

Elaborato sull'utilizzo del risolutore Gurobi

Suggerimenti

1. Per rispondere ai quesiti proposti, dovete sfruttare le conoscenze teoriche fino ad ora acquisite riguardanti la Programmazione Lineare.
2. Relativamente al codice che andrà scritto in Java:
 - 2.1 approssimare ogni valore calcolato alla quarta cifra decimale per arrotondamento;
 - 2.2 tenere presente che Gurobi definisce le variabili di surplus **negative** (non positive, come di solito è stato fatto negli esempi in aula).

Istruzioni

1. Ogni risposta ai quesiti deve essere frutto di una o più linee di codice (**non è consentito svolgere calcoli “a mente”, su carta o tramite altri software e poi semplicemente stampare a video le risposte**)
2. Potete utilizzare qualsiasi classe e metodo forniti dall'interfaccia Java di Gurobi (cfr. slide fornite in Comunità e documentazione ufficiale: https://docs.gurobi.com/_downloads/optimizer/en/12.0/pdf/).
3. Il **codice sorgente** prodotto dovrà
 - consistere in una sola classe Java;
 - essere **debitamente commentato**, evidenziando, a grandi linee, le rispettive tre parti di codice che sono servite per rispondere ai tre quesiti;
 - stampare a video le risposte ai tre quesiti, secondo il formato descritto in Pagina 4.
4. Redigete una breve **relazione** (**non più di due pagine**) in formato pdf che riporti il modello risolto per il Quesito I e, in maniera concisa ma chiara, le metodologie adottate per svolgere ciascun sotto-quesito.
5. Non è possibile contattare il docente o gli assistenti per richieste relative alla parte teorica o alla stesura del codice, mentre è possibile chiedere eventuali chiarimenti inerenti alla consegna.

CONSEGNA

La consegna è da completare **entro le 23:59 del 28 Aprile 2025**. Devono essere caricati in Comunità Didattica, tramite l'oggetto “Consegna elaborato Gurobi”, il codice sorgente Java, la relazione e il file di testo contenenti i dati del problema (che non dovrà essere modificato in alcuna sua parte). L'elaborato del gruppo di chi non avesse caricato tutto il materiale richiesto entro il tempo limite sarà considerato **insufficiente**.

Testo del problema

L'azienda MAO-Steel produce acciaio di elevata qualità, acquistando e successivamente fondendo diverse tipologie di rottami. Sia R l'insieme di rottami. Sia p_r il costo unitario €/Kg del rottame $r \in R$. Sia E l'insieme degli elementi chimici di cui ciascun rottame può essere composto. In particolare, ciascun rottame r è costituito da una percentuale θ_{er} di elemento chimico $e \in E$. Ogni rottame r ha un coefficiente di fusione, μ_r che indica la percentuale del prodotto che sarà effettivamente convertito da solido a liquido nel forno. La colata dovrà produrre esattamente Q Kg di acciaio, in cui ogni elemento chimico e dovrà essere presente in una certa percentuale minima e massima, rispettivamente β_{min}^e e β_{max}^e .

Nel file `.txt` contenuto nella cartella "Elaborato Gurobi", rinominato con il nome della propria coppia/singolo, è contenuta la lista dei parametri dell'istanza del problema da studiare. A pagina 3, è riportato un esempio del contenuto di questo file. **Si consiglia di scrivere un metodo in Java per leggere direttamente i dati dal file di testo.**

Quesiti

- a. Elaborare un modello di Programmazione Lineare che decida il mix ottimo di rottami affinché sia minimo il costo complessivo di acquisto. Quindi, implementarlo e risolverlo tramite Gurobi, trovandone la soluzione ottima (**valore ottimo delle variabili e corrispondente valore della funzione obiettivo**). Successivamente indicare:
 - I. le variabili in base e quelle fuori base;
 - II. i coefficienti di costo ridotto all'ottimo;
 - III. se la soluzione ottima trovata è multipla e/o degenerare;
 - IV. la lista dei vincoli che identificano il vertice ottimo;
 - V. quante sono le componenti sicuramente uguali a 0 nella corrispondente soluzione di base ottima duale.

NB: se il problema assegnatovi ha n variabili originali, la $(n+i)$ -esima deve essere la variabile di slack associata all' i -esimo vincolo.
- b. Strutturare dei metodi in Java, illustrando con chiarezza i passaggi compiuti, per:
 - I. stabilire e stampare a video la variazione Δp_r del parametro p_r (costo del rottame $r \in R$) che mantiene invariata la base ottima trovata al punto [a.];
 - II. stabilire e stampare a video la variazione $\Delta \beta_{max}^e$ del parametro β_{max}^e (percentuale massima elemento e) che mantiene invariata la base ottima trovata al punto [a.];
 - III. stabilire e stampare a video il massimo valore di Q che garantisca un costo complessivo di acquisto inferiore o uguale a z_{max} ;
- c. Sfruttando le conoscenze sui metodi utilizzabili quando il vettore nullo (origine degli assi) non è incluso tra le soluzioni di base ammissibili, trovare una soluzione di base ammissibile per il problema, non necessariamente ottima, tramite una metodologia nota.

ATTENZIONE: nel file di testo i rottami e gli elementi sono indicizzati **partendo da 0**.

Esempio di file .txt commentato:

```
R 20 //numero rottami
E 10 //numero elementi
Q 500 //kg di acciaio da produrre

pr 20 // la riga successiva contiene i 20 pr di ogni rottame
0.420 0.410 1.210 ... 3.360 (**)

ur 20 // la riga successiva contiene i 20 ur di ogni rottame in % (*)
50.000 94.000 100.000 ... 94.000

beta_min 10 // la riga successiva contiene le quantità minime di ogni elemento e in % (*)
0.140 0.400 0.314 ... 0.000 (***)

beta_max 10 // la riga successiva contiene le quantità massime di ogni elemento e in % (*)
0.199 0.700 0.320 ... 0.033

matrice_teta_e^r 20 10 // matrice 20x10 delle quantità di ogni elemento e nel rottame r in % (*)
0.0038 0.1189 0.0545 ... 0.0024 // percentuali degli E elementi nel rottame 0 (****)
...
0.0522 0.9371 0.2533 ... 0.0020 // percentuali degli E elementi nel rottame 9

r 5 // pedice del parametro pr (quesito b.I)
e 8 // pedice del parametro beta_max (quesito b.II)
zmax 200 // valore del parametro zmax (quesito b.III)
```

(*) I numeri sono da intendersi come percentuali (es. 0.140 = 0.140%)

(**) Il rottame 1 ha un prezzo di 0.420 euro/Kg, il rottame 2 ha un prezzo di 0.410 euro/Kg, ..., il rottame 20 ha un prezzo di 3.360 euro/Kg,

(***) L'elemento 1 ha una percentuale minima pari a 0.140%, l'elemento 2 ha una percentuale minima pari a 0.400%,..., l'elemento 10 ha una percentuale minima pari a 0.000%

(****) Il rottame 1 contiene 0.0038% dell'elemento 1, 0.1189% dell'elemento 2, ..., 0.0024% dell'elemento 10

Esempio di output che il codice consegnato deve stampare a video:

```
GRUPPO <numero gruppo>
Componenti: <cognome componente 1> <eventuale cognome componente 2>

QUESITO I:
funzione obiettivo = <valore funzione obiettivo>
variabili in base: [<1 se x1 è in base, 0 altrimenti>, ... <1 se xq è in base, 0 altrimenti>]
coefficienti di costo ridotto: [<costo ridotto di x1>, ..., <costo ridotto di xq>]
Degenerare: sì|no
Moltiplica: sì|no
Vincoli attivi: <elenco dei nomi dei vincoli attivi>
Componenti duale: <numero componenti uguali a 0>

QUESITO II:
variazione <p_r> = [a, b] (#)
variazione <bmax_e> = [c, d] (#)
Q = <valore Q>

QUESITO III:
funzione obiettivo = <valore funzione obiettivo>
valore variabili: [<valore di x1>, ..., <valore di xq>]
```

(#) stampare l'intervallo con estremi inclusi; se a, b, c, d risultassero $+\infty$ o $-\infty$, stampare +INF o -INF rispettivamente.

NB: le risposte non stampate a video verranno considerate **in bianco** e quindi valutate negativamente.

NB: q = numero totale di variabili per il problema in forma standard.