

# Piani di screening basati su campionamento e rotazione: una simulazione in ambito scolastico

Michela Baccini e Giulia Cereda

Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni - Università di Firenze

# Screening nel contesto delle malattie infettive

Nel pianificare procedure di screening per la prevenzione delle malattie infettive è necessario considerare che:

1. le infezioni non individuate sono fonte di contagio
2. il contagio si diffonde attraverso focolai che coinvolgono gruppi naturali presenti nella popolazione (famiglie, classi scolastiche, colleghi di lavoro...)

Per questi motivi:

- piani che seguono regole simili a quelli implementati nel caso di malattie non trasmissibili sono sub-ottimali in termini di costo-beneficio
- è importante tenere conto del contesto epidemico

# Lo screening a scuola

- Unità di interesse: classe
- Obiettivo: Individuare precocemente le classi in cui sono presenti soggetti infetti
- Una classe è “infetta” se almeno uno degli  $N$  studenti è infetto
- Supponiamo di effettuare test individuali su tutti gli studenti ( $N$ ) o su un loro sottinsieme, per un totale di  **$K \leq N$  test**
- Test individuali con **sensibilità =  $p$**  e **specificità = 100%**
- A livello di classe:

SENSIBILITA' =  $\Pr(\text{almeno un test positivo su } K | \text{almeno un infetto su } N) = ?$

SPECIFICITA' =  $\Pr(\text{nessun test positivo su } K | \text{nessun infetto su } N) = 100\%$

# Obiettivo

Confronto tra **6 strategie di screening alternative** basate su test individuali ripetuti a cadenze regolari su tutti gli studenti o su loro sottogruppi a rotazione, sotto diversi **scenari di forza di contagio**.

- Confronto basato su due indicatori:

- Sensibilità a livello di classe a 7, 14, 21 e 28 giorni dalla prima infezione
- Numero di giorni-infezione\* sfuggiti allo screening in una finestra di 4 settimane dalla prima infezione

(\*) Giorno-infezione: giorno speso da un soggetto infetto nello stato infettivo

# Piani di screening

- A1. Test su tutti ogni settimana ●
- A2. Test su tutti ogni 2 settimane ●
- B1. Test su metà della classe ogni settimana, a rotazione ●
- B2. Test su metà della classe ogni 2 settimane, a rotazione ●
- C. Test su 1/3 della classe ogni 10 giorni, a rotazione ●
- D. Test su 1/4 della classe ogni settimana, a rotazione ●

|   |                              |    |
|---|------------------------------|----|
| ● | $24 \times 4 = 96$ test/mese | 4U |
| ● | $12 \times 4 = 48$ test/mese | 2U |
| ● | $6 \times 4 = 24$ test/mese  | U  |

# La simulazione

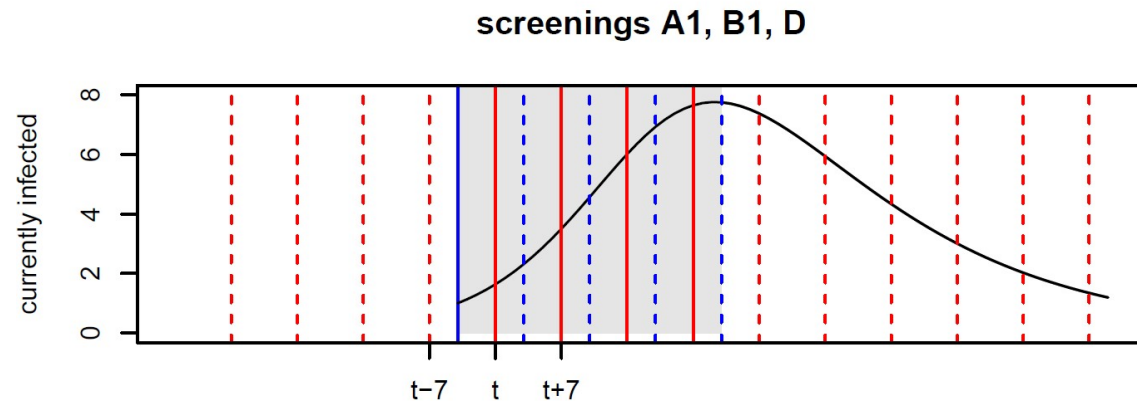
- $N=24$ ,  $p=0.7$

- Modello compartimentale stocastico per simulare la dinamica epidemica dentro la classe

- Tempo medio di infettività  $T=7, 14, 21$  giorni
- Numero di riproduzione di base  $R_0=1.1, 1.5, 3, 5$

- L'epidemia nella classe può avere origine in ogni momento tra due valutazioni consecutive previste dal piano di screening.

**7000 simulazioni per ogni scenario e piano di screening**



**Figure 2.** Probability of detecting the infection within  $t$  days from the beginning of the epidemic in the class. Comparison of the performance of the six screening plans (A1, A2, B1, B2, C, D), under different epidemic scenarios, assuming that individual tests have sensitivity 0.7 and maximum specificity.

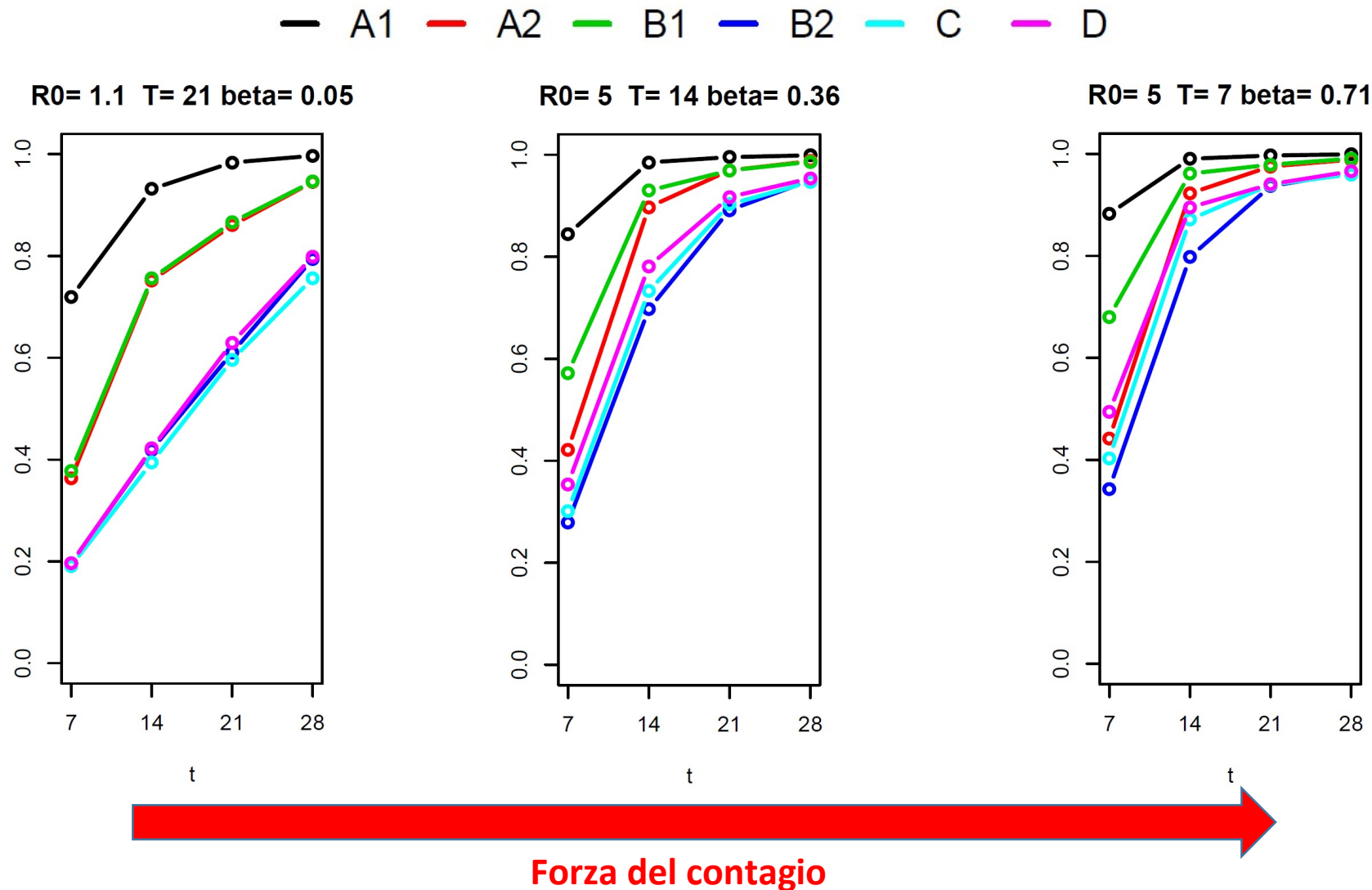
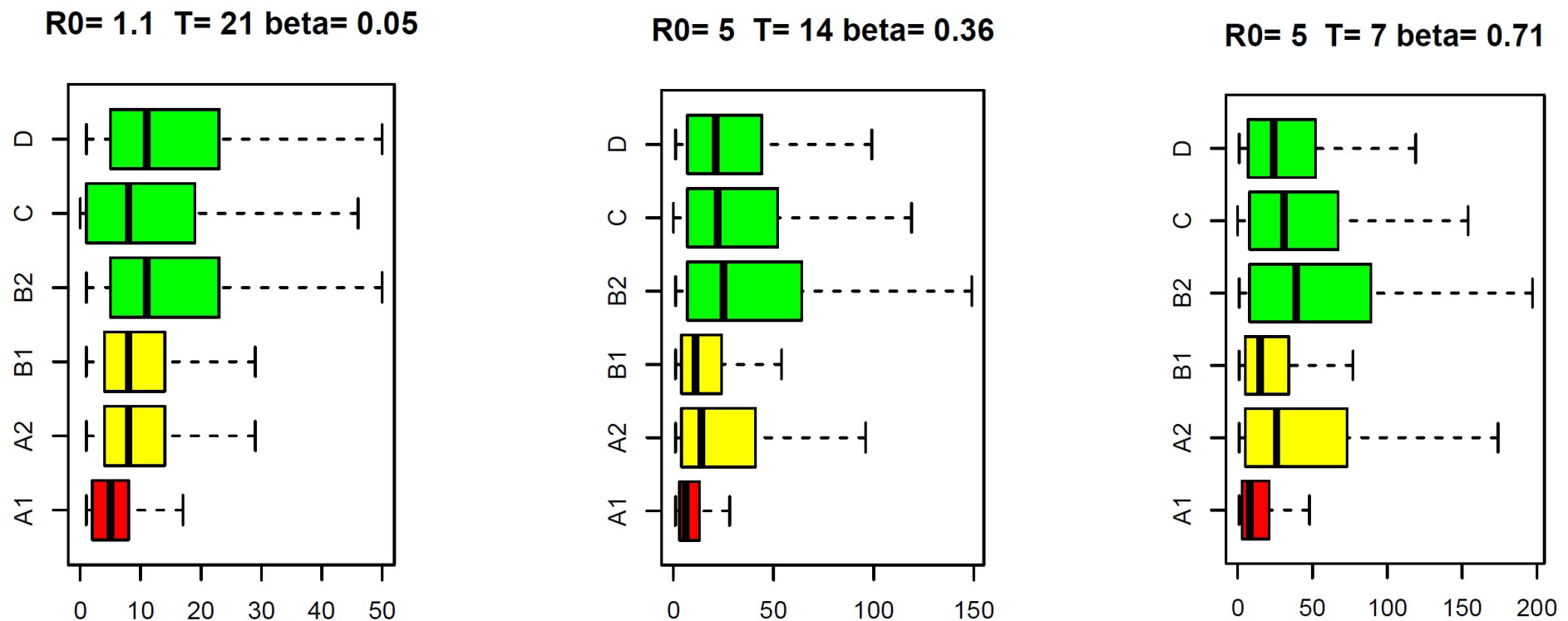


Figure 3. Boxplots of the lost infection-days by screening plan (A1, A2, B1, B2, C, D), under different epidemic scenarios, assuming that individual tests have sensitivity 0.7 and maximum specificity. In green the less expensive plans, in yellow the medium and in red the most expensive.



  
**Forza del contagio**



# Discussione

- La cadenza con cui vengono effettuate le valutazioni è molto importante.
- Piani che prevedono valutazioni ravvicinate anche se effettuati su piccoli sottoinsiemi della popolazione obiettivo sono più efficaci a bloccare situazioni di superdiffusione.
- Se la sensibilità del test individuale aumenta, aumentano di conseguenza le performance dei vari piani.
- Si potrebbe avere un guadagno importante in termini di sensibilità e di costi usando nelle procedura a rotazione il pool testing.

# Limitazioni

- Una sola classe, come popolazione chiusa.
- Specificità massima. Se la specificità non è ottimale è necessario gestire il problema dei falsi positivi (quarantene su classi dove non sono presenti infetti). Tuttavia è facile verificare che se la specificità non è ottimale effettuare test su sottogruppi più piccoli di studenti (anziché test a tappeto) abbassa la probabilità di falso positivo sulla classe.
- Le procedure di screening proposte si fermano alla dichiarazione di positività della classe. Come viene gestita la fase successiva?

Futuri sviluppi nell'ambito del Progetto CCM 2020 "Sistemi innovativi per l'identificazione precoce di focolai Covid-19 in ambito scolastico in Italia" che coinvolge Toscana (capofila), Veneto, Friuli Venezia Giulia, Marche e Puglia

Elaborazioni tratte da:

Baccini M, Cereda G. Screening plans for SARS-CoV-2 based on sampling and rotation: an example in the school setting  
medRxiv 2021.02.10.21251502