



Introduzione ai sistemi GIS

- ✘ Sono sistemi informatizzati per la gestione dei dati geografici
- ✘ **Geographical:**
 - ✘ si basano su rappresentazioni del territorio realizzate attraverso la memorizzazione della localizzazione geografica degli elementi in esso contenuti
- ✘ **Information:**
 - ✘ Indica che nei GIS i dati portano informazione in vari forme (mappe, immagini, tabelle, relazioni, interrogazioni, statistiche, incroci, ecc...)
- ✘ **System:**
 - ✘ Un GIS è un "sistema" fatto di più componenti: hardware, software, dati geografici, risorse umane, ecc...
- ✘ Lo scopo ultimo di un GIS è di fornire supporto nel prendere decisioni basate su dati spaziali



Introduzione ai sistemi GIS

- ✘ Dal punto di vista tecnico un GIS può essere pensato come costituito di 6 **DISTINTE ATTIVITA' O COMPONENTI:**

- ✘ Organizzazione
- ✘ Visualizzazione
- ✘ Interrogazione
- ✘ Combinazione
- ✘ Analisi
- ✘ Predizione



**Complessità
crescente**



Organizzazione

- * Un Gis deve **collezionare** molti dati, sia come **quantità** che come **disomogeneità** di provenienza
- * Per far sì che la raccolta di informazioni dia un valore aggiunto occorre che il Gis realizzi una **FORTE ORGANIZZAZIONE** dei dati
- * Si parla di **MODELLI DI DATI** (Data models) cioè di modalità di organizzazione delle informazioni
- * Le informazioni in un GIS sono, principalmente, di 2 tipi:
 - * **SPAZIALE** (geografico)
 - * **ALFANUMERICO** (attributi)
- * Le due componenti sono intimamente legate



Visualizzazione

- * Un GIS sfrutta le capacità umane di comprendere situazioni complesse in maniera migliore attraverso un approccio **VISUALE**
- * Per tale motivo una delle prime componenti di un GIS è la capacità di **presentare graficamente** ed in maniera adeguata le informazioni raccolte e in esso organizzate (creazione di **MAPPE**)





Interrogazione

- ✘ In un Gis la realtà è memorizzata attraverso **oggetti grafici elementari (FEATURES)** che costituiscono una banca dati
- ✘ Ogni feature ha indissolubilmente collegate delle **informazioni alfanumeriche** associate (Esempi: edificio ? via, n. civico, ecc...)
- ✘ Il Gis deve permettere di richiedere informazioni sui dati da esso gestiti. Tali richieste possono essere di 3 tipi:
 - ✘ Conoscere le caratteristiche di una feature memorizzata nella banca dati (**interrogazione degli attributi**)
 - ✘ Richieste complesse che intendono ottenere informazioni sui punti geografici dove si verificano una serie di condizioni specificate dall'utente (**interrogazione spaziale**)
 - ✘ Domande su: Distanza, Adiacenza, Orientamento, Contenimento, ... (**Interrogazione topologica**)



Combinazione

- ✘ Un Gis deve permettere di combinare tra loro informazioni provenienti da **fonti diverse**
- ✘ Ciò permette di scoprire correlazioni o di generare dati derivati
- ✘ Si possono avere **2 modalità di combinazione**:
 - ✘ Visualizzazione congiunta di tematismi differenti
 - ✘ Costruzione "fisica" di temi ottenuti combinandone altri
- ✘ ESEMPI:
 - ✘ **Visualizzazione** di una carta geologica sovrapposta ad una immagine da satellite (può permettere di scoprire relazioni tra la litologia ed il suo "effetto" sull'immagine)
 - ✘ **Intersezione** della carta dei vincoli paesaggistici con la carta di uso del suolo (può permettere di derivare alcune informazioni su "abusi edilizi")



Analisi

- * Si riferisce alla possibilità di utilizzare un Gis per ottenere un **SIGNIFICATO** a partire dai dati grezzi
- * Oltre a poter essere effettuata in maniera visuale, in genere il Gis mette a disposizione strumenti **STATISTICI** e di **MODELLAZIONE**
- * Esempi:
 - * A partire da valori di una variabile rilevati in una serie di punti (x,y) ottenere una superficie tridimensionale attraverso metodi di interpolazione.
 - * Data una carta di uso del suolo, ottenere informazioni sull'area complessiva occupata da ognuna delle classi
 - * Ottenere statistiche sulla correlazione tra la litologia e la concentrazione al suolo di un inquinante



Predizione

- * E' l'**aspetto più avanzato** di un Gis, quello in cui la componente umana del progettista è determinante
- * E' strettamente legato al punto precedente ma si spinge anche a fare **previsioni di scenari evolutivi futuri**. Lo scopo è quello di rispondere a domande quali:
 - * Che cosa succede se prendo questa decisione? (analisi "What-If").
 - * Esempio: pianificazione del traffico.
- * E' una componente fondamentale in campi quali:
 - * Pianificazione territoriale e urbanistica
 - * Analisi ambientale
 - * valutazione di impatto
 - * ecc...
- * E' un aspetto complesso e legato ad altre discipline:
 - * Simulazione
 - * multimedialità, ecc...



Caratteristiche

- ✖ I settori più "vicini" al Gis sono il **CAD** e l'**Image processing**:
 - ✖ oggi tutti i software Gis di buon livello contengono al loro interno funzionalità CAD e di elaborazione delle immagini
- ✖ CAD:
 - ✖ strumenti computerizzati di **supporto al disegno tecnico**. Sono nati in ambiente ingegneristico e architettuale prima in bidimensionale, ed in seguito si sono estesi alla gestione della terza dimensione.
 - ✖ Strumenti di tipo **VETTORIALE** (=basati su vettori). Ciò significa che ogni oggetto del disegno viene memorizzato e gestito attraverso le sue coordinate.
 - ✖ Strumenti con ottime funzionalità di visualizzazione
 - ✖ Poco adatti alla "gestione": non possiedono il concetto di **ATTRIBUTO** = informazione alfanumerica collegata agli oggetti grafici
- ✖ Image Processing:
 - ✖ Strumenti di visualizzazione, gestione ed elaborazione di immagini **RASTER** (=matrice o grigliato di pixel).
 - ✖ Esempi: Immagini da satellite, Fotografie aeree

Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Esempi

Fotografia aerea



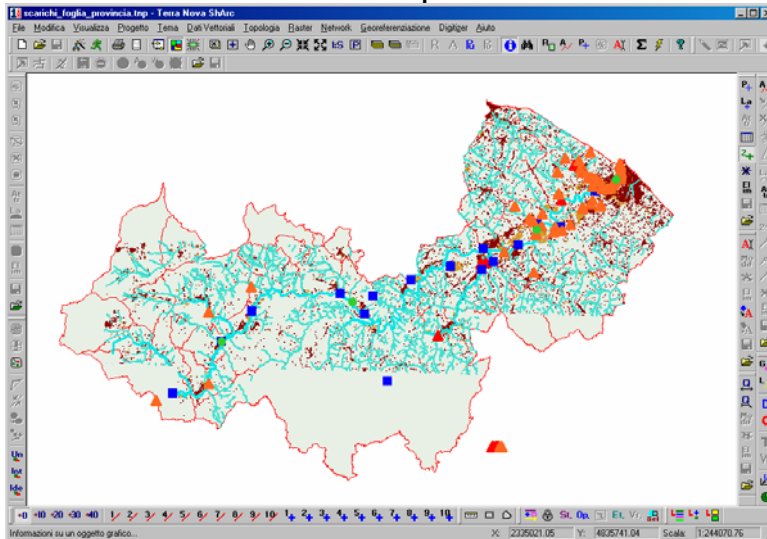
Immagine da satellite



Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Esempi



Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Modello spaziale del mondo reale

- ✘ La peculiarità dei GIS consiste nell'introdurre la dimensione dello **SPAZIO** in un database tradizionale:
- ✘ Un database tradizionale **può contenere informazioni** territoriali e informazioni relative allo spazio:
 - ✘ Localizzazione di persone
 - ✘ Localizzazione di eventi e attività
 - ✘ Dati sulle distanze
- ✘ Tuttavia **non e' in grado** di gestire implicitamente ne' di derivare informazioni originali di tipo spaziale
- ✘ Per fare ciò e' necessario introdurre un **modello spaziale del mondo reale** che gestisca la memorizzazione delle informazioni nel DB



Modello spaziale del mondo reale

- * La **modellazione** del mondo reale e l'**organizzazione** delle informazioni sotto forma di dati che lo descrivono presuppongono un processo diviso in diversi stadi:
 - * Identificazione **delle entità** che definiscono i fenomeni di nostro interesse
 - * Identificazione **degli attributi** che ne descrivono le caratteristiche rilevanti
 - * Identificazione della **topologia** e delle **relazioni spaziali** dei fenomeni

- * I fenomeni del mondo reale tradotti in entità GIS prendono il nome di **OGGETTI**



Un oggetto GIS

- * Un oggetto GIS ha diverse **caratteristiche** che lo contraddistinguono:
 - * TIPO
 - * ATTRIBUTI
 - * RELAZIONI SPAZIALI
 - * GEOMETRIA
 - * QUALITA' DEL DATO

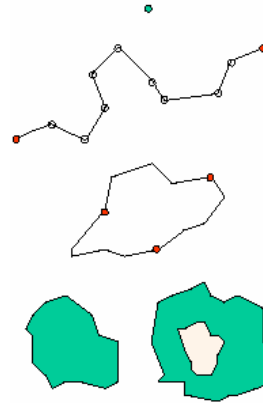
- * Gli elementi all'interno di un GIS sono costituiti da una **collezione di oggetti** rappresentati con figure geometriche

- * Tali oggetti rappresentano in **forma semplificata** fenomeni del mondo reale conservandone le proprietà spaziali di volta in volta giudicate rilevanti



Gli oggetti base di un GIS

- * PUNTO:
 - * Punto isolato
 - * Se fa parte di una linea è detto **VERTICE** o **NODO**
- * ARCO:
 - * Sequenza ordinata di VERTICI
 - * Il primo è detto **NODO INIZIALE**, l'ultimo **NODO FINALE**
- * ANELLO:
 - * Insieme di uno o più archi che costituiscono un anello chiuso
- * POLIGONO:
 - * insieme di uno o più anelli che delimitano una area chiusa.
 - * Il primo anello è detto **ESTERNO**, gli altri **INTERNI**.
 - * Se ha 1 solo anello è detto **SEMPLICE** altrimenti **COMPLESSO**



Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



L'oggetto punto

- * Entità **ADIMENSIONALE** che specifica la localizzazione di un fenomeno nello spazio (codifica la posizione)
- * Diversi tipi di punti:
 - * **Punto entità** = identifica la localizzazione di un fenomeno nello spazio senza tenere conto dell'eventuale forma o dimensione del fenomeno
 - * **Punto area** = denota una posizione all'interno di un'area e ne rappresenta una forma semplificata (esempio: baricentro, centro urbano per i comuni)
 - * **Nodo** = localizzazione puntuale con in più proprietà topologiche (collegamento ad un altro punto tramite segmento)

Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



L'oggetto arco o linea

- * Entità **UNIDIMENSIONALE** che ha la capacità di rappresentare un fenomeno reale evidenziandone:
 - * Posizione
 - * Direzione
 - * Lunghezza
- * Può essere rappresentata con **diversi spessori** che identificano **attributi metrici** diversi dalla lunghezza (rimane un oggetto unidimensionale)
- * Può avere un attributo che ne specifica l'orientamento
- * Esempi:
 - * Strade, fiumi, confini, flussi di comunicazione, ecc.



L'oggetto poligono o area

- * Entità **BIDIMENSIONALE** che ha la capacità di rappresentare un fenomeno reale evidenziandone:
 - * Posizione
 - * Morfologia
 - * Superficie (dimensione quadrata)
- * Viene usato tipicamente per rappresentare strutture territoriali come:
 - * Comuni
 - * Quartieri
 - * Regioni
 - * Tutte le volte che superficie e topologia sono importanti nell'analisi



Rappresentazione spaziale

- ✘ La scelta degli oggetti nella rappresentazione spaziale dipende dall'**analisi** che dovrà essere fatta del fenomeno:
- ✘ Dalle **proprietà** dei singoli oggetti dipende la possibilità di effettuare determinate **analisi** piuttosto che altre
- ✘ Esempio:
 - ✘ Se ci interessa la valutazione della distanza tra le città potremmo rappresentare queste con dei punti ma se volessimo fare un'analisi di distribuzione demografica dovremmo usare dei poligoni magari con sottopoligoni per la rappresentazione dei quartieri



Georeferenziazione

- ✘ La rappresentazione degli **oggetti nello spazio** richiede un sistema di riferimento spaziale
- ✘ Gli oggetti devono mantenere:
 - ✘ **Posizioni** relative corrette
 - ✘ **Dimensioni** proporzionali agli oggetti reali corrispondenti
 - ✘ **Relazioni spaziali** corrette
- ✘ **GEOREFERENZIAZIONE:**
 - ✘ Tecnica di localizzazione territoriale che permette di associare un oggetto ad un particolare punto nello spazio reale



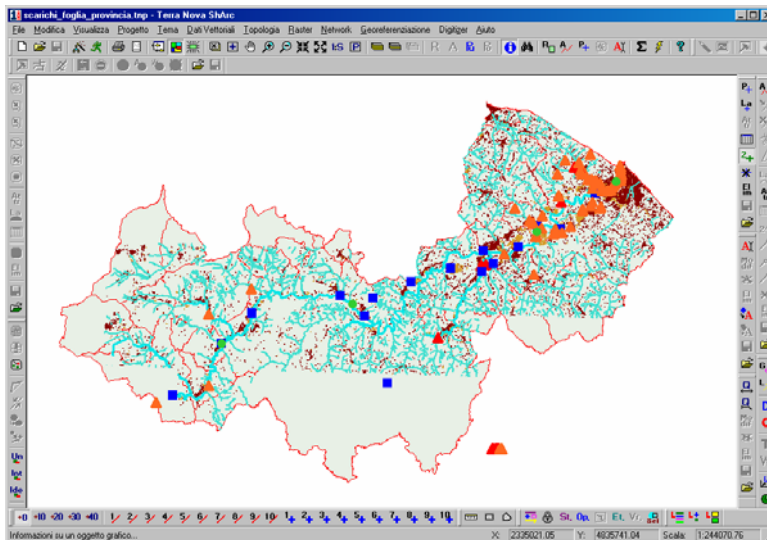
Georeferenziazione

- ✖ Tecniche di georeferenziazione CONTINUE:
 - ✖ La misura della posizione di un fenomeno e' ottenuta rispetto ad un sistema di **riferimento assoluto**
 - ✖ Normalmente si usano i sistemi di **coordinate terrestri cartografiche**
 - ✖ La posizione reale di un oggetto viene rilevata attraverso **sistemi di posizionamento globale (GPS)**
- ✖ Tecniche di georeferenziazione DISCRETE:
 - ✖ La misura della posizione di un fenomeno e' ottenuta **indirettamente** rispetto ad unità territoriali di **riferimento** già georeferenziate
 - ✖ La posizione di un oggetto viene rilevata valutando la distanza da un **oggetto territoriale di riferimento**

Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Georeferenziazione



Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Georeferenziazione

Figura 2.4

Georeferenziazione discreta toponomastica.

I fenomeni sono localizzati approssimativamente rispetto ai numeri civici degli edifici.

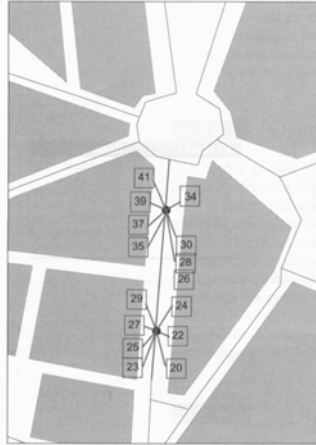
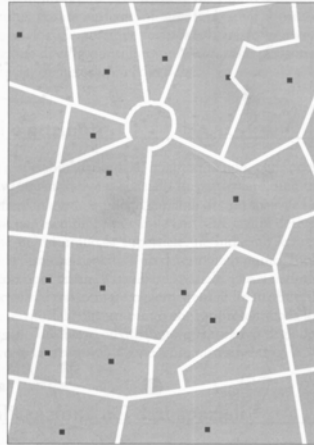


Figura 2.5

Georeferenziazione discreta areale.

I fenomeni sono localizzati in modo approssimativo nel centroide delle zone statistiche.



Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Modelli della Terra

- ✖ Modello della “Terra piatta”
 - ✖ La superficie della Terra viene rappresentata attraverso un piano orientato a nord con l'asse ortogonale coincidente con la direzione della gravità
 - ✖ Gli oggetti vengono rappresentati sul piano e posizionati relativamente alla piano stesso
 - ✖ Va bene per mappe di dimensioni non superiori a 2-3 Km e pianeggianti
- ✖ Modello della “Terra curva”
 - ✖ Tiene conto della curvatura della superficie terrestre
 - ✖ Modello complesso e non univoco
 - ✖ Cerca di limitare gli errori nelle relazioni spaziali degli oggetti rappresentati sulla Terra

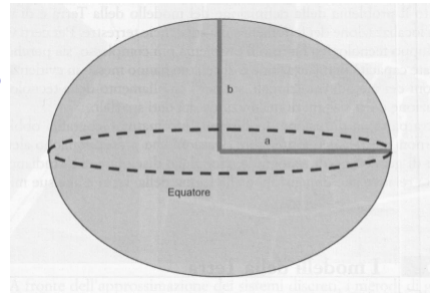
Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Ellissoide o Sferoide (Terra curva)

✘ Modello matematico della Terra

- ✘ Generato dalla rotazione di un'ellisse attorno al suo asse minore
- ✘ Riproduce lo **schacciamento** ai poli e il **rigonfiamento** all'equatore
- ✘ Non tiene conto della distribuzione non uniforme delle **masse** nella Terra e delle **irregolarità della superficie**
- ✘ Utilizzato per la valutazione della **posizione geografica** di un punto sulla superficie



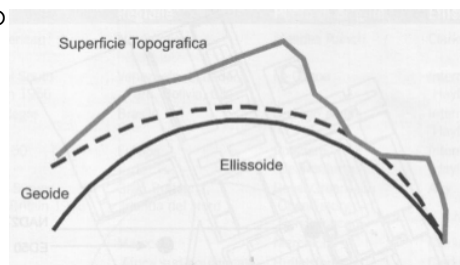
Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Geoide (Terra curva)

✘ Modello fisico della Terra

- ✘ Generato dalla **superficie perpendicolare** alla direzione della **forza di gravità** in ogni punto della Terra (simile alla superficie del mare)
- ✘ Tiene conto delle **irregolarità locali** della superficie terrestre
- ✘ Viene utilizzato per la valutazione dell'**altitudine** di un punto



Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



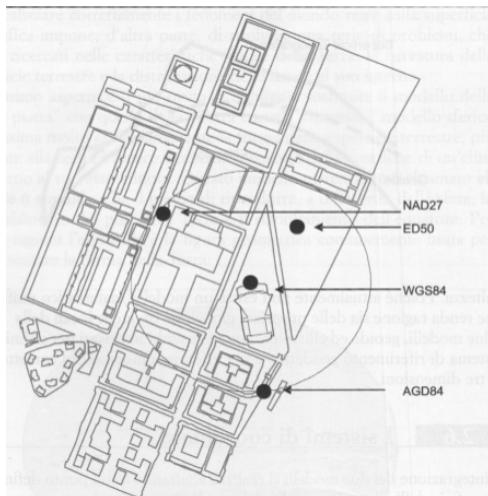
DATUM GEODETICI

- ✘ I sistemi di coordinate attualmente utilizzati si basano sul **DATUM GEODETICO** (modello matematico-fisico) che adatta localmente la superficie dell'**ellissoide** a quella del **geoide**
- ✘ Diversi tipi di **DATUM**:
 - ✘ Ogni paese ha definito un proprio **DATUM** al fine di approssimare al meglio la superficie terrestre all'interno della **propria area** di interesse (Es: NAD27 *North American Datum 1927*, ED50 *European Datum 1950*)
 - ✘ La diffusione dei sistemi GPS ha portato alla definizione di **DATUM GLOBALI** che non si concentrano su nessuna area in particolare ma cercano di minimizzare gli errori in modo globale (Es: WGS84 *World Geodetic System 1984*) standard dei GPS

Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Posizionamento con DATUM diversi



- ✘ La rilevazione con diversi DATUM produce localizzazioni non coincidenti
- ✘ Nell'esempio la localizzazione dello stesso punto porta ad un errore massimo di 400 metri

Sistemi Informativi Multimediali
© Dott. Emanuele Lattanzi



Latitudine e Longitudine

- ✘ Sul modello della Terra (DATUM) viene generata una **griglia** immaginaria al fine di effettuare misurazioni con un sistema di coordinate terrestri
- ✘ La griglia e' costituita da due insiemi di linee immaginarie che si intersecano:
 - ✘ **Paralleli** o linee di latitudine
 - ✘ **Meridiani** o linee di longitudine
- ✘ L'**origine** del sistema di coordinate viene collocato **all'interno** del modello della Terra e i punti sulla superficie vengono calcolati con gli strumenti della geometria sferica



Paralleli

- ✘ Cerchi **paralleli all'equatore** dove l'equatore e' definito come il **cerchio massimo** che divide la terra nei due emisferi NORD e SUD
- ✘ All'equatore viene assegnato il valore convenzionale di **parallelo zero**
- ✘ La distanza tra i paralleli viene misurata in **gradi sessagesimali** corrispondenti a circa 111 Km
- ✘ I gradi di latitudine variano tra 0 e 90 a nord e a sud dell'equatore

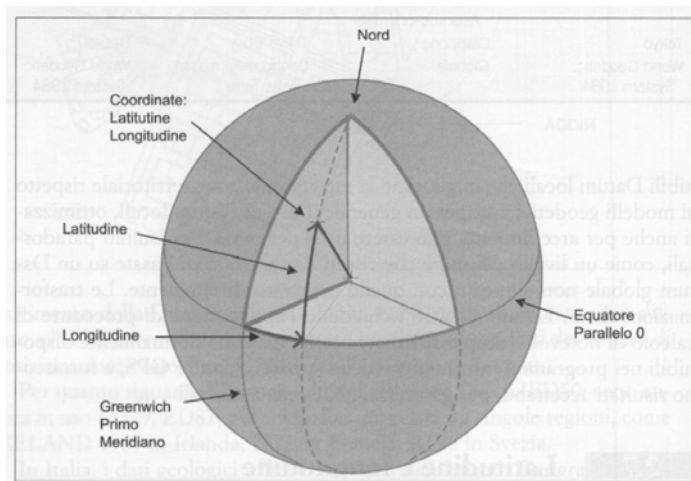


Meridiani

- ✘ Cerchi tracciati in **verticale** attraverso il NORD ed il SUD geografici
- ✘ La **longitudine** misura lo **scostamento** rispetto ad un cerchio di meridiano assunto come origine
- ✘ Per convenzione venne definito come meridiano zero il meridiano che passa per l'osservatorio di **Greenwich**
- ✘ I meridiani si estendono a **est** di Gr. con segno **positivo** e a **ovest** con segno **negativo** per 180 gradi
- ✘ I meridiani si incontrano nell'oceano pacifico (180 gradi) formando la *Linea della data internazionale*



Latitudine e Longitudine





Posizionamento

- ✦ Ad ogni punto sulla superficie Terrestre viene assegnata una posizione espressa in **GRADI, MINUTI e SECONDI** di latitudine e longitudine
 - ✦ Es: Napoli = **40° 51' 46,80" NORD**
14° 16' 36,12" EST
- ✦ La natura sferica delle coordinate porta a far sì che la linea più breve che collega due punti sul modello curvo della Terra non è una linea ma è **una curva**
 - ✦ Tale curva è una **sezione di un circolo massimo** (qualunque cerchi passi per il centro della Terra)
 - ✦ Tra due punti sulla superficie della Terra si può tracciare **un solo circolo massimo**
 - ✦ La distanza minore fra due punti sarà **l'arco di circolo massimo** che passa per i due punti