

# Un modello matematico per i contagiati da SARS-CoV-2 nella provincia di Mantova

di *Luigi Togliani*

L'attuale epidemia Covid-19 interessa notevolmente anche la provincia di Mantova. Basandoci sui dati della Protezione Civile, troviamo che la nostra provincia è attualmente al decimo posto in Italia per percentuale di contagiati (rapporto tra numero di contagiati e popolazione della provincia), con valore molto vicino all'1 %.<sup>1</sup> Occorre fare una precisazione: quando parliamo di *contagiati* (o casi totali) intendiamo la totalità dei casi risultati positivi dall'inizio dell'epidemia. Pertanto il numero dei contagiati non può diminuire al trascorrere del tempo; ma è in relazione con il numero dei morti, con quello dei guariti e con quello degli attualmente positivi secondo l'uguaglianza:

$$\text{contagiati} = \text{morti} + \text{guariti} + \text{positivi}.$$

Il numero dei contagiati può crescere nel tempo in modo esponenziale, in una prima fase dell'epidemia; ma poi tende a ridurre il suo tasso di crescita per assumere un andamento di tipo logistico o a sigmoide. Cioè tende a stabilizzarsi su un valore fisso, diciamo *asintotico*, dopo un conveniente lasso di tempo. Le misure di contenimento messe in atto dalle autorità possono far sì che questo valore asintotico risulti più basso rispetto a quello che si avrebbe senza misure restrittive.

Osserviamo ora l'andamento dei contagiati nella provincia di Mantova dal sorgere dell'epidemia (29 febbraio 2020) ad oggi. Il grafico, dopo un'iniziale crescita di tipo esponenziale, presenta un flesso (punto in cui cambia la concavità del grafico), assumendo così, nel suo complesso, un andamento a

---

<sup>1</sup> Mi riferisco a quanto riportato il 6 settembre 2020 dal Sole 24 Ore in <https://lab24.ilsole24ore.com/coronavirus/>

sigmoide (a forma di S). Tuttavia il valore asintotico, che sembrerebbe attestarsi intorno ai 3500 casi fino a circa il 120-esimo giorno (fine giugno 2020, figura 2) dall'inizio dell'epidemia, viene superato. Così l'ultima parte del grafico - relativa ai dati di luglio, agosto e primi di settembre - esce dal precedente andamento: la sigmoide si scosta dai dati di maggio-giugno per poter includere quelli di luglio, agosto e inizio settembre (figura 3).

Occorre precisare che esistono vari modelli matematici a sigmoide per spiegare fenomeni naturali come la diffusione di un'epidemia; quello da me scelto è il modello 4PL (*four parameters logistic*) rappresentabile con un'equazione del tipo:

$$y = k + \frac{a - k}{1 + \left(\frac{t}{c}\right)^b}$$

ove la variabile  $y$  rappresenta il numero dei contagiati nel tempo  $t$  da inizio epidemia,  $k$  è il valore asintotico e  $a$ ,  $b$  e  $c$  sono altri parametri relativi alle caratteristiche della sigmoide. Tuttavia un andamento a sigmoide è adatto a descrivere fenomeni naturali che non subiscono alterazioni esterne. Non è il nostro caso, perché durante il periodo estivo sono venute meno le restrizioni

imposte nei mesi di marzo-maggio e questo ha portato ad ondate di aumento dei contagi a causa di focolai sviluppati in alcuni posti di lavoro (industrie alimentari, aziende agricole, ...) o per effetto di altri assembramenti di persone.<sup>2</sup> Ulteriori ondate potrebbero verificarsi con la ripresa delle lezioni scolastiche o di altre attività.

Un altro modello matematico per studiare il fenomeno in esame può essere quello che impiega una funzione polinomiale di 6° grado (vedi figura 4): la curva proposta approssima meglio i dati sperimentali rispetto alla sigmoide 4PL. La funzione polinomiale è del tipo:

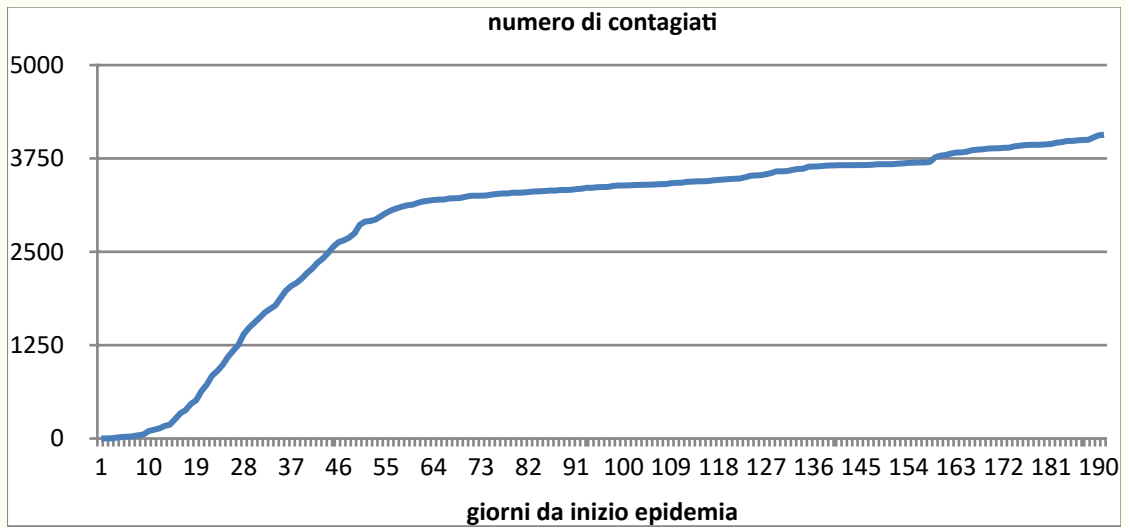
$$y = at^6 + bt^5 + ct^4 + dt^3 + et^2 + ht + k$$

con:  $y$  numero dei contagiati nel tempo  $t$  da inizio epidemia;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $h$ ,  $k$  parametri relativi alle caratteristiche della curva.

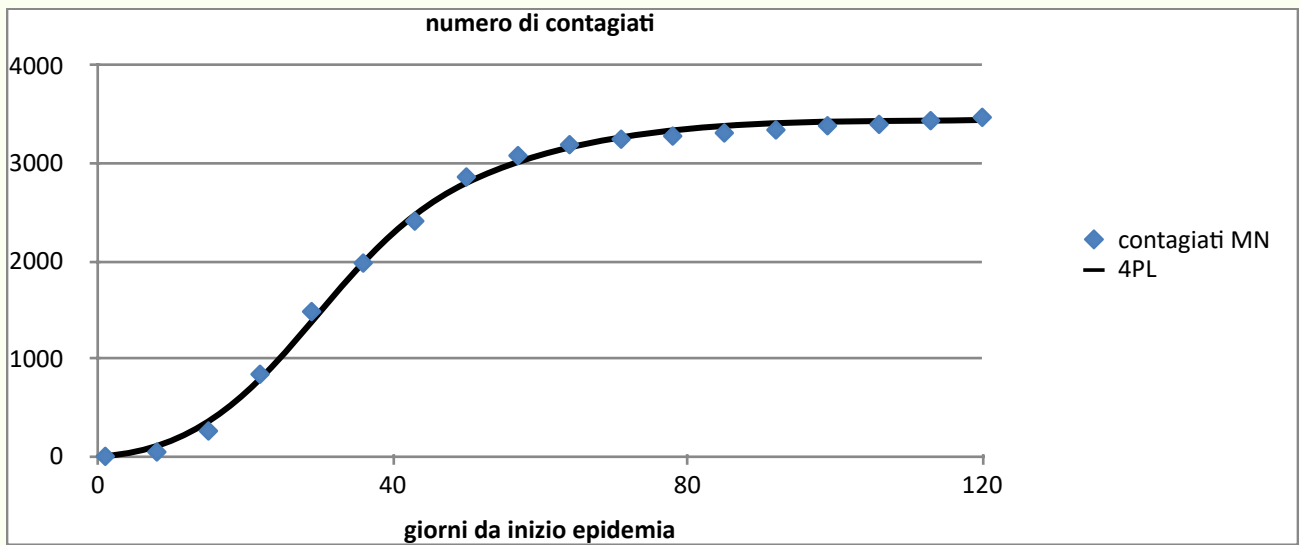
Per concludere, possiamo dire che la Matematica ci offre dei modelli che ci aiutano a interpretare fenomeni che avvengono nel nostro mondo fisico. Questi modelli sono generalmente delle semplificazioni della realtà stessa e ci possono aiutare a prevedere le evoluzioni dei fenomeni al trascorrere del tempo.

Mantova, 6 settembre 2020

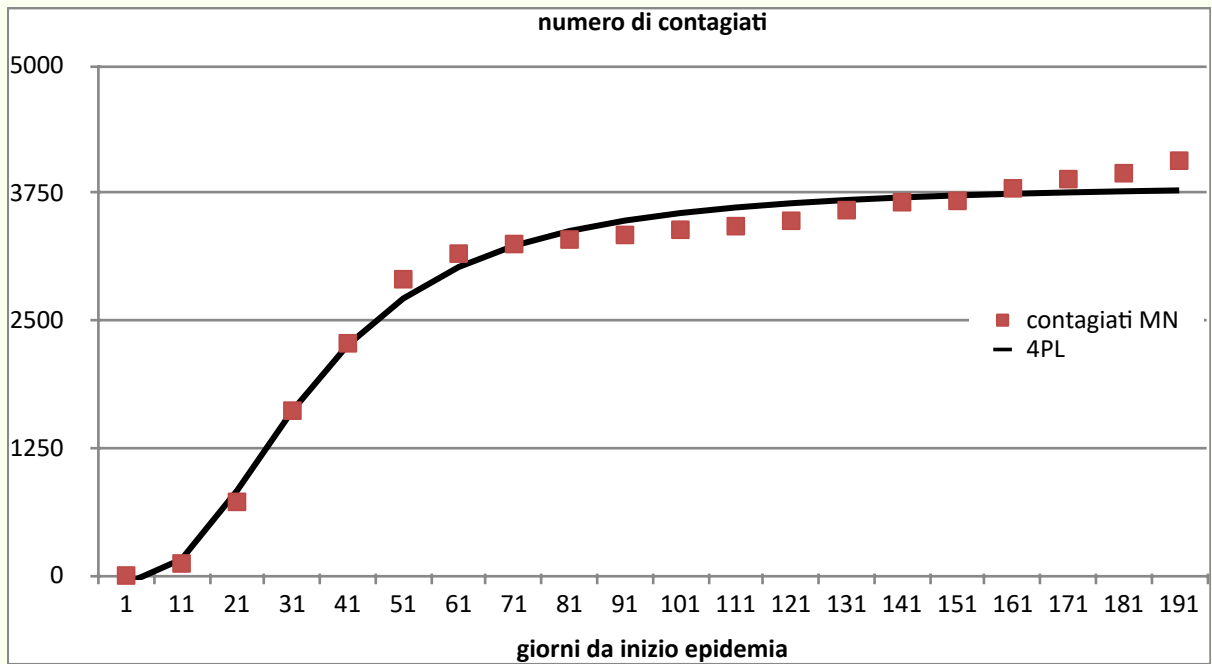
<sup>2</sup> Si veda, ad esempio, la *Gazzetta di Mantova* del: 29 e 30 giugno; 4, 10, 11, 13, 18 luglio; 4, 6, 11, 12, 20, 21 e 24 agosto; 3 settembre 2020.



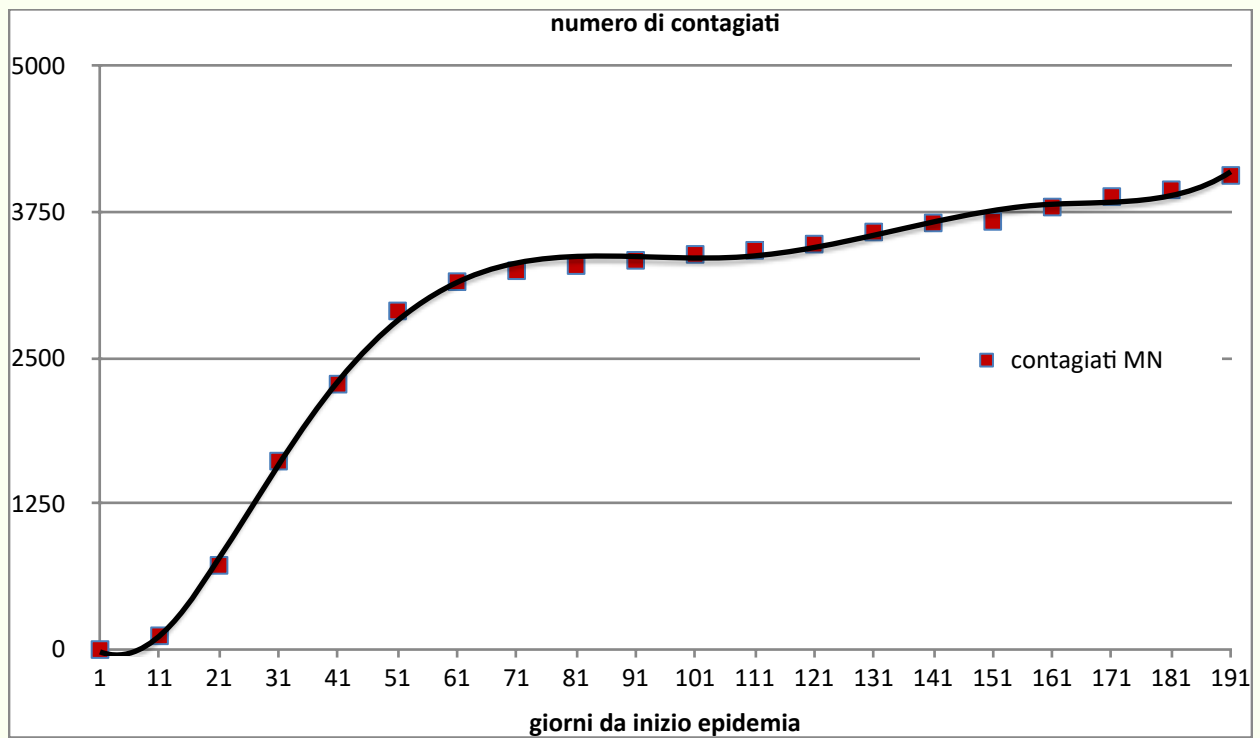
**Figura 1.** Contagiati da Covid-19 in provincia di Mantova dal 29/02 al 06/09/2020.



**Figura 2.** Dati dei contagiati in provincia di MN e sigmoide 4PL dal 29/02 al 27/06/2020.



**Figura 3.** Dati dei contagiati in provincia di MN e sigmoide 4PL dal 29/02 al 06/09/2020.



**Figura 4.** Dati dei contagiati in provincia di MN e polinomiale di 6° grado dal 29/02 al 06/09/2020.