

PANDEMIA COVID-19 - BOLLETTINO DEL 12 Aprile 2020 (giorno #51)

A cura di Davide Manca - Politecnico di Milano

email: davide.manca@polimi.it - cellulare: +39 328 5690.430

Dati REALI alle 18:00 (Ministero della Salute)	ITALIA	LOMBARDIA	LOMBARDIA/ITALIA
Pazienti ICU oggi	3,343	1,176	35.18%
Pazienti ICU ieri	3,381	1,174	34.72%
Variazione ICU rispetto al giorno precedente	-38	2	-5.26%
Variazione percentuale ICU rispetto al giorno precedente	-1.12%	0.17%	-15.16%
Decessi oggi	19,899	10,621	53.37%
Decessi ieri	19,468	10,511	53.99%
Incremento decessi rispetto al giorno precedente	431	110	25.52%

Resoconto breve

I MEDICI ANESTESISTI E RIANIMATORI INSISTONO AFFINCHÉ OGNUNO INDOSSI LA MASCHERINA QUANDO NON IN CASA E SI RELAZIONA CON ALTRE PERSONE

La giornata di Pasqua appare contraddittoria nel manifestare i numeri della pandemia. I valori di pazienti in terapia intensiva e di decessi mostrano andamenti contraddittori. I puri numeri mostrano risultati negativi lato ICU e positivi lato decessi. Occorre però analizzare con cura i motivi di tali numeri.

In Italia il calo di pazienti ICU (-38) è inferiore rispetto a quello atteso. Per la Lombardia si assiste addirittura ad un incremento (+2) dopo cinque giorni consecutivi di calo persistente. Più pazienti vengono spostati in terapia intensiva ora che è possibile averne accesso a valle della saturazione sperimentata nelle scorse settimane. Si riesce quindi a ricoverare con maggior facilità i pazienti in ICU e a seguirli meglio a valle dell'onda di tsunami delle scorse settimane. Le degenze in ICU si allungano perché le cure sono più adeguate e dedicate ad un numero inferiore (ancorché ancora alto) di pazienti in terapia intensiva.

Al contempo si auspica che non ci sia un cambio di direzione persistente e che nei prossimi giorni il numero di posti ICU riprenda a calare. L'evoluzione del fenomeno viene monitorata con estrema attenzione.

Il modello #1 continua a prevedere tra il 13 e il 21 Aprile il massimo decremento giornaliero (ossia massima velocità di diminuzione) del numero di ICU in Italia. Analogo discorso per la Lombardia tra il 16 e il 24 Aprile. Il modello #1 dopo vari giorni di elevata affidabilità ha oggi mostrato una previsione eccessivamente ottimistica per il calo di pazienti ICU in Italia e Lombardia con errori di poco superiori al 3%. I pazienti ICU in Lombardia sono più di un terzo di quelli dell'intera nazione.

La variazione giornaliera dei decessi in Lombardia (+110) ed Italia (+431) è decisamente inferiore rispetto a ieri. Il dato lombardo relativo ai decessi quotidiani pesa per il 26% sul totale nazionale e per il 53% sul valore complessivo di decessi registrati fino a oggi. I modelli continuano a stimare che il punto di massimo

incremento dei decessi su base giornaliera sia stato raggiunto il 28-29 Marzo in Italia e il 26-27 Marzo in Lombardia.

Per quanto riguarda la previsione dei decessi il modello di Gompertz è quello più affidabile sul lungo periodo e stima il quasi totale azzeramento dei decessi (ossia il raggiungimento del 98% del valore finale totale atteso) verso il 13 Maggio in Lombardia e il 18 Maggio in Italia. Tali previsioni dipendono fortemente dalle misure di contenimento della popolazione e sono influenzate dalle prossime aperture progressive previste dal governo. Le otto Figure relative alla comparazione tra valori reali e modelli previsionali permettono di chiarire i concetti di (i) massimo incremento giornaliero di pazienti ICU e decessi e (ii) raggiungimento del pianoro (i.e. asintoto, plateau) nonché calo degli ICU dopo la sommità del pianoro.

ITALIA - ICU	MODELLO #1
Predizione per il giorno seguente	3,200
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-143
Il modello di ieri prevedeva per oggi	3,238
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-3.14%

LOMBARDIA - ICU	MODELLO #1
Predizione per il giorno seguente	1,139
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-37
Il modello di ieri prevedeva per oggi	1,137
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-3.32%

ITALIA - DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO	MODELLO GOMPERTZ
Predizione per il giorno seguente	20,214	20,165	20,376
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	315	266	477
Il modello di ieri prevedeva per oggi	19,810	19,754	19,973
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-0.45%	-0.73%	0.37%
Previsione numero finale di decessi (non affidabile)	n.d.	21,256	27,413
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	29/03/2020	28/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	29/03/2020	02/04/2020
Data raggiungimento 98% numero finale di decessi	n.d.	22/04/2020	18/05/2020

LOMBARDIA - DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO	MODELLO GOMPERTZ
Predizione per il giorno seguente	10,713	10,732	10,834
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	92	111	213
Il modello di ieri prevedeva per oggi	10,640	10,635	10,742
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	0.18%	0.13%	1.14%
Previsione numero finale di decessi (non affidabile)	n.d.	11,202	13,807
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	27/03/2020	26/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	27/03/2020	30/03/2020
Data raggiungimento 98% numero finale di decessi	n.d.	20/04/2020	13/05/2020

Note

- I dati ICU fanno riferimento a pazienti ricoverati in terapia intensiva
- ICU = Intensive Care Unit
- I decessi fanno riferimento a pazienti ricoverati in ospedali e positivi al tampone Covid-19
- In **BLU** i dati numerici reali (ossia misurati)
- In **ROSSO** i dati del modello previsionale
- In **VIOLA** i dati del modello logistico e di Gompertz
- n.d. = non disponibile

Commento risultati

Sezione pazienti ICU

I pazienti ICU in **Lombardia** sono aumentati (+2) in controtendenza con l'andamento atteso e con quello nazionale. Anche il calo di pazienti ICU in **Italia** (-38) è decisamente inferiore a quello delle giornate precedenti.

Il modello #1 continua a prevedere il calo progressivo dei pazienti ICU sia in Italia che Lombardia. Il modello continua a predire che il calo si manterrà stabile ed anzi aumenterà in intensità nei prossimi giorni solo se le misure di social-distancing saranno rispettate dalla popolazione in questi giorni critici a cavallo di Pasqua.

Un nuovo grafico (Figure 2 e 4) relativo alle variazioni giornaliere mostra come il modello #1 sia in grado di descrivere e predire la dinamica deflattiva dei posti letto in terapia intensiva, sia a livello nazionale (più stabile) che a livello lombardo (più oscillante e nervoso a causa del sovraccarico della struttura e della saturazione dei posti ICU delle scorse settimane).

Questi sono i numeri rispetto cui gestire l'emergenza e prendere decisioni a riguardo.

Sezione decessi

La sezione di analisi dei dati dei decessi adotta tre tipologie di modelli previsionali. I modelli logistico e di Gompertz descrivono un fenomeno che continua a crescere e progressivamente rallenta fino a raggiungere un pianoro finale (i.e. plateau, asintoto) al termine della pandemia.

I modelli implementati forniscono previsioni quantitative progressivamente sempre più accurate sia per la Lombardia che per l'Italia. La forchetta proposta dai tre modelli, relativa alla data in cui si stima sia stato raggiunto il massimo incremento giornaliero di decessi, individua il 28-29 Marzo per l'Italia e il 26-27 Marzo per la Lombardia. I giorni di incremento massimo giornaliero di decessi sono quindi ormai ampiamente trascorsi. I modelli prevedono un calo progressivo dei decessi giornalieri come ampiamente dimostrato dai dati reali nonostante alcuni colpi di coda del fenomeno dovuti ad elementi stocastici.

Il modello più affidabile nella previsione della evoluzione del fenomeno è quello di Gompertz che descrive una dinamica più lenta e con valore finale più elevato (i.e. asintoto finale, o plateau, o pianoro numericamente più elevato).

La differenza di stima del raggiungimento del plateau (i.e. asintoto finale) si riduce progressivamente in termini assoluti (19-22%) per i due modelli logistico e di Gompertz con una distanza temporale pari a 23-26 giorni. Si consiglia di usare cautela nell'utilizzo di queste previsioni.

Note ulteriori

Il fenomeno ha abbandonato l'andamento puramente esponenziale ed è ora descritto da una curva logistica o da una curva di Gompertz (la cui forma ricorda quella di una sigmoide (esse allungata) con partenza esponenziale e concavità verso l'alto, andamento lineare in prossimità del flesso (massima pendenza, ossia massimo incremento giornaliero) e quindi cambio di concavità verso il basso con progressivo rallentamento del fenomeno fino a saturazione). In questo momento siamo oltre il flesso e la concavità è rivolta verso il basso (i.e. derivata seconda negativa).

Il problema della curva logistica (e anche di quella di Gompertz) è che regredisce molto bene i dati sperimentali ma a causa dei tre parametri adattivi che la caratterizzano è fluttuante di giorno in giorno (a valle della procedura di regressione non lineare che ne determina i valori). Col passare dei giorni si sta osservando un'accresciuta stabilità del modello che sta riducendo progressivamente le significative fluttuazioni iniziali.

È evidente che nella realtà il numero di ICU Covid-19 sul LUNGO periodo dopo aver toccato un valore massimo inizi a scendere progressivamente fino a diventare nullo (i.e. estinzione della pandemia). Al contempo, in questo periodo di emergenza, i pazienti ICU, se sopravvivono, permangono circa 15 giorni in cura intensiva e

quindi tale tempo è equiparabile al concetto di tempo infinito del fenomeno in un'ottica di pianificazione e gestione dell'emergenza.

Il numero di decessi fa riferimento ai morti in ospedale dopo che i pazienti hanno percorso il triage del pronto soccorso ed hanno avuto accesso ai reparti dedicati alla cura del Covid-19.

Il modello di Gompertz in prima istanza appare sovrastimare il fenomeno e quindi può essere interpretato come limite superiore e conservativo (i.e. pessimista). Qualitativamente il modello di Gompertz è simile a quello logistico ma non è simmetrico (come quest'ultimo) rispetto al punto di flesso (i.e. cambio di concavità corrispondente al momento di massimo incremento giornaliero). La curva di Gompertz sale inizialmente più lentamente, poi anticipa l'istante di massima crescita (i.e. anticipa il punto di flesso rispetto alla curva logistica) e infine cresce più lentamente verso valori comunque più alti rispetto al modello logistico. È quindi decisamente più lento a raggiungere il valore massimo (i.e. asintoto orizzontale, plateau). Si consiglia cautela e analisi critica delle stime proposte dal modello di Gompertz.

La data di metà cammino (*halfway*) indica il giorno in cui il modello prevede un valore pari alla metà del massimo asintotico, ossia del plateau finale.

La data di raggiungimento del 98% del fenomeno indica il giorno in cui il modello stima il raggiungimento del 98% del plateau finale.

Una considerazione generale valida quando si considera la qualità predittiva di un modello: se l'errore da questi commesso assume valore negativo ciò significa che c'è stato un aumento del dato reale maggiore rispetto a quello atteso. Al contrario se l'errore è positivo allora il modello ha sovrastimato il valore reale.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno aiutato e indirizzato nello sviluppo delle elaborazioni che conducono alla redazione quotidiana di questo Bollettino. In primis i medici, dottori e primari che mi hanno spiegato cosa ci sia dietro il concetto di ICU e decessi. La persona in assoluto più importante, per me e per il lavoro che sto facendo, che vide lontano, molto lontano proprio nei primissimi giorni della epidemia (non ancora pandemia) è sicuramente il dott. Dario Caldiroli. Desidero parimenti ringraziare i dott. Enrico Storti, Piergiorgio Villani, Giovanni Mistraletti, Francesco Trotta ed Edoardo De Robertis. Le afferenze di ciascuno di essi sono consultabili presso i link qui sotto riportati. Li ringrazio ancor di più perché in questi giorni frenetici e di carico lavorativo altissimo hanno trovato modo, anche a notte fonda, di rispondere ai miei dubbi o richieste di precisazione. A loro il mio tributo, riconoscenza e stima.

Ringrazio anche i colleghi nazionali Mario Grassi, Gaetano Lamberti e Domenico Larobina per le interessanti disquisizioni modellistiche rigorosamente virtuali fatte dai rispettivi luoghi di isolamento.

Questo bollettino è pubblicato anche su: <https://pselab.chem.polimi.it/bollettino-pandemia-covid-19/>

Per ulteriori approfondimenti: <https://pselab.chem.polimi.it/pse-lab-on-esa/>

© Davide Manca

La pagina seguente riporta una serie di **diagrammi** esplicativi del fenomeno Covid-19 in termini di pazienti ICU e decessi in Italia e Lombardia.

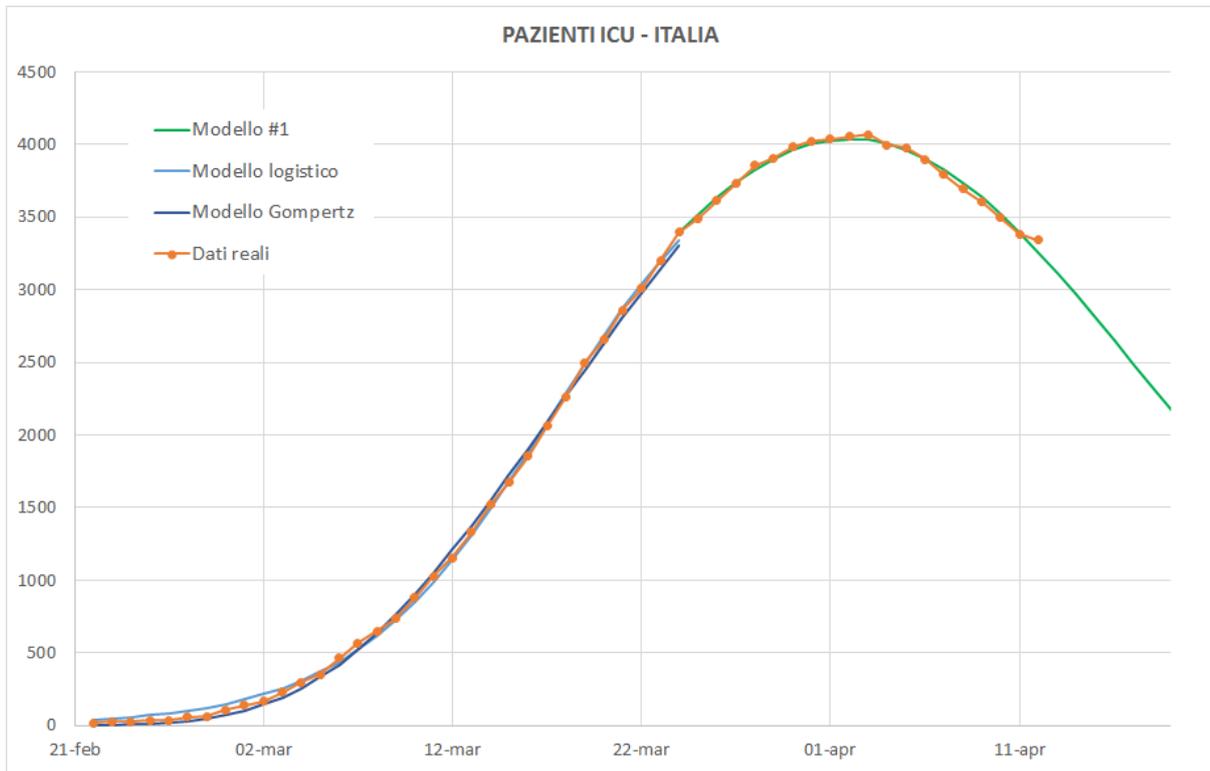


Figura 1: Pazienti ICU in Italia in coordinate lineari.

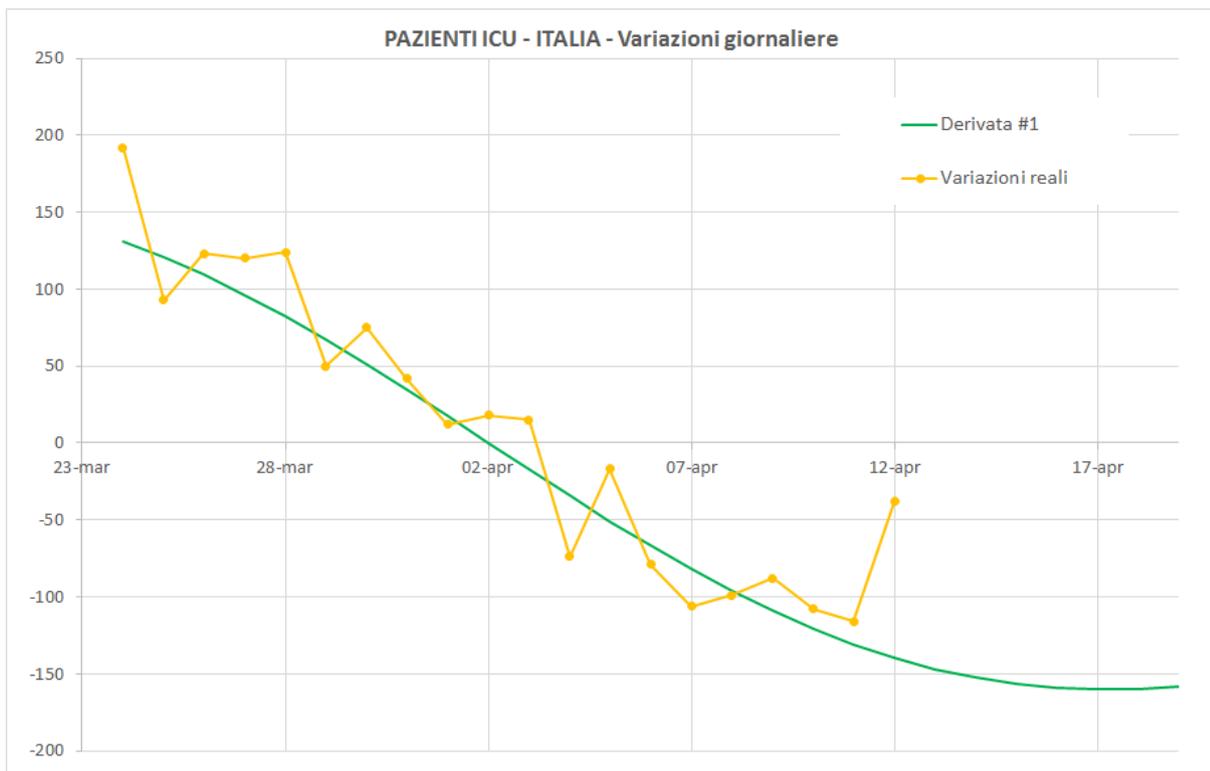


Figura 2: Variazioni dei pazienti ICU in Italia in coordinate lineari. Le linee continue verde, azzurra e blu mostrano l'andamento delle derivate (i.e. variazioni istantanee) dei modelli #1, logistico e di Gompertz. La spezzata giallo-ocra (linea e pallini) riporta le variazioni giornaliere reali di pazienti in terapia intensiva. I modelli logistico e di Gompertz hanno esaurito la loro funzione (andamento asintotico). Soltanto il modello #1 è in grado di descrivere, come atteso, il calo giornaliero dei pazienti ICU dopo il raggiungimento del pianoro mostrato in Figura 1 dalla linea verde del modello #1 e dai dati reali (spezzata arancione, linea e pallini).

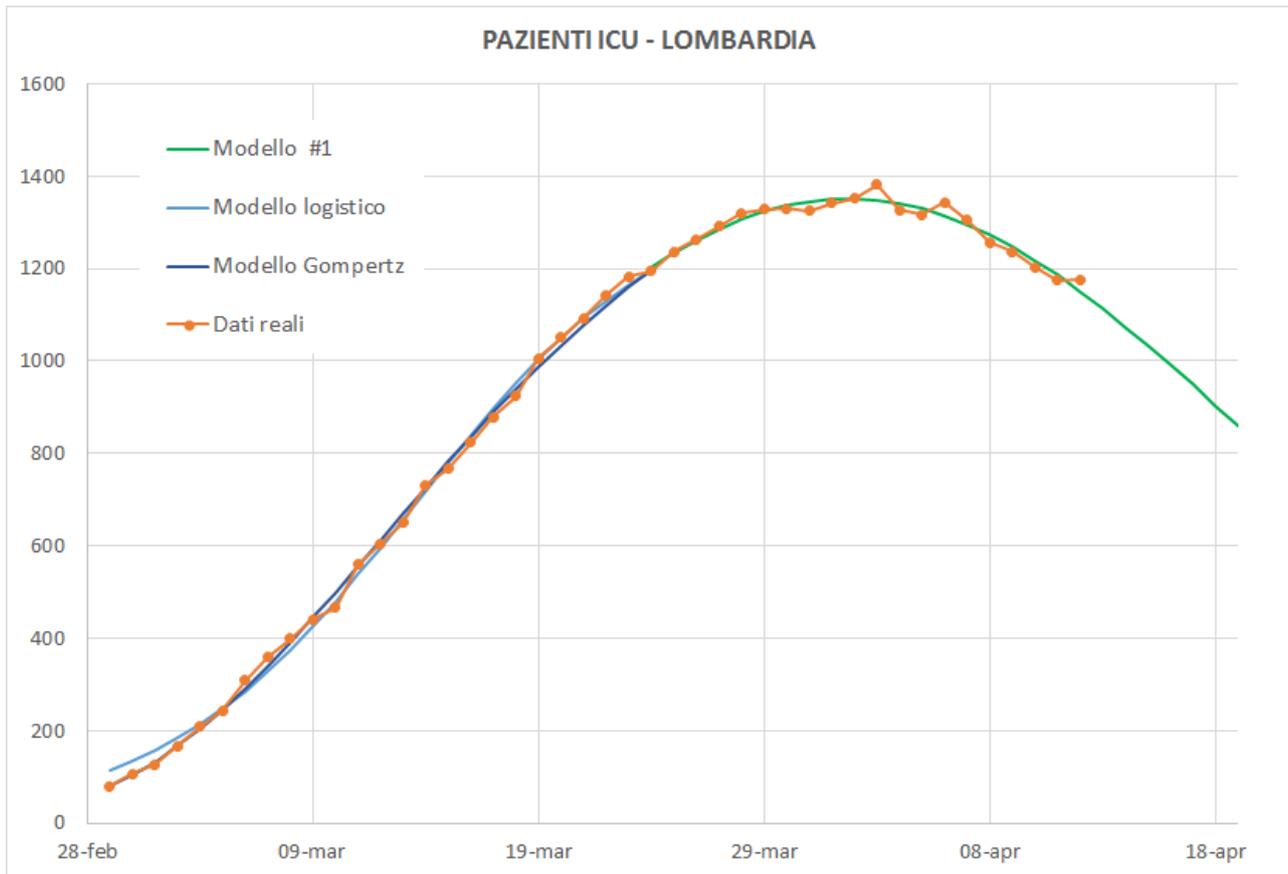


Figura 3: Pazienti ICU in Lombardia in coordinate lineari.

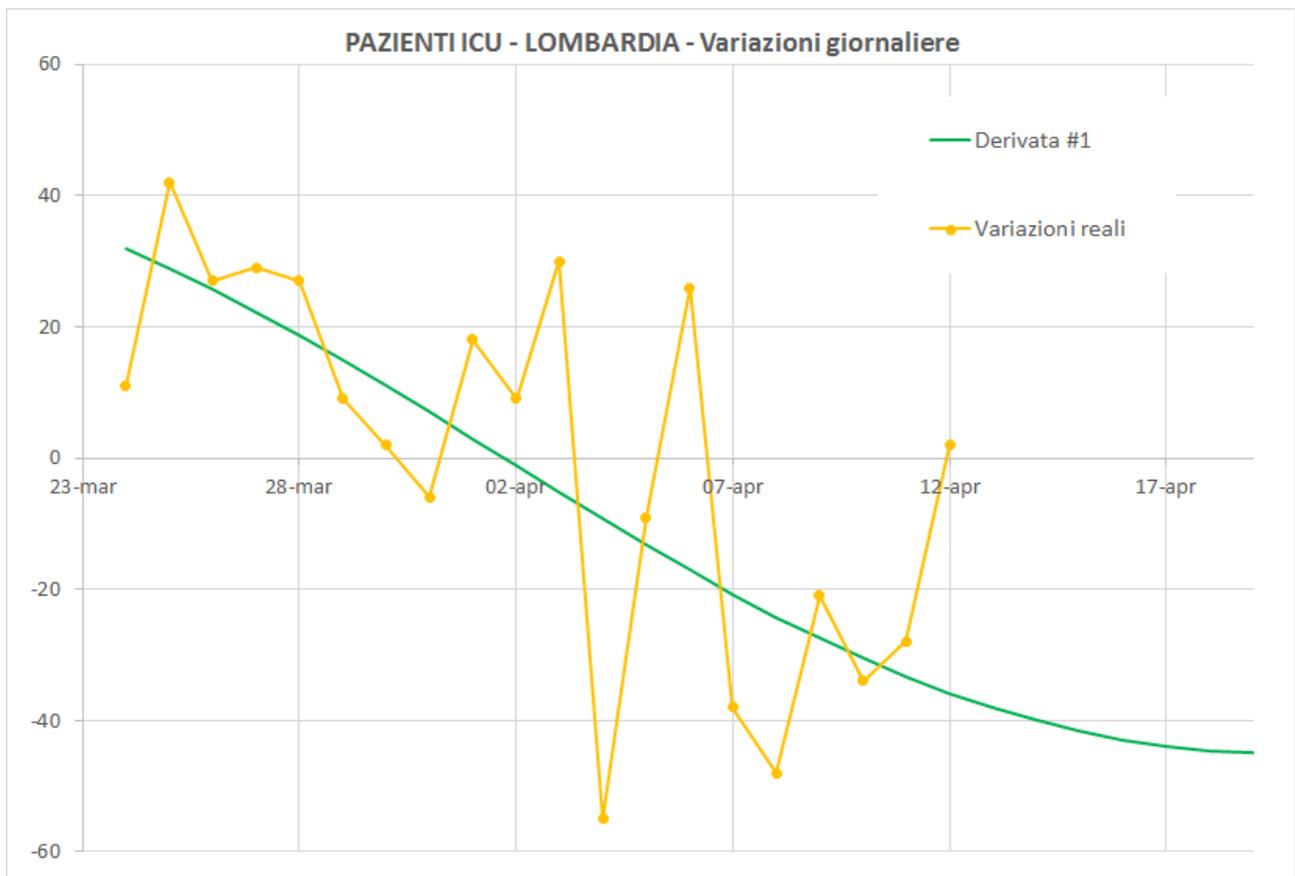


Figura 4: Pazienti ICU in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 2.

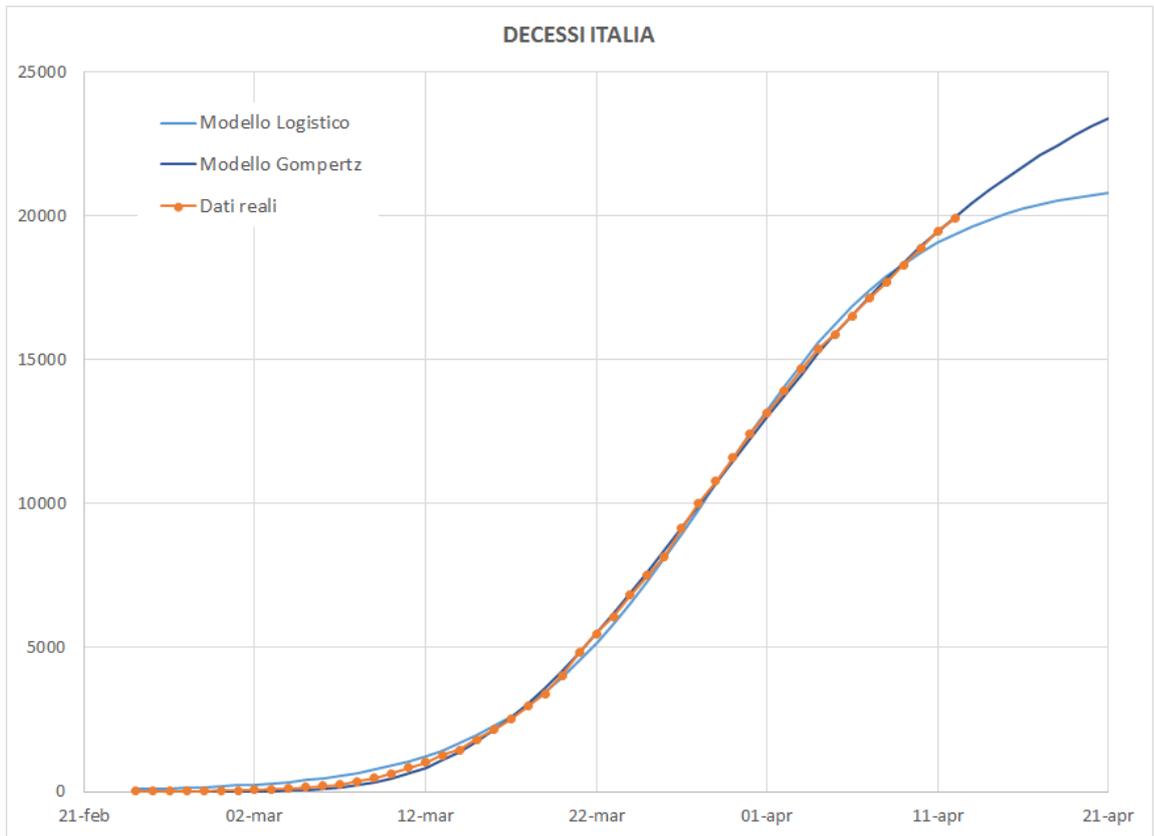


Figura 5: Decessi in Italia in coordinate lineari.

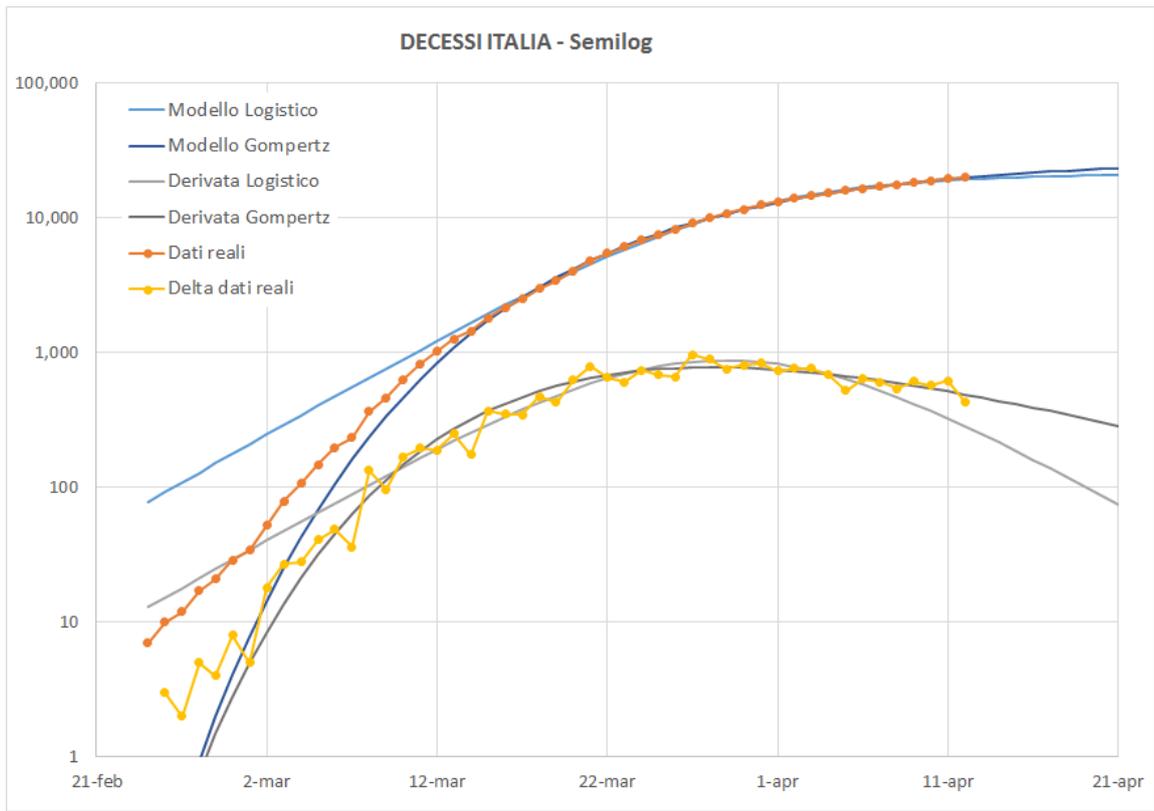


Figura 6: Decessi in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue azzurra e blu mostrano l'andamento del modello logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura sono la derivata prima del modello logistico e di Gompertz e mostrano la variazione giornaliera dei decessi. La spezzata giallo-ocra (linea e pallini) indica la variazione giornaliera di decessi. I massimi delle curve grigie individuano sulle ascisse la data in cui i rispettivi modelli suggeriscono sia stato raggiunto il massimo incremento di decessi.

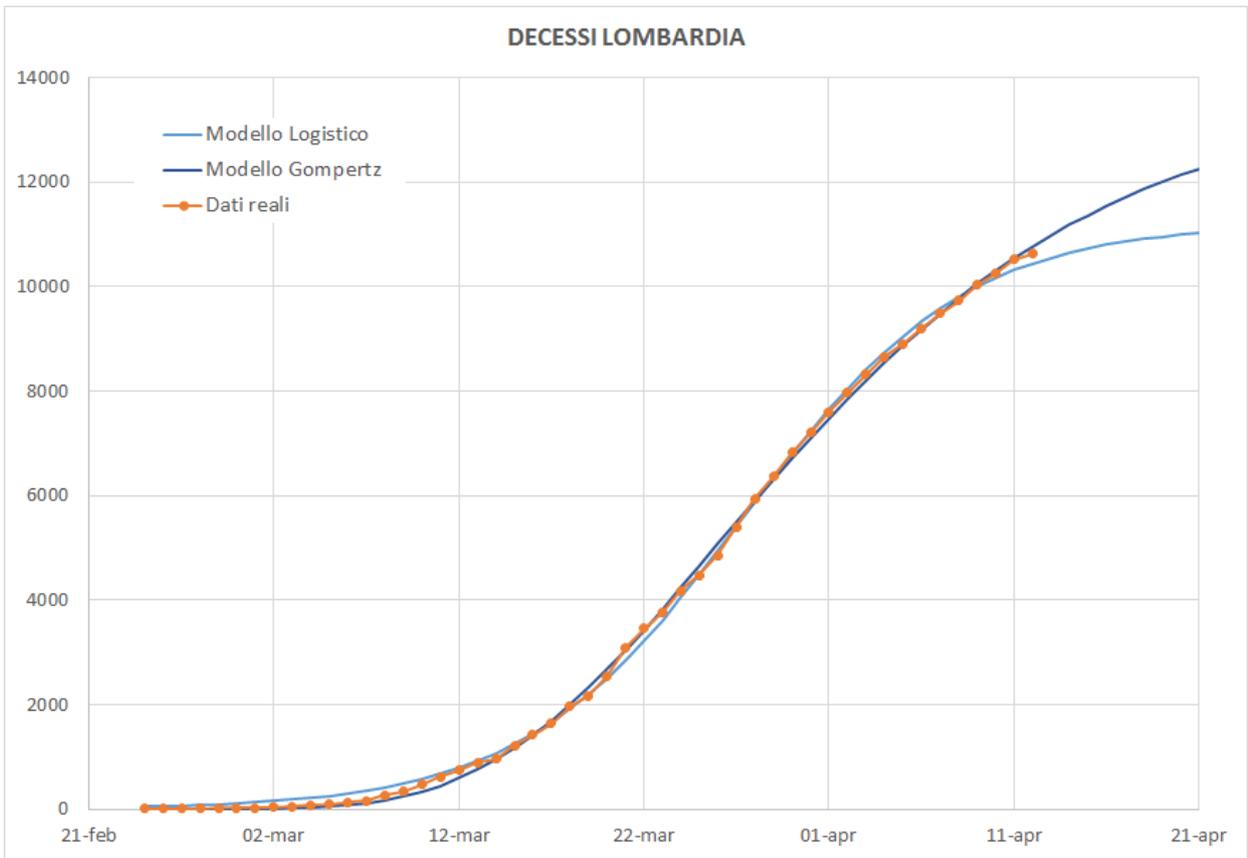


Figura 7: Decessi in Lombardia in coordinate lineari.

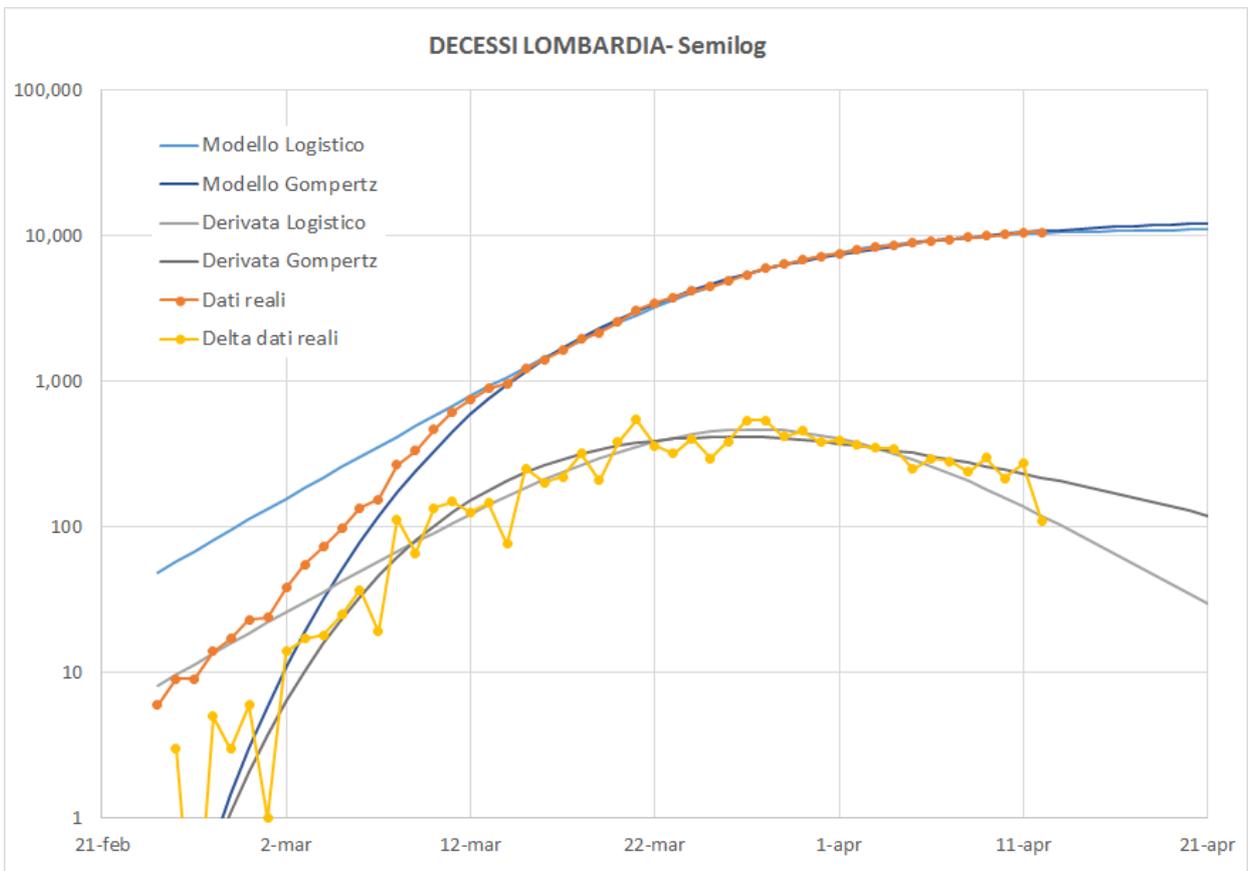


Figura 8: Decessi in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 6.