

Studio di algoritmi di localizzazione di impianti in ambito zootecnico

Marco Gasparri
matr. 842460

Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Informatica
Relatore: prof. Marco Trubian
Correlatore: prof. Guido Sali

20 Ottobre 2015

Sommario

- 1 Introduzione
- 2 Presentazione del problema e delle decisioni
- 3 Algoritmo: presentazione
- 4 Algoritmo: mosse e iterazioni
- 5 Algoritmo: caratteristiche avanzate
- 6 Risultati
- 7 Conclusioni

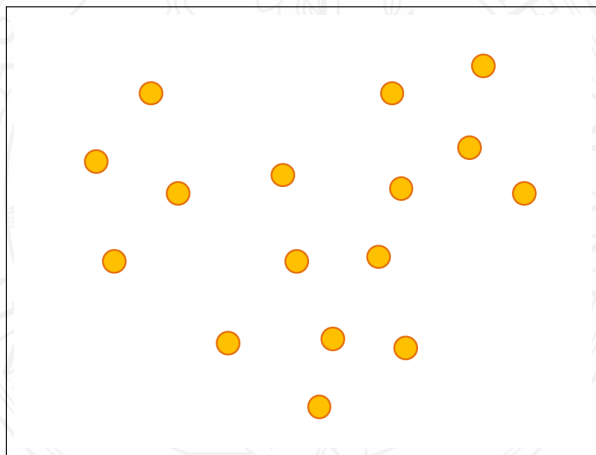
- **Origine della problematica:** introduzione della "direttiva nitrati" a livello europeo
- **Problema:** necessità di costruire impianti di trattamento per la riduzione del contenuto di azoto dei reflui, minimizzando al tempo stesso costi economici ed emissioni inquinanti
- **Idea per far fronte al problema:** costituzione di consorzi aziendali
- **Trasformazione della problematica:** *in che modo è possibile costituire i consorzi?*
- **Soluzione:** DSS (Decision Support System) basato su un *algoritmo di ottimizzazione*

- **Decisioni da prendere:**
 - ① Creazione dei consorzi (clustering delle aziende)
 - ② Localizzazione degli impianti
 - ③ Scelta della tipologia di impianto (tra 17 alternative)
- **Quantità da minimizzare** (ad ognuna è associata una percentuale):
 - ① costi economici (investimento e gestione, generati da impianti e trasporti)
 - ② emissioni di gas serra (generate da impianti e trasporti)
 - ③ emissioni di gas acidificanti (generate dagli impianti)
 - ④ consumo energetico (degli impianti, al netto dell'energia prodotta)
- **Vincolo** sulla massima distanza
- Possibilità per l'utente di personalizzare circa 1.000 parametri globali e 1.400 parametri per ogni azienda
- **Risultati precedenti:** modello di PL e PLI per la risoluzione di problemi di piccole dimensioni

- **Algoritmo euristico**, senza garanzie date da un certificato di ottimalità, senza schema di approssimazione, validato da analisi sperimentale.
- Analisi esaustiva su n aziende: $\sum_{k=1}^n \binom{n}{k} k^{n-k} 17^k$ combinazioni (ad esempio, per un'istanza di 10 aziende esistono $\approx 5.74 * 10^{13}$ combinazioni).
- Utilizzo di 8 strutture dati (vettori e matrici) per rappresentare efficientemente una soluzione.
- **Algoritmo base**: *ricerca locale*, con l'ausilio di euristiche costruttivo-distruttive e di scambio ("mosse"), e di politica *greedy*.
- Sviluppo di *caratteristiche avanzate* per migliorare l'algoritmo.
- **Soluzione iniziale**: ogni azienda corrisponde ad un consorzio.
- Strategia di **valutazione dei Δ** di costo.

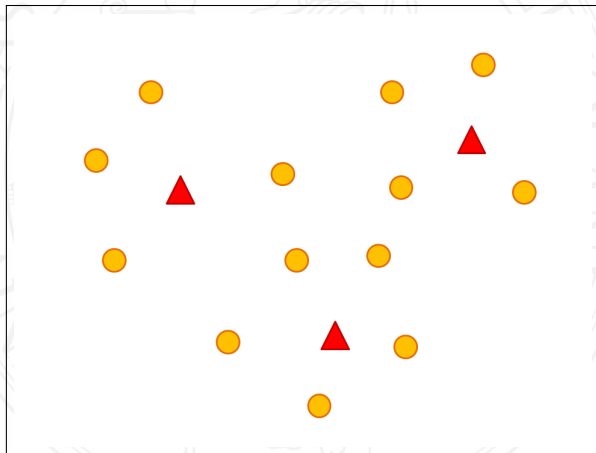
Algoritmo: obiettivi

Analisi delle informazioni che l'algoritmo deve fornire (istanza di input)



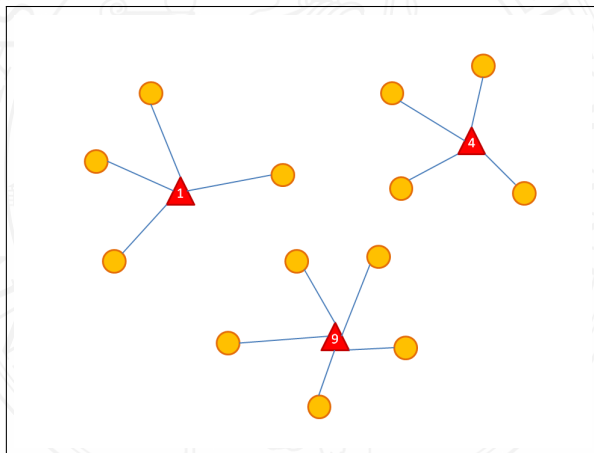
Algoritmo: obiettivi

Analisi delle informazioni che l'algoritmo deve fornire (localizzazione degli impianti)



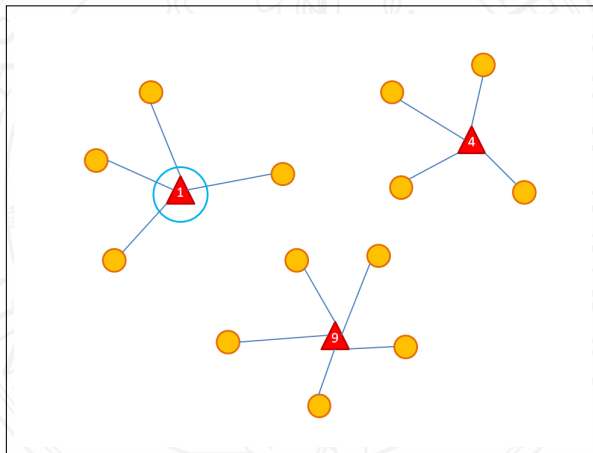
Algoritmo: obiettivi

Analisi delle informazioni che l'algoritmo deve fornire (clustering delle aziende in consorzi e tipologia degli impianti)



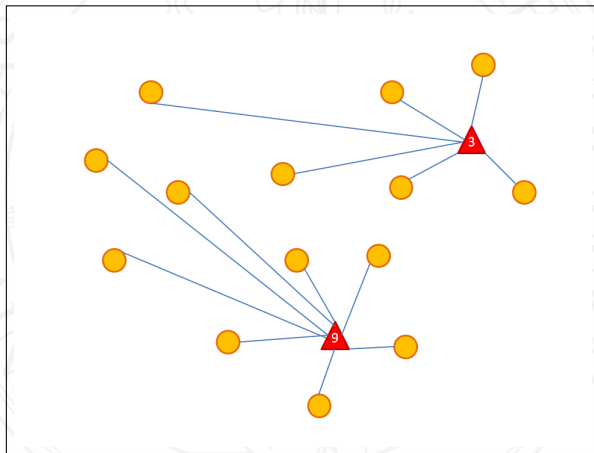
Algoritmo: mossa di chiusura

Eliminazione di un consorzio e riallocazione delle aziende ad esso afferenti



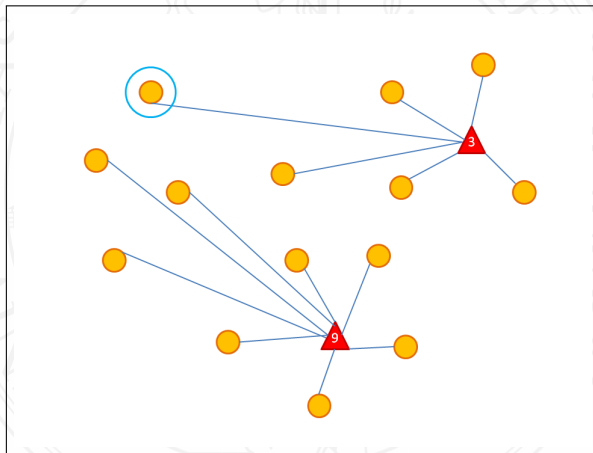
Algoritmo: mossa di chiusura

Eliminazione di un consorzio e riallocazione delle aziende ad esso afferenti



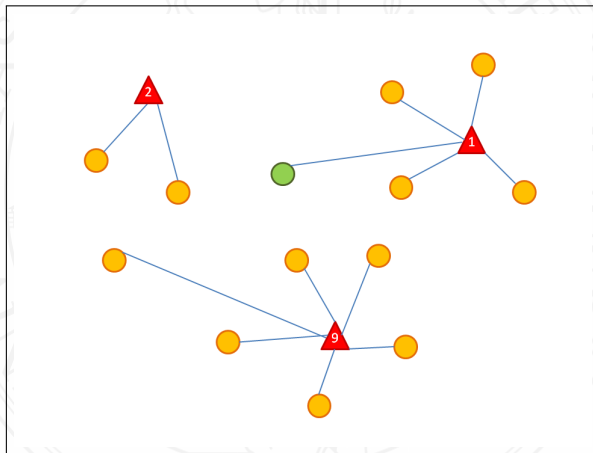
Algoritmo: mossa di apertura

Creazione di un consorzio e riallocazione di aziende in esso



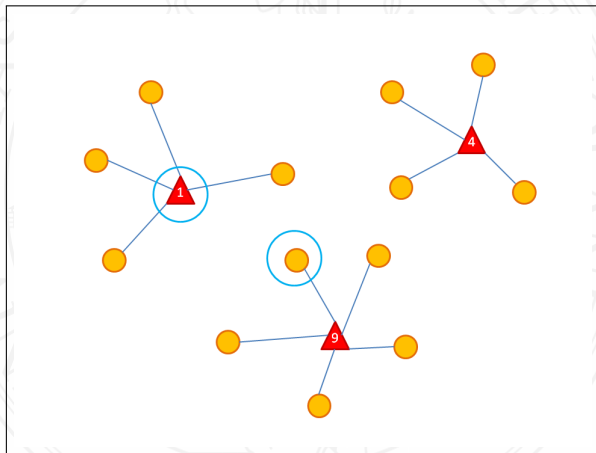
Algoritmo: mossa di apertura

Creazione di un consorzio e riallocazione di aziende in esso



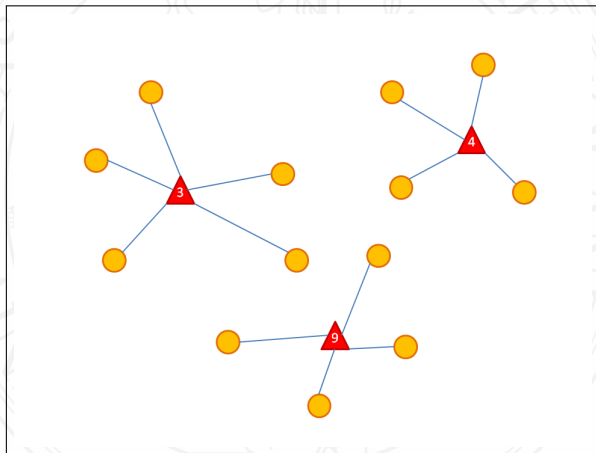
Algoritmo: mossa di cambio di conferimento

Modifica del consorzio di afferenza di un'azienda



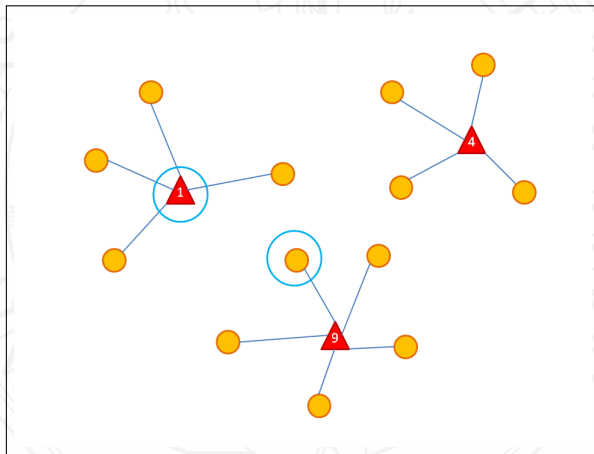
Algoritmo: mossa di cambio di conferimento

Modifica del consorzio di appartenenza di un'azienda



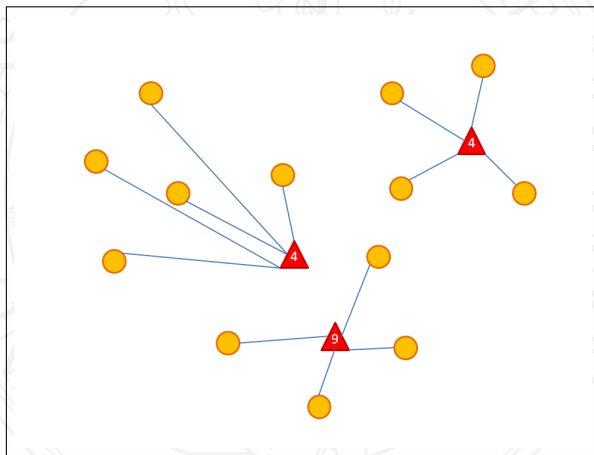
Algoritmo: mossa di scambio

Scambio di apertura/chiusura su due consorzi

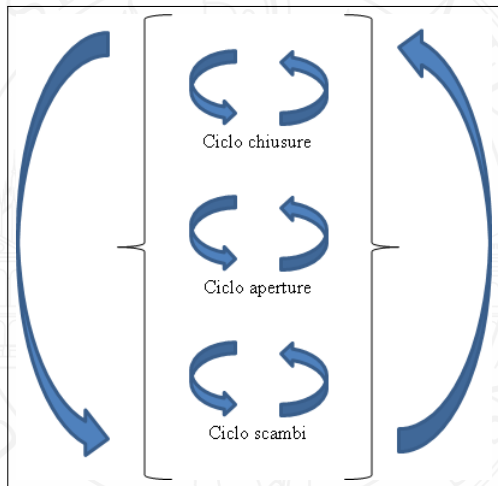


Algoritmo: mossa di scambio

Scambio di apertura/chiusura su due consorzi

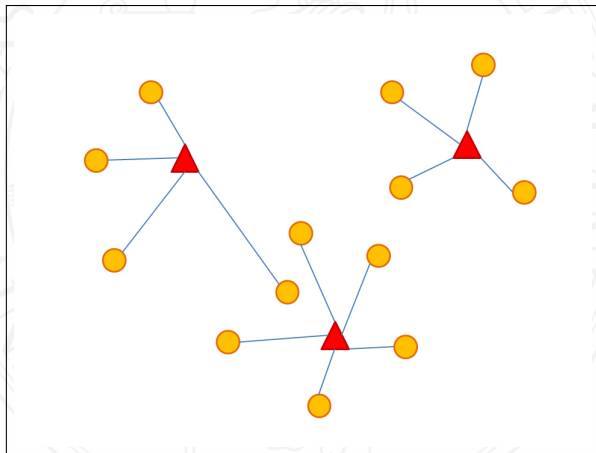


Algoritmo: iterazioni



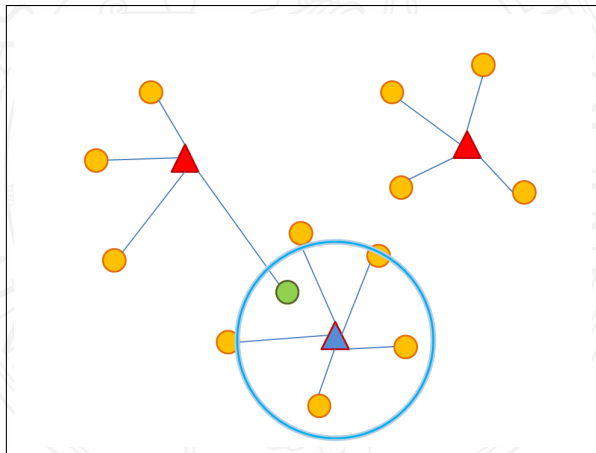
Algoritmo (caratteristiche avanzate): area di influenza

L'area di influenza è utilizzata per valutare le modifiche apportate da una mossa all'intorno nel quale è eseguita



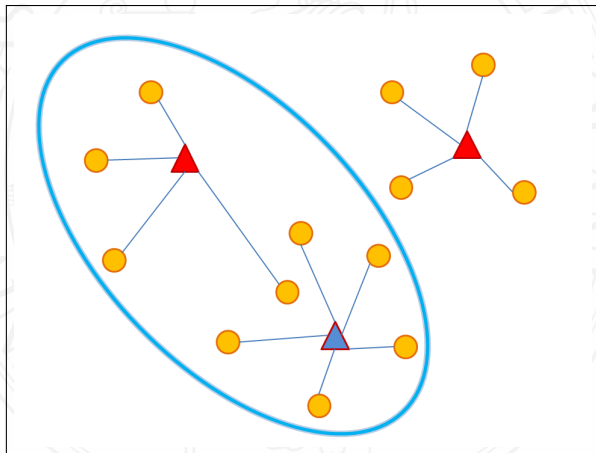
Algoritmo (caratteristiche avanzate): area di influenza

L'area di influenza è utilizzata per valutare le modifiche apportate da una mossa all'intorno nel quale è eseguita



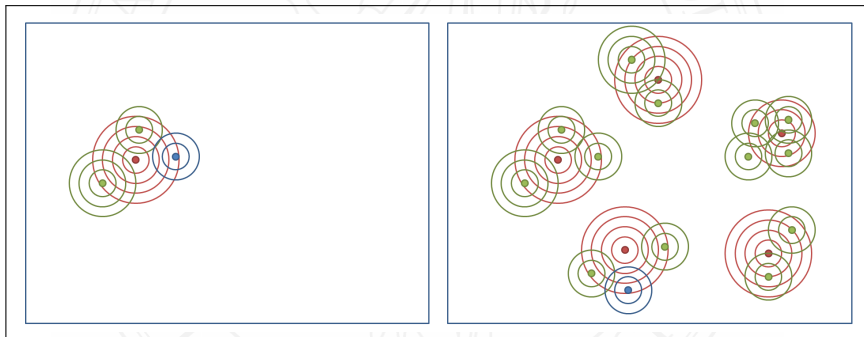
Algoritmo (caratteristiche avanzate): area di influenza

L'area di influenza è utilizzata per valutare le modifiche apportate da una mossa all'intorno nel quale è eseguita



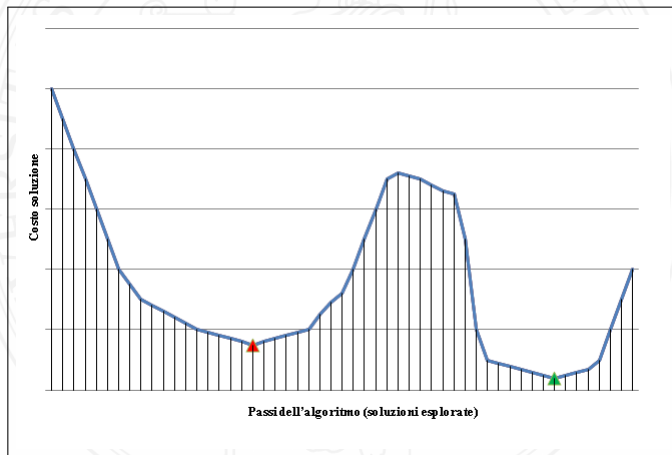
Algoritmo (caratteristiche avanzate): multistart

Il multistart è utilizzato per un' esplorazione più ampia dello spazio delle soluzioni



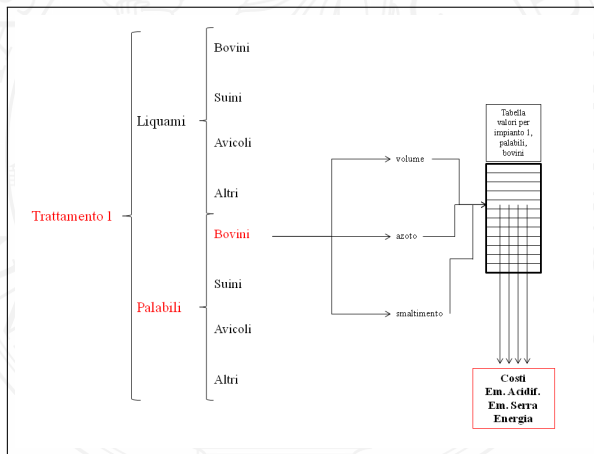
Algoritmo (caratteristiche avanzate): politica ϵ -greedy

La politica ϵ -greedy è utilizzata per cercare di uscire dai minimi locali, accettando mosse peggioranti con probabilità ϵ



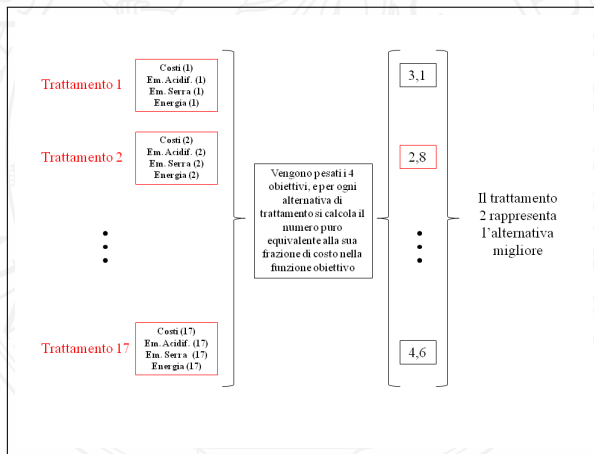
Algoritmo (caratteristiche avanzate): tabulazioni

La tabulazione dei risultati porta ad un incremento di prestazioni, introducendo però un certo grado di approssimazione (vengono mappati 250 MB di dati, per un totale di 32.640.000 valori)

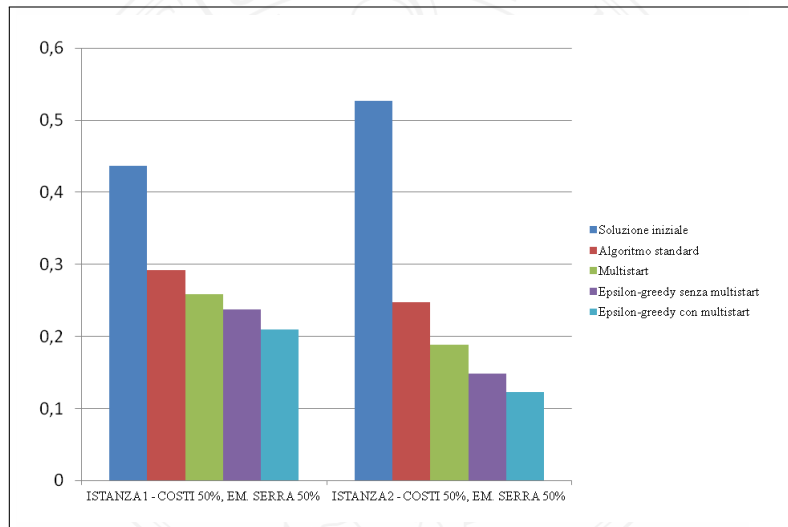


Algoritmo (caratteristiche avanzate): tabulazioni

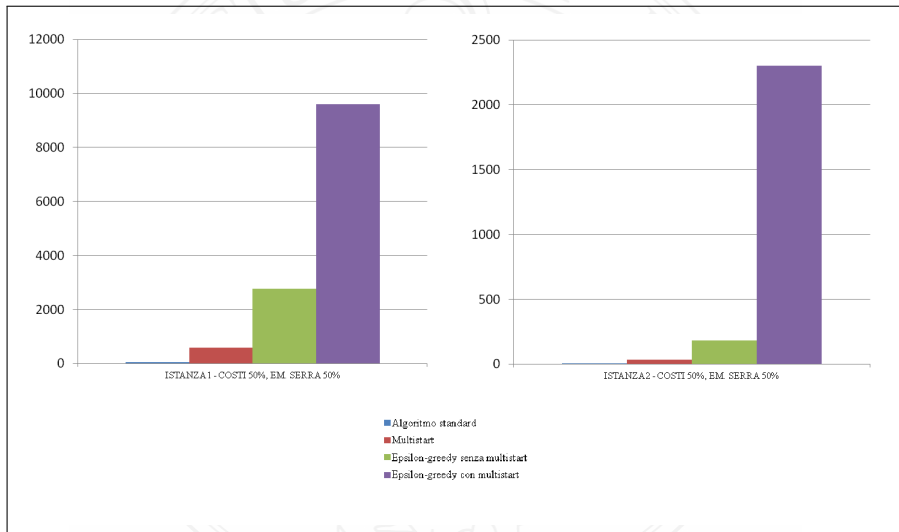
La tabulazione dei risultati porta ad un incremento di prestazioni, introducendo però un certo grado di approssimazione (vengono mappati 250 MB di dati, per un totale di 32.640.000 valori)



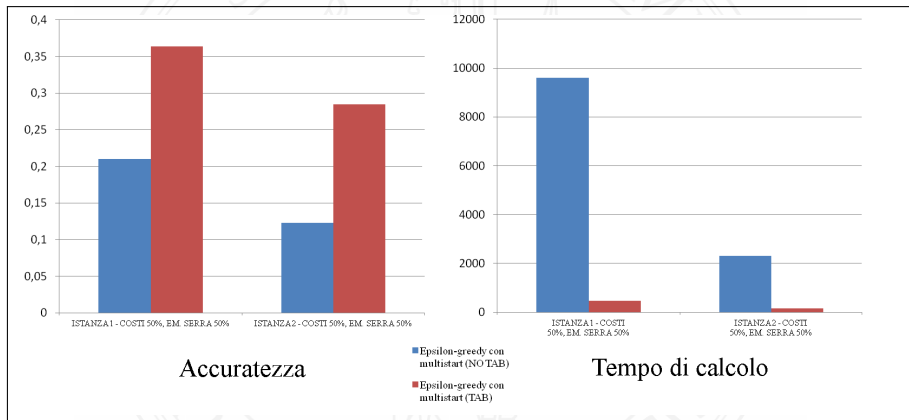
Risultati: accuratezza



Risultati: tempo di calcolo



Confronto con l'utilizzo delle tabulazioni



- L'algoritmo sviluppato risolve il problema in esame fornendo soluzioni valide e di buona qualità, in tempi ragionevoli;
- le funzioni di simulazione sono state validate da esperti del settore;
- nonostante l'assenza di dati all'infuori dell'area di studio non abbia permesso test su istanze di una certa grandezza, lo sviluppo e l'implementazione dell'algoritmo hanno avuto particolare riguardo per la scalabilità;
- l'algoritmo e il DSS che lo incorpora si presentano come un valido prototipo per un eventuale strumento da utilizzare in ambito reale;
- come parte integrante del progetto AGER-SEESPIG, il lavoro è stato pubblicato nel volume conclusivo del progetto.

Grazie dell'attenzione