

Simulazione con funzione logistica dei casi Covid19 in Italia

di Giovanni E. Gigante



Giovanni Gigante applica una funzione logistica ai dati dei contagiati Covid-19. Il fitting è buono e prevede (con tutte le cautele del caso) che l'espansione virale si arresti e raggiunga un plateau di 110 mila positivi nell'ultima settimana di Aprile.

Nei momenti più critici cresce l'interesse per ciò che la scienza ci può dire. È così da sempre, ce lo ricorda anche Lucrezio nel suo "De Rerum Natura". Per la scienza queste attese possono rappresentare un grave rischio in quanto essa viene caricata di compiti che non può sempre svolgere con successo. Da sempre ci interroghiamo, quando osserviamo eventi di natura catastrofica, se ci sono semplici 'leggi' che li possono spiegare facilmente. In un certo senso, anche un modo per esorcizzarli. Sta accadendo in questi giorni in cui lo *stress* da Covid-19 ci sta coinvolgendo.

Nel caso delle epidemie ci sono delle basi teoriche molto solide, come dimostrato dal numero e dalla qualità dei ricercatori che in questi giorni stanno lavorando sui dati dei contagi da Covid-19, spesso con risultati molto interessanti. Dire qualcosa di nuovo è quindi molto difficile. È utile, tuttavia, fare opera di divulgazione per il pubblico più vasto. Questo scritto va in questa direzione.

I fenomeni epidemiologici sono tutto sommato non così complessi da studiare su basi matematiche. Sicuramente a voi tutti è noto il

semplice modello di crescita esponenziale in cui, data una probabilità costante di infezione e un numero grande di individui, il numero di nuovi casi è proporzionale al numero dei positivi già riscontrati. Questo semplice modello non funziona nel caso di una epidemia, perché la dinamica può essere rallentata/arrestata da numerosi fattori tra cui le varie misure sanitarie, di prevenzione e, non ultimo, il distanziamento sociale che stiamo tutti sperimentando.

Vi sono diversi metodi per descrivere un fenomeno in cui la iniziale crescita esponenziale viene limitata/corretta nel tempo; uno di questi porta al modello logistico che ha numerose applicazioni in vari ambiti scientifici. Nel modello logistico, la dinamica esponenziale è corretta per un fattore che può variare nel tempo e dipendere dalla dimensione del fenomeno (per Covid-19, il numero dei soggetti coinvolti, i già positivi).

Applicato alla diffusione di Covid-19, il fattore di correzione può essere standardizzato nell'intervallo $[0:1]$, essendo circa uno nelle prime fasi dell'epidemia, quando la crescita è molto aggressiva, per poi diminuire sino allo zero quando l'epidemia raggiunge la sua massima estensione, ossia quando i soggetti positivi sono prossimi al numero massimo contagiabile. Questo andamento, che segue una forma a "esse" anche detta *sigmoide*, può essere applicato ai dati di diffusione di Covid-19 (quelli di fonte Protezione Civile).

Che si arrivi a un numero massimo di individui coinvolti (contagiati) in una popolazione esposta (al virus) è un fatto osservato empiricamente. I

fenomeni biologici hanno quasi tutti soglie di saturazione. Tale numero massimo viene raggiunto dopo un tempo relativamente lungo quando si realizzano condizioni di equilibrio. Se cambiano le caratteristiche dell'epidemia (contagiosità, tempi di decorso, eventuali ricadute, etc.) o della sua gestione da parte delle Autorità (distanziamento, *lock-down*, estensione dei tamponi, etc.) questo numero può aumentare o diminuire. Nella situazione di equilibrio (la parte finale, di fatto quasi orizzontale, del *sigmoide*) si realizza la cosiddetta immunità di gregge, quando il numero di casi contagiati, pur sempre presenti nella popolazione, non produce più fenomeni evidenti di nuova espansione epidemica e può essere considerato sotto controllo.

La disponibilità dei dati su Covid-19 a livello nazionale permette di implementare il modello logistico, nel senso di stimare i parametri del *sigmoide* che meglio riproducono la dinamica pandemica sinora osservata¹.

La **Figura 1** riporta la progressione dei contagiati da Covid-19 a partire dal 24 Febbraio 2020 (linea grigia a punti blu) a confronto con la sua simulazione logistica (linea grigia). Sono descritte anche le variazioni giornaliere dei contagiati (punti arancio) e la loro simulazione (linea gialla). In termini analitici la simulazione delle variazioni giornaliere corrisponde alla derivata prima della curva logistica. I dati in **Figura 1** sono "lordi", ossia non comprensivi né i guariti né i deceduti.

Come si può osservare, il picco simulato dei nuovi positivi giornalieri è raggiunto a fine Marzo, mentre nella realtà si è verificato intorno al 20 di Marzo. L'incremento giornaliero massimo simulato è di circa 7.000 nuovi casi positivi, con una approssimazione di 500 casi rispetto alla realtà. La curva dei nuovi positivi (linea gialla) ha una dinamica decrescente che la fa dimezzare in quattro-cinque giorni, cosa che non è facile verificare sui dati reali che restano molto più variabili, anche per il continuo cambiamento di strategie di rilevamento da parte delle Regioni (ad esempio, il drastico aumento del numero di tamponi giornalieri dell'ultima settimana).

¹ Per una spiegazione su come procedere, si veda: <https://www.maa.org/press/periodicals/loci/joma/logistic-growth-model-fitting-a-logistic-model-to-data-i>.

Per fare una previsione su quando effettivamente la fase acuta dell'epidemia si sarà conclusa - e si arriverà a una situazione di equilibrio in cui i nuovi casi positivi saranno compensati o più che compensati dai guariti e, purtroppo, dai deceduti - è preferibile passare alla **Figura 2** in cui la stessa simulazione è effettuata sui casi positivi al netto di guarigioni e decessi. Il *fitting* della logistica è molto migliore. Il picco simulato delle variazioni giornaliere nette di circa 4.400 nuovi casi positivi è raggiunto tra il 25 e il 27 di Marzo. La rapida riduzione delle variazioni giornaliere nette trova adesso migliore riscontro nei dati (anche il *fitting* sulla derivata prima della logistica è molto migliore),

Dalla **Figura 2** si evince un altro elemento significativo: la variazione simulata dei casi positivi netti dovrebbe scendere al di sotto delle 100 unità intorno al 25-26 di Aprile. Per quella data dovrebbe essere superata una soglia importante anche sul piano psicologico (numeri a due e non più tre cifre). Per adesso, non si intravede la possibilità di un definitivo passaggio in territorio negativo, che significherebbe l'inizio di uno stabile percorso di riduzione del numero dei contagiati (dello *stock*); anche se fa bene sperare che il 20 Marzo si sia chiuso, per la prima volta per l'Italia, con una variazione netta negativa dei nuovi casi di Covid-19. Si può dire plausibile che il dato giornaliero si posizioni, da ora in poi, su valori molto bassi, qualche volta anche scendendo sotto lo zero.

Gli schematici risultati qui presentati non ambiscono ad aggiungere spiegazioni sostanziali di quanto sta accadendo. Ne forniscono però una buona descrizione divulgativa, basata su un tipo di modellizzazione (la logistica) ormai acquisita.

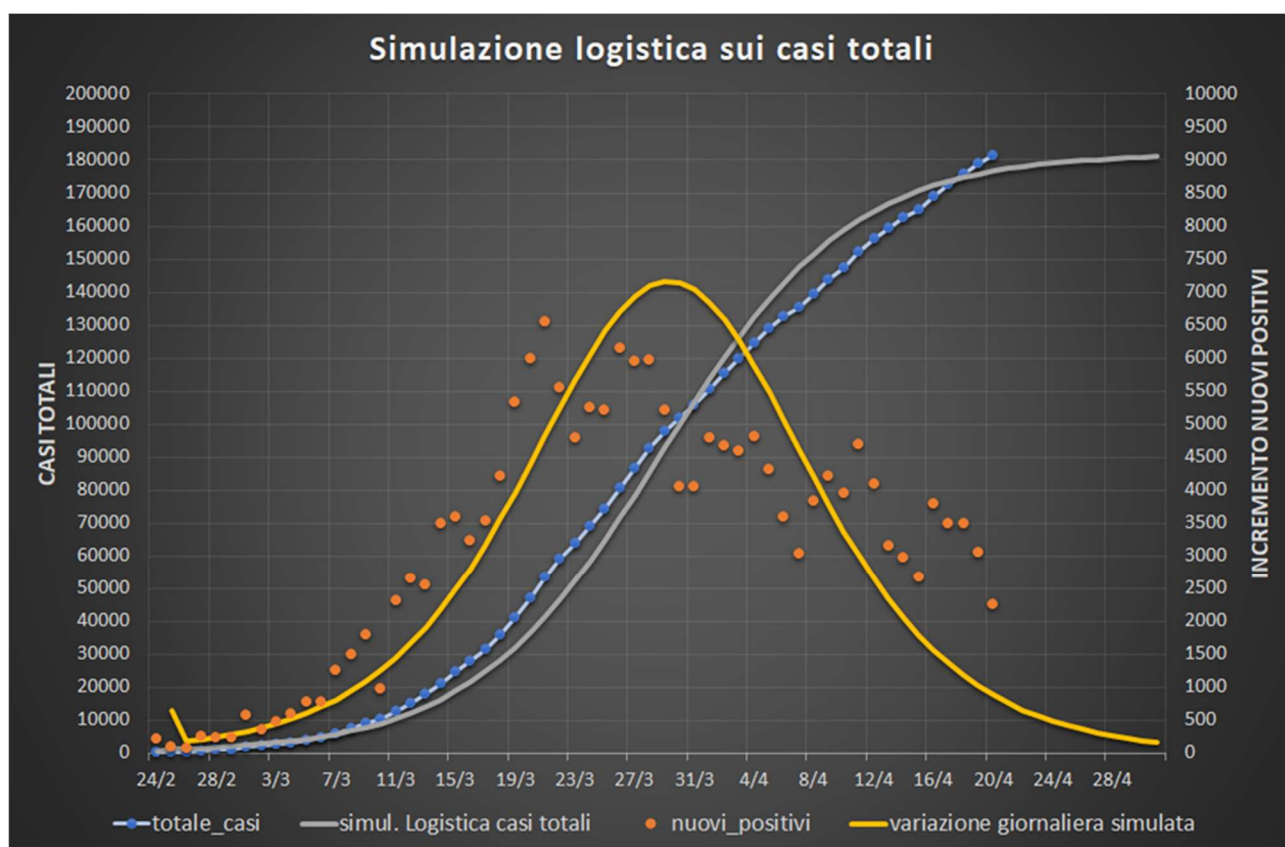
In conclusione, sulla base del quadro simulato, si prevede che l'espansione virale si arresti a fine Aprile, dopo aver raggiunto il massimo di 110 mila positivi in circolazione. Su questo *plateau* si dovrebbe attestare per un periodo adesso difficile da quantificare. Resta inteso che la previsione è condizionata alle misure di *lock-down* adottate in tutt'Italia (ne è anzi il frutto) e che, a seconda delle modalità e dei tempi di ripresa delle normali attività quotidiane, non si possono escludere

dinamiche diverse (in un senso o nell'altro) per il mese di Maggio.

C'è infine un punto più complessivo sulla qualità dei dati diffusi al pubblico. La fluttuazione che si osserva giorno per giorno nel numero di nuovi casi sembra stranamente intensificarsi nel tempo², forse anche influenzata dalla tempistica con cui le informazioni sono inviate dalle singole Regioni ai

Ministeri competenti e alla Protezione Civile. Questa anomala fluttuazione meriterebbe di essere esaminata a fondo, sia per capirne l'origine sia, soprattutto, per capire quanto può influire sulla rappresentazione del quadro corrente e prospettico della epidemia in corso.

Figura 1 – Simulazione logistica sui casi totali (al lordo, senza considerare guariti e deceduti)

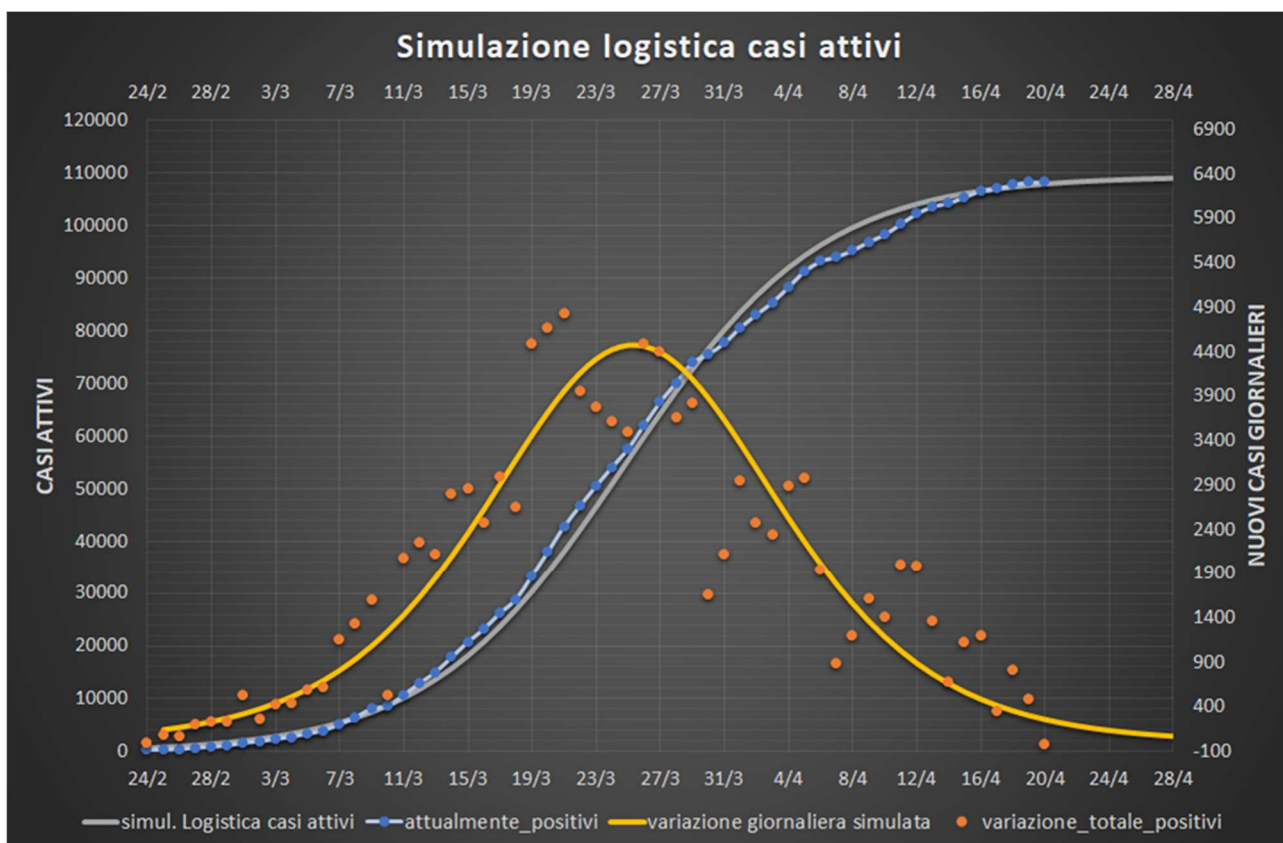


<http://www.reforming.it>
e-mail: info@reforming.it
twitter: [reformingit](https://twitter.com/reformingit)

² Ci si sarebbe aspettati il contrario: fluttuazioni più ampie nella prima fase aggressiva del contagio, e poi in diminuzione

mano a mano che la contagiosità si riduce e il fenomeno si avvia alla saturazione.

Figura 2 – Simulazione logistica sui casi giornalieri attivi (al netto di guariti e deceduti)



<http://www.reforming.it>
e-mail: info@reforming.it
twitter: [reformingit](https://twitter.com/reformingit)