

**Politecnico di Milano**  
**II Scuola - Ingegneria dei Sistemi (MI)**  
APPELLO DI STATISTICA APPLICATA  
18 luglio 2011

©I diritti d'autore sono riservati. Ogni sfruttamento commerciale non autorizzato sarà perseguito.

*Nome e cognome:*

*Numero di matricola:*

### **Problema 1**

Nel file `price.txt` sono riportati i prezzi di vendita [\$/kg] di Uranio, Plutonio e Torio di 7 produttori internazionali di materiale fissile al 30 giugno 2011.

- a) Si costruisca (se possibile) una regione di confidenza 90% per i prezzi medi di vendita (se ne riporti l'espressione analitica).
- b) Si calcolino le proiezioni della precedente regione di confidenza lungo i tre assi di riferimento.
- c) Tradizionalmente si ritiene che il prezzo medio dell'Uranio sia la metà di quello del Plutonio e il doppio di quello del Torio. Possiamo considerare vera questa ipotesi anche per il 30 giugno 2011?

## Problema 2

Nel file `uranium.txt` sono riportate le quotazioni dell'uranio [\$/kg] in 32 borse finanziarie relative ai giorni dal 1 al 10 luglio 2011. Inquadrando il problema nell'ottica di un problema di misure ripetute, si risponda ai seguenti quesiti:

- a) Vi è evidenza statistica al 90% di una non costanza del prezzo medio nell'arco dei 10 giorni?
- b) Si costruiscano 9 intervalli di Bonferroni (confidenza globale 90%) per gli incrementi/decrementi medi giornalieri dei prezzi.
- c) Si commentino le conclusioni dedotte dalle analisi (a) e (b).
- d) Il FMI afferma che tra l'8 e il 9 luglio il prezzi siano mediamente calati di 1\$/kg. Si esegua un test di livello 90% per confermare o smentire questa affermazione.

### Problema 3

Quando un nucleo di uranio viene colpito da un neutrone vengono rilasciate alcune particelle ad alta energia. In dettaglio, due reazioni sono possibili: emissione con probabilità 75% e fissione con probabilità 25%. Nel file `reaction.txt` sono riportate massa [u] ed energia [kev] di alcune di queste particelle.

- a) Si costruisca una regola di classificazione che sulla base della massa ed energia della particella rivelata preveda qual delle due reazioni stia avvenendo (si giustifichi la scelta del metodo di classificazione utilizzato).
- b) Si riportino su un grafico qualitativo le due regioni di assegnazione.
- c) Si calcoli l'APER del classificatore e se ne discuta il valore.
- d) Uno spettrometro di massa ha rivelato tre particelle di massa ed energia rispettivamente uguali a (10,8), (12,10) e (14,12). Per ciascuna delle tre particelle si stimi la probabilità che questa derivi da una reazione di fissione.

## Problema 4

Nel file `radioville.txt` sono riportate le informazioni relative a 158 centraline di controllo situate nell'area circostante la centrale nucleare di Radioville. Per ogni sito sono riportati: il livello di radioattività [Bq], la longitudine [°N], la latitudine [°W] e la natura del suolo [urbano/vegetato]. Indicando con  $\mathbf{s}_i$  il sito  $i$ -esimo, con  $R$  il livello di radioattività, con  $\epsilon$  un processo spaziale debolmente stazionario e con  $D$  una dummy urbano/vegetato:

- a) si stimino i parametri del modello di regressione  $R(\mathbf{s}_i) = \beta_0 + \beta_1 D(\mathbf{s}_i) + \epsilon(\mathbf{s}_i)$  assumendo per  $\epsilon$  un variogramma **sferico senza nugget** stimato con il metodo dei minimi quadrati pesati (si utilizzino ad esempio le funzioni `vgm`, `variogram`, `fit.variogram`, `gstat` e `predict`);
- b) si stimino i parametri del modello di regressione  $R(\mathbf{s}_i) = \beta_0 + \beta_1 D(\mathbf{s}_i) + \epsilon(\mathbf{s}_i)$  assumendo per  $\epsilon$  un variogramma **sferico con nugget** stimato con il metodo dei minimi quadrati pesati (si utilizzino ad esempio le funzioni `vgm`, `variogram`, `fit.variogram`, `gstat` e `predict`);
- c) si scelga quale modello utilizzare confrontando i variogrammi fittati con i corrispondenti variogrammi empirici (si riportino dei grafici qualitativi) e le stime ottenute per i parametri del variogramma;
- d) sulla base del modello scelto al punto (c) si fornisca una previsione dei livelli di radioattività nel parcheggio del centro commerciale di Radioville (lon = 78.59°N, lat = 35.34°W) e nel parco di di Radioville (lon = 77.69°N, lat = 34.99°W);
- e) per gli stessi siti si fornisca anche una stima della varianza dell'errore di previsione.