

Breve report sul covid19



Bologna 29/4/2020

Lista Luca
Menasce Dario
Mezzetto Mauro
Pedrini Daniele
Spighi Roberto
Zoccoli Antonio

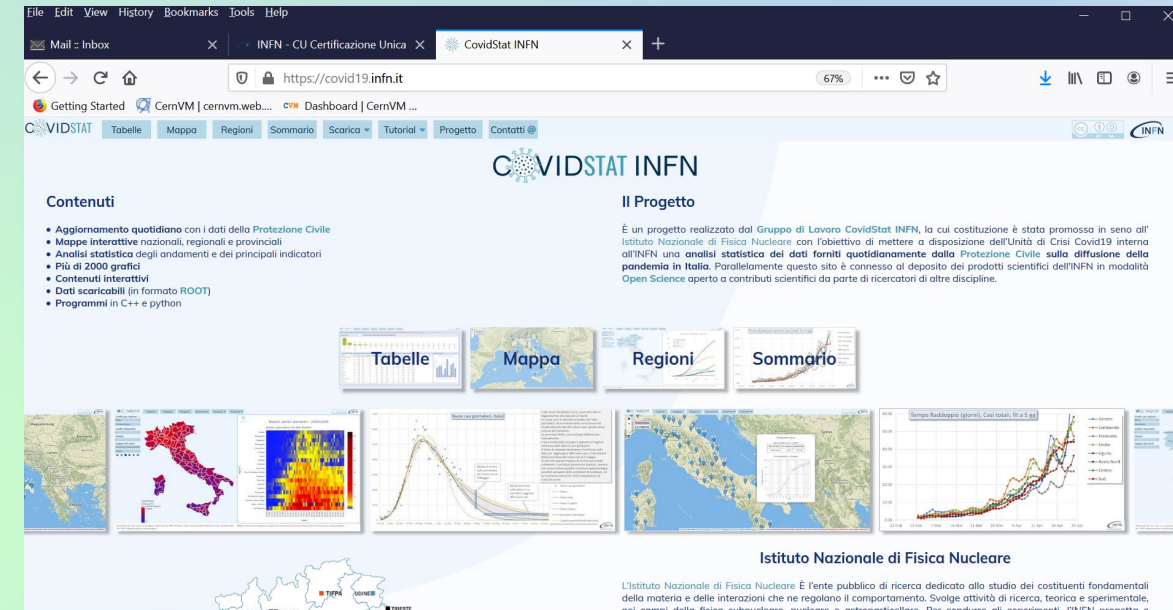
Altre persone hanno fatto un grande lavoro di supporto al quale va il nostro ringraziamento

spighi@bo.infn.it

Il lavoro svolto

Un lavoro diviso tra:

- ❑ Costruzione del sito <https://covid19.infn.it/wp/>
- ❑ Analisi dei dati
 - ❑ aggiornamento del ministro e staff dell'unità di crisi dell'ER



Dati acquisiti

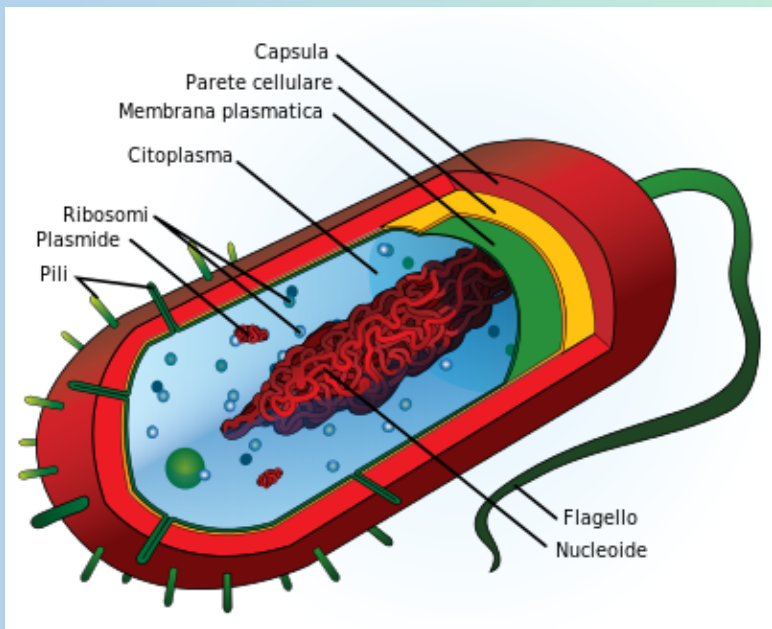
- ❑ Italia
 - ❑ Dipartimento della Protezione Civile
 - ❑ <https://github.com/pcm-dpc/COVID-19>
 - ❑ Estero
 - ❑ <https://www.worldometers.info/coronavirus>
 - ❑ <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> Johns Hopkins University

Microrganismi: Batteri e virus

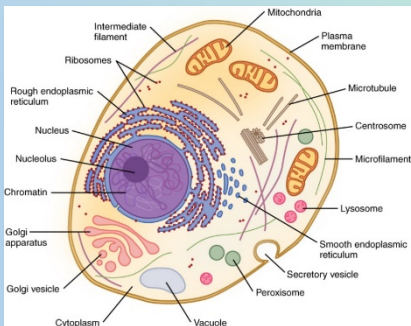
Batteri

microrganismi unicellulari: sono in grado di svolgere tutte le funzioni vitali (organismi viventi)

Comparsi sulla terra 1.3 G anni fa



Cellula procariote (nucleo sparso nella cellula)



Cellula eucariote



Possono riprodursi da soli



Possono vivere dentro o fuori un organismo



diverse forme



Micrometri

Il corpo umano ne è pieno → aiutano per funzioni metaboliche

Se patogeni → antibiotici

Microrganismi: Batteri e virus

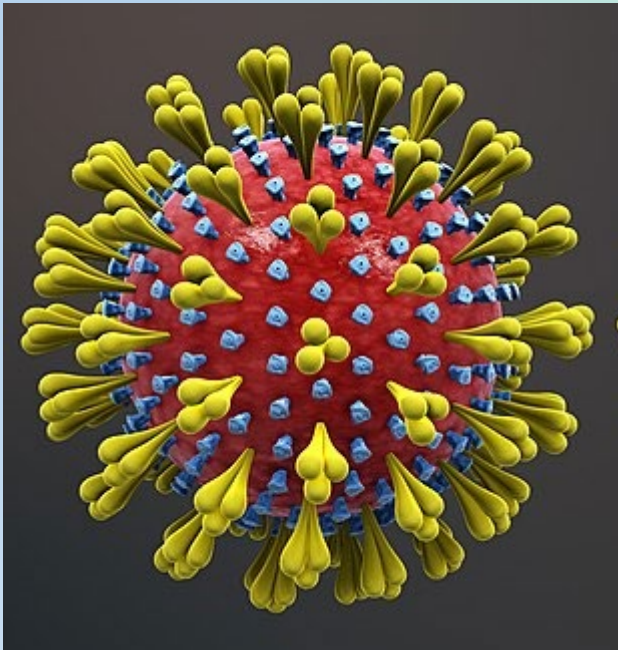
Virus

Parola latina che significa veleno

Non sono veri e propri organismi viventi → per le funzioni vitali (riproduzione) hanno bisogno di una cellula ospite

Costituiti da 3 parti:

- ❑ Involucro di proteine (capside)
- ❑ RNA o DNA (informazioni genetiche)
- ❑ Sacca di lipidi esterna (non sempre)



20-300 Nanometri
1/100 dei batteri

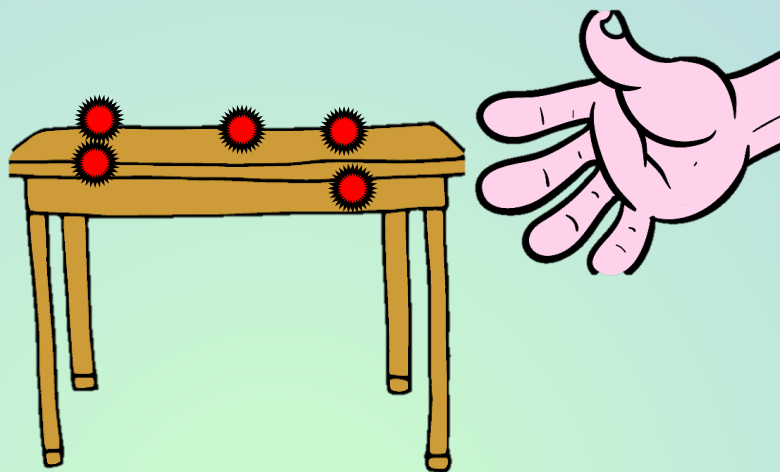
Per vivere devono infettare i corpi
Parassiti Obbligati

Possono infettare tutte le forme di vita:
microrganismi, piante, animali, uomo
(aria, cibo, acqua, ...)

patogeni → antivirali



Quanto vive il virus nell'ambiente?



Valutata la sua capacità di infettare dopo che è stato nell'ambiente per un certo tempo

Materiale	sopravvivenza	Dimezzamento carica infettiva
Plastica	3 giorni	7 ore
Acciaio Inox	3 giorni	6 ore
Aerosol	3 ore	1 ora
Cartone	24 ore	5 ore
Rame	4 ore	2 ore

Ricerca USA del National Institutes of Health “Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1”, March 17, 2020, New England Journal of Medicine; <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>

COVID-19

COVID-19: acronimo dell'inglese **CO**rona**VI**rus **D**isease **19**

Vero nome **SARS-CoV-2**

Appartiene alla famiglia dei Coronavirus (per tutti i ricettori intorno a forma di Corona)

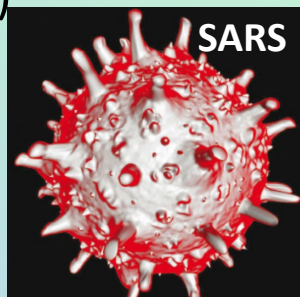
Responsabili di diverse patologie:

- ❑ **mammiferi** e **uccelli**: → **diarrea** e **malattie respiratorie** delle vie superiori
- ❑ **uomo** → infezioni delle vie respiratorie, spesso di lieve entità (**raffreddore**), ma in rari casi potenzialmente letali come **polmoniti** e **bronchiti**

Coronavirus sono stati responsabili di altre epidemie

SARS (Severe **A**cute **R**espiratory **S**yndrome) :

- ❑ Focolaio: Cina (mercato animali?)
- ❑ Periodo: 11/2002 - 7/2003
- ❑ contagiati 8100, decessi 774
- ❑ 17 paesi
- ❑ tasso mortalità 10%



MERS (**M**iddle **E**ast **R**espiratory **S**yndrome):

- ❑ Focolaio: Arabia Saudita
- ❑ Periodo: 9/2012 – 11/2019
- ❑ contagiati 2494, decessi 858
- ❑ tasso mortalità 34%
- ❑ Origine: pipistrelli

Le grandi epidemie

Il trionfo della morte:
Pieter Brueghel il vecchio, 1562

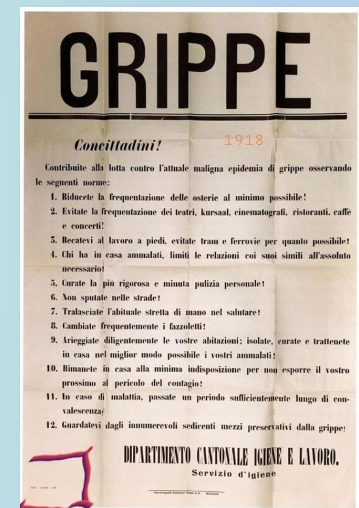


PESTE NERA:

- ❑ Origine Asia Centrale ~ 1330
- ❑ Arrivo in Italia 1346
- ❑ Origine (forse) le pulci dei topi
- ❑ Decessi in Europa: 20-25 milioni (1/3 popolazione)
- ❑ Decessi in Asia: ?

SPAGNOLA:

- ❑ Periodo: 1918-20
- ❑ Origine non certa: Spagna, America?
- ❑ Persone contagiate 500 milioni (1/4 popolazione)
- ❑ Origine incerta
- ❑ Decessi: 30-50 milioni



COVID-19:

- ❑ Periodo: 2019-20 (speriamo!)
- ❑ Origine in CINA
- ❑ Persone contagiate 3 milioni
- ❑ Decessi: 200000
- ❑ Origine: pipistrelli (?)

Peste di Giustiniano: (~540), 4 mil morti in Costantinopoli

Vaiolo: 10000 anni fa, decimò intere popolazioni

Influenza asiatica (1957), 1 milione morti

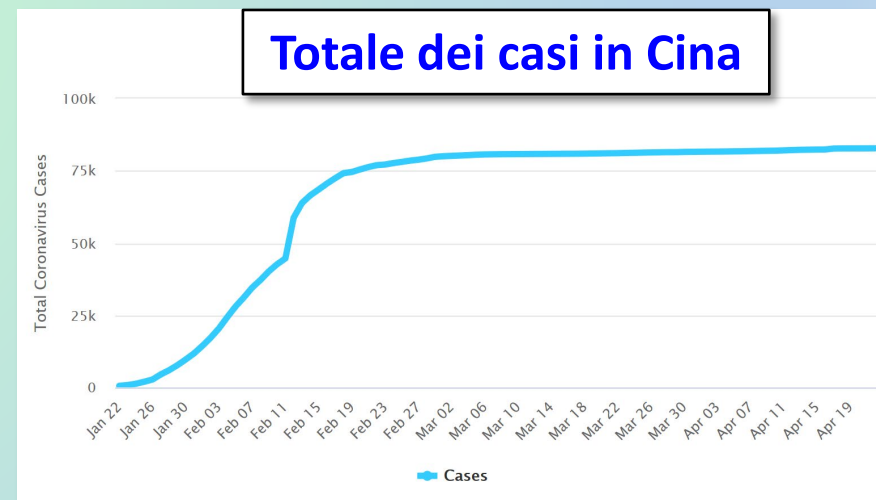
Influenza di Kong Kong (1968), 1 milione di morti

Ebola: 2014-16 Africa Occidentale, 11 mila decessi

HIV (1981), 25 milioni di morti

Un pò di cronologia

- Novembre 2019
 - 17: 1° caso nella provincia di Hubei, non riconosciuto
- Dicembre 2019
 - 31: avvisata Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)
- Gennaio 2020
 - 14: Cina+OMS: non c'è prova di trasmissione uomo-uomo
 - 17: OMS definisce rischio «moderato»
 - 22-23 : lockdown di Wuhan e provincia Hubei (60 milioni)
 - 26: OMS definisce il rischio «Alto» a livello mondiale
 - 30: primi 2 casi in Italia (turisti cinesi)
- Febbraio 2020
 - **12: Cina accetta la norma di OMS di contare anche gli asintomatici**
 - 23: Italia quarantena per 11 comuni (50000 abitanti)
- Marzo 2020
 - 4: Italia chiusura scuole
 - 8: lockdown Lombardia e varie province (16 milioni abitanti)
 - 9: lockdown Italia
- Aprile 2020
 - 15: Cina cambia il conteggio dei decessi (+50%)

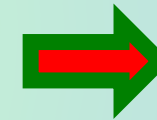
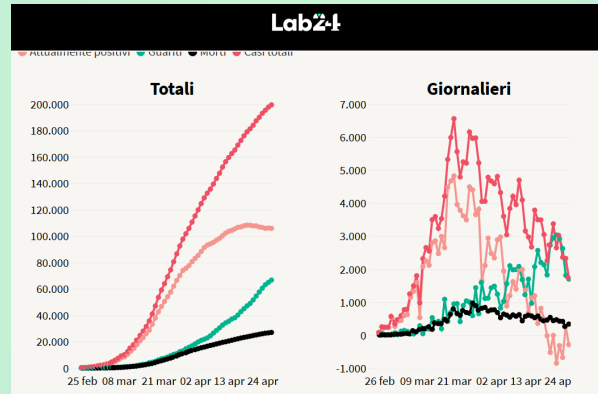
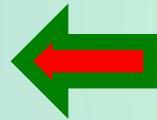
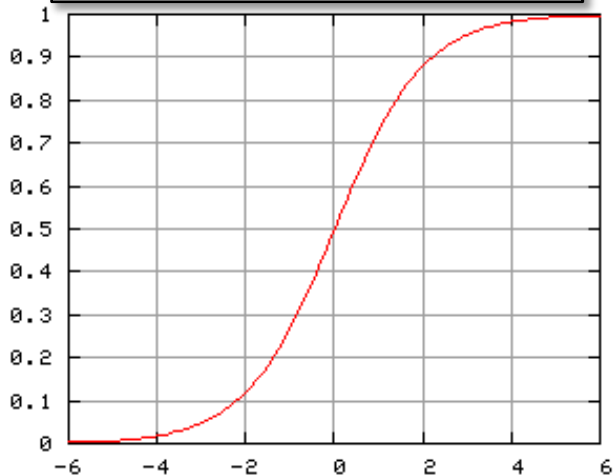


Come si presentano I numeri di un'epidemia



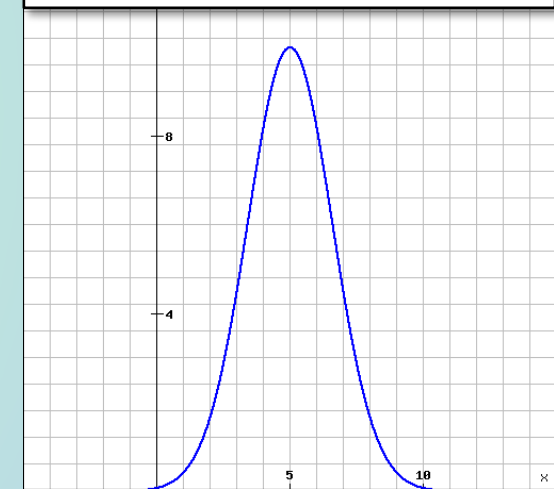
totali: ogni giorno si sommano al precedente

es: Totale dei casi



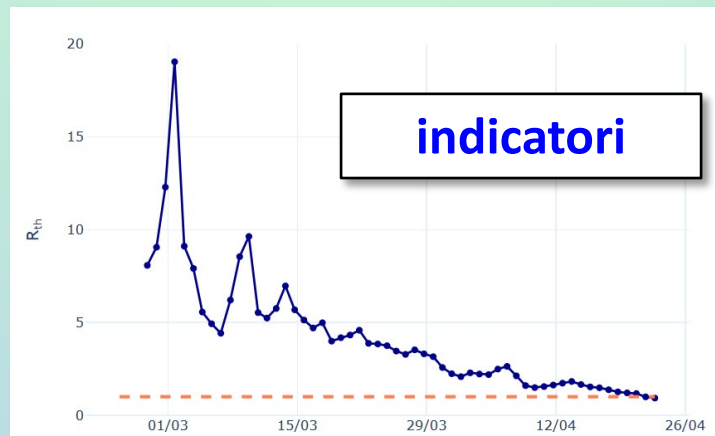
giornalieri: ogni giorno possono salire o scendere

es: casi giornalieri



Quantità che descrivono lo sviluppo dell'epidemia

indicatori



Dati giornalieri e totali

Da un'epidemia ci aspettiamo:

- Inizialmente nessun contagio
- i contagi giornalieri crescono velocemente (\sim esponenziale)
- Sono stabili e poi iniziano a calare (**picco**)
- I contagi calano fino a zero \rightarrow fine dell'epidemia
- Il **numero di contagiati** totali = area sotto la curva

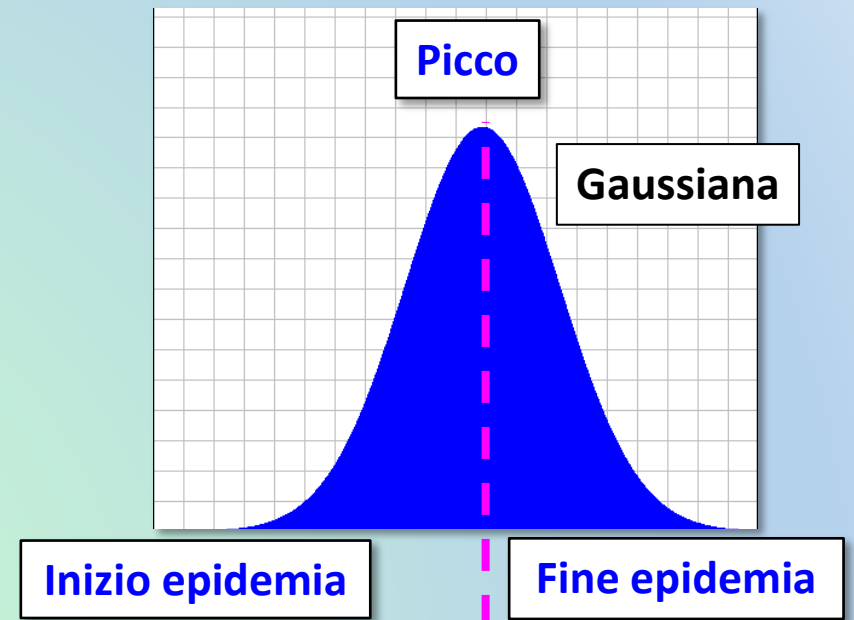
Spesso i dati sono sommati al giorno precedente:

- I numeri crescono sempre \rightarrow non c'è un picco
- Inizialmente nessun contagio
- i contagi crescono velocemente (\sim esponenziale)
- I contagi crescono meno rapidamente (**flesso**)
- I contagi sono stabili \rightarrow fine dell'epidemia
- Il numero dei contagiati \rightarrow **asintoto**

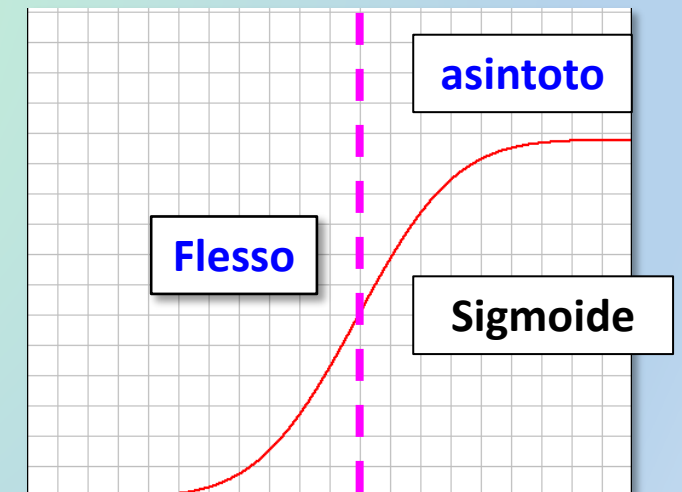
Picco \equiv **Flesso**

Totale \equiv **Asintoto**

2 modi di vedere
la stessa cosa



Problema: **fluttuazioni statistiche**



Problema: **i punti sono correlati**

Come estrarre informazioni dai dati

1) Ricerca di un insieme di dati più attendibile possibile

- contagi, decessi, ricoverati in terapia intensiva, ...

2) Scelta di curve che descrivono il fenomeno

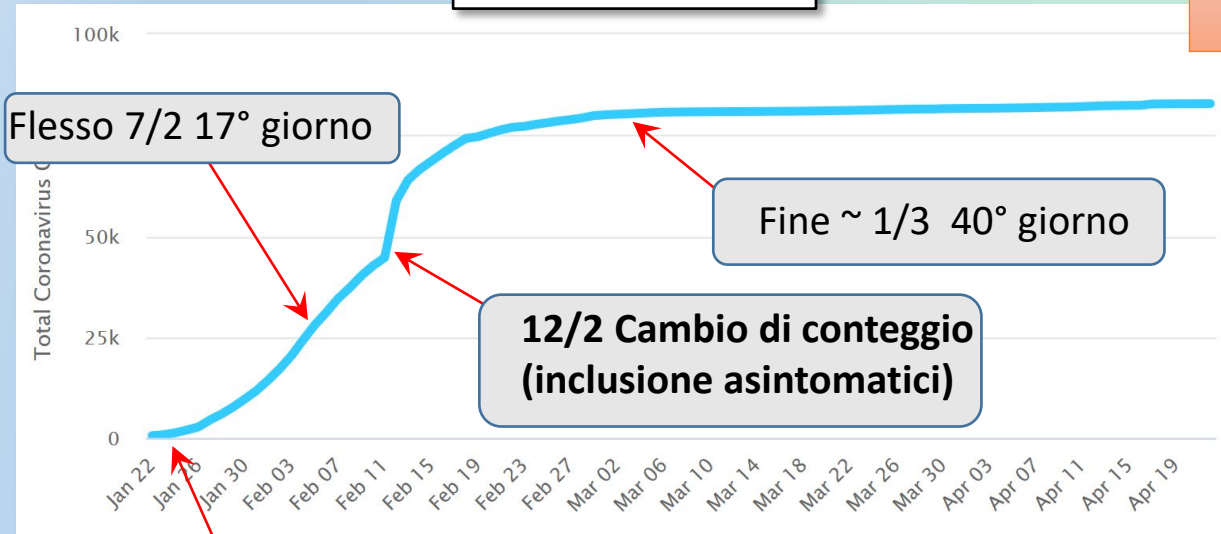
- Logistiche, Gompertz, ... (crescita di popolazione, cellule, ...)

3) Adattamento delle curve ai dati

4) Determinazione di indicatori

I dati: la Cina

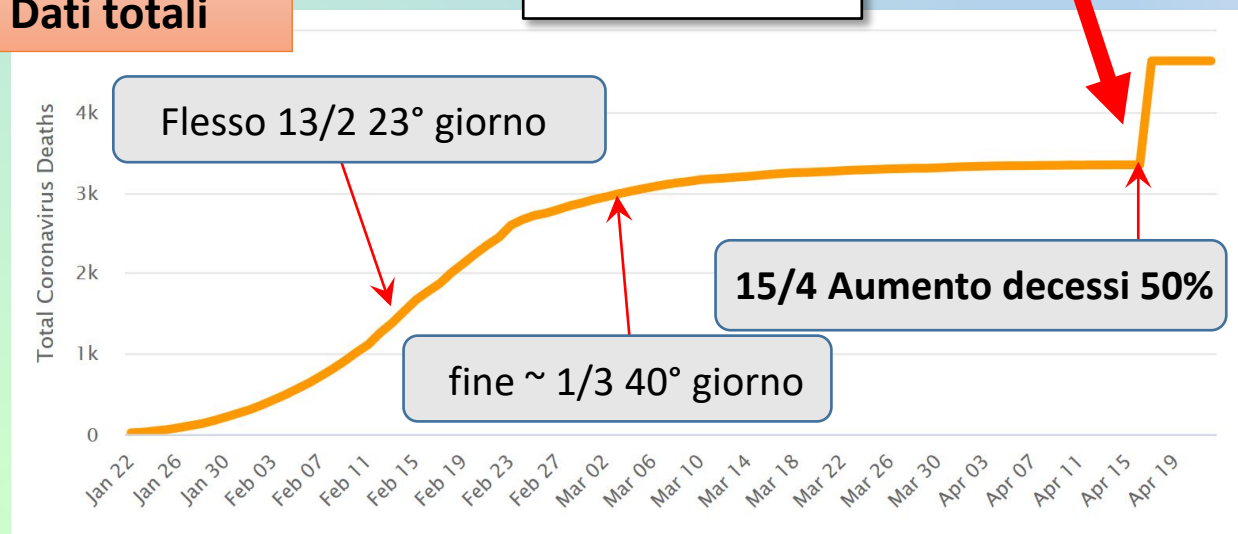
Totale dei casi



Casi totali ~ 83000

Dati totali

deceduti



Decessi totali ~ 4600

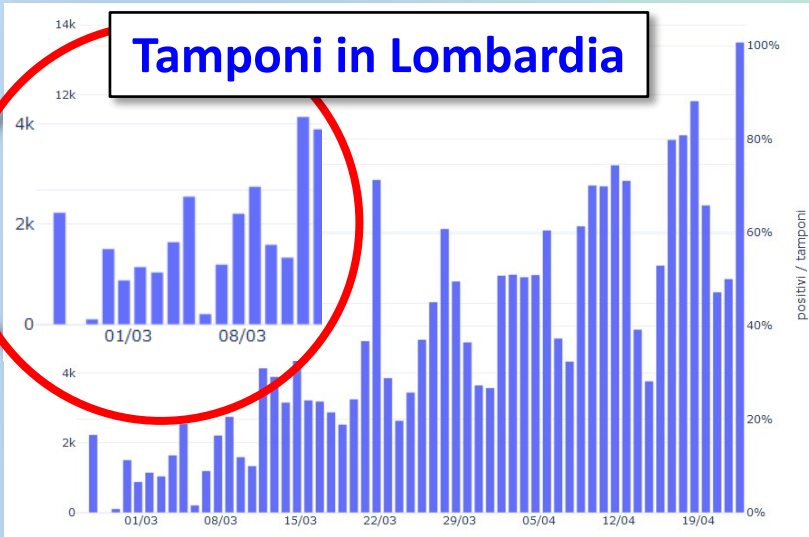
In generale è difficile contare (OMS non ha dato indicazioni):

- ❑ **Contagiati**
 - ❑ dipende dal numero di tamponi, dalla velocità di risposta,
- ❑ **decessi:**
 - ❑ un malato terminale contagiato va contato o no?
- ❑ **ricoverati in terapia intensiva:**
 - ❑ dipende dalla disponibilità, magari anche dal medico;
- ❑ ...

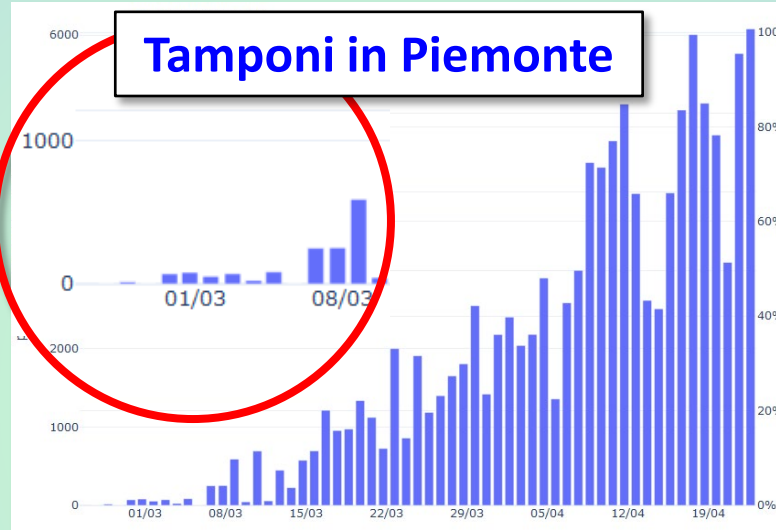
Difficoltà ad estrarre informazioni dai dati

Il numero dei contagi dipende dal numero dei tamponi

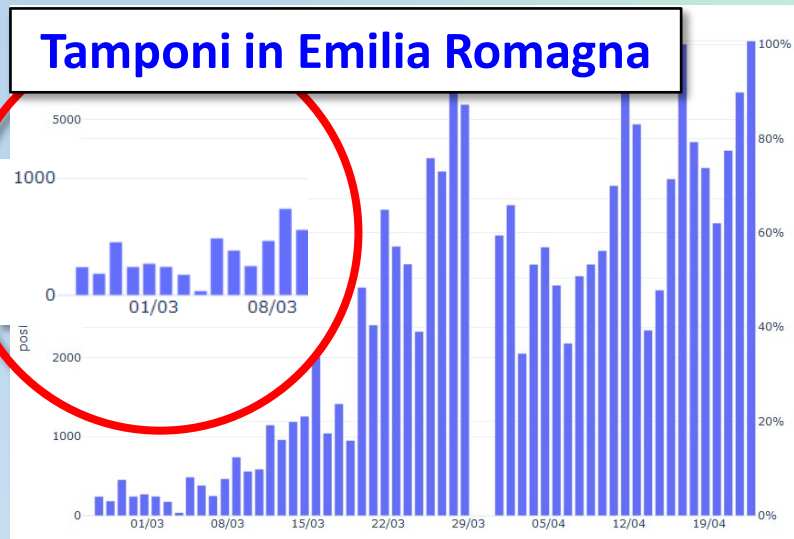
Tamponi in Lombardia



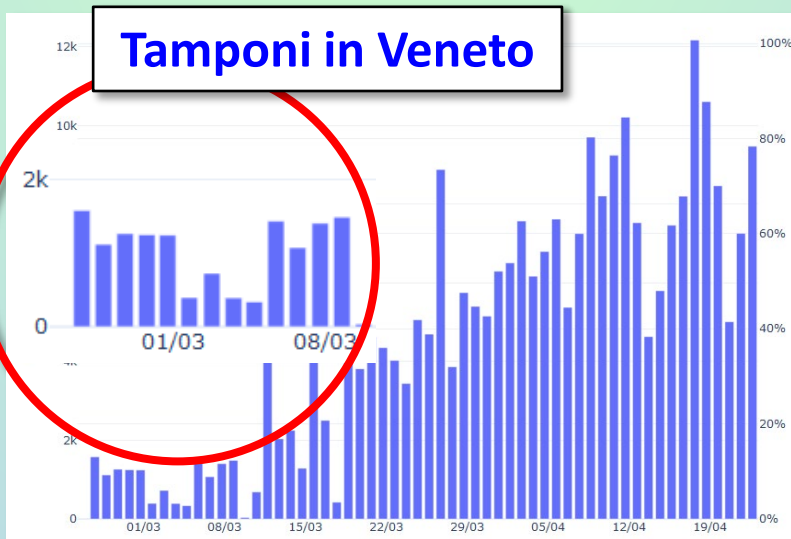
Tamponi in Piemonte



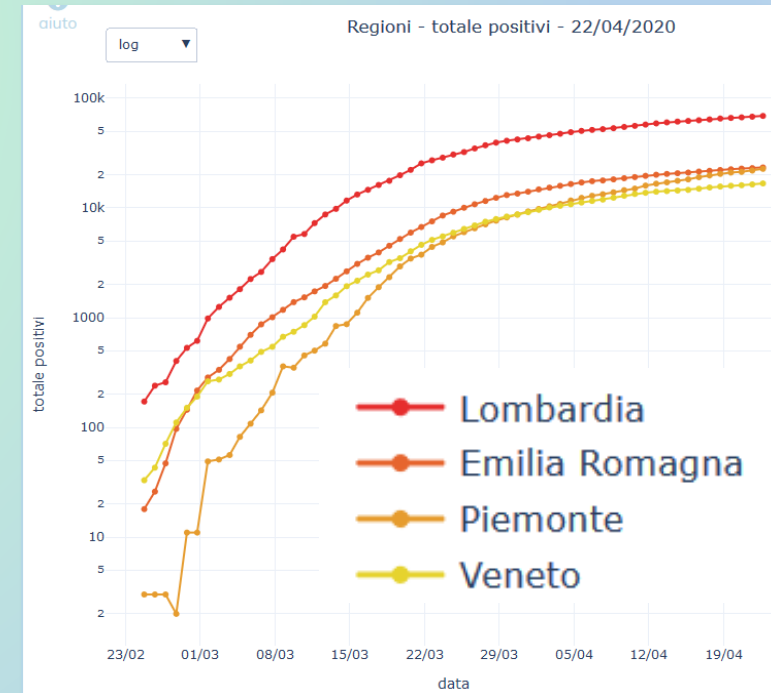
Tamponi in Emilia Romagna



Tamponi in Veneto



- Regioni fanno più tamponi di altre
- Conteggi \neq (no indicazioni OMS)
- misure restrittive in tempi diversi
- 2° e 3° tamponi contati



PREVISIONI

Regioni	Totale positivi al 17 aprile 2020	Totale decessi al 17 aprile 2020	Nessun nuovo caso (non prima di)
Piemonte	19.803	2.171	21/05/2020
Valle d'Aosta	993	123	13/05/2020
Lombardia	64.135	11.851	28/06/2020
<i>Bolzano-Bozen</i>	<i>2.296</i>	<i>234</i>	<i>26/05/2020</i>
<i>Trento</i>	<i>3.376</i>	<i>342</i>	<i>16/05/2020</i>
Veneto	15.374	1.026	21/05/2020
Friuli Venezia Giulia	2.675	220	19/05/2020
Liguria	6.188	866	14/05/2020
Emilia-Romagna	21.834	2.903	29/05/2020
Toscana	8.110	602	30/05/2020
Umbria	1.337	57	21/04/2020
Marche	5.668	785	27/06/2020
Lazio	5.524	332	12/05/2020
Abruzzo	2.443	246	07/05/2020
Molise	269	16	26/04/2020
Campania	3.951	293	09/05/2020
Puglia	3.327	307	07/05/2020
Basilicata	337	22	21/04/2020
Calabria	991	73	01/05/2020
Sicilia	2.625	190	30/04/2020
Sardegna	1.178	86	29/04/2020

Fonte dei dati: Elaborazioni su dati della Protezione Civile.

Proiezioni dell'Osservatorio Nazionale sulla Salute, pubbl. 20/4/2020

www.osservatoriosullasalute.it

giorni già passati e nessuna di queste previsioni si è avverata

CON I DATI A DISPOSIZIONE NON SI POSSONO FARE PREVISIONI PRECISE AL GIORNO

Si può dare un intervallo (grande) di fine epidemia, non un giorno preciso!!

Scelta delle curve

Funzioni Logistiche: usate soprattutto per i modello di crescita (feto, tumore, popolazione, ...)

funzione logistica generalizzata

$$N(t) = a \frac{1 + me^{-t/\tau}}{1 + ne^{-t/\tau}}$$

funzione logistica

$$N(t) = \frac{k}{1 + qe^{-rt}}$$

N: popolazione
r: tasso di crescita
K: termine asintotico
 $q = \frac{k - N_0}{N_0}$

funzione di Gompertz

$$N(t) = k \cdot e^{c \cdot e^{-rt}}$$

N: popolazione
r: tasso di crescita
K: termine asintotico
 $c = \ln\left(\frac{N_0}{k}\right)$

funzione ERF: integrale della gaussiana

$$ERF = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx \quad ERF \left(Asymp \frac{x - flex}{slope} \right)$$

Dati Totali:

Crescita iniziale ~ esponenziale



Crescita rallenta ~ lineare



Crescita termina → asintotica



Funzioni Logistiche

Dati giornalieri:

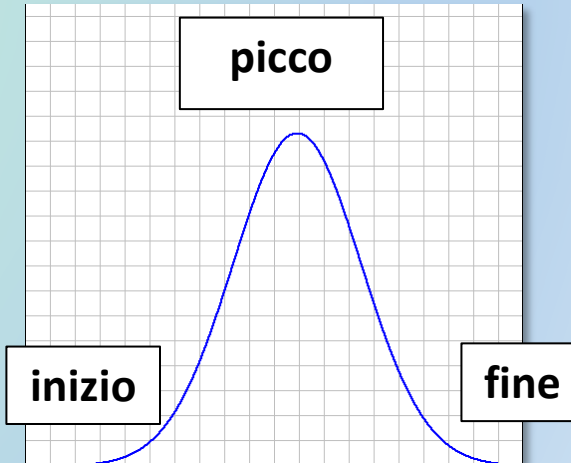
Crescita iniziale ~ exp



picco



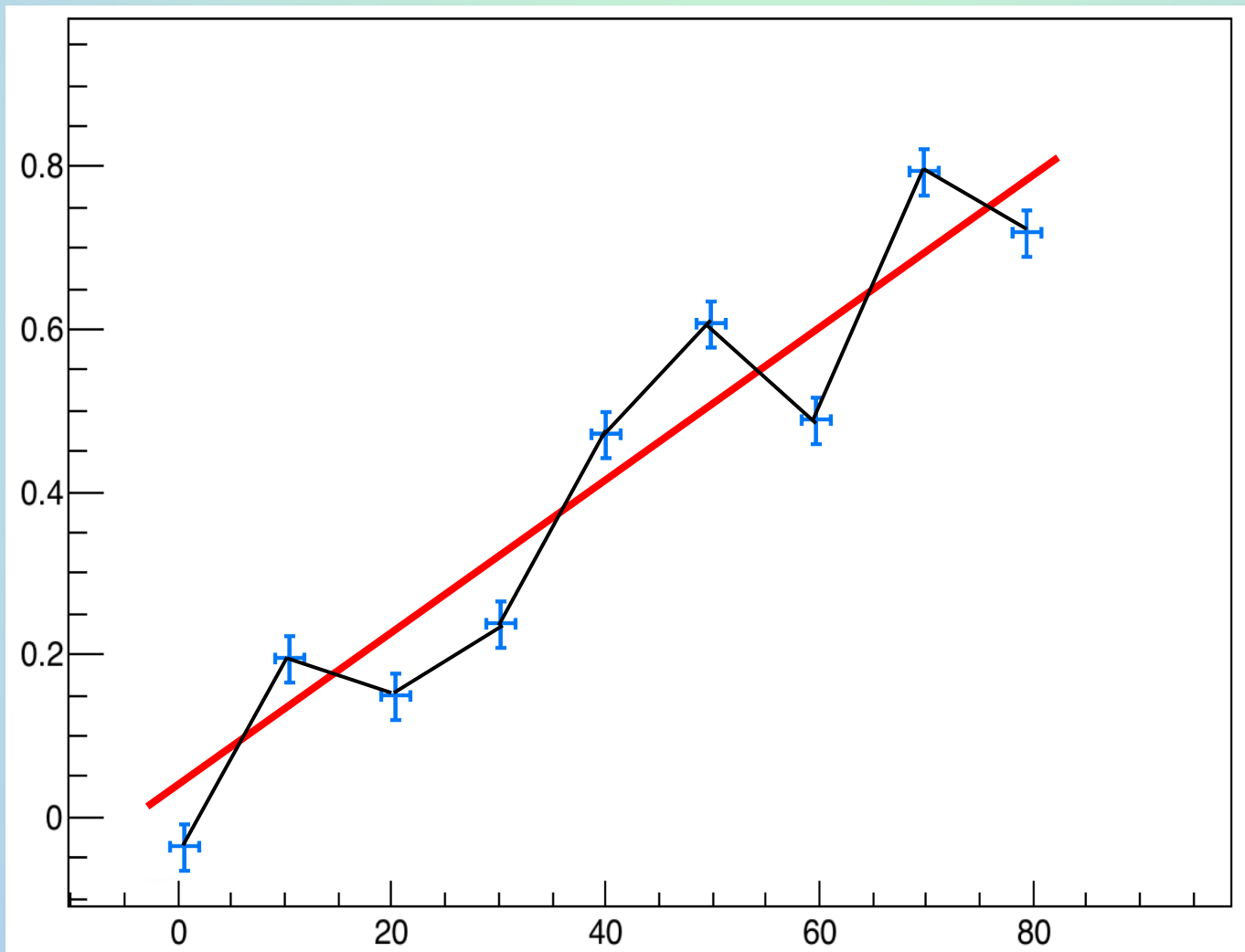
Calo a zero

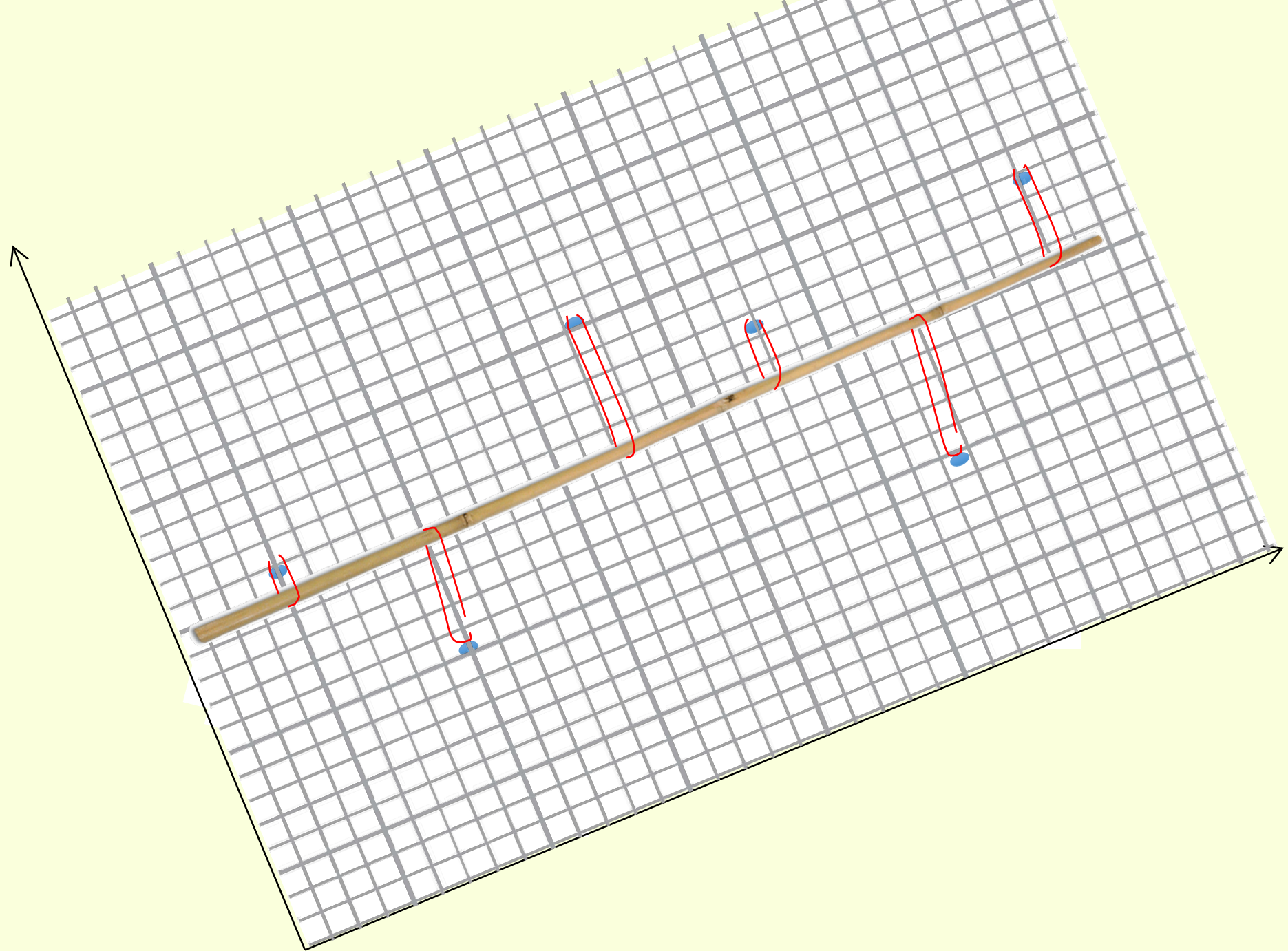


derivate funz. Logistiche

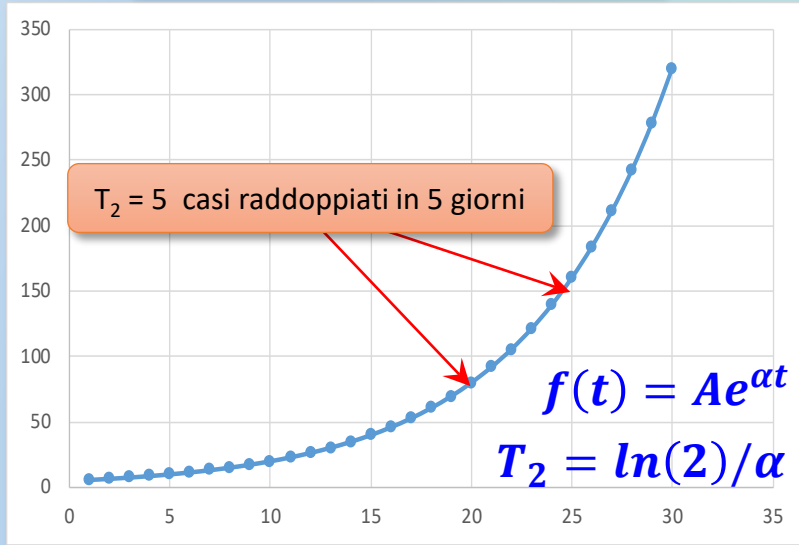
Adattamento delle curve ai dati

Supponiamo di avere un insieme di misure e pensiamo che queste debbano essere descritte da una retta





Tempo di Raddoppio



Indicatori

R_{th}

Modelli SIRD, descrivono la dinamica di:

- **S**(Susceptible): popolazione suscettibile al contagio
- **I**(Infected): contagiati tuttora infetti, con rate $\beta(I)$
- **R**(Recovered): guarigioni, con rate $\alpha(I)$
- **D**(Dead): decessi, con rate $\gamma(I)$

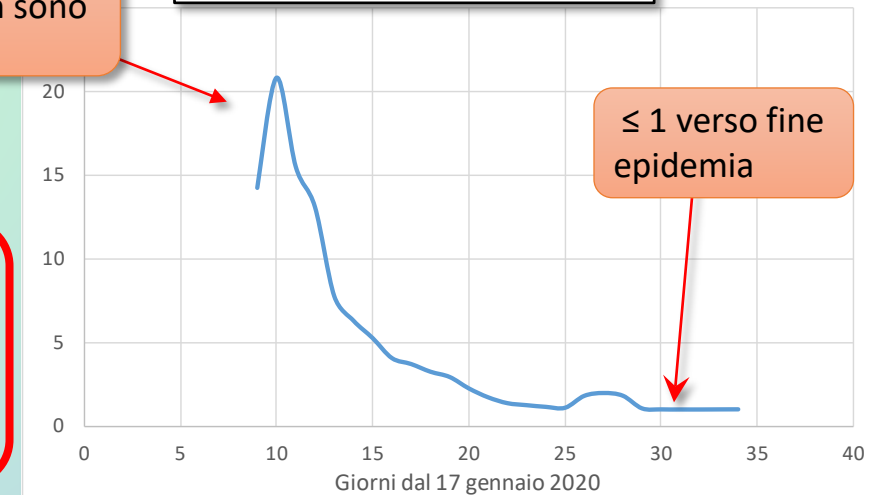
$$R_{th} = \frac{\text{flux contagiati}}{\text{flux guariti} + \text{flux deceduti}}$$

Tempo di Raddoppio contagiati in Cina



Picco iniziale: gli infetti crescono ma guarigioni e decessi non sono ancora cominciati

R_{th} in Cina

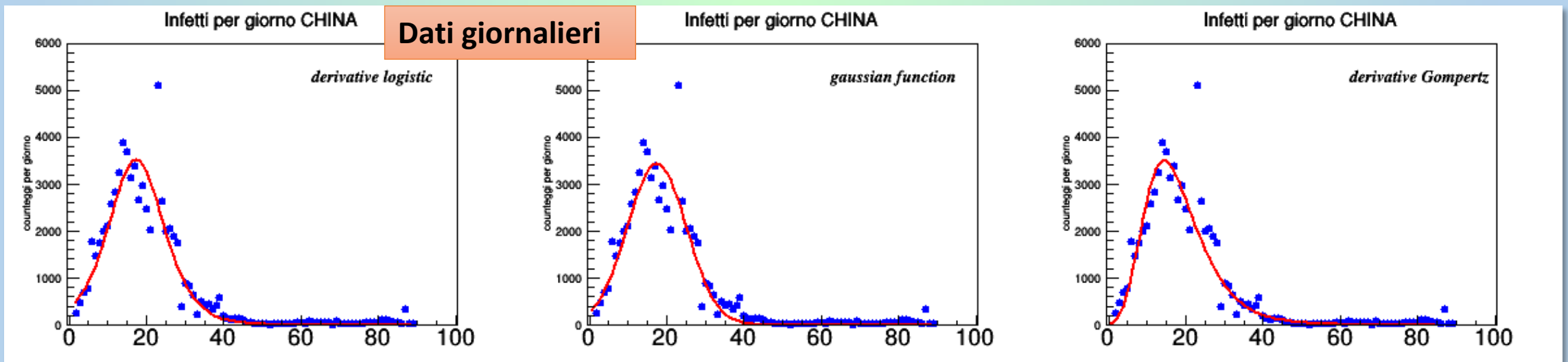
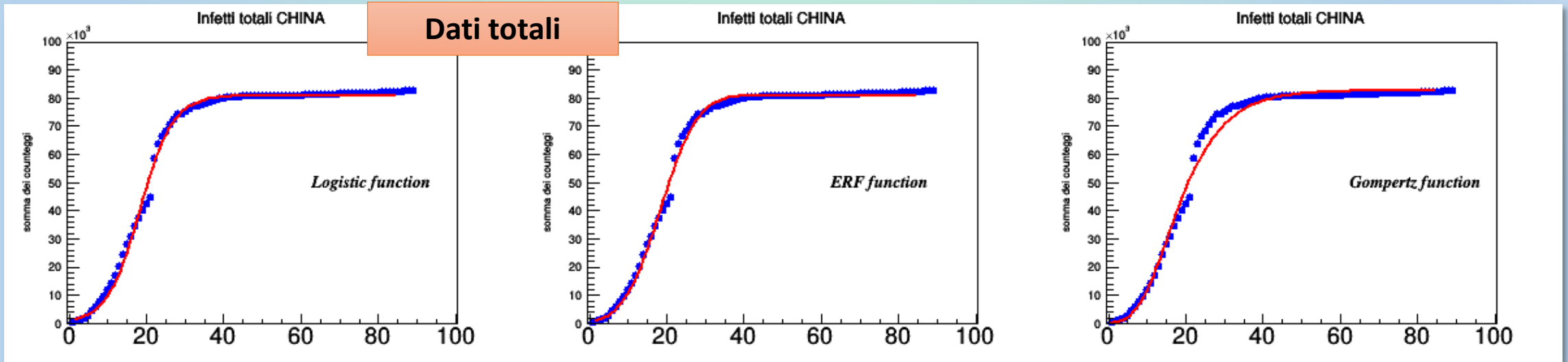


T_2 alto \rightarrow epidemia sotto controllo

$R_{th} \leq 1 \rightarrow$ epidemia sotto controllo

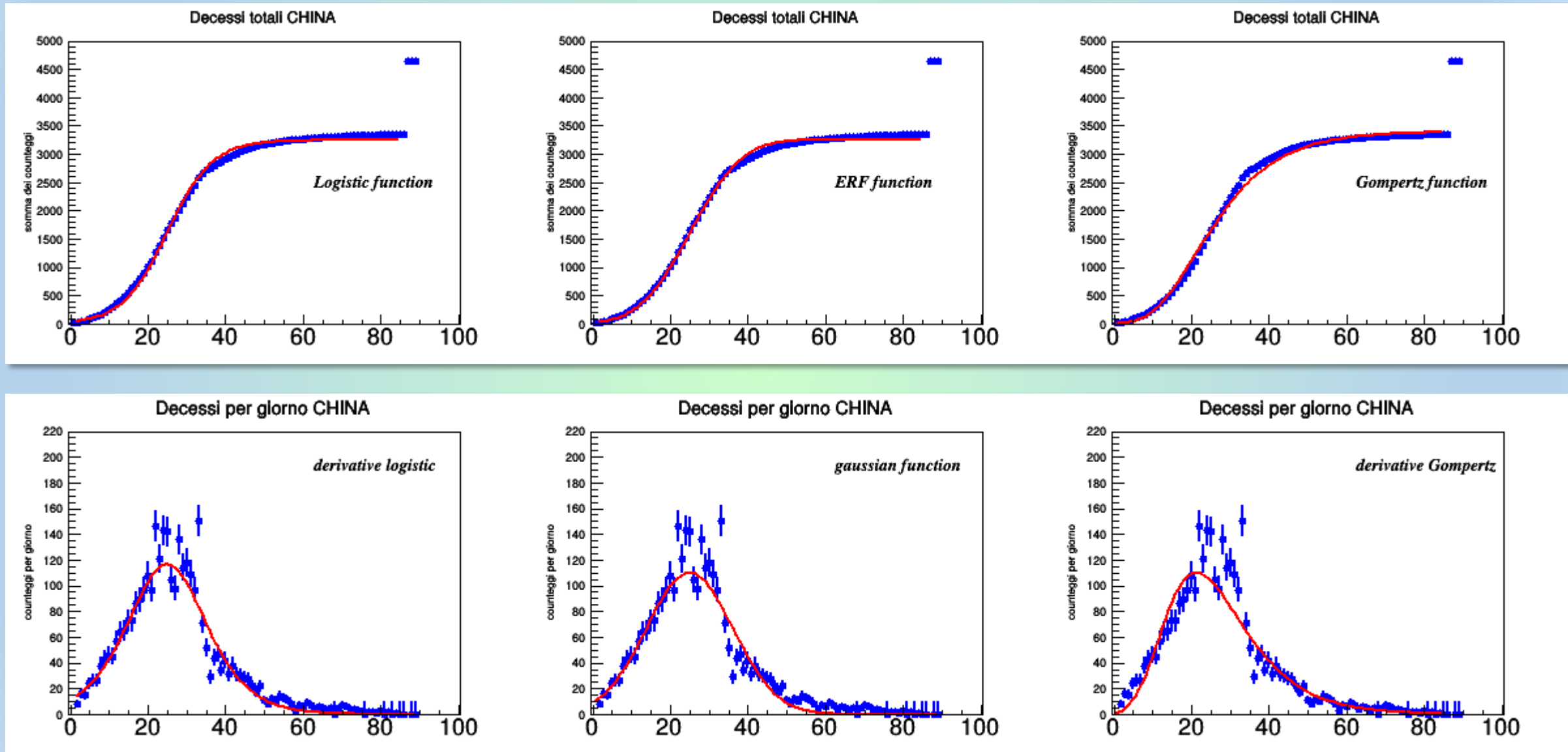
Problema: non conosciamo il modello che sta alla base di questa epidemia

L'epidemia in Cina: 83918 contagiati totali



Sono gli andamenti che ci aspettavamo, la normale evoluzione di un'epidemia
Le curve scelte descrivono bene i dati, a parte quello scalino artificiale
La discesa sembra molto simile alla salita

L'epidemia in Cina: 4637 decessi totali



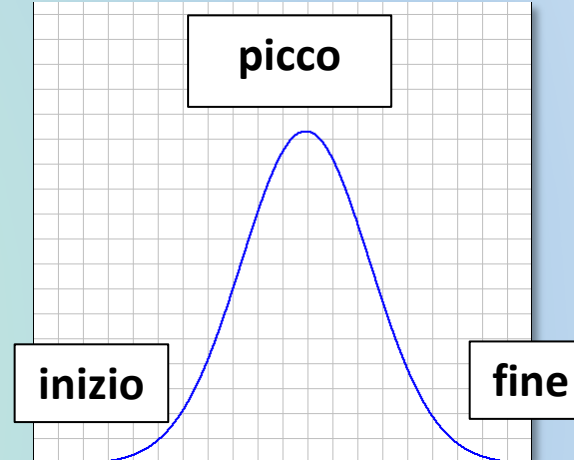
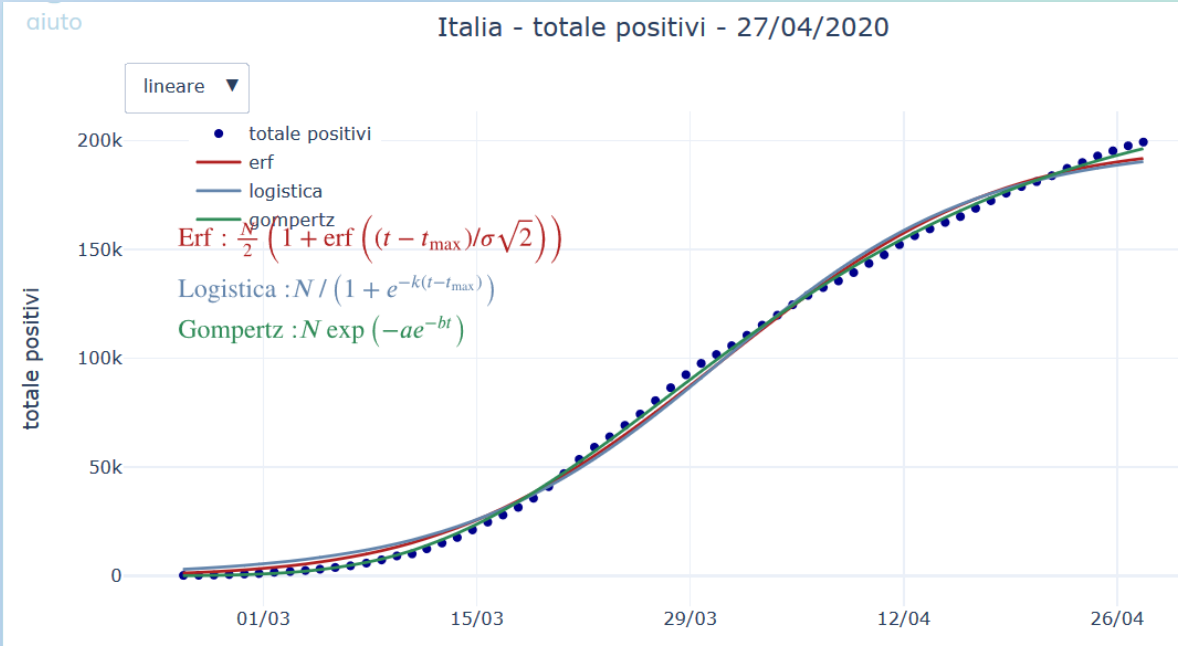
Le curve scelte descrivono bene i dati, a parte ovviamente l'aggiunta finale di 1500 decessi!!!

Italia: contagiati

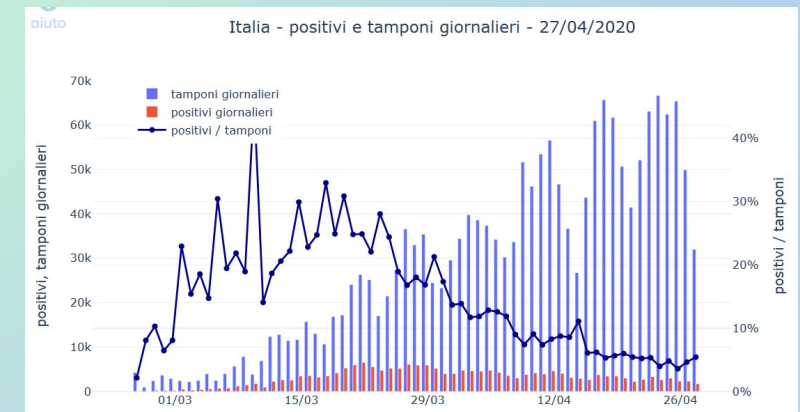
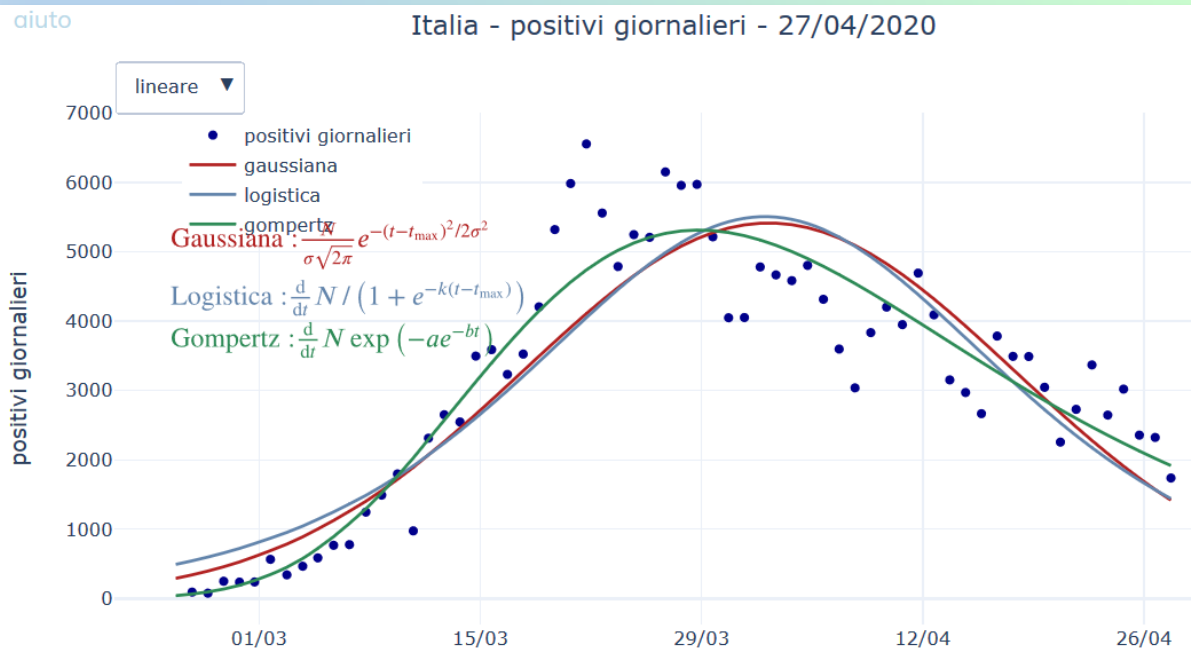


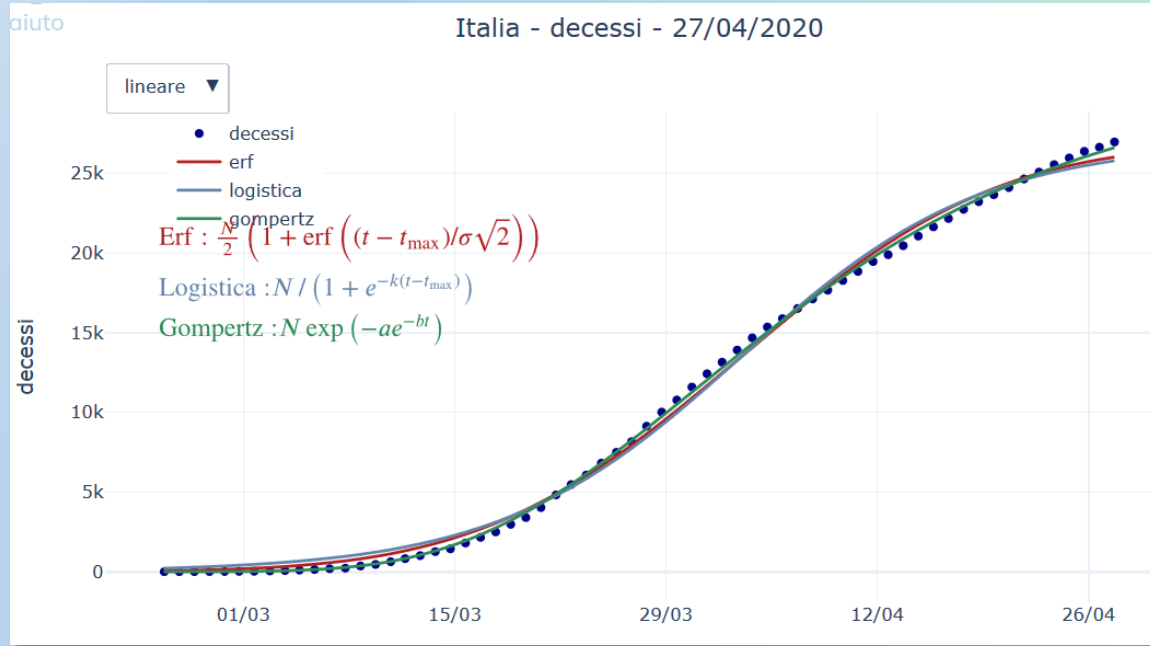
Non sono proprio la distribuzione che ci aspettavamo

Non siamo ancora nella parte piatta



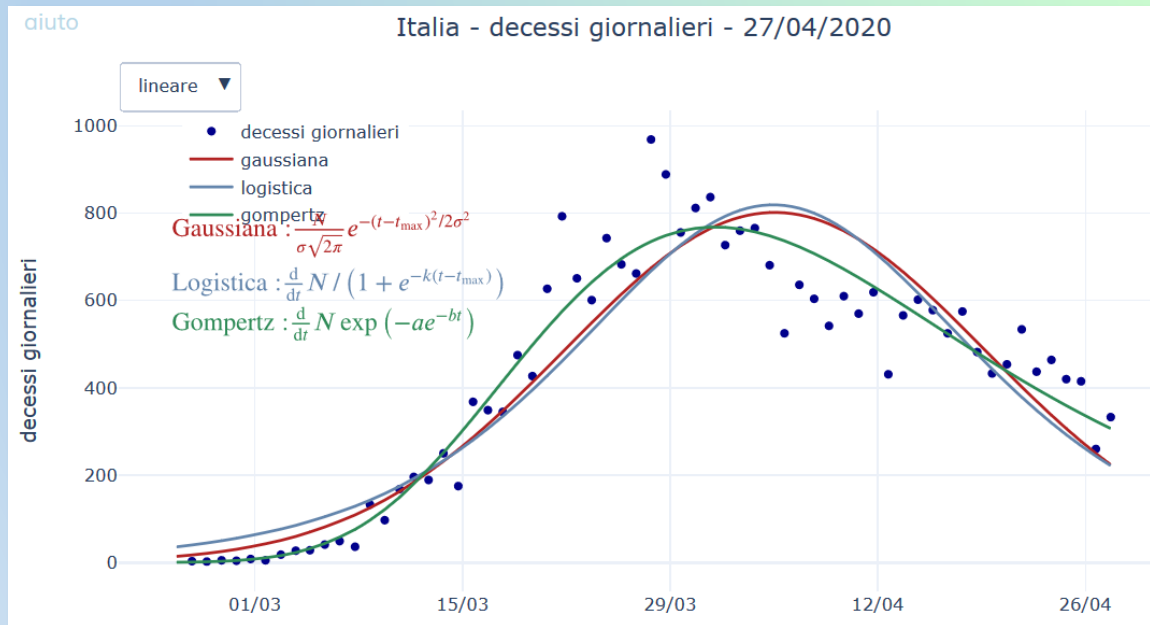
La discesa è più lenta della salita
I dati della Cina erano più simmetrici





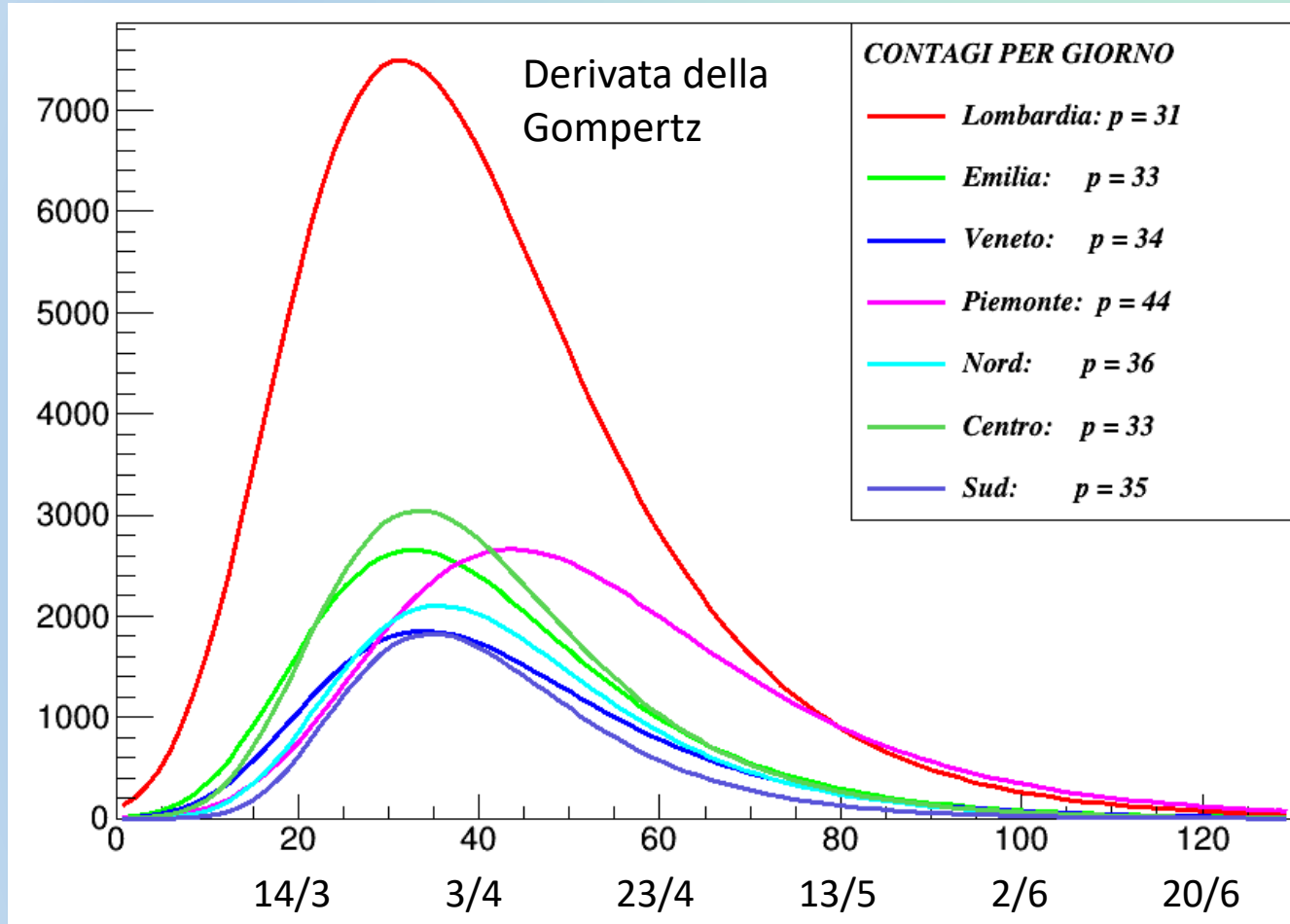
Stesse considerazioni di prima

Perché le curve non sono come ci aspettavamo?



ci possono essere molte spiegazioni:

- disuniformità nei conteggi
- Numero di tamponi effettuati molto diverso
- Regioni che hanno sviluppato il virus prima di altre
- Non conoscenza dei modelli che regolano l'epidemia
- ...



Nord

- Trentino, Friuli, Liguria, Valle d'aosta

Centro

- Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo

Sud

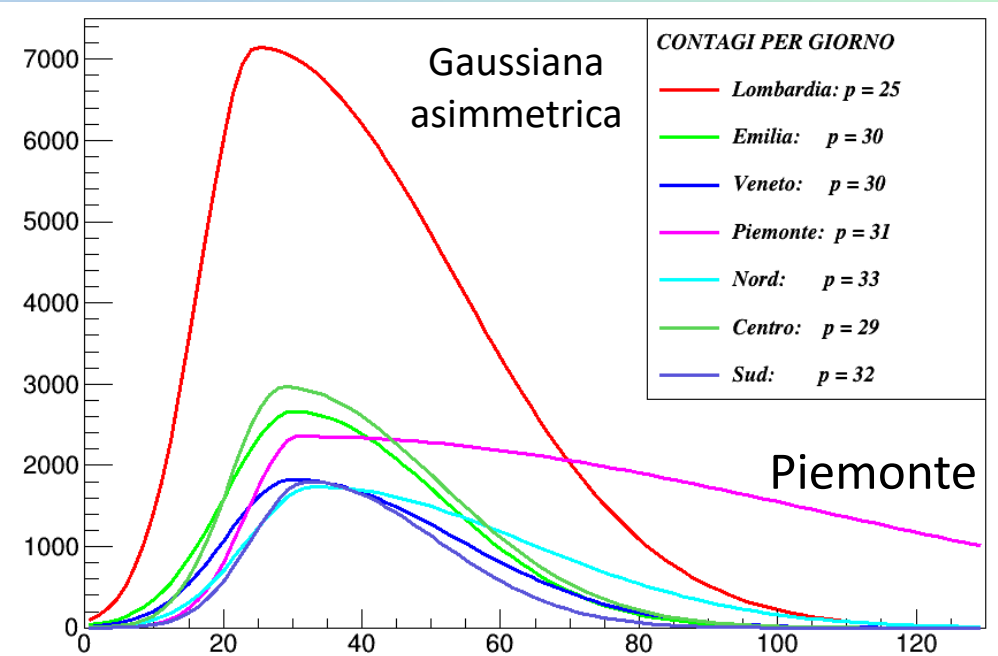
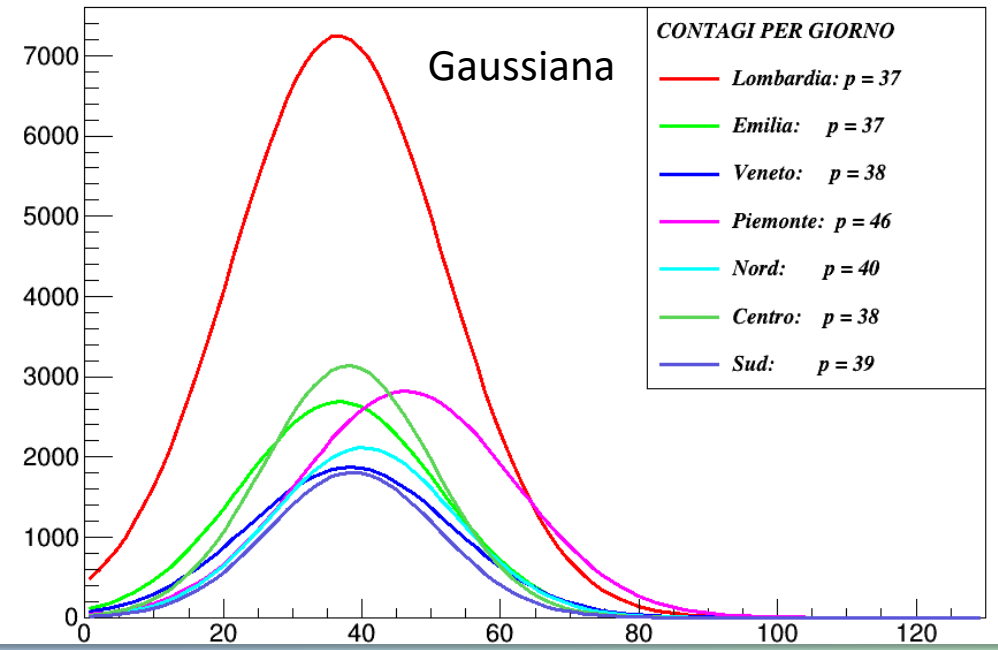
- Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

In ogni regione il picco è in una posizione diverse



Italia è una somma di tante curve sfasate tra loro

Regioni e Aree, 2



Curve diverse → previsioni diverse



Si possono fare previsioni?



Sì, ma con incertezze molto ampie



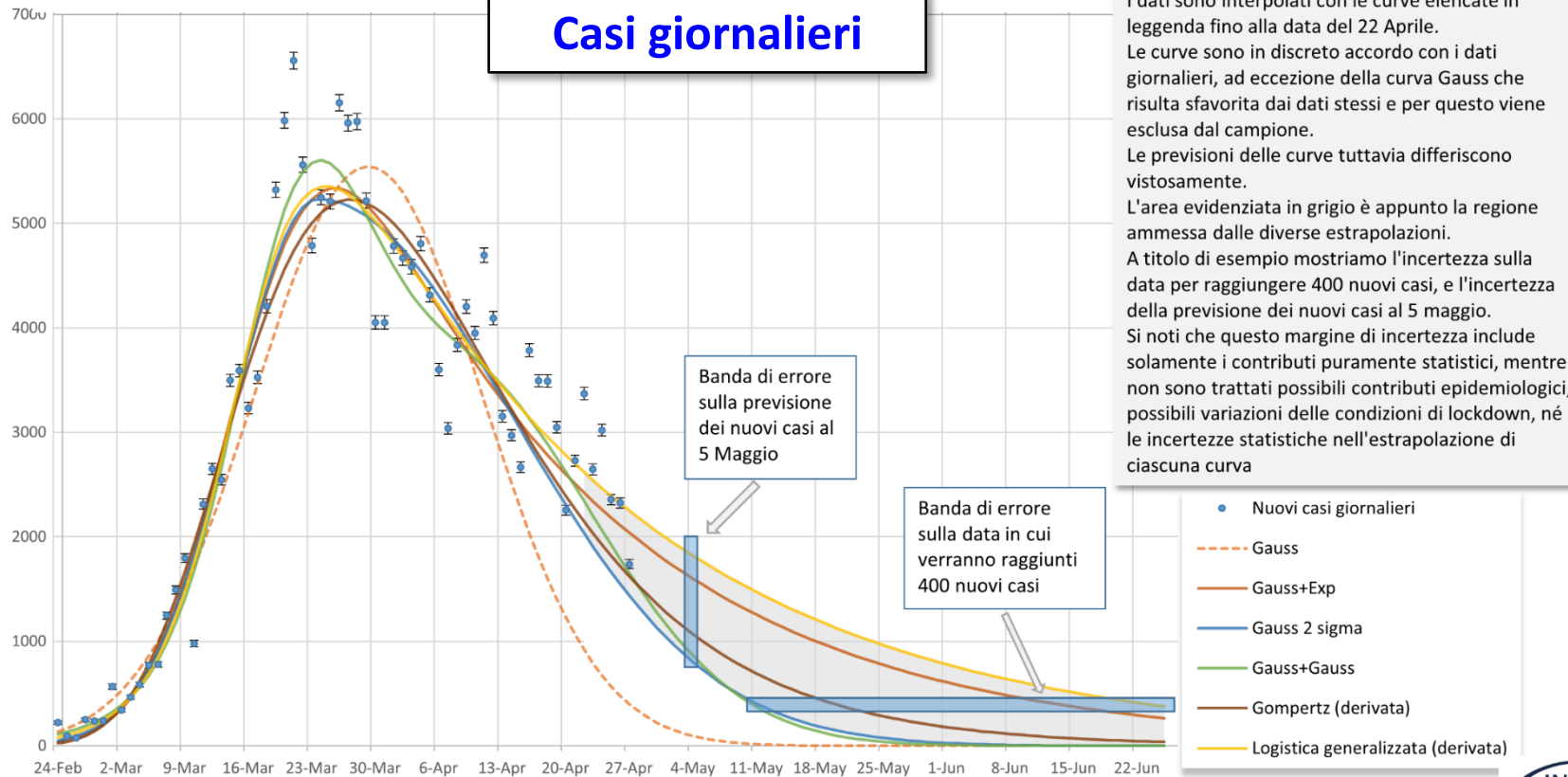
Innanzitutto bisogna definire fine epidemia:

- ❑ infetti 0
- ❑ Infetti < 200
- ❑ Infetti < 1% del totale, ...



Non tocca ai fisici definirlo

Casi giornalieri



Abbiamo considerato le previsioni di tutte le curve (ad eccezione della gaussiana che sottostima troppo

Ovviamente supponendo che dopo il 4/5 i contagi non aumentino

4 maggio si prevede un numero di contagiati da 800:2000
1 giugno « « pochi a 800

Italia: e gli indicatori cosa dicono (27/4/2020)?



Totale dei casi



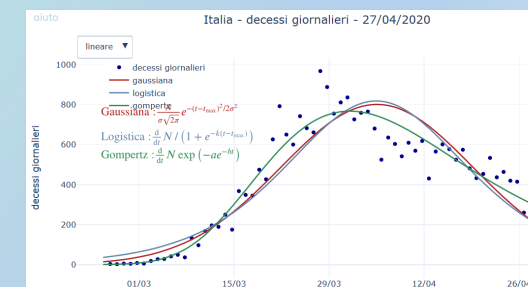
Totale dei casi



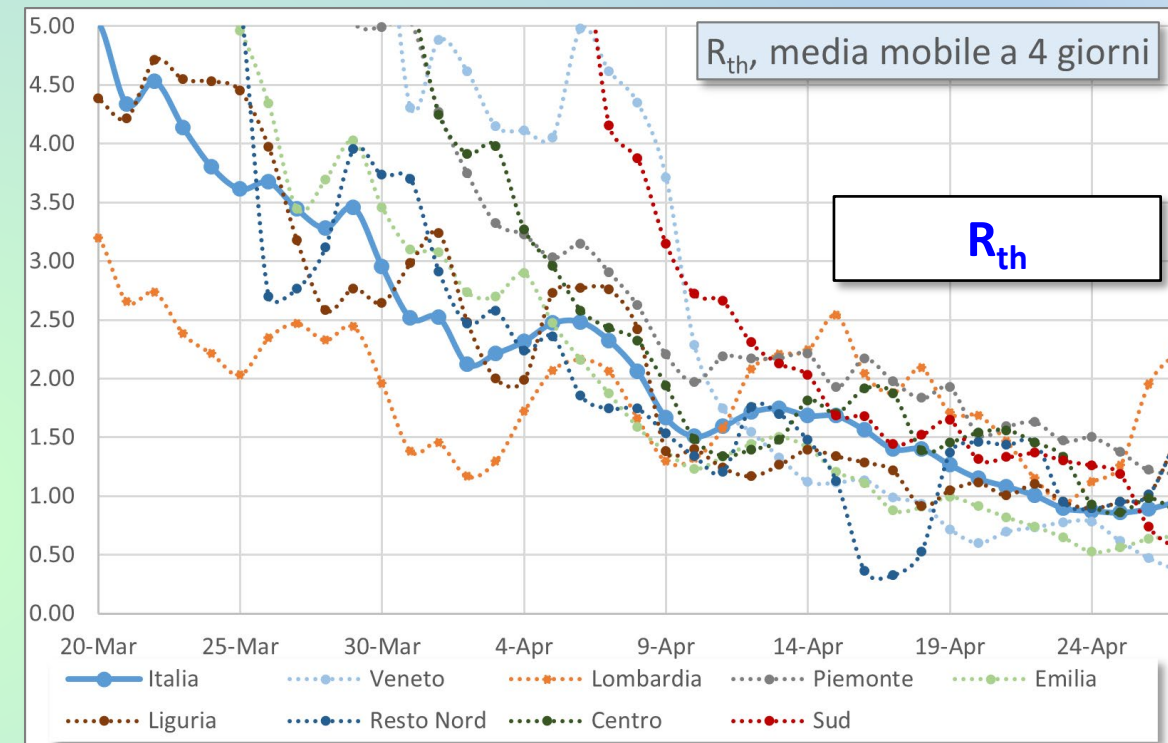
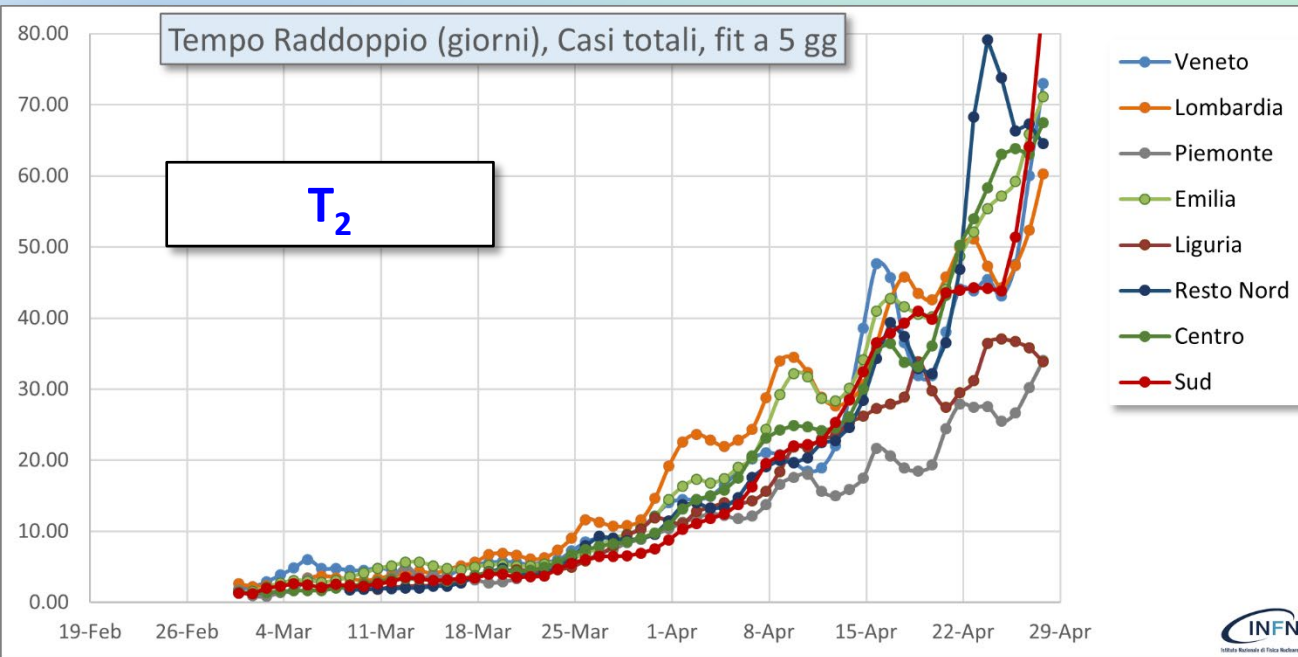
INEQUIVOCABILMENTE QUESTI RISULTATI SONO MOLTO POSITIVI

STIAMO USCENDO DALLA PANDEMIA

MA NON NE SIAMO FUORI



le single regioni (27/4/2020)?

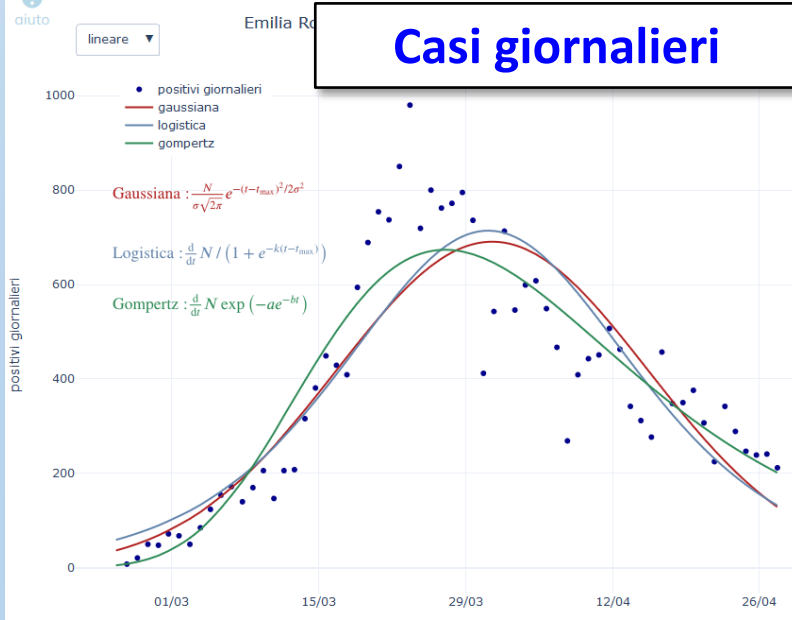


TUTTE LE REGIONI VANNO VERSO IL MIGLIORAMENTO (CHI PIU' VELOCEMENTE CHI MENO)

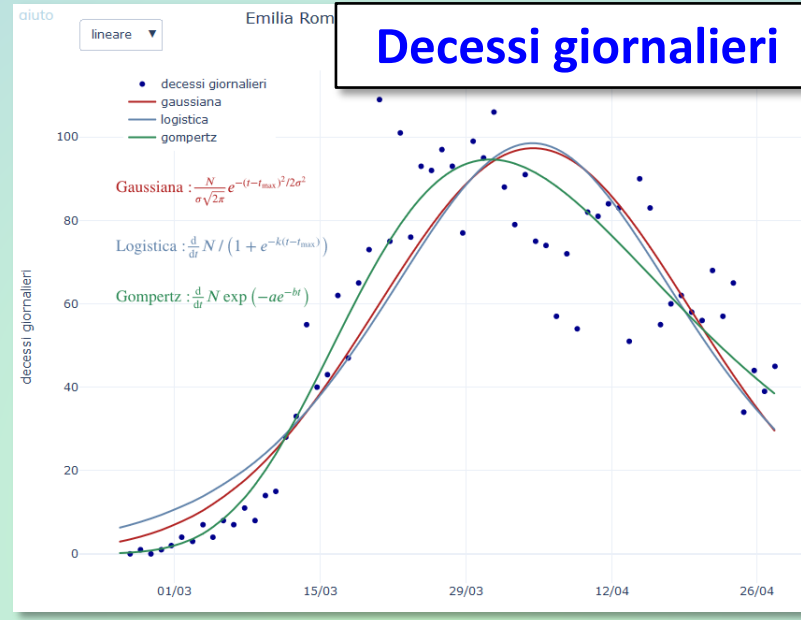
Una foto dell'Emilia Romagna



Casi giornalieri



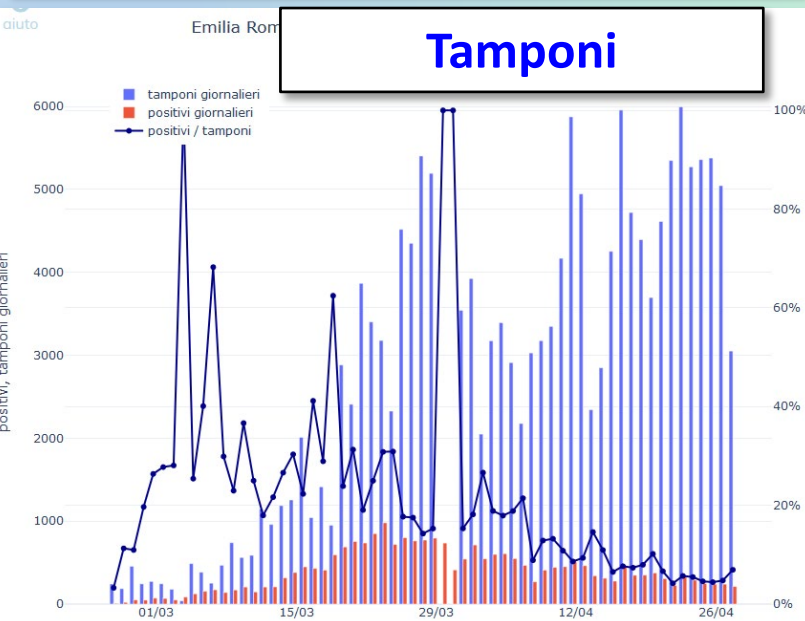
Decessi giornalieri



Attualmente positivi



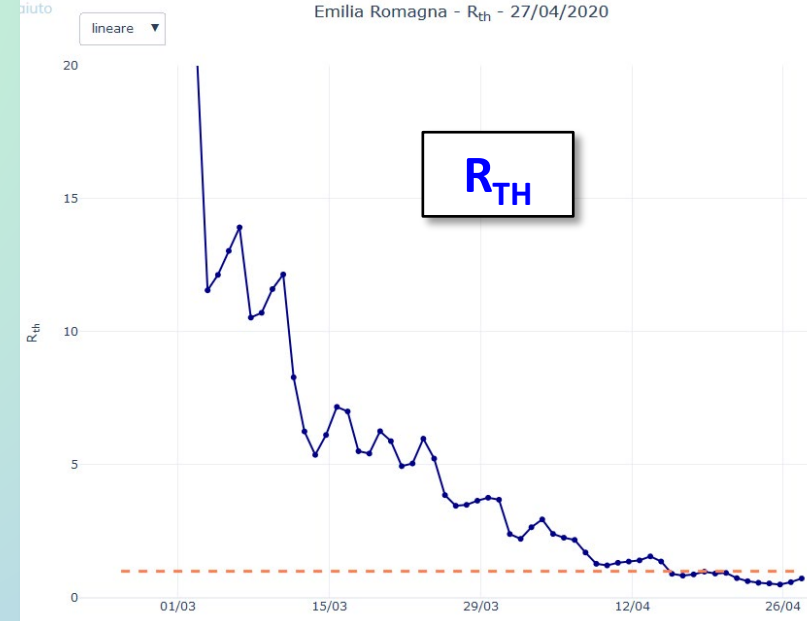
Tamponi



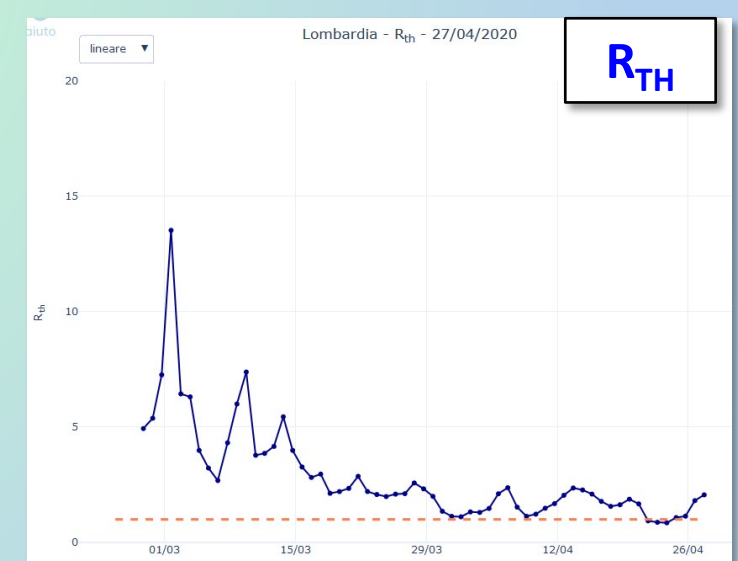
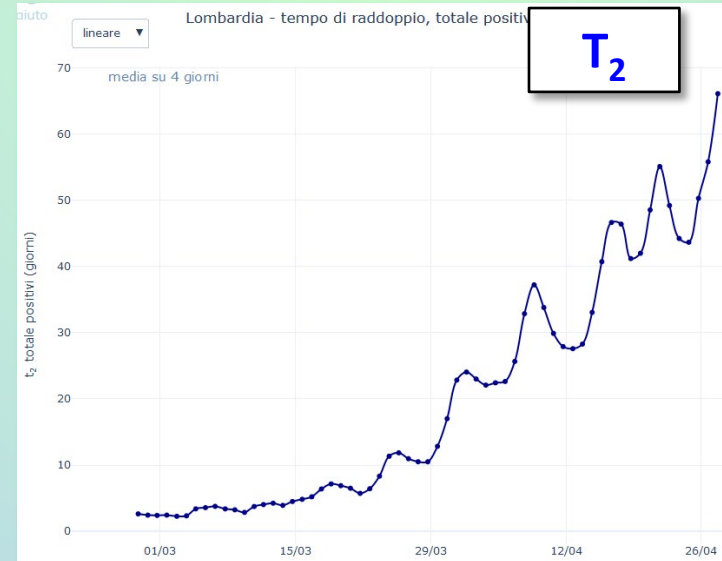
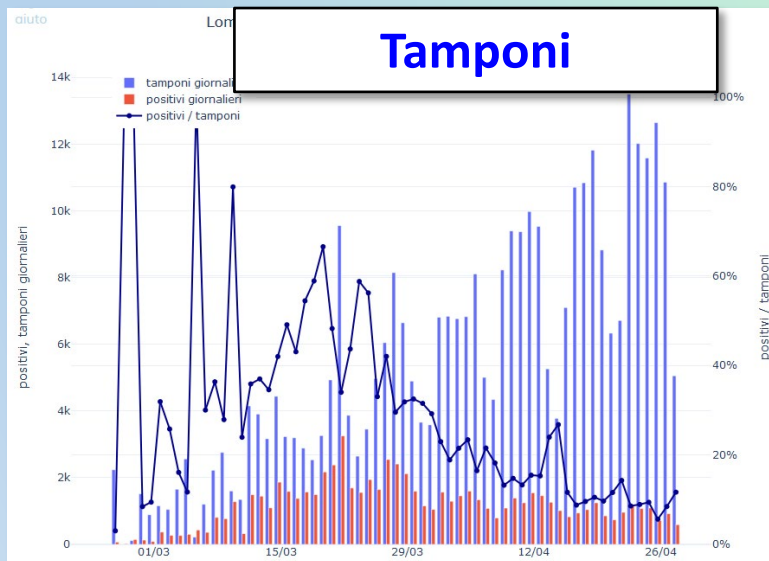
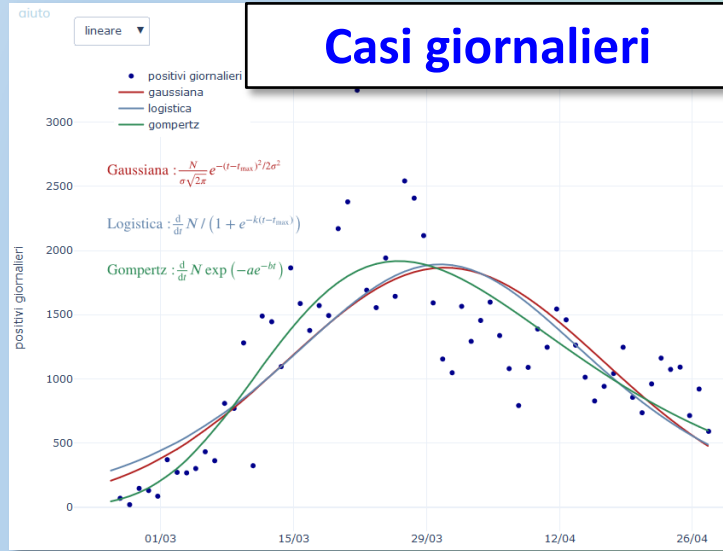
T_2



R_{TH}



Una foto della Lombardia



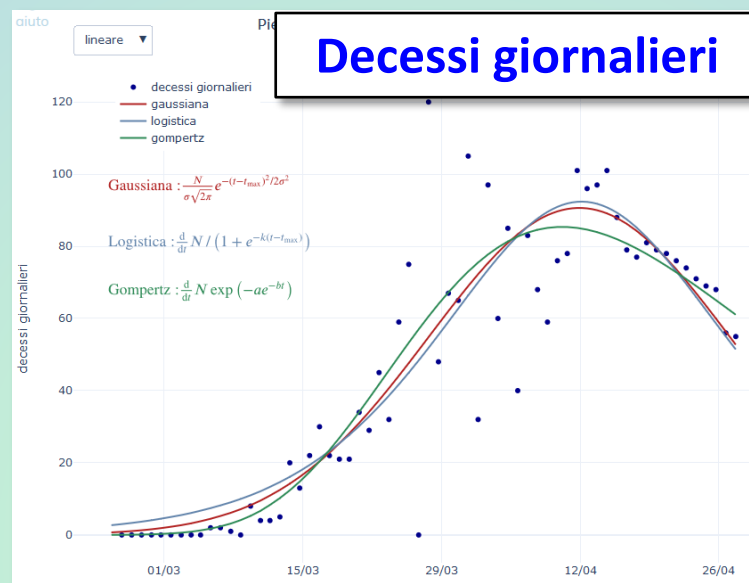
Una foto del Piemonte



Casi giornalieri



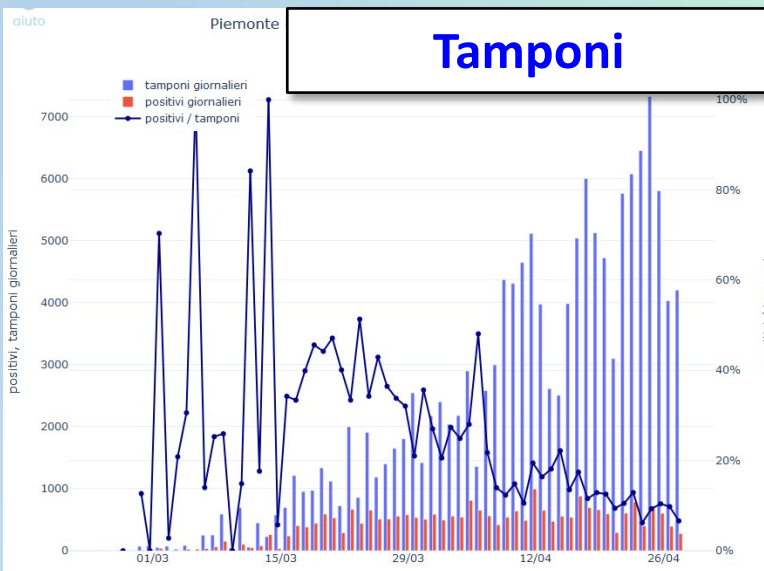
Decessi giornalieri



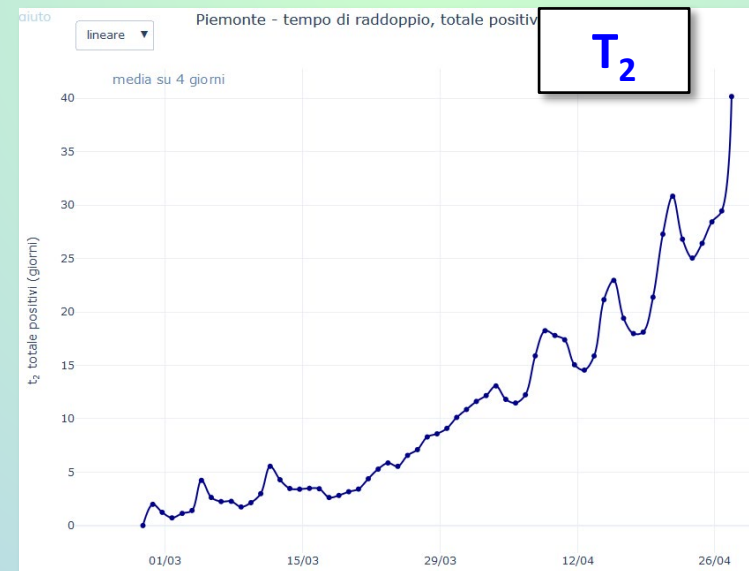
Attualmente positivi



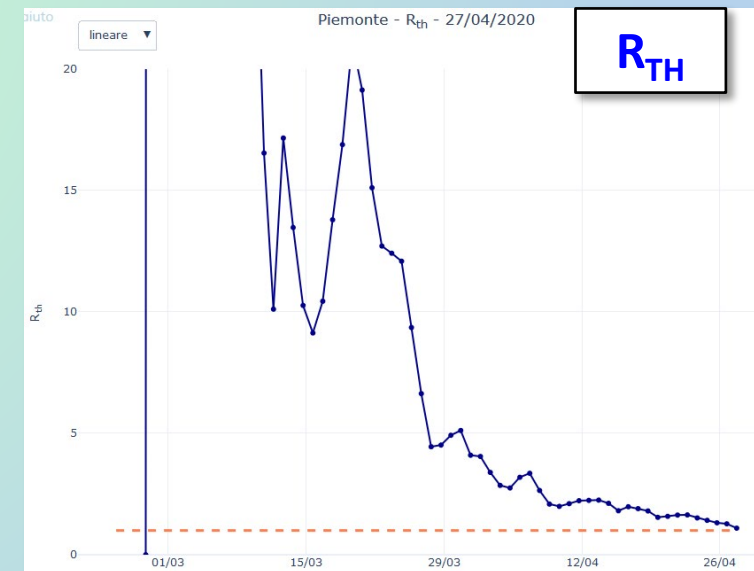
Tamponi



T_2



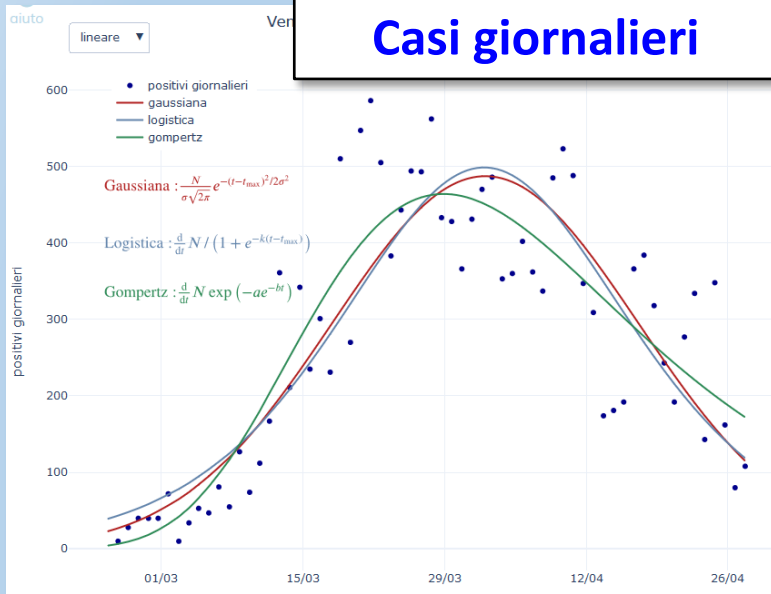
R_{TH}



Una foto del Veneto



Casi giornalieri



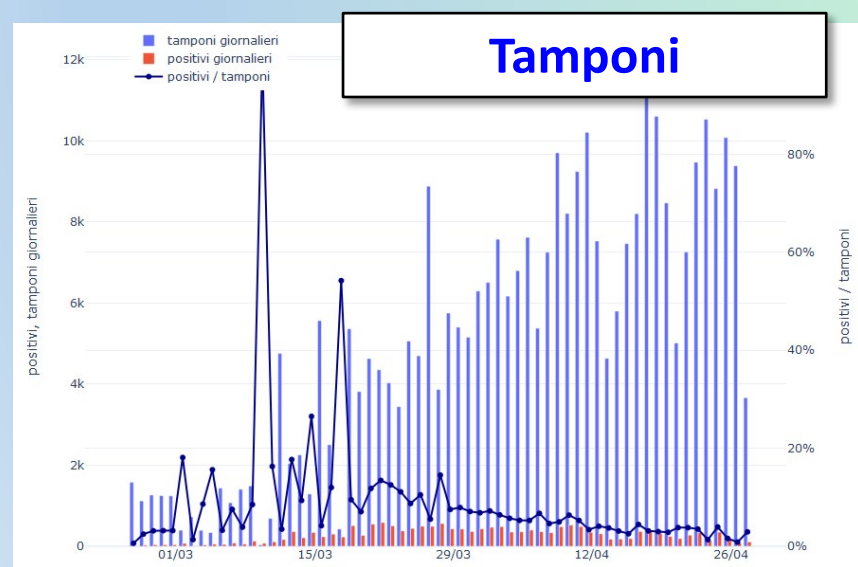
Decessi giornalieri



Attualmente positivi



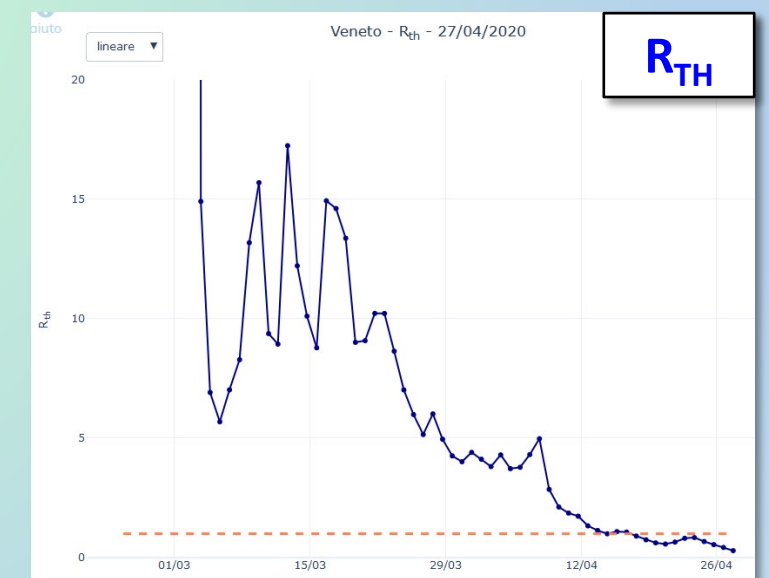
Tamponi



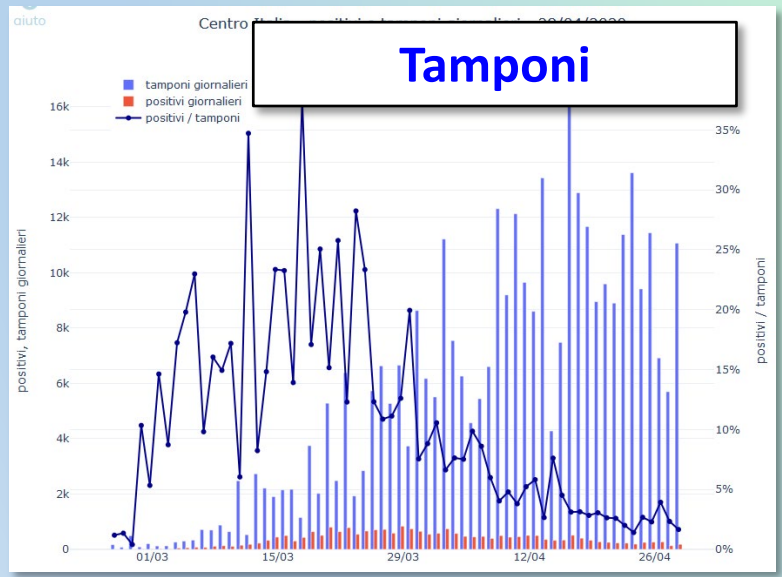
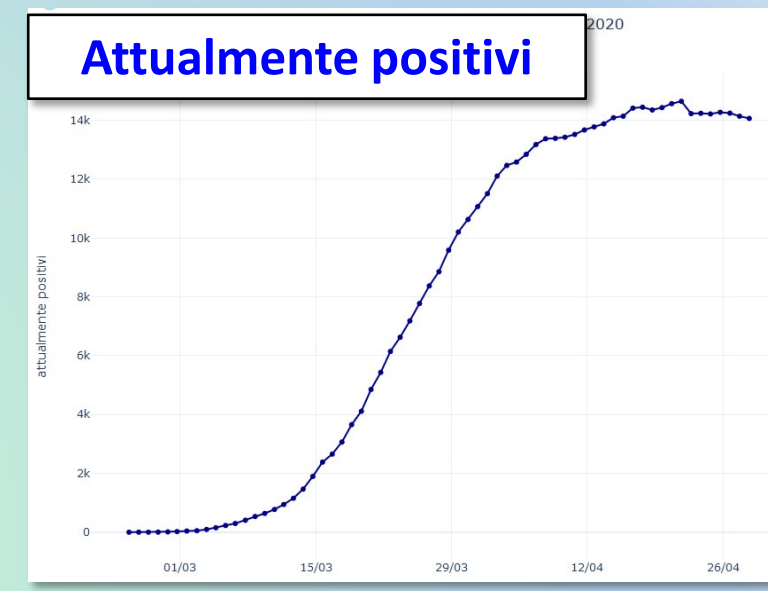
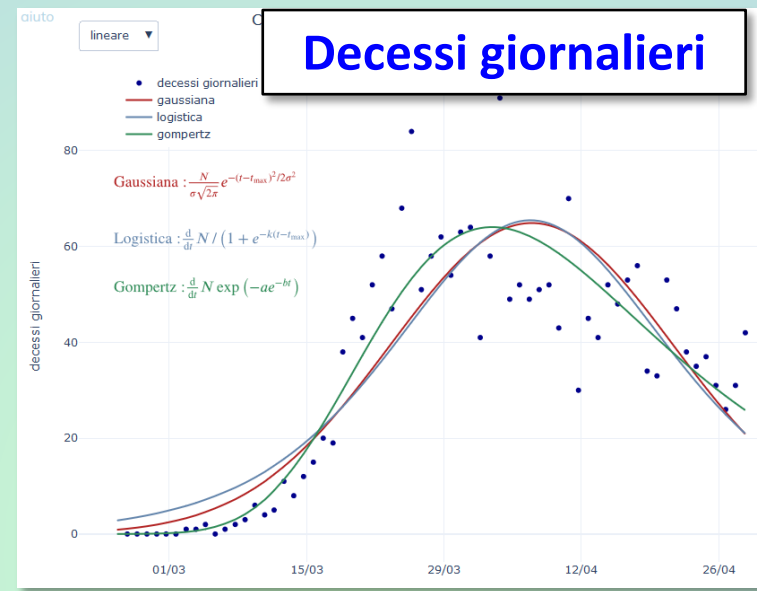
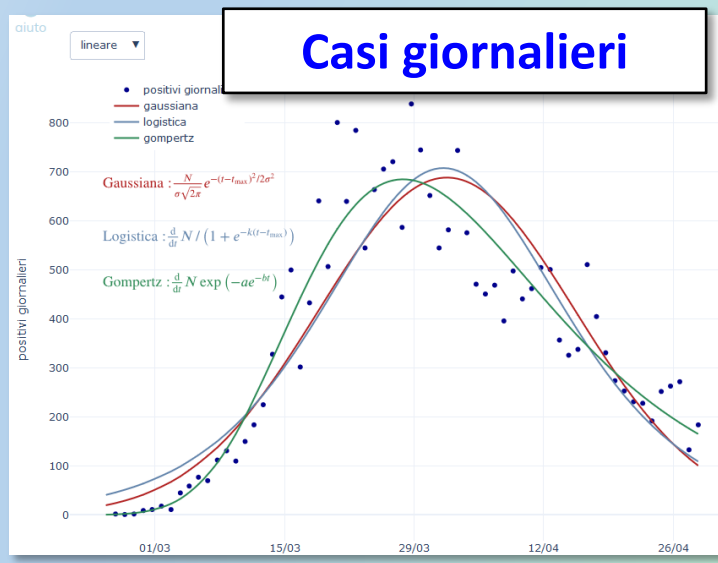
T₂



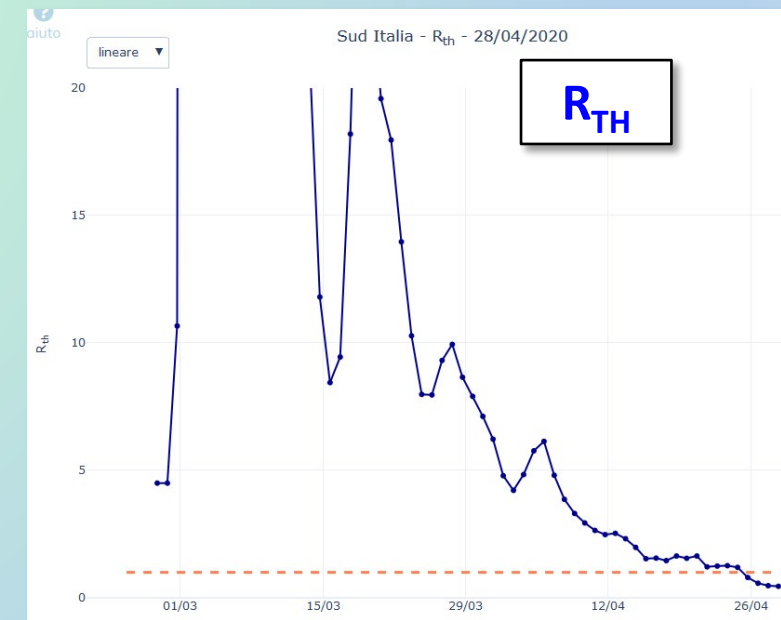
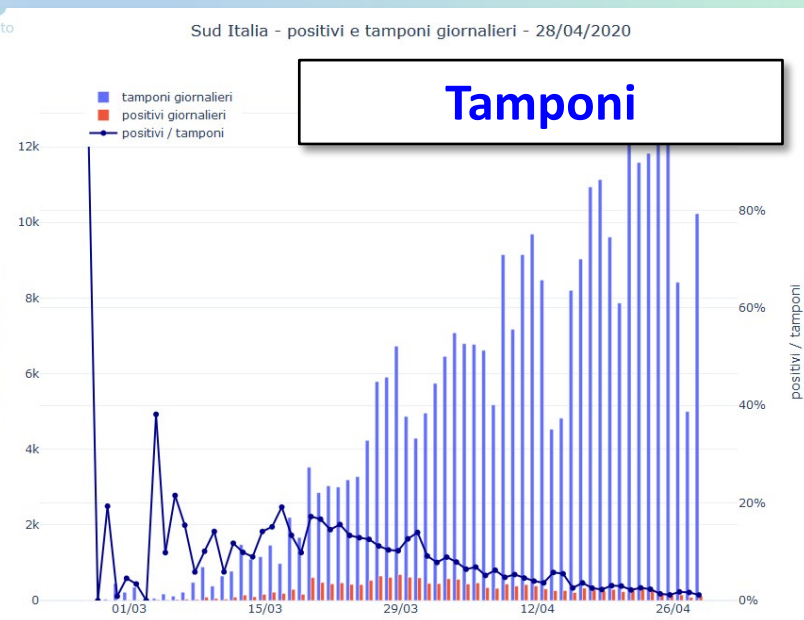
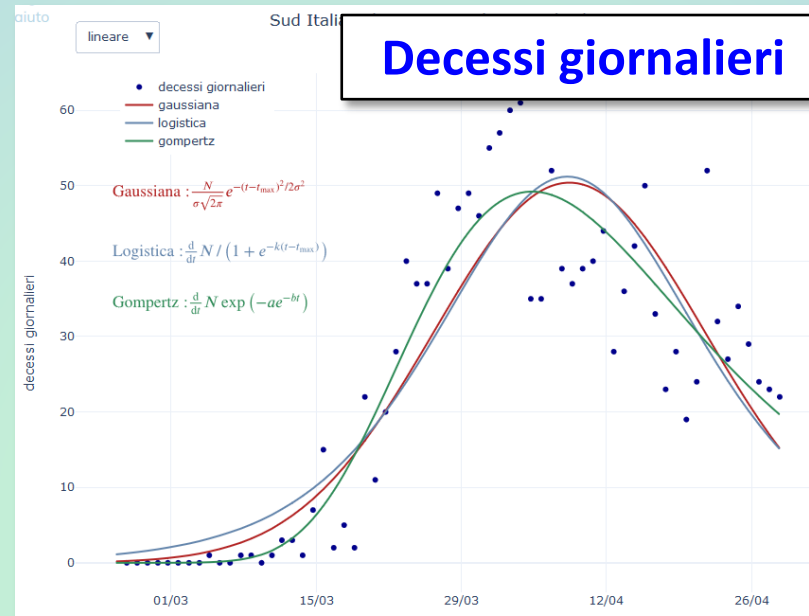
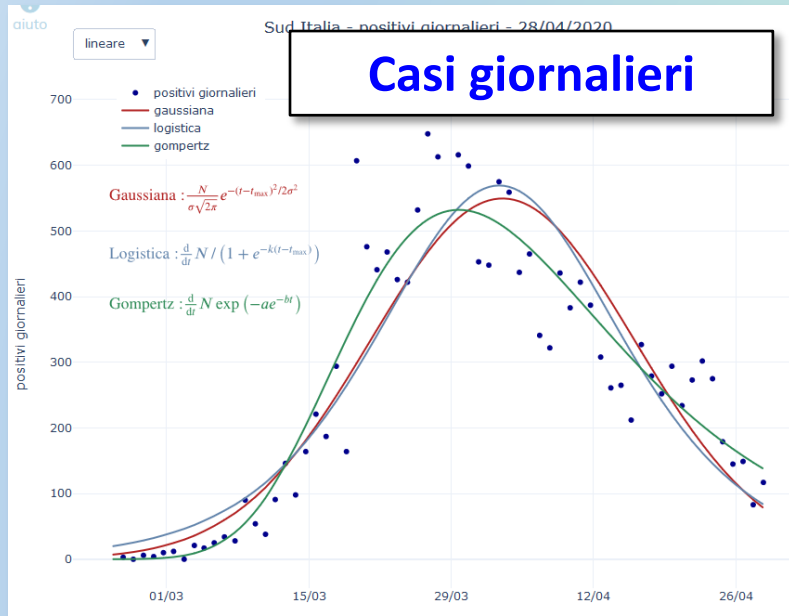
R_{TH}

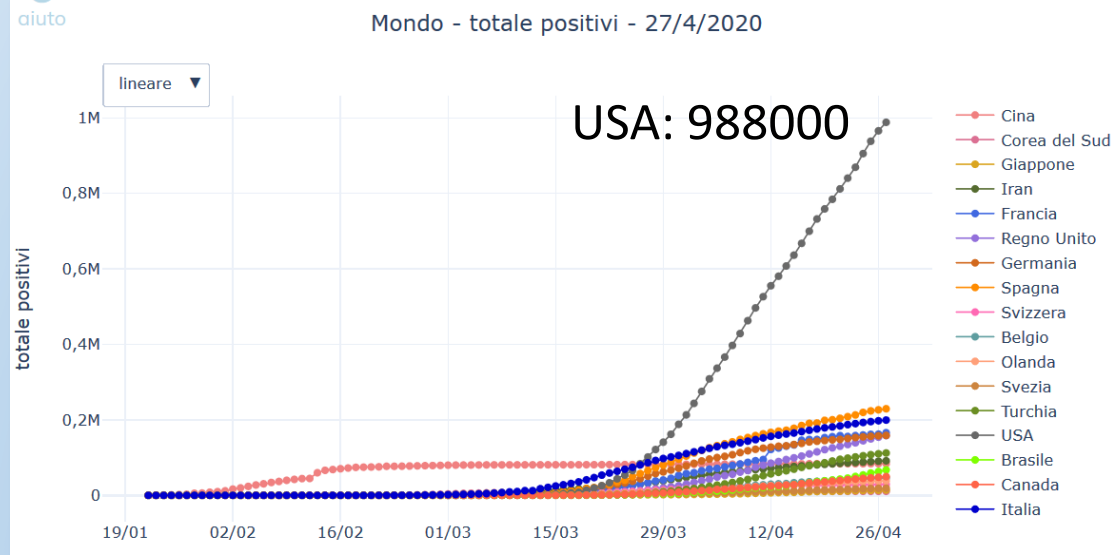


Una foto del Centro Italia (toscana, marche, umbria, Lazio)



Una foto del Sud Italia e Isole



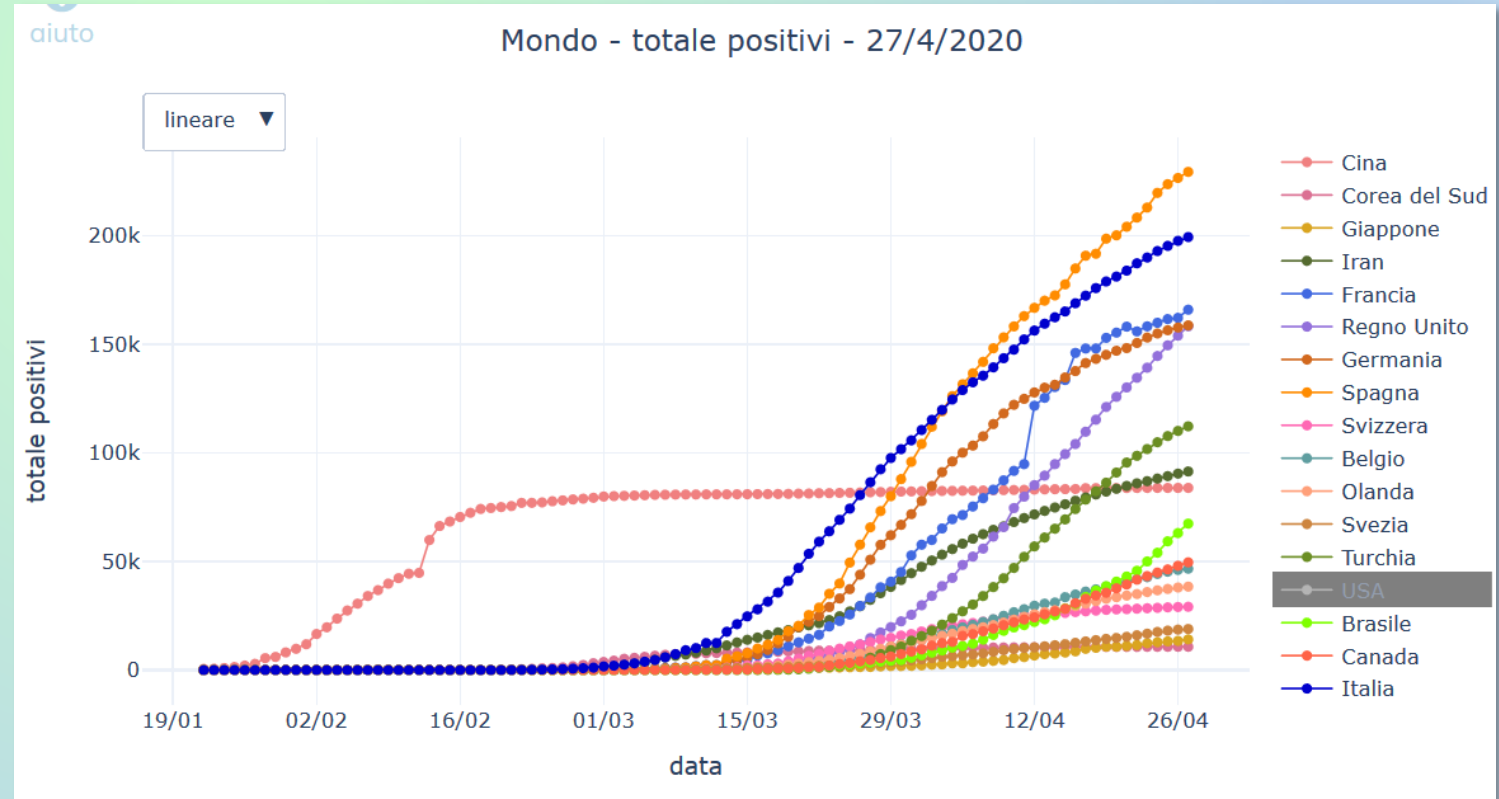


I contagiati nel mondo (28/4/2020)

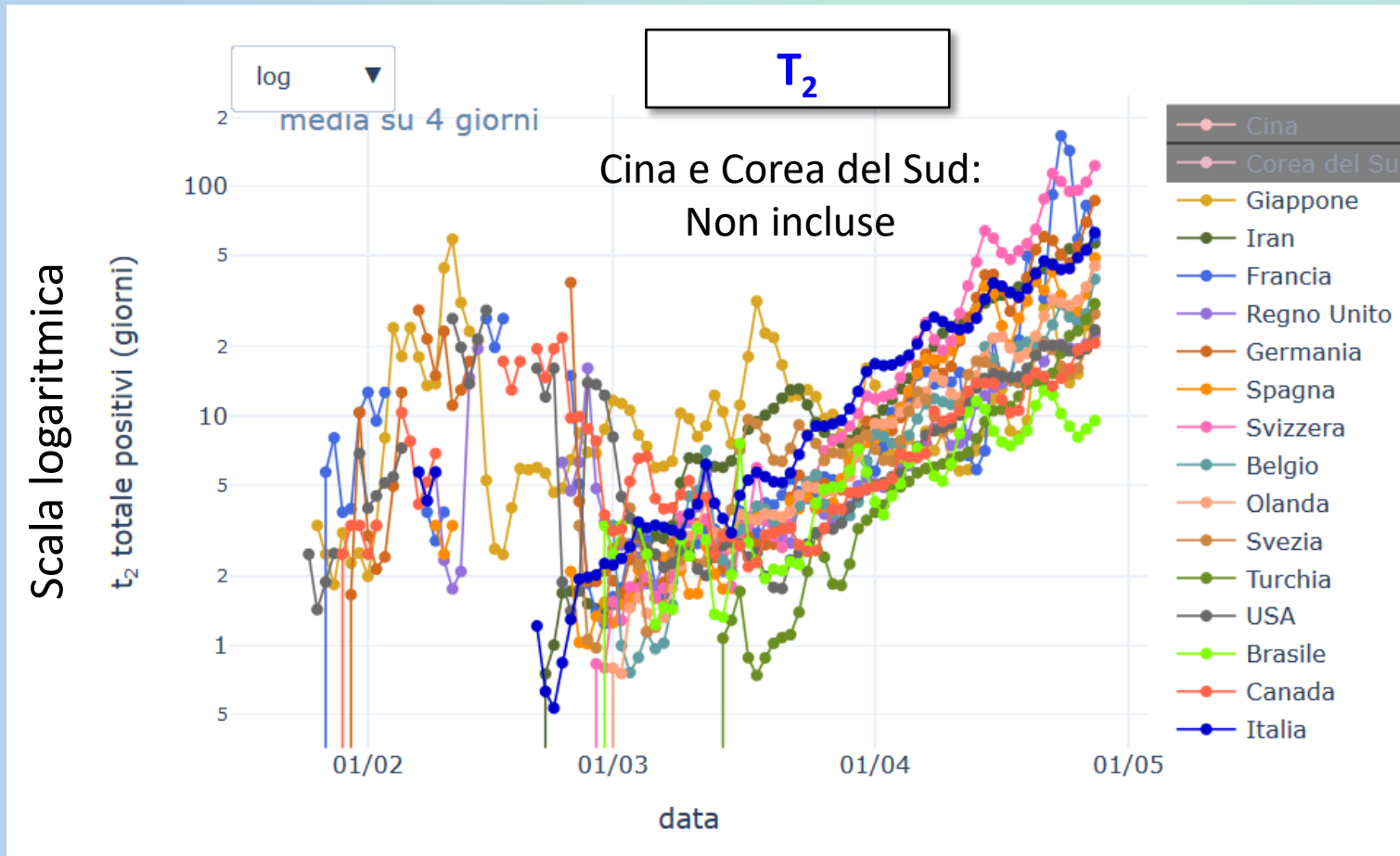
Totale contagiati: 3057957
Totale decessi: 211894
Attualmente positivi: 1936815

<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
<https://www.worldometers.info/coronavirus>

NAZIONE	CONTAGI	DECESSI	%DECESSI
USA	988197	56259	5.7
SPAGNA	229422	23521	10.3
ITALIA	199414	26977	13.5
FRANCIA	165963	23327	14.1
GERMANIA	158758	6126	3.9
REGNO U.	158348	21157	13.4
TURCHIA	112261	2900	2.6
IRAN	91472	5806	6.3
CINA	83918	4637	5.5

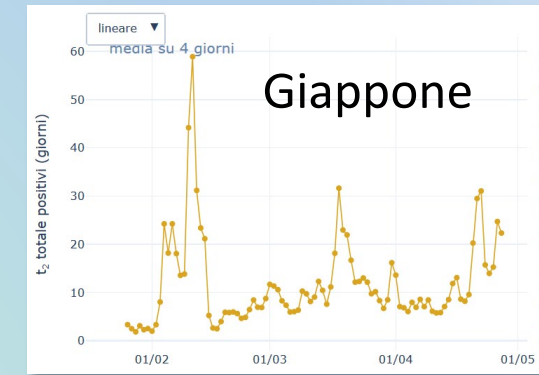
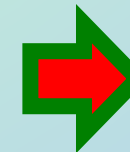


Tempo di raddoppio nel mondo (27/4/2020)

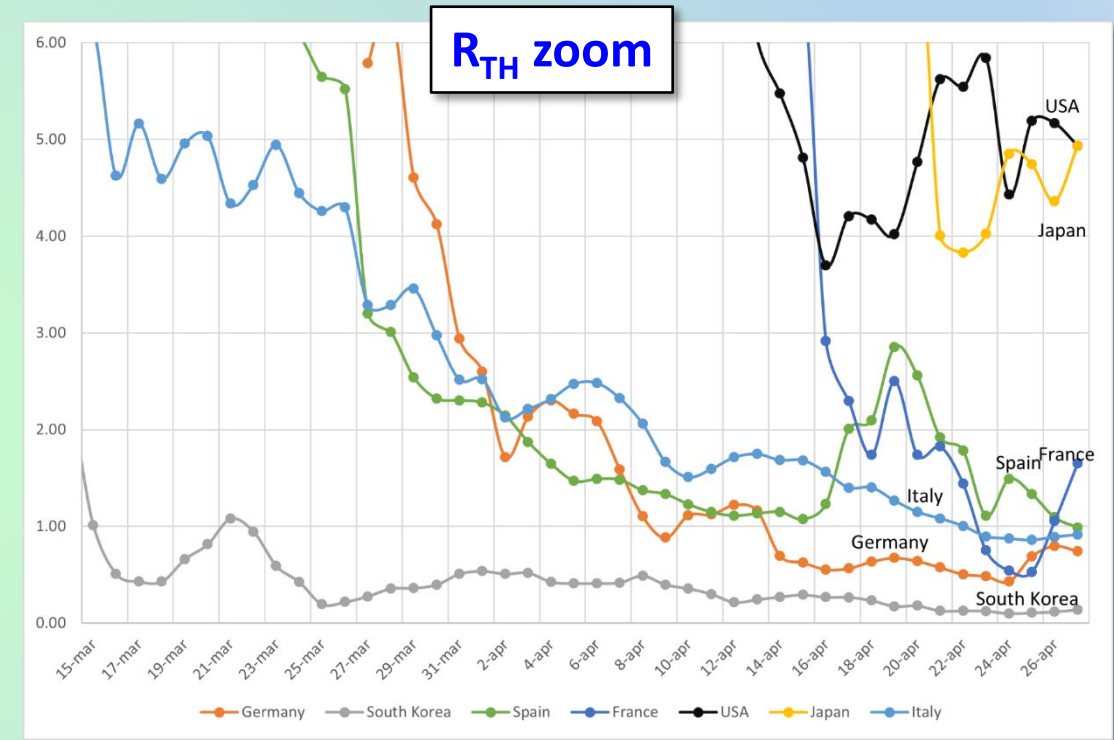
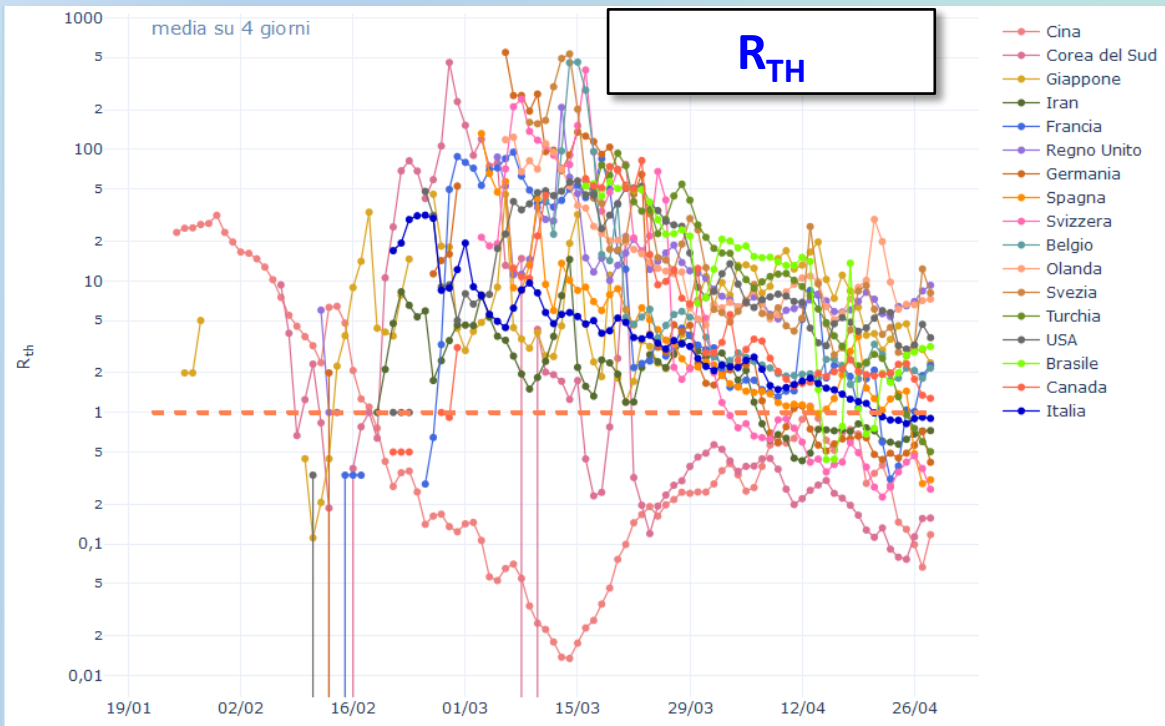


Tutte le nazioni stanno migliorando

qualche paese ha ancora delle oscillazioni

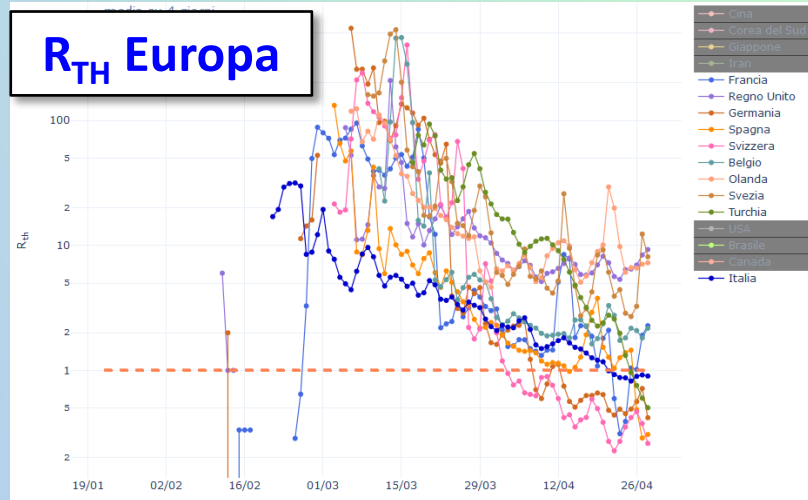


R_{TH} nel mondo (27/4/2020)



USA e Giappone hanno valori alti

Complessivamente tutte le nazioni mondiali migliorano



Sito dove chiunque (anche senza conoscenze tecniche) può contribuire all'analisi o semplicemente guardare i dati

Dati

- ❑ Tutti quelli forniti dalla PC
 - ❑ Provinciale
 - ❑ Regionale
 - ❑ Nazionale
- ❑ Worldometers and JHU sites
 - ❑ Mondiale

Plot

- ❑ Oltre 2500 (tutti scaricabili)
- ❑ Grafici di tutte le quantità fornite dalla PC, worloometers, JHU
- ❑ interattivi

Analisi

- ❑ Fit
 - ❑ curve logistiche, Gompertz, ERF
 - ❑ derivate delle funzioni usate
 - ❑ Composizione di funzioni
- ❑ Indicatori
 - ❑ Tempo di raddoppio
 - ❑ R_{th}

Codici analisi

- ❑ Download di dati e codici formato ROOT

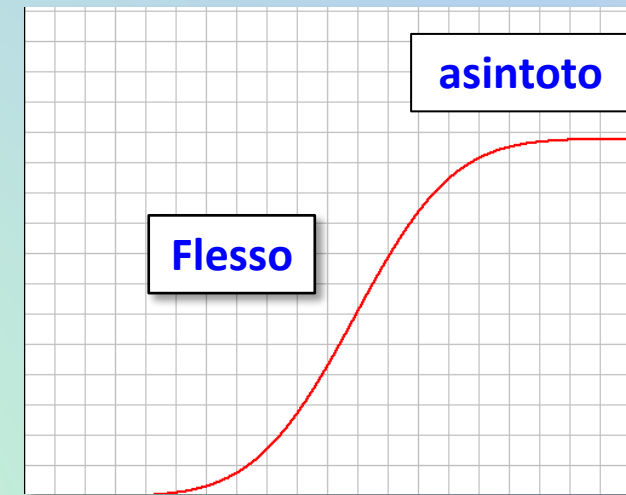


Dopo il 4 maggio

GRANDE ATTENZIONE

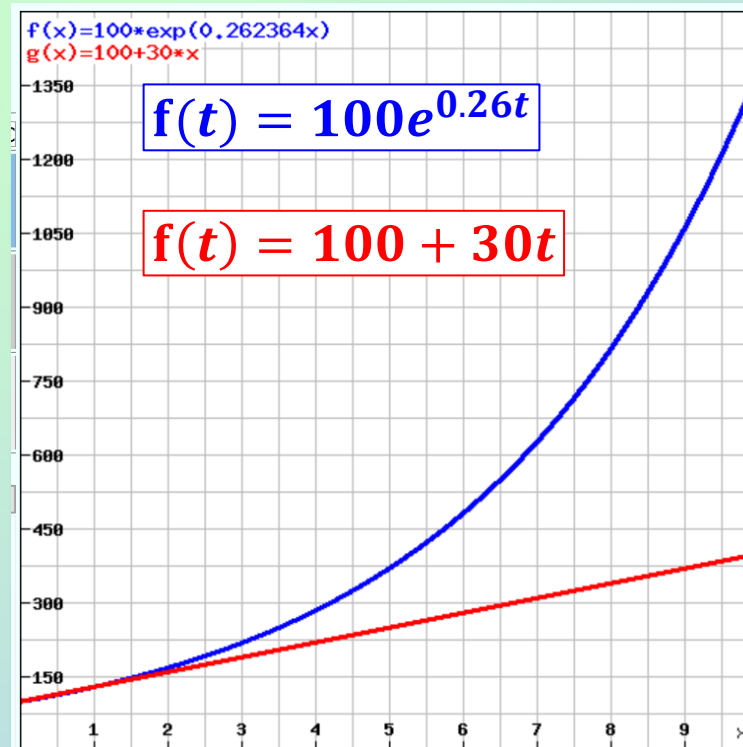
da un'epidemia ci aspettiamo:

- Inizialmente una crescita dei contagi \sim **esponenziale**
- Rallentamento della crescita dei contagi (**flesso**)
- I contagi non crescono più \rightarrow fine dell'epidemia (**asintoto**)

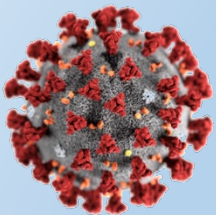


Supponiamo che l'epidemia parta da 100 contagi e aumentino del 30% (in realtà era peggio)

giorno	exp		lineare			
0	100		100			
1	130		+ 30%		130	+ 30
2	169		+ 30%		160	+ 30
3	220		+ 30%		190	+ 30
4	286		+ 30%		220	+ 30
5	371		+ 30%		250	+ 30
6	483		+ 30%		280	+ 30
7	627		+ 30%		310	+ 30
8	816		+ 30%		340	+ 30
9	1061		+ 30%		379	+ 30



Se non facciamo
attenzione, in poco
tempo può riesplodere



Conclusioni

Creata una piattaforma dove chiunque (anche con poche conoscenze tecniche) può contribuire all'analisi o guardare I dati

- ❑ interessante se esperti collaborassero per analisi più mirate

Analisi non semplice dei dati

- ❑ Non conosciamo il modello alla base
- ❑ misure restrittive alterano la distribuzione
- ❑ Il conteggio presenta disuniformità

Indicazioni

- ❑ **Cautela sul "fine pandemia"**
- ❑ **INEQUIVOCABILMENTE: SIAMO SULLA BUONA STRADA**

