

Modello unico di differenziazione regionale per l'altezza dell'asintoto orizzontale e per il lag temporale di tre curve epidemiologiche

Il modello è dato da:

$$\widehat{Mpm}_{it} = \frac{e^{\alpha + \beta t + \sum_{j=1}^{10} D_j \nu_j}}{1 + e^{\alpha + \beta t + \sum_{j=1}^{10} D_j \nu_j}} \cdot \sum_{j=1}^{10} D_j \delta_j$$

Che può essere riscritto come:

$$\widehat{Mpm}_{it} = \frac{e^{\alpha + \beta (t + \sum_{j \neq 3}^{10} D_j \eta_j)}}{1 + e^{\beta (t + \sum_{j \neq 3}^{10} D_j \eta_j)}} \cdot \left(\sum_{j=1}^{10} D_j \lambda_j \right)$$

Se pongo $\eta_i = \frac{\nu_i}{\beta}$

Mpm_{it} è il numero di morti per milione di abitanti nella zona i -esima per covid19 al giorno t

t è il numero di gg. che sono passati dal 4 marzo. Quindi t va da 1 (5 marzo) a 37 (10 aprile).

D_j sono dieci variabili dummy per identificare 10 diverse zone in Italia: sei regioni singole (Lombardia, Toscana, Emilia Romagna, Marche, Veneto, Liguria) e quattro gruppi di regioni (Piemonte-VdA, altro nord, altro centro-sud, isole)

Abbiamo quindi 370 osservazioni.

Per le osservazioni della Lombardia l'equazione diventa

$$\widehat{Mpm}_{Lombt} = \frac{e^{\alpha + \beta t}}{1 + e^{\beta t}} \cdot \lambda_3$$

Mentre per le osservazioni di un'altra i -esima regione avremo:

$$\widehat{Mpm}_{it} = \frac{e^{\alpha + \beta (t + \eta_i)}}{1 + e^{\beta (t + \eta_i)}} \cdot \lambda_i$$

Dunque il parametro η può essere visto come **la misura di quanto la regione i -esima è partita in ritardo rispetto alla Lombardia**.

Oltre a Mpm_{it} (morti per milione di abitanti), lo stesso identico modello è stato usato per:

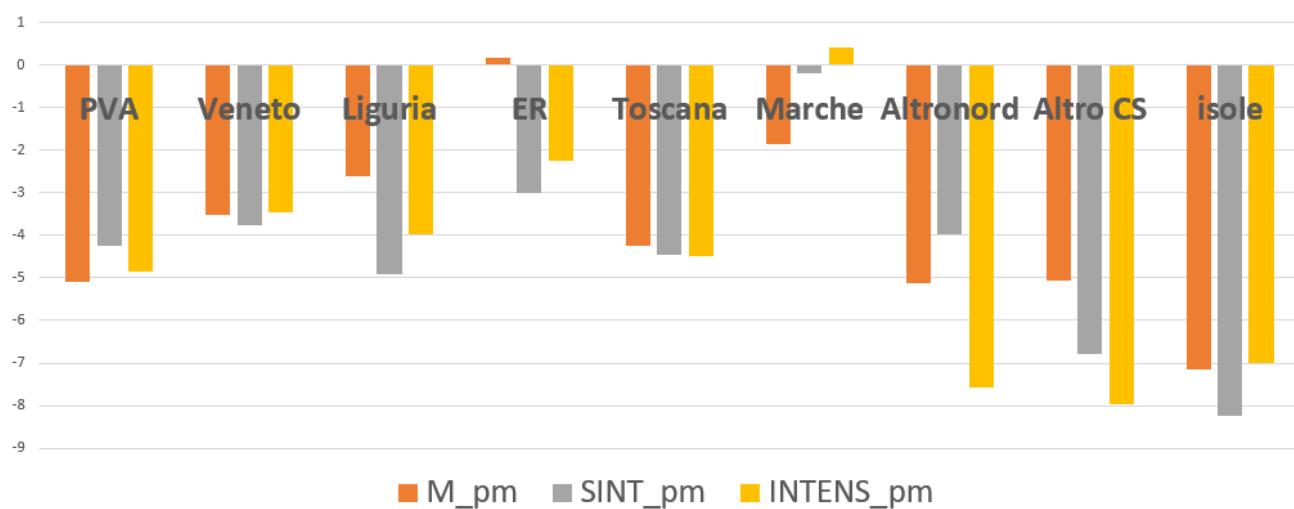
- numero di ricoverati in terapia intensiva per milione di abitanti ($SINT_pm_{it}$)
- numero di ricoverati in terapia intensiva per milione di abitanti ($INTENS_pm_{it}$)

è interessante notare che tutti e tre i modelli hanno indicato, per una stessa zona, un lag temporale simile.

Ad esempio, per la Toscana, sembra che tutte e tre le curve epidemiche (morti, ricoverati con sintomi, ricoverati in terapia intensiva) siano partite in ritardo rispetto alla omologa curva lombarda di circa 4 giorni e mezzo.

Qui sotto i parametri LAG-temporale (con p-value), indicati con η nelle precedenti equazioni e il grafico corrispondente

	M_pm		INTENS_pm		SINT_pm		
PVA	-5,08	<,0001		-4,86	<,0001	-4,256	<,0001
Veneto	-3,53	<,0001		-3,45	<,0001	-3,762	<,0001
Liguria	-2,61	<,0001		-3,98	<,0001	-4,917	<,0001
ER	0,19	0,176		-2,24	<,0001	-3,007	<,0001
Toscana	-4,25	<,0001		-4,48	<,0001	-4,452	<,0001
Marche	-1,85	<,0001		0,40	0,225	-0,202	0,484
Altronord	-5,13	<,0001		-7,58	<,0001	-3,973	<,0001
Altro CS	-5,05	6E-04		-7,97	<,0001	-6,780	<,0001
isole	-7,16	0,008		-7,00	1E-04	-8,229	<,0001



Nelle tabelle che seguono, viene riportato l'output restituito da SAS per i tre modelli (parametri che riportano il termine "asintoto" sono i parametri λ delle equazioni viste in precedenza e i parametri "LAG" sono gli η):

M_pm

Riepilogo degli errori residui di OLS non lineare							
Equazione	Modello DF	Errore DF	SSE	MSE	Radice MSE	R-quadro	R-quadro corr
M_pm	21	349	15261.3	43.7285	6.6128	0.9989	0.9988

Stime Parametro di OLS non lineari				
Parametro	Stima	Err std appross	Valore t	Pr appross > t
alfa	-3.98223	0.0235	-169.81	<.0001
beta	0.173188	0.00134	129.66	<.0001
as_lomb	1083.737	5.4562	198.63	<.0001
as_PVA	433.2244	6.9475	62.36	<.0001
as_ven	182.4608	5.3922	33.84	<.0001
as_lig	500.4856	5.3362	93.79	<.0001
as_ER	558.927	4.1812	133.67	<.0001
as_tosc	132.4612	5.8347	22.70	<.0001
as_mar	502.4265	4.9385	101.74	<.0001
as_Altronord	347.9075	6.8093	51.09	<.0001
as_altro_CS	63.57744	6.4217	9.90	<.0001
as_isole	42.11583	8.6630	4.86	<.0001
LAG_PVA	-5.08336	0.2261	-22.48	<.0001
LAG_ven	-3.52937	0.4607	-7.66	<.0001
LAG_lig	-2.61037	0.1695	-15.40	<.0001
LAG_ER	0.185347	0.1368	1.35	0.1764
LAG_tosc	-4.25046	0.6639	-6.40	<.0001
LAG_mar	-1.85067	0.1624	-11.39	<.0001
LAG_Altronord	-5.12788	0.2777	-18.46	<.0001
LAG_altro_CS	-5.05312	1.4643	-3.45	0.0006
LAG_isole	-7.16323	2.6666	-2.69	0.0076

Numero di osservazioni		Statistiche per il sistema	
Utilizzate	370	Obiettivo	41.2466
Mancanti	0	Obiettivo*N	15261

INTENS_pm

Riepilogo degli errori residui di OLS non lineare							
Equazione	Modello DF	Errore DF	SSE	MSE	Radice MSE	R-quadro	R-quadro corr
SINT_pm	21	349	238471	683.3	26.1400	0.9936	0.9932

Stime Parametro di OLS non lineari					
Parametro	Stima	Err std appross	Valore t	appross > t	Pr
alfa	-2.57179	0.0488	-52.65	<.0001	
beta	0.220868	0.00379	58.25	<.0001	
as_lomb	1180.258	7.4270	158.91	<.0001	
as_PVA	803.0173	8.4642	94.87	<.0001	
as_ven	349.6751	7.9479	44.00	<.0001	
as_lig	765.7264	8.6964	88.05	<.0001	
as_ER	881.4265	8.0780	109.11	<.0001	
as_tosc	315.6605	8.1779	38.60	<.0001	
as_mar	662.3041	7.0795	93.55	<.0001	
as_Altronord	374.8751	8.0327	46.67	<.0001	
as_altro_CS	161.073	9.1128	17.68	<.0001	
as_isole	108.0382	9.8878	10.93	<.0001	
LAG_PVA	-4.25622	0.2586	-16.46	<.0001	
LAG_ven	-3.76248	0.5133	-7.33	<.0001	
LAG_lig	-4.91663	0.2696	-18.24	<.0001	
LAG_ER	-3.00746	0.2398	-12.54	<.0001	
LAG_tosc	-4.45152	0.5700	-7.81	<.0001	
LAG_mar	-0.20166	0.2880	-0.70	0.4842	
LAG_Altronord	-3.97327	0.4829	-8.23	<.0001	
LAG_altro_CS	-6.77995	1.1369	-5.96	<.0001	
LAG_isole	-8.22946	1.7437	-4.72	<.0001	

Numero di osservazioni		Statistiche per il sistema	
Utilizzate	370	Obiettivo	644.5171
Mancanti	0	Obiettivo*N	238471

SINT_pm

Riepilogo degli errori residui di OLS non lineare							
Equazione	Modello DF	Errore DF	SSE	MSE	Radice MSE	R-quadro	R-quadro corr
INTENS_pm	21	349	7317.4	20.9667	4.5789	0.9868	0.9861

Stime Parametro di OLS non lineari				
Parametro	Stima	Err std appross	Valore t	Pr appross > t
alfa	-2.1545	0.0675	-31.94	<.0001
beta	0.246055	0.00564	43.66	<.0001
as_lomb	129.1071	1.1055	116.79	<.0001
as_PVA	105.0554	1.2778	82.22	<.0001
as_ven	67.57821	1.1917	56.71	<.0001
as_lig	108.9073	1.2403	87.81	<.0001
as_ER	78.4766	1.1519	68.13	<.0001
as_tosc	76.33979	1.2397	61.58	<.0001
as_mar	101.8849	1.0780	94.52	<.0001
as_Altronord	85.36652	1.4093	60.57	<.0001
as_altro_CS	28.07249	1.3976	20.09	<.0001
as_isole	15.37949	1.3378	11.50	<.0001
LAG_PVA	-4.8601	0.3311	-14.68	<.0001
LAG_ven	-3.44648	0.4478	-7.70	<.0001
LAG_lig	-3.97509	0.3224	-12.33	<.0001
LAG_ER	-2.23795	0.3975	-5.63	<.0001
LAG_tosc	-4.48455	0.4105	-10.93	<.0001
LAG_mar	0.404347	0.3327	1.22	0.2251
LAG_Altronord	-7.5837	0.3884	-19.52	<.0001
LAG_altro_CS	-7.96957	1.0250	-7.78	<.0001
LAG_isole	-6.99544	1.8200	-3.84	0.0001

Numero di osservazioni	Statistiche per il sistema		
Utilizzate	370	Obiettivo	19.7767
Mancanti	0	Obiettivo*N	7317