:**
 - ▶ Provo tutte le possibili squadre
 - ▶ Quante combinazioni devo provare?

...numero esponenziale!



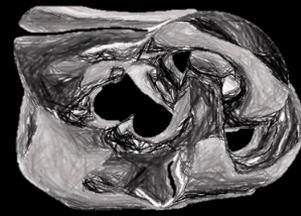
Altri Esempi



- ▶ Scheduling
- ▶ Planning
- ▶ Logistica
- ▶ Crittografia



Sommario



INTRODUZIONE

PROBLEMI E ALGORITMI

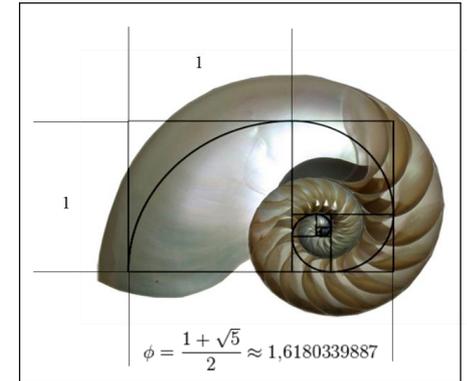
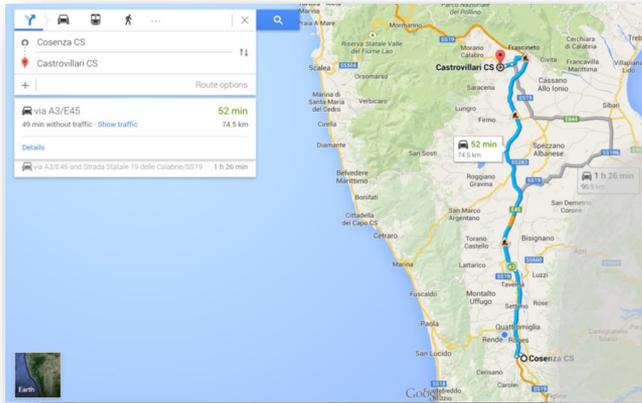
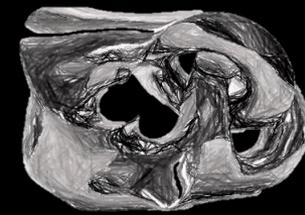
LA ZONA GRIGIA

LA QUESTIONE $P=NP?$

STUDIARE INFORMATICA



La Zona Grigia



Polinomiali

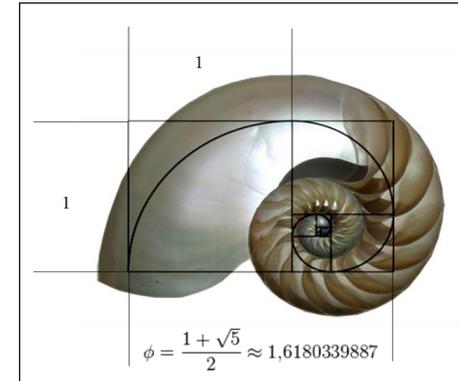
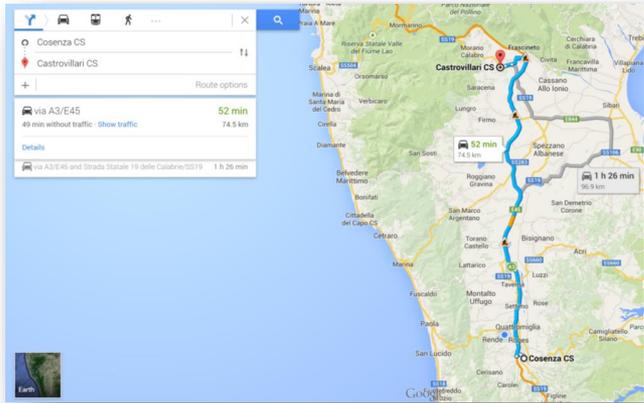
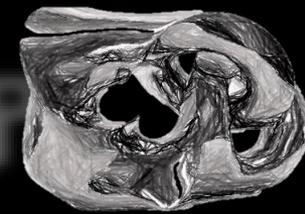
Esponenziali



NP



Il Mondo P diverso da NP



Polinomiali

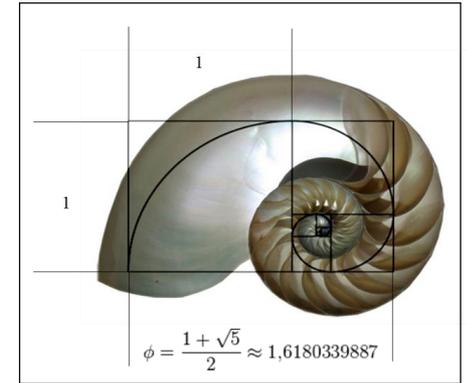
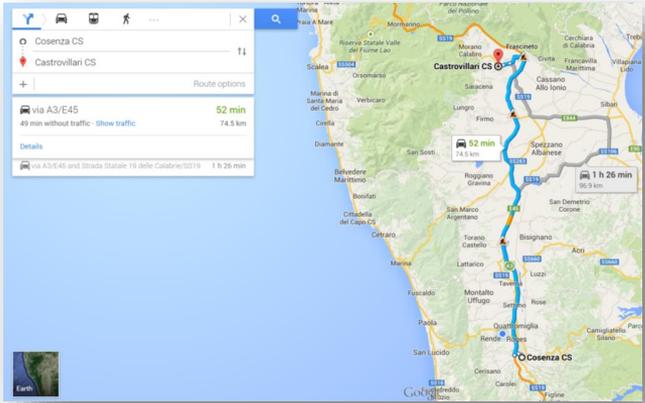
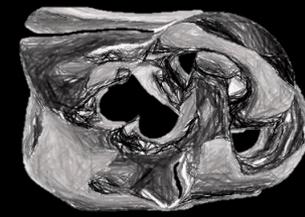


Esponenziali

NP



Il Mondo P=NP



Polinomiali

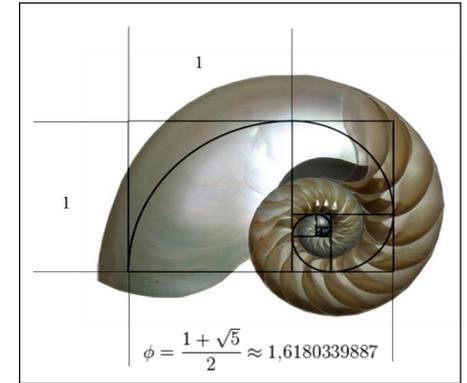
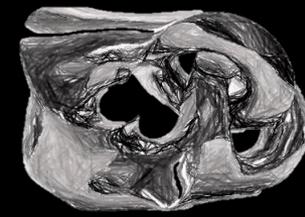


NP

Esponenziali



Il Mondo P=NP

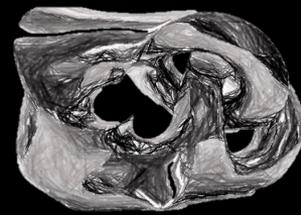


Polinomiali

Esponenziali



Sommario



INTRODUZIONE

PROBLEMI E ALGORITMI

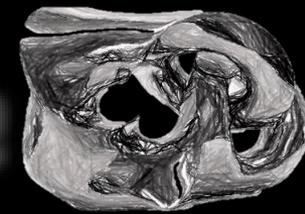
LA ZONA GRIGIA

LA QUESTIONE $P=NP?$

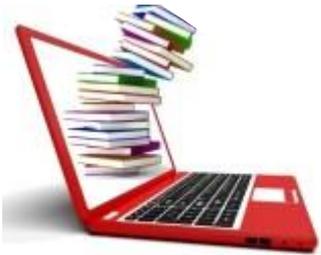
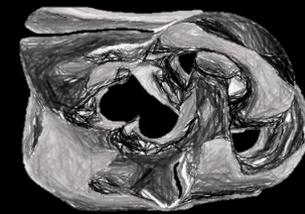
STUDIARE INFORMATICA



Competenze Informatiche



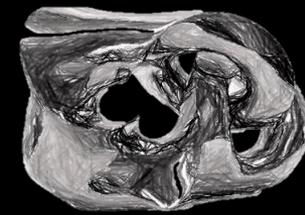
- ▶ Conoscenza di un **Linguaggio di Programmazione**
- ▶ Conoscenza di **Metodologie per Risolvere Problemi**
- ▶ Conoscenza di **Tecniche Specifiche di Intelligenza Artificiale**
 - ▶ Ragionamento automatico
 - ▶ Rappresentazioni logiche
 - ▶ Pianificazione
 - ▶ Scheduling
 - ▶ Individuazione di strategie
 - ▶ ...
- ▶ Conoscenza di **Sistemi di Interazione Uomo/Macchina**
 - ▶ Robot
 - ▶ Tastiere / joypad
 - ▶ Interfacce grafiche (tablet, cellulari, ...)



- ▶ **70% dei crediti formativi è concentrato su discipline informatiche**
 - ▶ Nessuna dispersione su corsi «poco attinenti»
 - ▶ Focalizzazione dell'impegno

- ▶ **L'esame tipo è la realizzazione di un progetto**
 - ▶ Apprendimento basato sul «fare»
 - ▶ Elaborati realizzati in gruppo, per imparare a collaborare in un contesto produttivo e per aiutare la socializzazione





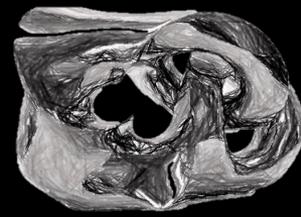
▶ Il Corso di Studi copre le «competenze»

- ▶ Interfacce grafiche
- ▶ Rappresentazione della conoscenza
- ▶ Data mining
- ▶ Ragionamento Automatico
- ▶ ...

▶ Il Corso di Studi copre tutte le «tecnologie»

- ▶ Programmazione su smartphone/tablet
- ▶ Realizzazione di siti web
- ▶ Tecniche di visualizzazione 3D
- ▶ ...



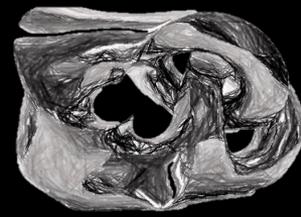


- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore

Il “mago” dell’Intelligenza artificiale è un dottorando di Arcavacata

QUELLA di Mario Alviano è una storia calabrese di successo: sognava fin da ragazzo di diventare un esperto di Intelligenza artificiale, «prima ancora di capire bene cosa fosse» confessa candidamente. E ora, a 25 anni, può dire di aver raggiunto il primo tra i quar-

gregati ricorsivi in programmazione logica”. E proprio la programmazione logica dichiarativa è uno dei biglietti da visita più prestigiosi per la ricerca informatica di Arcavacata. Un filone condotto insieme al Politecnico di Vienna dove, tra l’altro, proprio Mario



- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore

A loro il Mendelzon Test-of-Time Award

Leone e Scarcello big dell'informatica internazionale

Le ricerche svolte dai prof. Nicola Leone (Ordinario di Informatica e Direttore del Dipartimento di Matematica) e Francesco Scarcello (associato di Sistemi di Elaborazione delle Informazioni al DEIS) sono state insigni-

del settore della "Database Theory". In questa ricerca i professori calabresi hanno risolto un importante problema teorico sugli ipergrafi, affrontato invano per anni dai maggiori esperti del settore. Leone e Scarcello

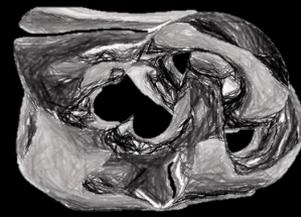
diventare un esperto di Intelligenza artificiale. «prima ancora di capire bene cosa fosse» confessa candidamente. E ora, a 25 anni, può dire di aver raggiunto il primo traque-

ottorando di Arcavacata dell'Intelligenza artificiale

è una storia calabrese da ragazzo di

gregati ricorsivi in programmazione logica". E proprio la programmazione logica disgiuntiva è uno dei biglietti da visita più prestigiosi per la ricerca informatica di Arcavacata. Un filone condotto insieme al Politecnico di Vienna dove, tra l'altro, proprio Mario

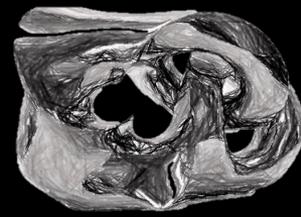
CdS in Informatica



- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore



CdS in Informatica



- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore

Per il contributo dato al settore dell'Intelligenza artificiale

Il "Marco Somalvico Award" al ricercatore Gianluigi Greco

l'informatica premio "Mar riva quindi n la qualità sc cerche del di che a sottoli

L'Università della Calabria è al secondo posto nella classifica nazionale. Il rettore: risultati di grande prestigio

Informatica, Unical tra i primi cento atenei al mondo

Vittorio Scarpelli
COSENZA

Se non è un primato poco ci manca l'Università della Ca.

world universities. È un risultato di grande prestigio, che conferma il valore scientifico di livello internazionale delle attività di ricerca condotte in

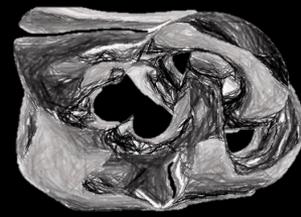


se» commessa candidamente. E ora, a 20 anni, può dire di aver raggiunto il primo tra quar-

«Non posso che esprimere il plauso e l'apprezzamento», ha sottolineato, «mio personale e di tutta la comunità di Arcavacata ai nocci di dalla

cata. Un milione conobbero insieme al fu direttore di Vienna dove tra l'altro proprio Mario

CdS in Informatica



- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore

A Nicola Leone, direttore del dipartimento di Matematica, è stato conferito il prestigioso "ECCAI Fellowship"

È uno degli scienziati di maggior valore nel campo dell'intelligenza artificiale

La consegna del riconoscimento europeo avverrà il 27 agosto a Montpellier in Francia

La notizia circola in anteprima da qualche giorno nelle reti ac- va ricordato il suo sistema di Intelligenza Artificiale DLV



Informatica, Unical tra i primi cento atenei al mondo

Vittorio Scarpelli
COSENZA

Se non è un primato poco ci manca l'Università della Ca-

world universities. È un risultato di grande prestigio, che conferma il valore scientifico di livello internazionale delle attività di ricerca condotte in

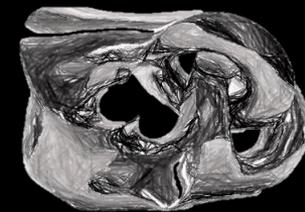


se» commessa candidamente. E ora, a 20 anni, può dire di aver raggiunto il primo tra mar-

«Non posso che esprimere il plauso e l'apprezzamento», ha sottolineato, «mio personale e di tutta la comunità di Arcuata ai nocci della

cata. Un milione condotti insieme al l'Orchestra di Vienna dove tra l'altro proprio Mario

CdS in Informatica



- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore

A Nicola Leone, direttore del dipartimento di Matematica, è stato conferito il prestigioso "ECCAI Fellowship"

È uno degli scienziati di maggior valore nel campo dell'intelligenza artificiale

Menzione d'onore per la tesi di dottorato di Alviano

Intelligenza artificiale Arcavacata tra le eccellenze

Se non è un primato poco ci manca l'Università della Ca.

Comprende il valore scientifico di livello internazionale delle attività di ricerca condotta in

se" commessa candidamente. E ora, a 20 anni, può dire di aver raggiunto il primo traguar.

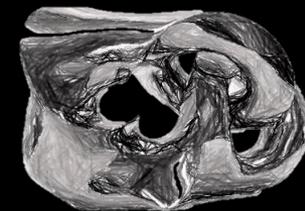
cata. Un trionfo condiviso insieme al fratello di Vienna dove tra l'altro proprio Mario

tpellier in Francia

al mondo

«Non posso che esprimere il plauso e l'apprezzamento», ha sottolineato, «mio personale e di tutta la comunità di Arcavacata ai nodi della

CdS in Informatica



- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore

Riconoscimento internazionale

Intelligenza artificiale Premiato il prof Greco

Al docente Unical
assegnato il prestigioso
"Kurt Goedel"

Il "Kurt Goedel Research Prize", il più importante premio internazionale attribuito a

dell'Intelligenza Artificiale, sarà ufficialmente premiato a Vienna il prossimo 17 Luglio, in un contesto che renderà ancora più speciale la circostanza. La cerimonia, infatti, costituirà uno dei momenti centrali della "Vienna School of Logic",

Al Fellowship"

alore
iale

r in Francia



1/28 web

mondo

esso che esprimere
l'apprezzamento,
eato, «mio perso-
tta la comunità di
si trasci dalla

HO insieme all'oltracu-
a l'altro proprio Mario

A Nicol

È u
ne

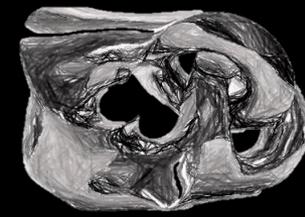
Menzi

I

Arc

Se non è t
manca 1 T

CdS in Informatica



- ▶ Il corpo docenti annovera tra i più prestigiosi ricercatori internazionali del settore

Riconoscimento internazionale

Al Fellowship"

aloro

A Nicol
È 1
UNICAL/1

Nuovo riconoscimento per il dipartimento di Matematica e Informatica

Realtà virtuale, la tesi migliore è qui

Premiato il lavoro svolto per il dottorato di ricerca da un giovane assegnista

KURT GOEDEL

Il "Kurt Goedel Research Prize", il più importante premio internazionale attribuito a

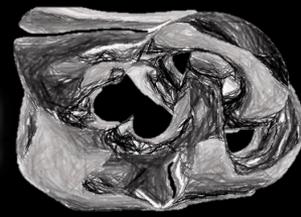
in un contesto che renderà ancora più speciale la circostanza. La cerimonia, infatti, costituirà uno dei momenti centrali della "Vienna School of Logic",

esso che esprimere l'apprezzamento, eato, «mio persona-tta la comunità di ai trascritti dalla

HO insieme all'Orchestra l'altro proprio Mario

Se non è t
manca 11

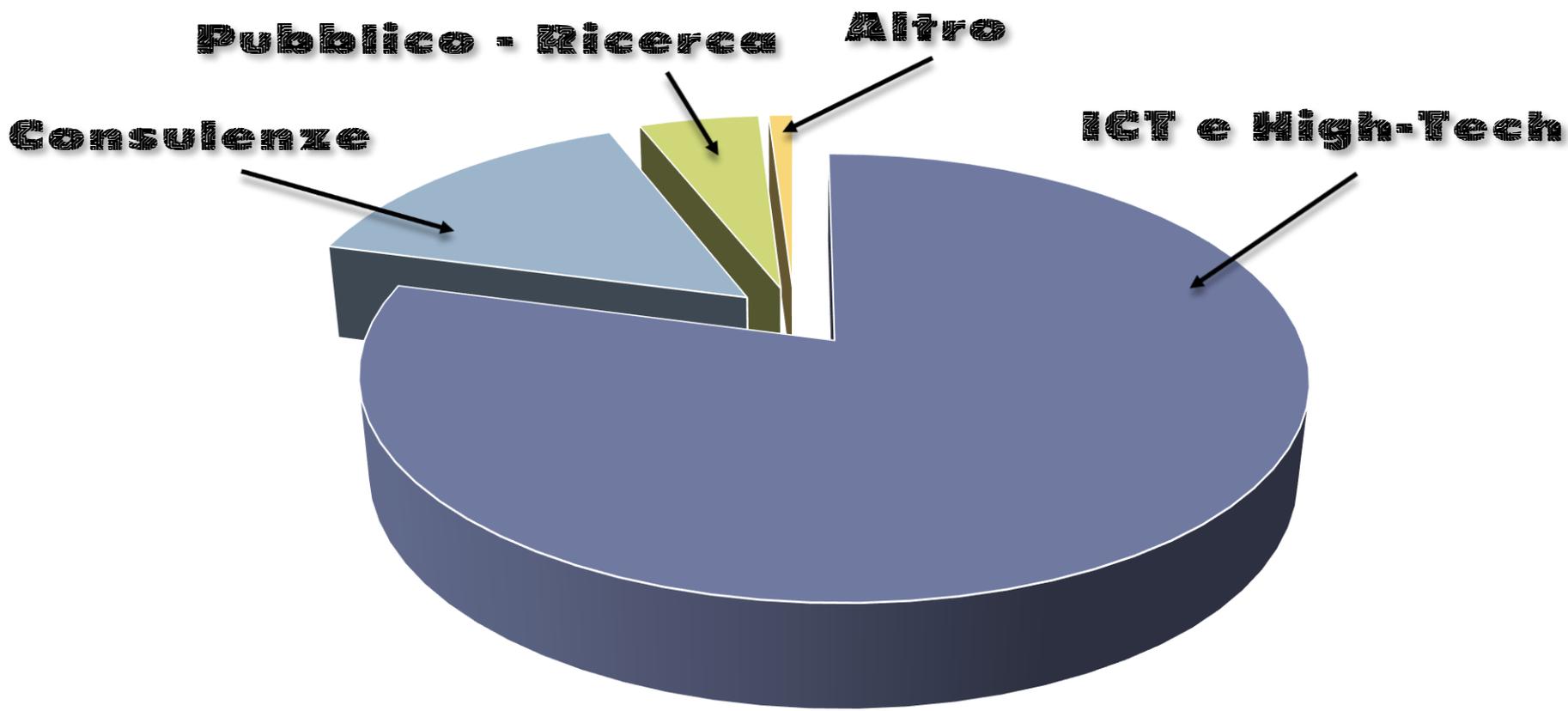
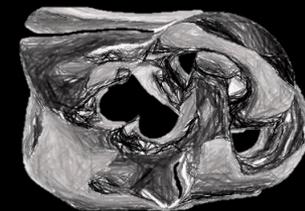
Condizione Occupazionale

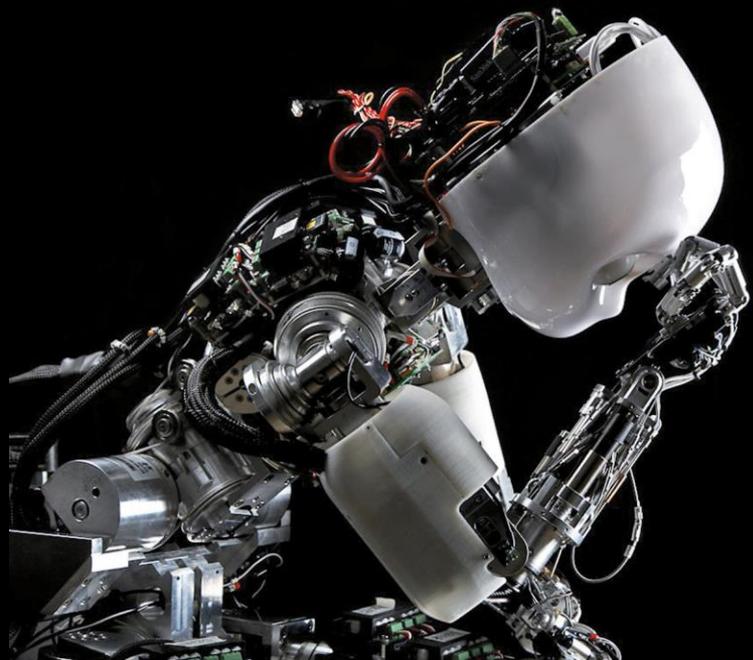


- ▶ **Tasso di Occupazione (ISTAT – dati 2013)**
 - ▶ 85,7% ad un anno dalla Laurea
 - ▶ Circa 1300 euro mensili



Stocchi Occupazionali





GRAPHICS