

PANDEMIA COVID-19 - BOLLETTINO DEL 31 Marzo 2020 (giorno #39)

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	4,023	1,324	32.91%
Pazienti ICU ieri	3,981	1,330	33.41%
Incremento ICU rispetto al giorno precedente	42	-6	-14.29%
Decessi oggi	12,428	7,199	57.93%
Decessi ieri	11,591	6,818	58.82%
Incremento rispetto al giorno precedente	837	381	45.52%

ITALIA – ICU	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	3,988	4,073	4,118
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-35	50	95
Il modello di ieri prevedeva per oggi	3,969	4,040	4,089
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.34%	0.42%	n.d.
Massimo numero di pazienti ICU in futuro (non affidabile)	n.d.	4,339	5,374
Data massimo incremento di pazienti ICU su base giornaliera (non affidabile)	n.d.	17/03/2020	16/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	17/03/2020	20/03/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite di pazienti ICU	n.d.	07/04/2020	28/04/2020

LOMBARDIA - ICU	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	1,305	1,334	1,343
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	-19	10	19
Il modello di ieri prevedeva per oggi	1,317	1,342	1,352
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-0.53%	1.36%	2.11%
Massimo numero di pazienti ICU in futuro (non affidabile)	n.d.	1,410	1,591
Data massimo incremento di pazienti ICU su base giornaliera (non affidabile)	n.d.	14/03/2020	11/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	14/03/2020	15/03/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite di pazienti ICU	n.d.	06/04/2020	21/04/2020

ITALIA - DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	13,085	13,053	13,300
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	657	625	872
Il modello di ieri prevedeva per oggi	12,284	12,230	12,470
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-1.16%	-1.59%	0.34%
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	26/03/2020	01/04/2020
Data di metà cammino	n.d.	26/03/2020	07/04/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite dei decessi	n.d.	15/04/2020	02/06/2020

LOMBARDIA - DECESSI	MODELLO #1	MODELLO LOGISTICO (abbastanza affidabile)	MODELLO GOMPERTZ (affidabilità da verificare)
Predizione per il giorno seguente	7,524	7,527	7,662
Incremento atteso rispetto al dato reale di oggi	325	328	463
Il modello di ieri prevedeva per oggi	7,166	7,159	7,291
Errore % del modello di ieri rispetto ai dati reali di oggi	-0.46%	-0.56%	1.28%
Data massimo incremento di decessi su base giornaliera (non affidabile)	28/03/2020	25/03/2020	31/03/2020
Data di metà cammino	n.d.	25/03/2020	06/04/2020
Data raggiungimento 98% condizione limite dei decessi	n.d.	15/04/2020	01/06/2020

Note

- I dati ICU fanno riferimento a pazienti ricoverati in terapia intensiva
- ICU = Intensive Care Unit
- In **BLU** i dati numerici reali (ossia misurati)
- In **ROSSO** i dati dei modelli previsionali
- In **VIOLA** i dati del modello logistico o comunque critici nella interpretazione
- n.d. = non disponibile

Commento risultati

Introduzione

Il Bollettino riporta sia per i posti in terapia intensiva che per i decessi un nuovo modello regressionale per la previsione dei dati. È il modello di Gompert che 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 e momento di massimo incremento giornaliero). La curva di Gompertz sale inizialmente più lentamente, poi anticipa il momento 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 estrema cautela e analisi critica delle stime proposte dal modello di Gompertz soprattutto nel periodo iniziale della sua adozione.

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.

Sezione pazienti ICU

Per la prima volta da inizio della pandemia l'incremento dei pazienti ICU in **Lombardia** è stato negativo ossia 2 posti in meno rispetto al giorno precedente.

In Lombardia il flesso (punto di massima velocità di crescita, ossia massima pendenza che equivale a dire massimo incremento giornaliero) risulta essere stato raggiunto attorno al 11-14 Marzo. Il raggiungimento del numero massimo di pazienti ICU in regione è atteso per il 6 Aprile con un valore massimo asintotico atteso pari a 1410. A questo valore si affianca la stima conservativa (ossia per eccesso) del modello di Gompertz pari a 1591 posti ICU per il 21 Aprile.

Analogo discorso, caratterizzato da una dinamica progressivamente comparabile a quella della Lombardia, può essere fatto per l'**Italia** che mostra un leggero tempo di ritardo. Il flesso risulta essere stato raggiunto il 16-17 Marzo. Il valore asintotico (ossia a plateau) è pari a 4339 pazienti ICU per l'Italia³ previsto per il 6 Aprile. A questo valore si affianca la stima conservativa del modello di Gompertz pari a 5374 posti ICU previsto per il 28 Aprile.

Per la quarta volta consecutiva il modello #1 prevede un calo dei posti di terapia intensiva in **Lombardia** rispetto al giorno precedente. Il modello logistico invece prevede un lieve aumento pari a 10 posti letto ICU. Il modello di Gompertz infine prevede un incremento di 19 posti letto ICU. Ciò sta ad indicare che i modelli stimano che il raggiungimento del plateau ICU sia prossimo.

Questi sono i numeri rispetto cui gestire l'emergenza e prendere decisioni a riguardo. Al contempo tali numeri (proprio perché asintotici) sono da considerarsi una stima approssimata e quindi debbono essere valutati con estrema cautela.

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.

Sezione decessi

La sezione di analisi dei dati dei decessi adotta tre tipologie di modelli previsionali analoghi, per struttura, a quelli della sezione ICU. I modelli implementati forniscono previsioni quantitative sufficientemente 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 l'intervallo 26 Marzo – 1 Aprile per

l'Italia e l'intervallo 25 Marzo – 31 Marzo per la Lombardia. Sono quindi questi i giorni decisivi per sorpassare il picco di incremento giornaliero di decessi.

La differenza di stima del raggiungimento del plateau (i.e. asintoto finale) è estremamente differente per i due modelli logistico e di Gompertz. Si consiglia di usare massima cautela nell'utilizzo di queste previsioni. Nella giornata di oggi il modello di Gompertz risulta essere quello con errore inferiore nella previsione del numero di decessi per l'Italia.

Note ulteriori

¹Il fenomeno ha abbandonato l'andamento puramente esponenziale ed è ora descritto da una curva logistica (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).

²Il problema della curva logistica è che regredisce molto bene i dati sperimentali ma a causa dei tre parametri adattivi che la caratterizzano è estremamente 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 una accresciuta stabilità del modello che sta riducendo progressivamente le significative fluttuazioni iniziali.

³È evidente che nella realtà il numero di ICU Covid-19 sul LUNGO periodo dopo aver toccato un valore massimo inizierà 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 modello limite inferiore è basato su una regressione quadratica in coordinate semilogaritmiche.

Non vengono fornite estrapolazioni estese ad un numero elevato di giorni futuri in quanto, seppur agevole da implementare, non sarebbero affidabili e potrebbero creare o allarmismo o facile entusiasmo guidando i responsabili per le decisioni a scelte non adeguate.

Il tempo di raddoppio del fenomeno è estremamente conservativo (in termini di progettazione e gestione dell'emergenza) in quanto si basa sull'assunto di fenomeno puramente esponenziale. Fortunatamente da diversi giorni il fenomeno non ha più dinamica esponenziale e quindi i tempi effettivi per il raddoppio dei valori sono decisamente maggiori se non addirittura inapplicabili.

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.

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.

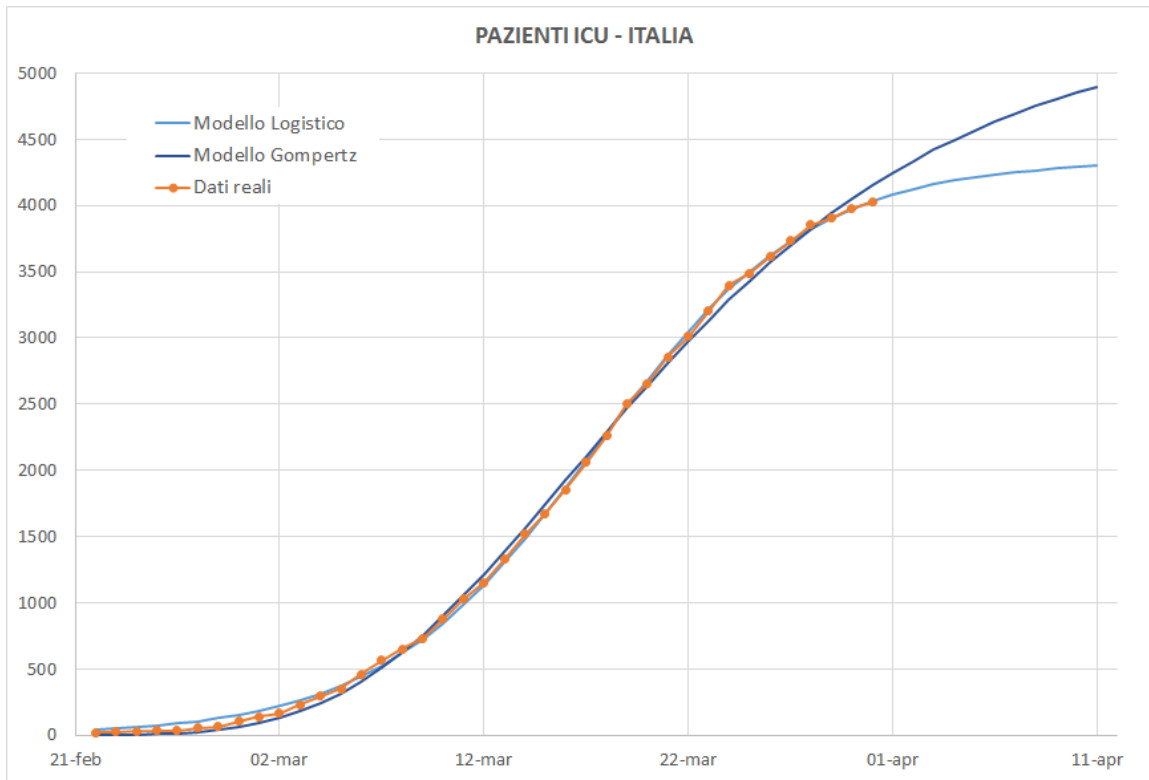


Figura 1: Pazienti ICU in Italia in coordinate lineari.

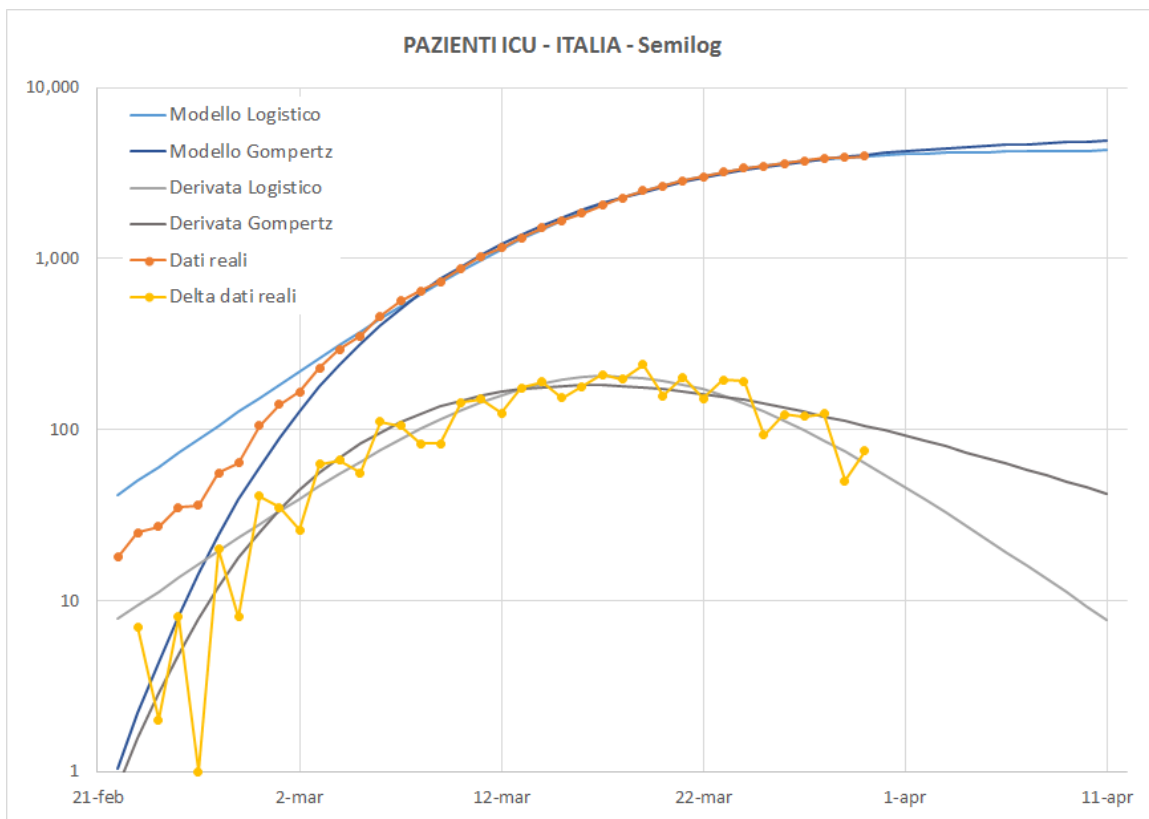


Figura 2: Pazienti ICU in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue azzurra e blu mostrano l'andamento del modello logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura sono la derivata prima del modello logistico e di Gompertz e mostrano la variazione giornaliera di posti in terapia intensiva. La spezzata giallo-ocra (linea e pallini) indica la variazione giornaliera di posti in terapia intensiva. I massimi delle curve grigie individuano sulle ascisse la data in cui i rispettivi modelli suggeriscono sia stato raggiunto il massimo incremento giornaliero di posti ICU.

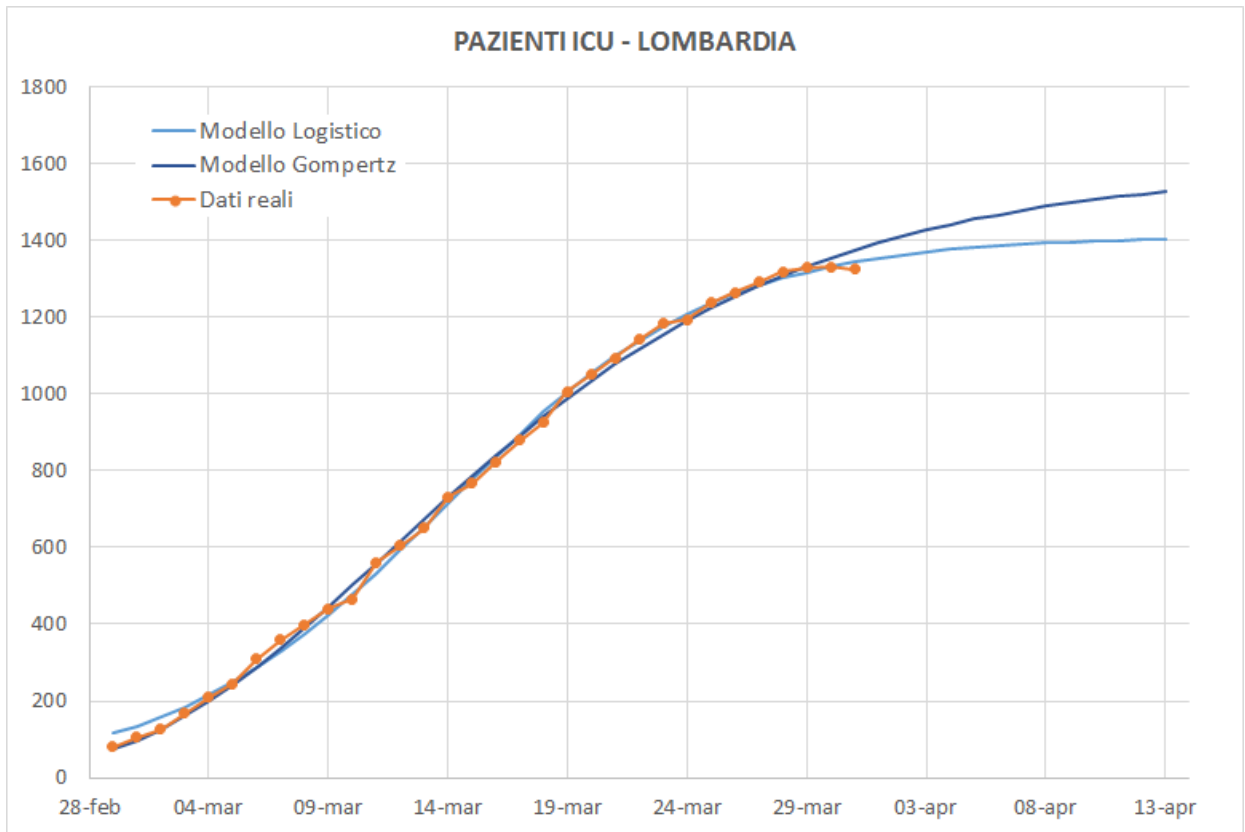


Figura 3: Pazienti ICU in Lombardia in coordinate lineari.

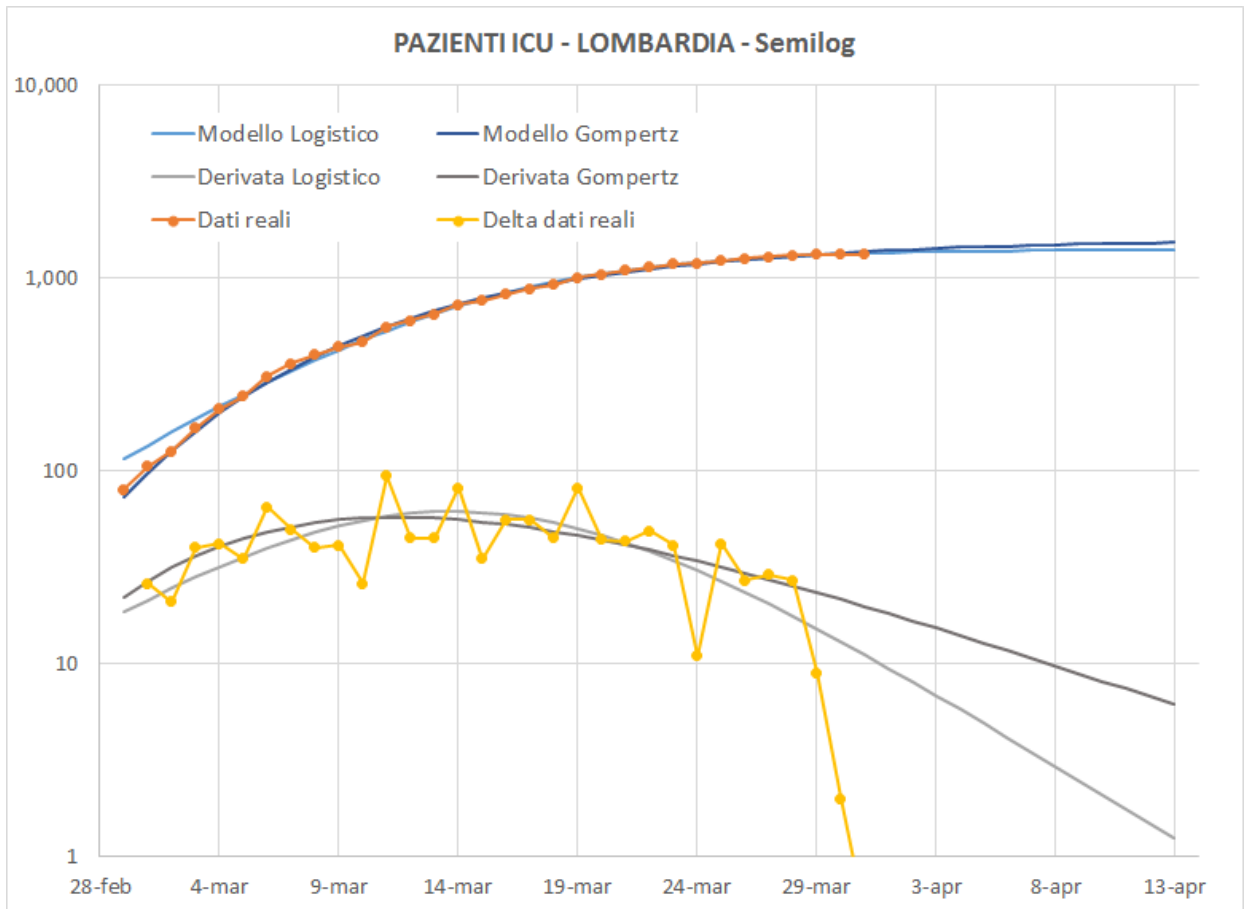


Figura 4: Pazienti ICU in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 2.

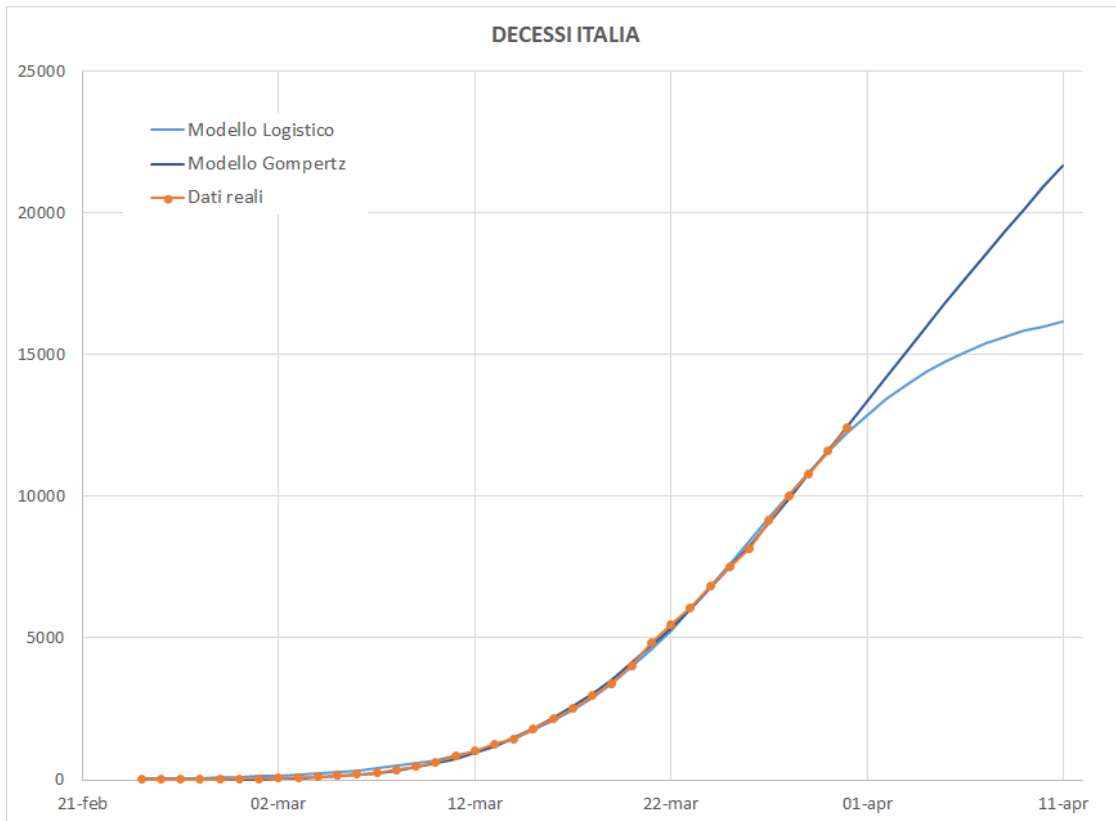


Figura 5: Decessi in Italia in coordinate lineari.

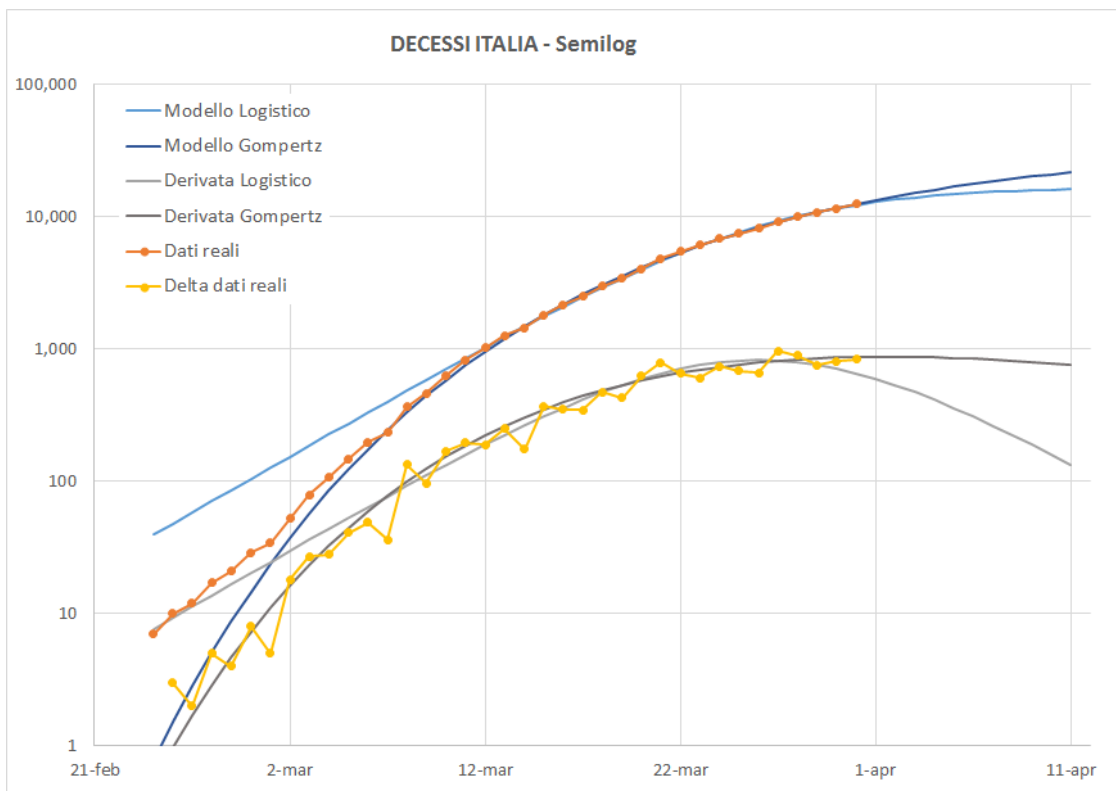


Figura 6: Decessi in Italia in coordinate semilogaritmiche (i.e. asse ordinate secondo potenze di 10). Le linee continue azzurra e blu mostrano l'andamento del modello logistico e di Gompertz. La spezzata arancione scura (linea e pallini) riporta i dati reali. Le linee continue grigio chiara e scura 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.

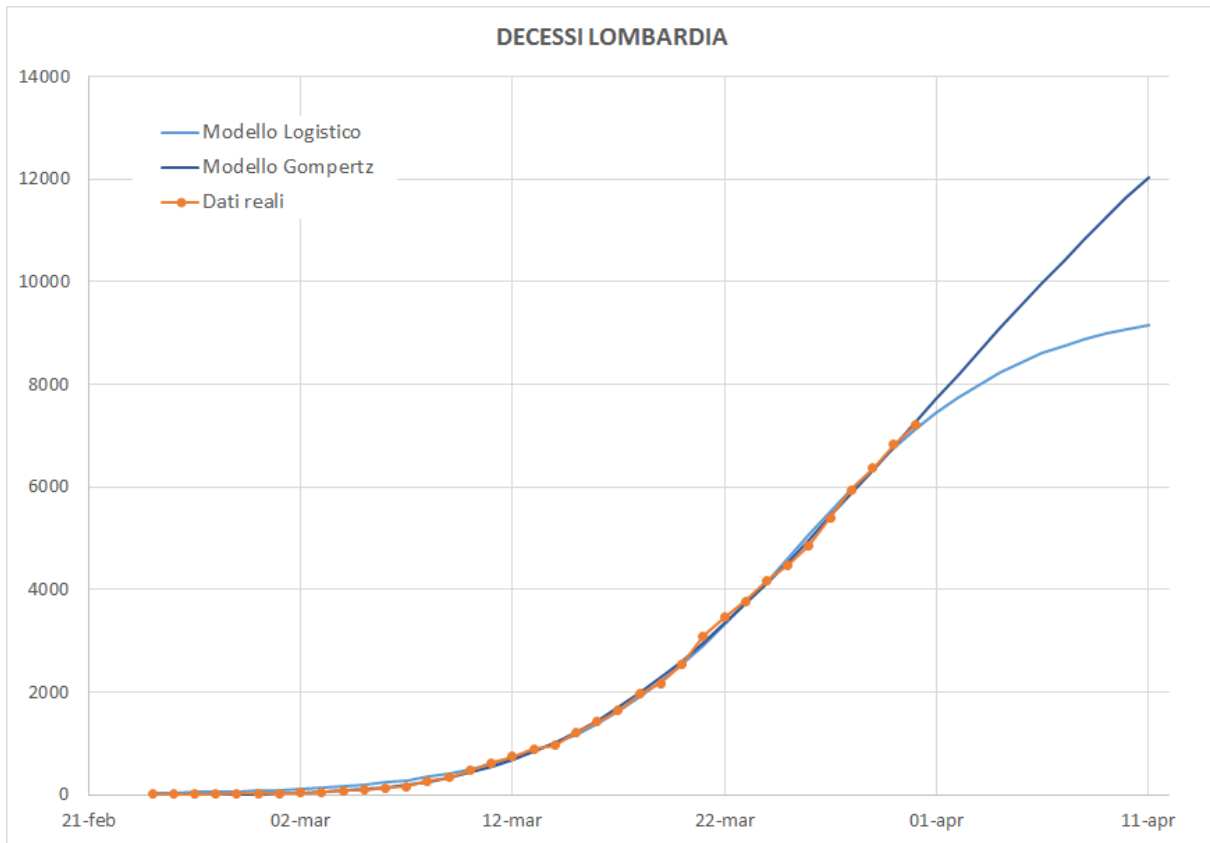


Figura 7: Decessi in Lombardia in coordinate lineari.

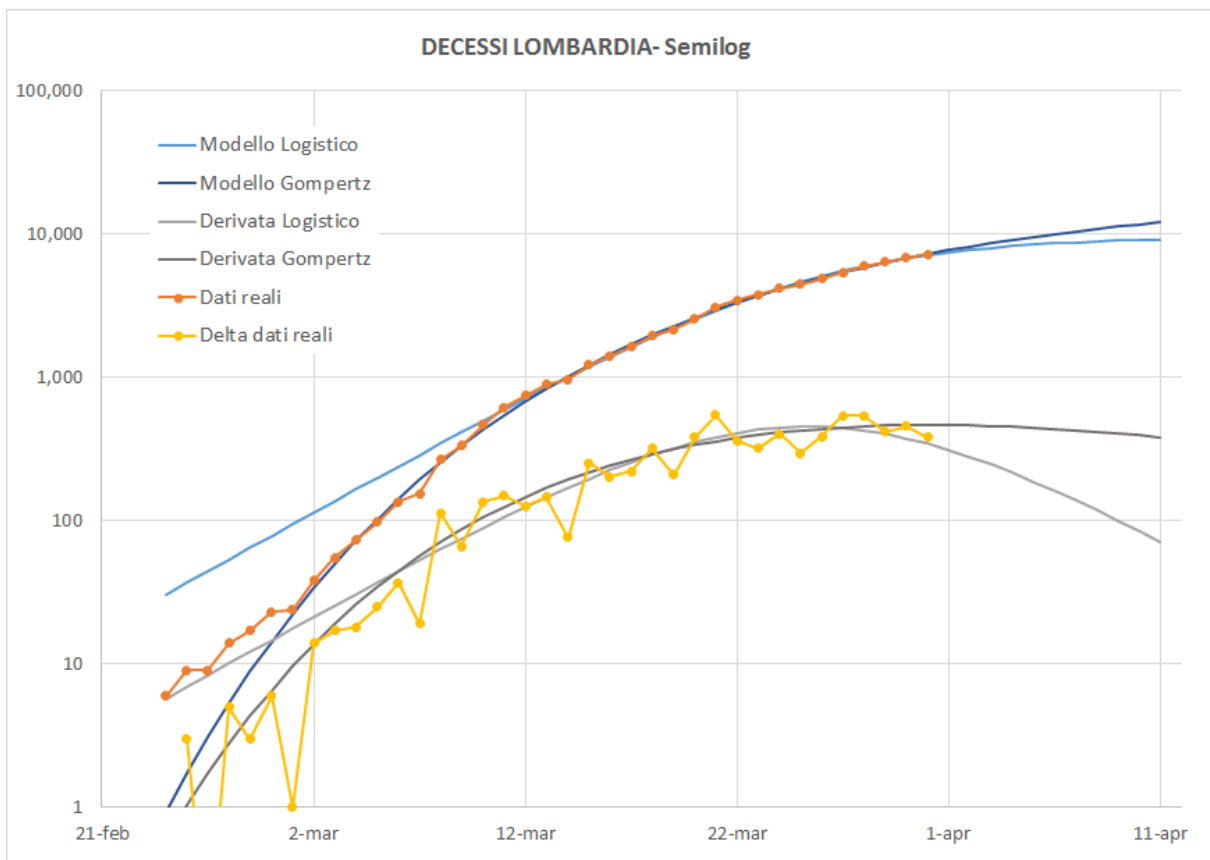


Figura 8: Decessi in Lombardia. Per i colori e significato delle curve vedasi quelli dettagliati in Figura 6.