

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

Dipartimento di Ingegneria Informatica

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

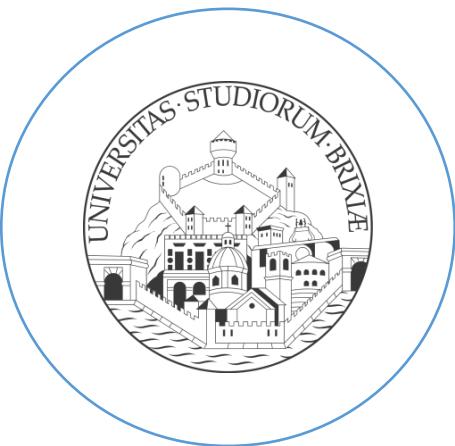
OTTIMIZZAZIONE DEL SERVIZIO DI RACCOLTA DEI RIFIUTI NEL SISTEMA PORTA A PORTA: IL CASO DEL COMUNE DI ARCONATE

Matteo Gardoncini, neolaureato magistrale in Ingegneria Informatica
12 marzo 2021

PERCORSO DI STUDI



Indirizzo Sistemi Informativi
Aziendali



Dipartimento di Ingegneria
Informatica



Sviluppatore JAVA per il
sistema interno

PROBLEMA



Raccolta differenziata nel comune di Arconate

- Due veicoli;
- Un'isola ecologica;
- Utenze totali: 3655;
- Rifiuto medio per utenza: 1.24 Kg;
- Tempo di servizio stimato: 6 secondi;
- Velocità media del mezzo dipendente dal tratto stradale.

Obiettivo

Trovare il percorso ottimo che attraversi ogni lato del grafo (stradale) almeno una volta minimizzando i costi totali

Vincoli

- Servire tutte le utenze;
- Tenere conto dei sensi unici;
- Partire e rientrare al deposito.



CAMMINO MINIMO

Arc routing Problems

I punti di interesse sono uniformemente distribuiti lungo le connessioni di una rete

Node routing Problems

I punti di interesse sono rappresentabili come entità distinte mentre gli archi sono semplicemente dei percorsi che connettono tali punti.

GRAFO EULERIANO



Un cammino, o un ciclo, si dice euleriano se attraversa tutti i lati del grafo una e una sola volta. Un grafo che contenga almeno un ciclo euleriano è detto grafo euleriano.

Eulero ha individuato la condizione necessaria e sufficiente affinché un grafo non orientato sia euleriano: G è euleriano se e solo se è connesso con vertici tutti di grado pari (Teorema di Eulero).



Problema del Postino Rurale

Il problema (RPP) consiste nel trovare un circuito chiuso a partire da un nodo origine, al quale deve anche terminare, attraversando solo un sottoinsieme di archi $R \subseteq A$.



Problema del Postino Rurale

$$\min \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} * x_{ij} \quad (1)$$

Subject to:

$$x_{ij} \geq 1 \quad \forall (i,j) \in A_R \quad (2)$$

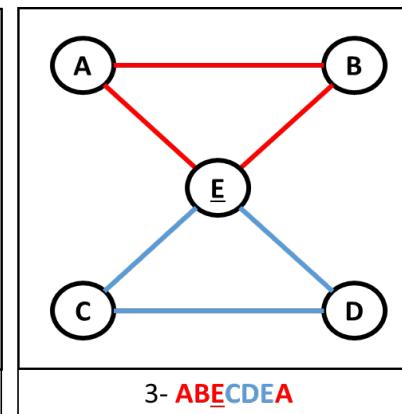
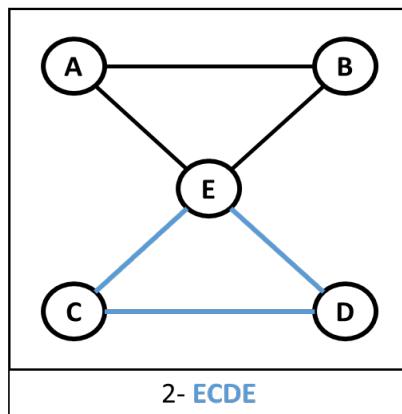
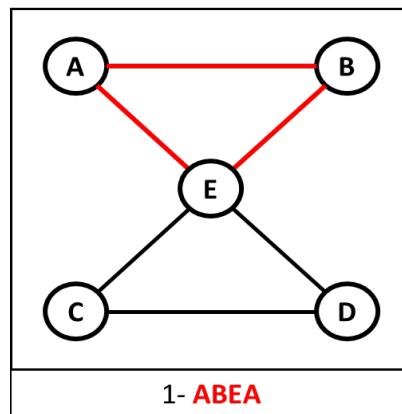
$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij} - \sum_{(j,i) \in A} x_{ji} = 0 \quad \forall i \in V \quad (3)$$

Variabili: $x_{ij} \geq 0 \text{ integer} \quad \forall (i,j) \in A \quad (4)$

- c_{ij} costo per attraversare l'arco;
- x_{ij} quante volte attraverso l'arco;



Algoritmo di Hierholzer





ANALISI

Analisi sperimentale

Descrizione	Martedì	Venerdì
Raccolto minimo	3490 [Kg]	2580 [Kg]
Raccolto massimo	5080 [Kg]	4470 [Kg]
Raccolto medio	4545 [Kg]	3170 [Kg]
Numero utenze	3655	3655
Peso per utenza		
$PpU = \frac{\text{peso medio}}{\text{numero utenze}}$	1.24 [Kg]	0.87 [Kg]

In particolare si sono analizzati due casi:

- Una soluzione a singolo mezzo;
- Una soluzione con 2 veicoli.



Soluzione con singolo mezzo

- Tempo di raccolta rifiuti: 6,11 ore;
- Tempo totale: 8,25 ore, circa 8 ore e 15 minuti.



Soluzione con singolo mezzo

- Tempo di raccolta rifiuti: 6,11 ore;
- Tempo totale: 8,25 ore, circa 8 ore e 15 minuti.

Soluzione con doppio mezzo

- Veicolo con capacità del cassone pari a 7m³;
- Una volta riempito, torna all'isola ecologica per svuotarsi;
- Divisione del problema in due;

DESCRIZIONE	NORD	SUD
Tempo del percorso	1.36 [ore]	1.13 [ore]
Tempo della raccolta	2.83 [ore]	3.26 [ore]
Svuotamento	0.41 [ore]	0.41 [ore]
Tempi di arrivo all'isola	0.48 [ore]	0.35 [ore]
Tempo totale	5.08 [ore]	5.15 [ore]

ANALISI



Rappresentazione del percorso ottimo

ANALISI



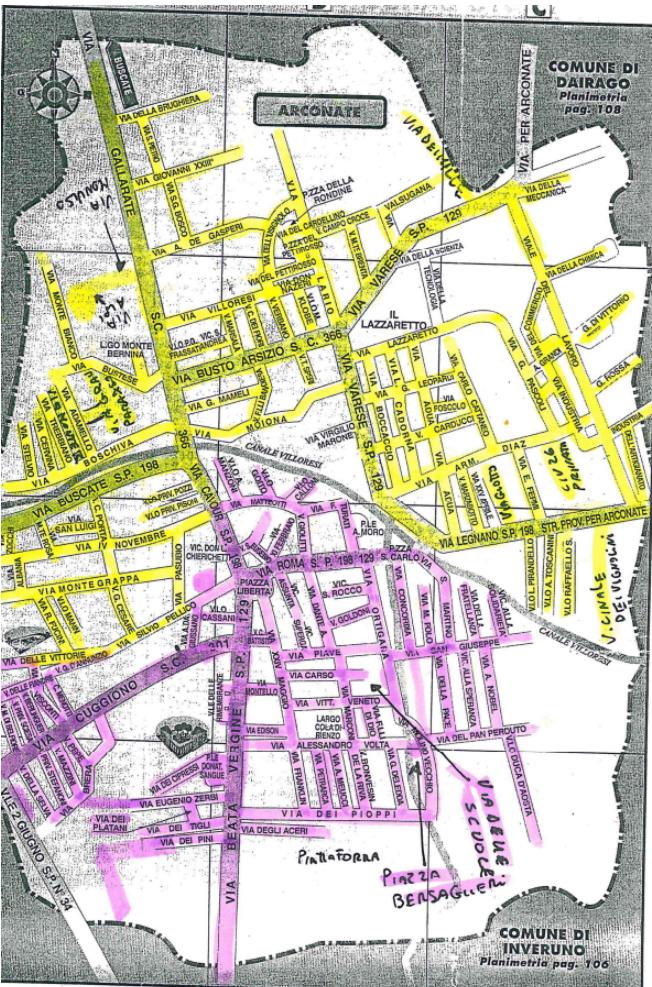
Confronto

VENERDÌ	Caso ottimo nord	Caso ottimo sud	Caso reale primo veicolo	Caso reale secondo veicolo
Durata arrivo	0.15 [ore]	0.15 [ore]	0.22 [ore]	0.17 [ore]
Durata percorso	4.08 [ore]	4.28 [ore]	4.58 [ore]	4.88 [ore]
Durata ritorno	0.15 [ore]	0.15 [ore]	0.99 [ore]	0.28 [ore]
Durata totale	4.38 [ore]	4.58 [ore]	5.79 [ore]	5.33 [ore]

ANALISI



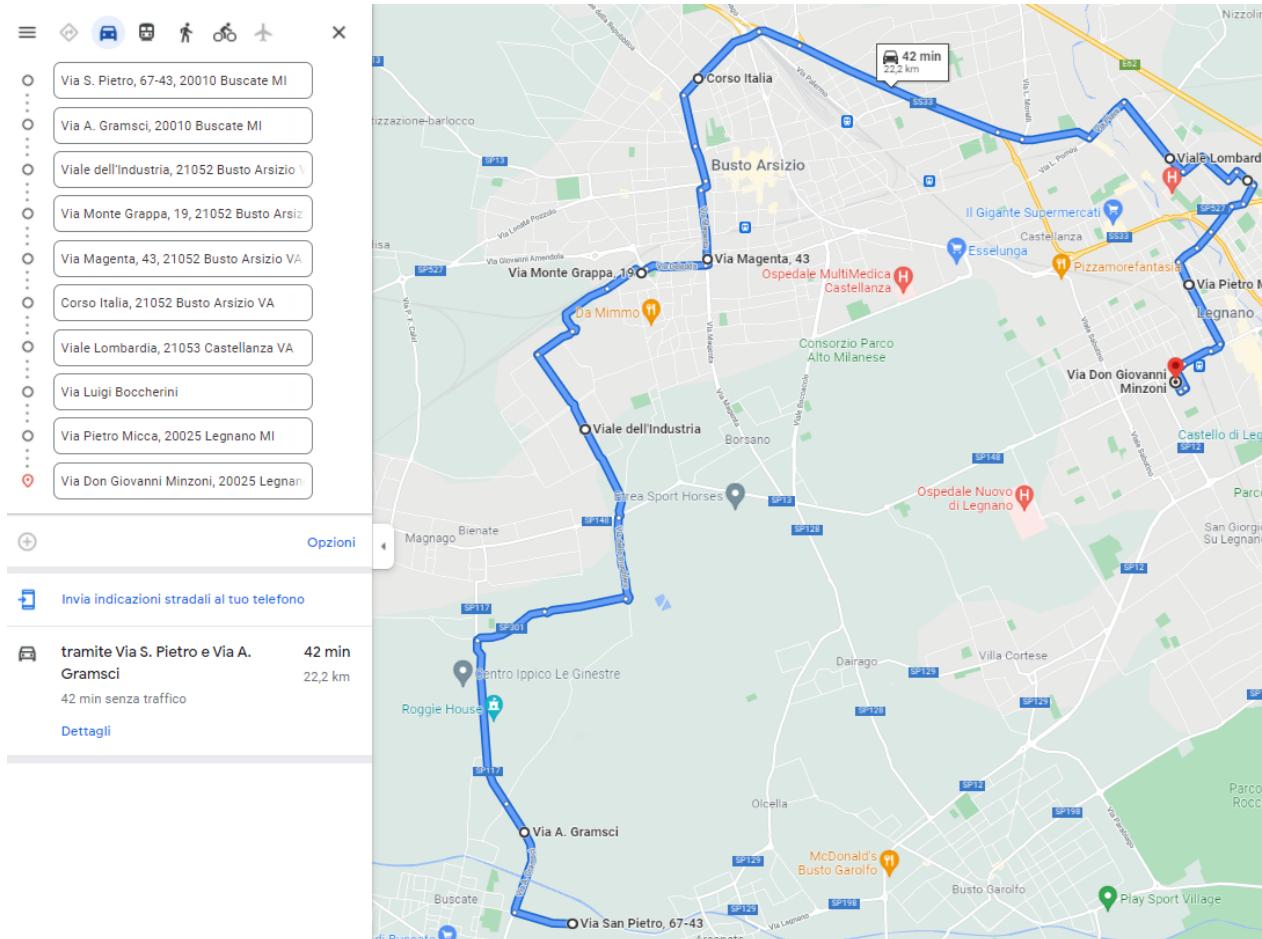
Confronto



ANALISI



Margini di miglioramento





Sviluppi futuri

- Analisi delle altre tipologie di rifiuto;
- Estendere la raccolta ai comuni limitrofi.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

Dipartimento di Ingegneria Informatica

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica



Grazie per
l'attenzione