

Statistica dei contagi da COVID19 in Italia

Lorenzo Uboldi

22 marzo 2020

La situazione attuale dovuta al Coronavirus è ormai sotto gli occhi di tutti. Siamo bombardati ogni giorno dai telegiornali e da vari canali di informazione da numeri, dati, brutte notizie e pareri diversi (spesso contrastanti) sul contagio italiano.

Un grosso problema è che i numeri non sono facili da capire per tutti e, spesso, anche chi li comunica e li dovrebbe spiegare non li maneggia bene. Troppo spesso si sente dire “la polmonite, l’influenza, ecc..., ogni anno fanno molti più morti del coronavirus, perché chiudere tutto per questo virus? Perché non posso uscire di casa?”.

Io non sono un medico o un virologo, e non mi compete entrare nel dettaglio della malattia e della gravità dei sintomi, ma i miei studi da fisico mi hanno dato una certa dimestichezza con i numeri e cercherò di spiegarli: questi ultimi, infatti, rispondono a numerose di queste domande.

In Figura 1 sono riportati i casi totali in Italia. I dati di questo articolo sono tratti dalla repository ufficiale pubblica della Protezione Civile [1]. Come è evidente è una curva molto ripida, simil-esponenziale, con un’accentuata escalation da pochissimi casi ai più di 50000 riportati oggi. La caratteristica fondamentale di questo tipo di curve è che, più si va avanti nel tempo, e più il numero di casi nuovi, ogni giorno, cresce: se all’inizio avevamo qualche decina di nuovi casi al giorno, adesso superiamo le migliaia.

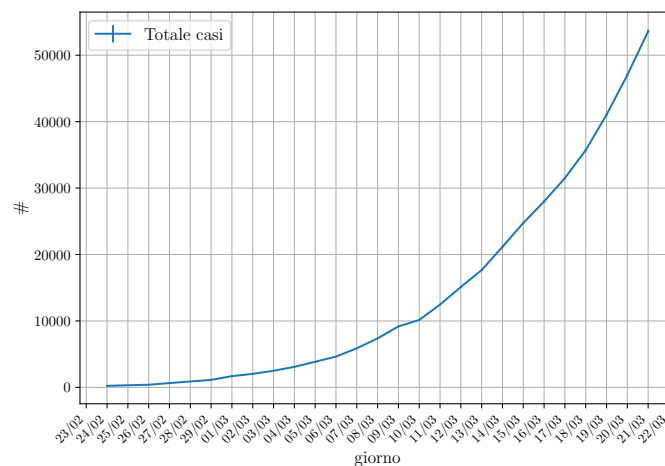


Figura 1: Totale casi italiani.

1 Il modello SIR: la matematica di un contagio virologico

Per capire meglio come si evolve un'infezione da virus, è utile analizzare un semplice modello matematico che descrive il contagio. Il modello SIR [2] (Susceptible, infectious, recovered) divide la popolazione in tre compartimenti: la parte della popolazione che può ammalarsi (susceptible), quella che è infetta e quella che è “recovered”, ovvero la somma di morti e guariti.

Si suppone che la dinamica sia la seguente: gli ammalati hanno una certa probabilità di infettare una parte della popolazione suscettibile, che quindi col passare del tempo cambia “sponda” e si ammala; inoltre, gli ammalati rimangono in questo compartimento per un certo tempo medio, dopodiché diventano recovered, o perché guariscono o perché muoiono.

La probabilità di infettare, rappresentata da una costante che chiamiamo β , dipende dal numero di contatti medi tra i malati e i sani (cioè quanto le persone entrano in contatto) nonché da caratteristiche del virus, ovvero quanto è infettivo. Il tempo medio prima che un malato diventi recovered, invece, dipende tipicamente dalla malattia specifica.

La dinamica del contagio, matematicamente parlando, è descritta da un set di tre equazioni differenziali. Inserendo i parametri tipici di questa malattia e ipotizzando un contagio “libero” (ovvero in presenza di nessuna misura restrittiva), l'evoluzione degli infetti con una popolazione di sessanta milioni è riportata in Figura 2.

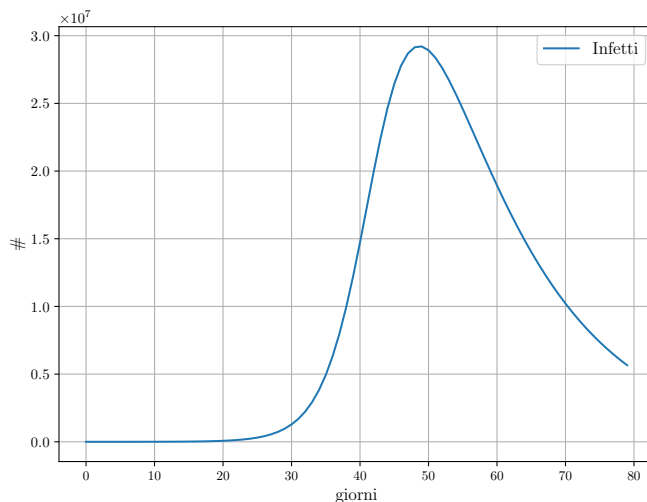


Figura 2: Evoluzione libera degli infetti secondo un possibile modello SIR.

Secondo questo modello, nell'ipotesi di contagio libero¹, si raggiungono, al picco, quasi $3 \cdot 10^7$ infetti, ovvero 30 milioni. Ripeto: ipotesi di contagio libero, ovvero nessuna misura restrittiva, con tutta l'Italia che continua a muoversi. In ogni caso, facendo un conto sulla mortalità tipica del 3%, è chiaro che sarebbe un vero disastro. Questo basterebbe per capire

¹Ci tengo a sottolineare che questo modello è molto semplicistico: contagio libero, ipotesi di limite termodinamico delle interazioni, ecc... ma nonostante ciò è sicuramente una base per capire un po' della dinamica dei contagi.

perché “dobbiamo stare a casa”: non possiamo lasciare le condizioni di contagio libero. Ma per capirci di più, andiamo avanti e analizziamo i dati italiani.

2 Analisi dei dati italiani

In Figura 3 sono riportati² i positivi, i ricoverati con sintomi, i ricoverati in terapia intensiva e i deceduti. Il grafico ha l’asse verticale in scala logaritmica: per chi non è avvezzo ai numeri, 10^1 significa 10 casi, 10^2 sono 100, 10^3 sono 1000 e 10^4 sono 10000. Quindi la lineetta sopra il 10^4 significa 20 mila, due lineette sopra sono 30 mila, e così via.

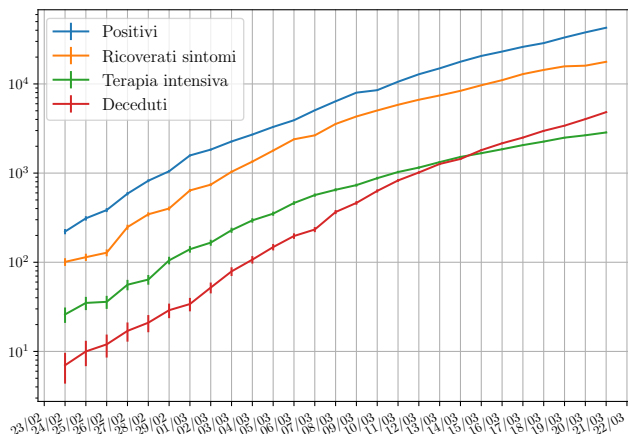


Figura 3: Dati italiani del contagio.

Proviamo a “leggere” il grafico. Sottolineo che, quando abbiamo a che fare con scala logaritmica, un andamento esponenziale è rappresentato da una linea retta. Salta subito all’occhio, dunque, che i primi giorni l’andamento del contagio era proprio esponenziale. Intorno al 2-4 marzo c’è stato un primo cambio di andamento per ospedalizzati e positivi: ovvero l’esponenziale ha rallentato.

Ne notiamo un secondo intorno al 7 marzo, soprattutto per gli ospedalizzati. Ed infine di nuovo intorno al 15. I deceduti, invece, hanno un unico cambio di andamento evidente: intorno al 14 marzo. Di questo parleremo più approfonditamente nella sezione 2.3.

Ma perché l’andamento esponenziale spaventa tanto? La caratteristica di questa funzione matematica è di essere ad aumento percentuale costante, vediamo che cosa significa. Ipotizziamo un aumento costante del 20%. Oggi siamo a 10 contagiati, domani ne abbiamo 12. Ad un certo giorno raggiungiamo i 100, perciò domani ne avremo 120. Poi arriviamo a 1000: domani 1200. Quando saremo a 10 mila, l’indomani avremo 12 mila casi. E se malauguratamente raggiungessimo 100 mila casi, il giorno dopo ne avremmo 120 mila.

²Nota per chi mastica un po’ di statistica: le barre di errore, in tutti i grafici, sono ricavate supponendo i dati distribuiti in modo poissoniano attorno al valor vero. Questo è sicuramente sensato per i deceduti, mentre per gli altri andamenti vi sono notevoli incertezze sistematiche non considerate, vedi sezioni 2.2 e 2.3.

Ecco perché spaventa: è una crescita incontrollata, che parte lentamente ma ad un certo punto aumenta con una rapidità disarmante: iniziamo con solo due nuovi contagiati al giorno e arriviamo ad averne 20mila al giorno. E il tutto può avvenire, tra l'altro, in meno di un mese.

In Figura 4 sono riportati i dati dell'aumento percentuale dei nuovi positivi e degli ospedalizzati. È evidente che le cose sono migliorate rispetto all'inizio del contagio, ma l'incremento

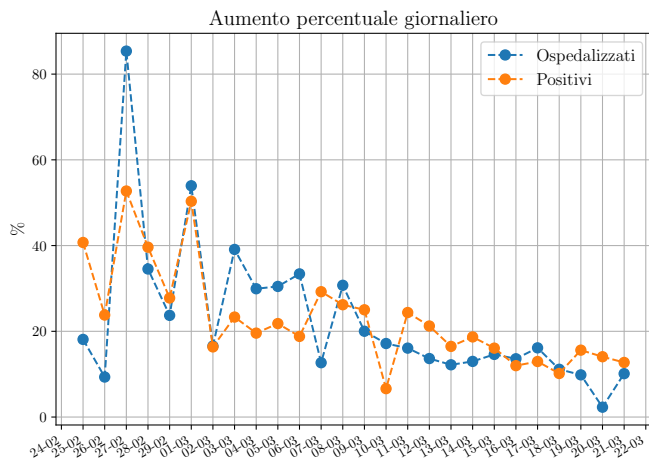


Figura 4: Aumento percentuale di positivi e ospedalizzati.

è ancora troppo alto (intorno al 15%): le misure restrittive sono utili, ma ne servono di più e vanno rispettate.

2.1 Modello SIR per i dati attuali

Nella sezione 1 abbiamo visto il più semplice modello matematico che governa un'epidemia da virus. Come si adatta ai dati italiani?

In Italia il parametro β che governa la contagiosità è sicuramente cambiato, andando a diminuire grazie alle misure restrittive. Questo deve avvenire anche nel modello SIR.

Ho supposto che la contagiosità decada esponenzialmente nel tempo³, ovvero che vada progressivamente a diminuire. Il modello risultante, adattato ai dati, è riportato in Figura 5. Ci tengo a sottolineare che questo modello è estremamente semplicistico e non ha la presunzione di dare predizioni accurate. È però utile per capire quanto le misure di isolamento possano fare. Ricordiamoci che nel modello di contagio libero il numero degli infetti raggiungeva 30 milioni al picco (Figura 2). Ipotizzando una diminuzione della contagiosità, otteniamo un modello che si adatta ai dati italiani, arrivando a 200 mila infetti al picco. Ancora molto grave, ma sicuramente meglio.

³Ringrazio Andrea Merli per il suggerimento.

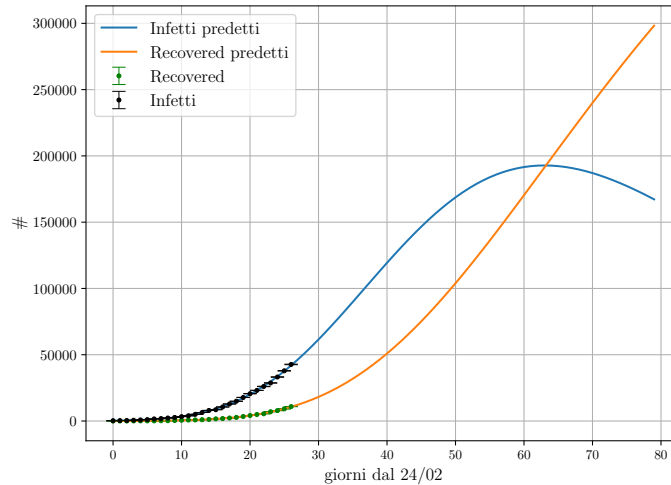


Figura 5: Aumento percentuale di positivi e ospedalizzati.

2.2 Probabile sottostima dei contagi

I dati dicono sempre tanto, ma bisogna stare molto attenti a comprenderli bene, perché possono essere falsati e si rischia di trarre conclusioni totalmente errate. In particolare, i dati italiani sembrano indicare una notevole sottostima del numero totale dei contagiati, almeno per due motivi.

Sappiamo dai dati dell’Organizzazione Mondiale della Salute che il COVID19 non sempre si esprime nella sua forma più brutale: a volte è una leggera influenza o è addirittura del tutto silente. Per avere un’idea dei contagiati è importante conoscere anche i casi meno gravi. Per raggiungere tale obiettivo, i tamponi andrebbero fatti a “tappeto”, e non solo a chi mostra i sintomi gravi, bensì a chi presenta sintomi anche lievi, di sola influenza, nonché a tutti i possibili contatti che un positivo ha avuto.

In Italia, invece, i tamponi vengono effettuati solo a chi ha sintomi medio gravi del COVID19. Non individuare tutti i positivi fa sì che quelli ignoti possano contagiare liberamente senza essere messi in una seria quarantena.

Uno studio [3] mostra che in Cina, che ha utilizzato un metodo di test simile al nostro, l’86% dei casi sono rimasti ignoti. Si stima, inoltre, che dei casi riportati il 79% sia stato causato da interazioni con i casi ignoti. Pertanto, per poter arrestare la crescita, è fondamentale venire a conoscenza il più possibile di tutti i casi ed isolarli.

Ulteriori indizi della sottostima dei casi vengono, ad esempio, dai numeri sulla mortalità. Il “fatality rate” è stimato essere intorno al 2-3.4% [4], in Corea del Sud[5] ⁴, addirittura, è inferiore al 1%. In Italia raggiungiamo quasi l’8%. Il motivo più plausibile non è quello che

⁴La Corea ha dato via, sin da subito, ad un programma di tamponi aggressivo. Si ritiene che proprio grazie alla loro capacità di effettuare test abbiano fermato così rapidamente il dilagarsi dell’infezione. È possibile che il tasso di mortalità in Corea sia così basso in quanto abbiano una statistica più completa degli infetti, con la presenza di pochi casi non riportati.

gli italiani hanno una probabilità di morire più alta, bensì che stiamo sottostimando il totale degli infetti almeno di un fattore 3 (quindi avremmo più di 150 mila casi).

2.3 Saturazione degli ospedali

Nella Figura 3 si può notare come la linea dei deceduti abbia un andamento più ripido delle altre, nonché presenti meno cambi di pendenza. Per dare una spiegazione a questo comportamento, osserviamo la Figura 6 dove sono riportati solo i numeri dei pazienti in terapia intensiva e dei deceduti, in scala lineare. Si può notare come inizialmente salgano i conteggi della terapia intensiva e poco dopo inizino anche i deceduti. Questo ha senso perché prima di morire il paziente, generalmente, si ritrova ricoverato in condizioni gravi. Fino a circa il 7 marzo le due curve aumentano allo stesso modo, poi quella dei deceduti accelera, mentre quella dei pazienti in terapia intensiva rimane molto piatta, quasi lineare. Questo andamento si accentua mano a mano che ci si avvicina agli ultimi giorni. La spiegazione è tanto atroce quanto chiara: i posti in terapia intensiva, negli ospedali più colpiti, sono esauriti e non tutti i pazienti con la necessità del ricovero ne hanno la possibilità.

Tale andamento, seppur meno esasperato, è evidente anche nei dati dei ricoverati in terapia normale in Figura 3.

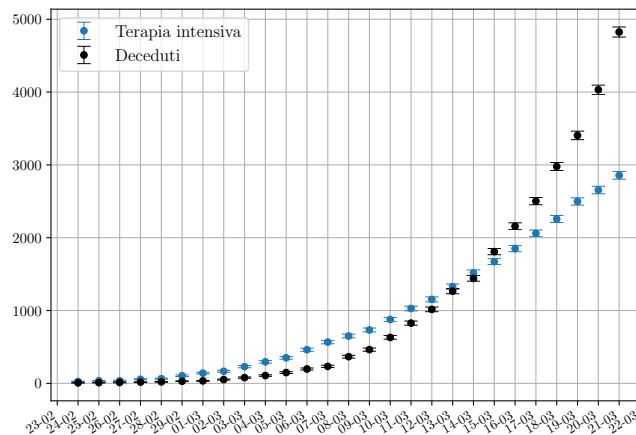


Figura 6: Dati dei pazienti in terapia intensiva e deceduti.

3 Conclusioni

Abbiamo capito, nella sezione 2.1, che una piccola variazione della costante di contagiosità può cambiare di molto l'andamento futuro dei contagiati. Abbiamo sotto gli occhi che gli ospedali, già ora con questi numeri, sono saturi e che ben presto non ci sarà più modo di curare chi è incapace di respirare con le proprie forze. È evidente, dai grafici e modelli riportati, che se non si arresta il contagio i numeri cresceranno in modo quasi esponenziale.

Spero sia chiaro, dunque, che l'unico modo per diminuire la contagiosità è ridurre i contatti tra le persone. Per cui, stiamo a casa!

Riferimenti bibliografici

- [1] Protezione Civile. URL: <https://github.com/pcm-dpc/COVID-19>.
- [2] Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Compartmental_models_in_epidemiology#The_SIR_model.
- [3] Ruiyun Li et al. "Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2)". In: *Science* (2020). ISSN: 0036-8075. DOI: [10.1126/science.abb3221](https://doi.org/10.1126/science.abb3221). eprint: <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/03/13/science.abb3221.full.pdf>. URL: <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/03/13/science.abb3221>.
- [4] WHO. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirus-death-rate/>.
- [5] Korea Centers for Disease Control. URL: <https://www.cdc.go.kr/board/board.es?mid=&bid=0030>.