



MORTALITA' E SOPRAVVIVENZA

Le misure della mortalità

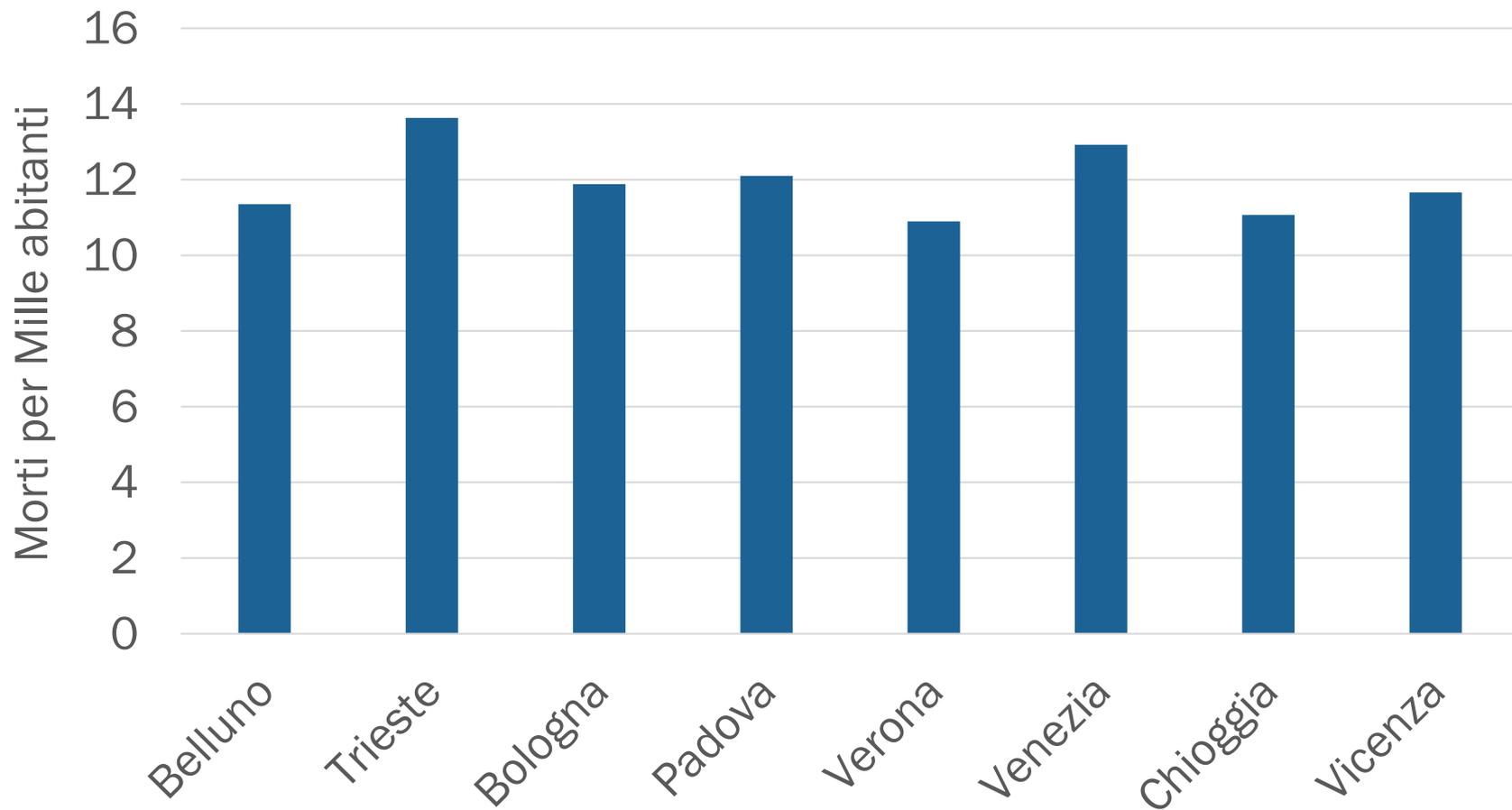
IL TASSO DI MORTALITÀ E LA PROBABILITÀ DI MORTE

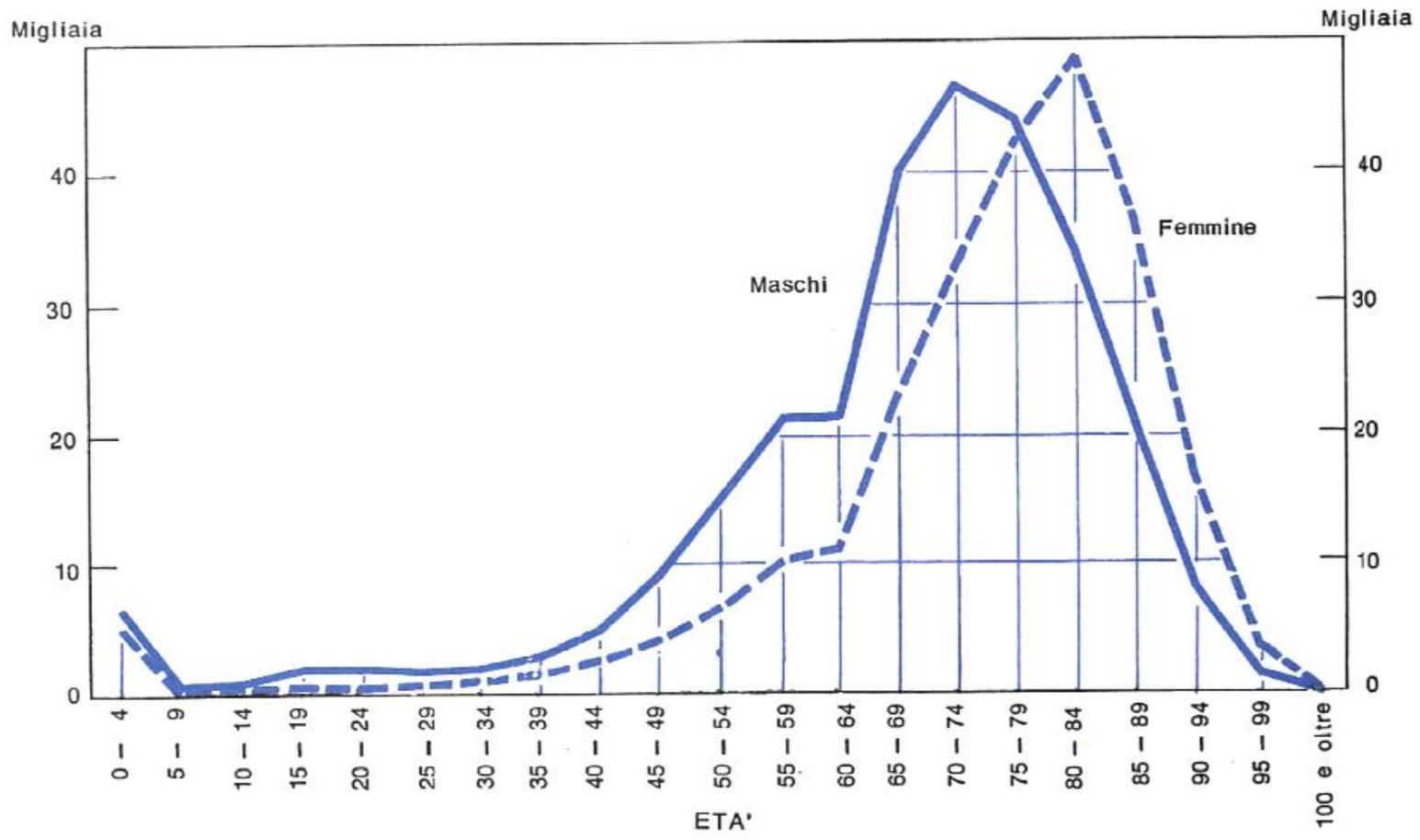


Misurare la mortalità

- Tasso generico di mortalità: $m = \frac{M}{P} \times 1.000$
- Esempio: tasso generico di mortalità del comune di Padova nel 2016
 - *Residenti al 1/1/2016: 210.401*
 - *Residenti al 31/12/2016: 209.829*
 - *Morti nel 2016: 2.600 persone*
 - *Popolazione media tra inizio e fine 2016:
(210.401+209.829)/2=210.115*
 - *Tasso generico di mortalità = 12,37*

Tasso di mortalità in alcune città Italiane nel 2018





Decessi per classi di età, Italia, 1979

Tassi di mortalità

- Tasso genetico di mortalità:

$$m = \frac{M}{\bar{P}}$$

- Tasso specifico di mortalità:

$$m_{x,x+n} = \frac{M_{x,x+n}}{\bar{P}_{x,x+n}}$$

Calcolo del tasso specifico di mortalità delle donna Italiane nel 1975

		Popolazione femminile				Tasso ‰
Età		1 gennaio 1975	1 gennaio 1976	Media 1975	Morti (femmine)	Mortalità
0	4	2107840	2089033	2098436.5	8467	4.03
5	9	2238464	2201025	2219744.5	576	0.26
10	14	2216421	2239179	2227800	567	0.25
15	19	1977770	2034900	2006335	816	0.41
20	24	1917335	1897993	1907664	790	0.41
25	29	1990968	2081196	2036082	989	0.49
30	34	1809433	1725987	1767710	1181	0.67
35	39	1921562	1960259	1940910.5	1937	1.00
40	44	1870613	1840782	1855697.5	3050	1.64
45	49	1842037	1874203	1858120	4818	2.59
50	54	1861581	1844128	1852854.5	7846	4.23
55	59	1187186	1247963	1217574.5	7985	6.56
60	64	1592362	1574846	1583604	16375	10.34
65	69	1381642	1423049	1402345.5	24240	17.29
70	74	1085752	1102020	1093886	33736	30.84
75+		1427478	1484855	1456166.5	146032	100.29
TOTALE		28428444	28621418	28524931	259405	9.09

LA TAVOLA DI MORTALITÀ E LA SPERANZA DI VITA



La tavola di mortalità

- Descrive l'eliminazione per morte di una generazione di nati, fino all'estinzione dell'ultimo dei suoi componenti
- La misura che riassume la tavola di mortalità è e_0
- e_x è la speranza di vita all'età x , ossia la vita media residua: il numero di anni che ciascuno degli individui all'età X vivrà ancora nel gruppo, prima di uscirne
- È calcolata a partire dalla probabilità di morte alle singole età misurata in una determinata popolazione

Tassi e probabilità

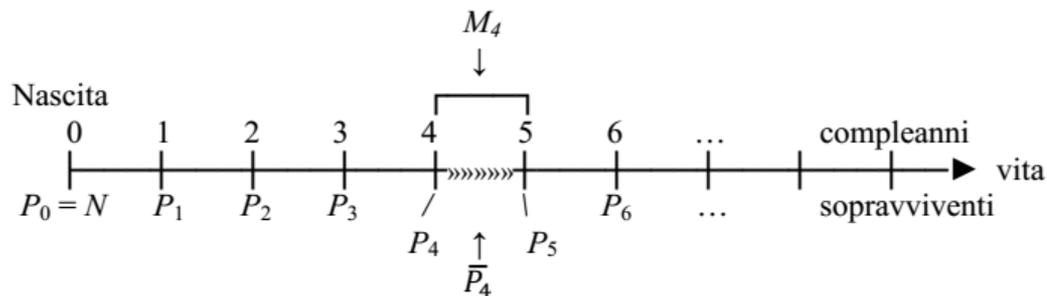
I fenomeni demografici possono essere misurati attraverso tassi e probabilità

- Tasso: rapporto di frequenza, indica quanti eventi avvengono durante un intervallo di tempo per ogni individuo *mediamente* presente nella popolazione o coorte
- Probabilità: misura il rischio di uscire da uno stato determinato, è espressa dal rapporto tra eventi favorevoli ed *eventi possibili*

Tasso di mortalità e probabilità di morte specifici per età

■ Tasso di mortalità specifico: $m_4 = \frac{M_4}{\bar{P}_4}$

■ Probabilità di morte: $q_4 = \frac{M_4}{P_4}$



Esempio di calcolo del tasso di mortalità e della probabilità di morte

- Compiono il 50° compleanno: 8.887 individui
- Compiono il 51° compleanno: 8.823 individui
- Muoiono tra il 50° e il 51° compleanno: 64 individui

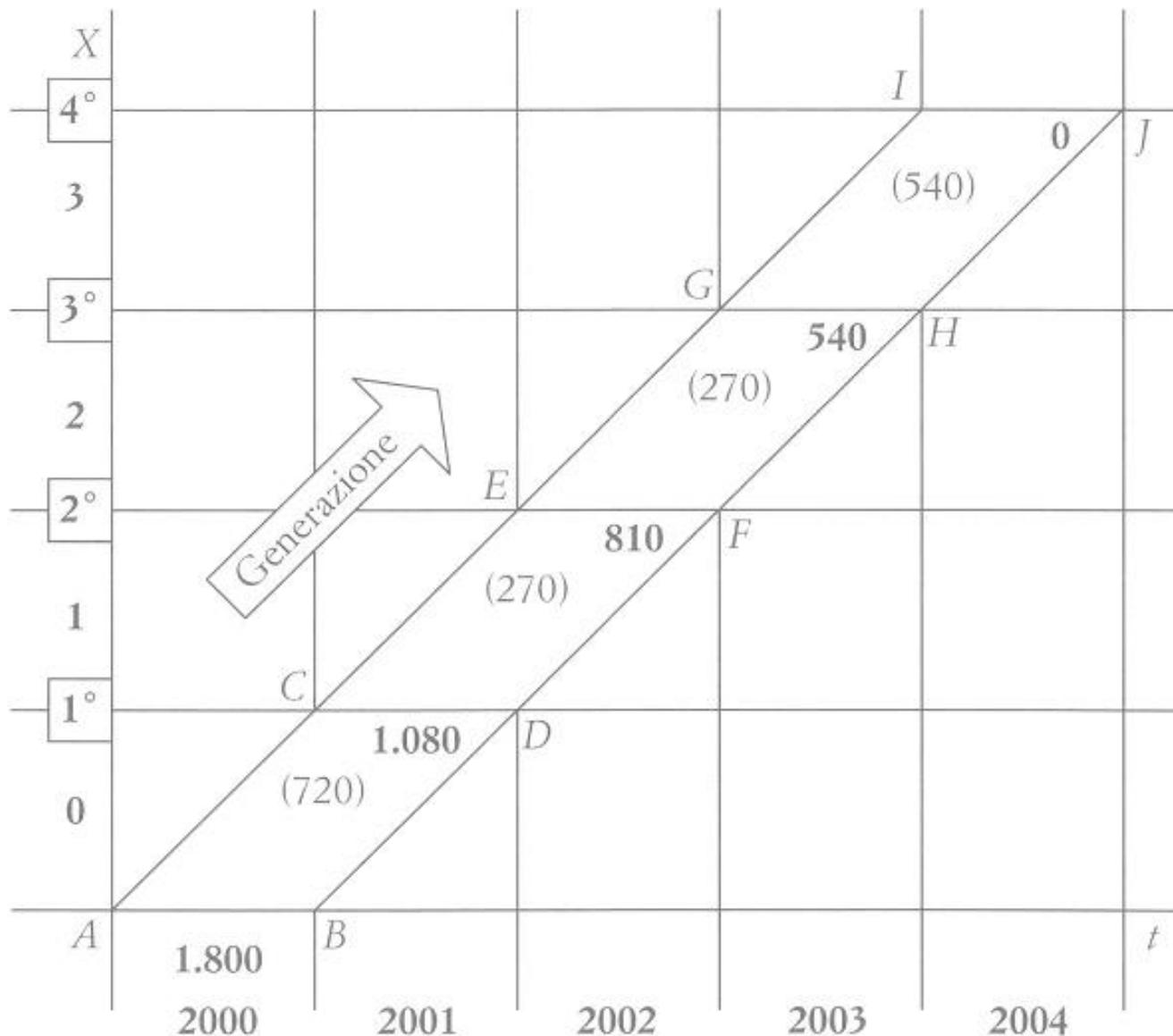
Tasso di mortalità:

$$m_{50} = \frac{64}{\frac{1}{2} (8.887 + 8.823)} \times 1000 = 0.00723 \times 1000 = 7.23\text{‰}$$

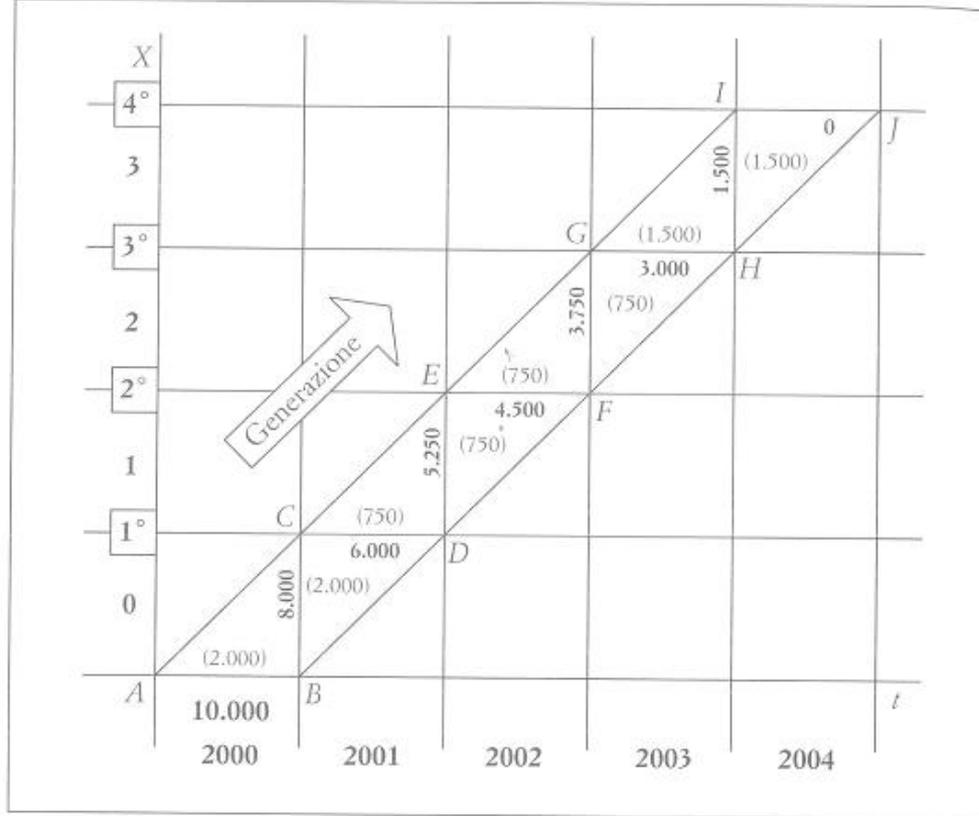
Probabilità di morte:

$$q_{50} = \frac{64}{8.887} \times 1000 = 0.00720 \times 1000 = 7.20\text{‰}$$

I decessi e la probabilità di morte di una ipotetica generazione



La tavola di mortalità di una generazione immaginaria di piccoli mammiferi



ETÀ	RISCHI DI MORTE	SOPRAVVIVENTI	DECESSI	ANNI VISSUTI	RETROCUMULATA DI ANNI VISSUTI	SPERANZA DI VITA
x	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x
0	0,4000	10.000	4.000	8.000	18.500	1,85
1	0,2500	6.000	1.500	5.250	10.500	1,75
2	0,3333	4.500	1.500	3.750	5.250	1,17
3	1,0000	3.000	3.000	1.500	1.500	0,50

Fonte: q_x e l_0 (in grassetto) imposti dall'A. Il resto, a calcolo.

Media degli anni vissuti dai deceduti alle diverse età

- La media degli anni vissuti dai deceduti è approssimativamente uguale a $\frac{1}{2}$ anno, ossia: $a_x = 0,5$
- Nel primo anno di vita $a_x \neq < 1/2$
- Nel primo anno di vita le morti si addensano nei primi, giorni settimane o mesi dalla nascita, vivono meno di 6 mesi in media
 - L'età media alla morte nel primo anno di vita è tanto più bassa quanto più bassa sarà la mortalità
 - I passati in Italia i bambini morti entro il primo anno vivevano in media ma 4 mesi, ossia $a_x = 0,3$
 - Si stima che al giorno d'oggi i bambini morti entro il primo anno in Italia vivono circa 1,5 mesi (50 giorni): $a_x = 50/365 = 3,8\%$

La probabilità di morte per coorte e contemporanei

Tabella 22. Probabilità di morte, coorti e contemporanei

Età x	1872	1873	1874	...	...	...	1901	1902	1903	...	...	...	1971	1972	1973	1974	1975	...	
0	q_0^{1872}	q_0^{1873}	q_0^{1874}				q_0^{1901}	q_0^{1902}	q_0^{1903}				q_0^{1971}	q_0^{1972}	q_0^{1973}			q_0^{1975}	
1	q_1^{1872}	q_1^{1873}	q_1^{1874}				q_1^{1901}	q_1^{1902}	q_1^{1903}				q_1^{1971}	q_1^{1972}	q_1^{1973}			q_1^{1975}	
2	q_2^{1872}	q_2^{1873}	q_2^{1874}				q_2^{1901}	q_2^{1902}	q_2^{1903}				q_2^{1971}	q_2^{1972}	q_2^{1973}			q_2^{1975}	
3	q_3^{1872}	q_3^{1873}	q_3^{1874}	...			q_3^{1901}	q_3^{1902}	q_3^{1903}				q_3^{1971}	q_3^{1972}	q_3^{1973}			q_3^{1975}	
...	
...	
29	q_{29}^{1872}	q_{29}^{1873}	q_{29}^{1874}				q_{29}^{1901}	q_{29}^{1902}	q_{29}^{1903}				q_{29}^{1971}	q_{29}^{1972}	q_{29}^{1973}			q_{29}^{1975}	
30	q_{30}^{1872}	q_{30}^{1873}	q_{30}^{1874}				q_{30}^{1901}	q_{30}^{1902}	q_{30}^{1903}				q_{30}^{1971}	q_{30}^{1972}	q_{30}^{1973}			q_{30}^{1975}	
31	q_{31}^{1872}	q_{31}^{1873}	q_{31}^{1874}				q_{31}^{1901}	q_{31}^{1902}	q_{31}^{1903}				q_{31}^{1971}	q_{31}^{1972}	q_{31}^{1973}			q_{31}^{1975}	
32	q_{32}^{1872}	q_{32}^{1873}	q_{32}^{1874}				q_{32}^{1901}	q_{32}^{1902}	q_{32}^{1903}	...			q_{32}^{1971}	q_{32}^{1972}	q_{32}^{1973}			q_{32}^{1975}	
...	
...	
99	q_{99}^{1872}	q_{99}^{1873}	q_{99}^{1874}				q_{99}^{1901}	q_{99}^{1902}	q_{99}^{1903}				q_{99}^{1971}	q_{99}^{1972}	q_{99}^{1973}			q_{99}^{1975}	
100	q_{100}^{1872}	q_{100}^{1873}	q_{100}^{1874}				q_{100}^{1901}	q_{100}^{1902}	q_{100}^{1903}				q_{100}^{1971}	q_{100}^{1972}	q_{100}^{1973}			q_{100}^{1975}	
101	q_{101}^{1872}	q_{101}^{1873}	q_{101}^{1874}				q_{101}^{1901}	q_{101}^{1902}	q_{101}^{1903}				q_{101}^{1971}	q_{101}^{1972}	q_{101}^{1973}			q_{101}^{1975}	
102	q_{102}^{1872}	q_{102}^{1873}	q_{102}^{1874}				q_{102}^{1901}	q_{102}^{1902}	q_{102}^{1903}				q_{102}^{1971}	q_{102}^{1972}	q_{102}^{1973}	...		q_{102}^{1975}	
...	...	...	...				...	...	...				...	...	...			q_{103}^{1975}	
...	...	...	...				...	...	...				...	...	...			q_{104}^{1975}	...
...	
ω																		q_{ω}^{1975}	

Le funzioni di base della tavola di mortalità

- Sopravvivenenti: $l_{x+1} = l_x - d_x = l_x - l_x * q_x$
- Decessi: $d_x = l_x \cdot q_x = l_x - l_{x+1}$
- Anni vissuti: $L_x = l_{x+1} + d_x * a_x$
- Retrocumulata degli anni vissuti: $T_x = L_x + L_{x+1} + \dots + L_{\omega-1}$
- Speranza di vita: $e_x = \frac{T_x}{l_x}$

La speranza di vita nel mondo nel 2021

Primi e ultimi paesi

1	Monaco	85.9 years	196	Uganda	62.7 years
2	Hong Kong	85.5 years	197	South Africa	62.3 years
3	Macao	85.4 years	198	Djibouti	62.3 years
4	Japan	84.8 years	199	Gambia	62.1 years
5	Australia	84.5 years	200	Afghanistan	62.0 years
6	Switzerland	84.0 years	201	Burundi	61.7 years
7	Malta	83.8 years	202	Angola	61.6 years
8	South Korea	83.7 years	203	Togo	61.6 years
9	Liechtenstein	83.3 years	204	Niger	61.6 years
10	Norway	83.2 years	205	Kenya	61.4 years
11	Spain	83.0 years	206	Zambia	61.2 years
12	Sweden	83.0 years	207	Botswana	61.1 years
13	Italy	82.9 years	208	Liberia	60.7 years
14	Singapore	82.8 years	209	Equatorial Guinea	60.6 years
15	Iceland	82.7 years	210	Cameroon	60.3 years
16	Canada	82.7 years	211	Sierra Leone	60.1 years
17	Luxembourg	82.6 years	212	Benin	59.8 years
18	France	82.5 years	213	Guinea-Bissau	59.7 years
19	New Zealand	82.5 years	214	Mozambique	59.3 years
20	Israel	82.3 years	215	Burkina Faso	59.3 years
21	Guernsey	82.2 years	216	Namibia	59.3 years
22	Finland	82.0 years	217	Zimbabwe	59.3 years
23	Ireland	82.0 years	218	Democratic Republic of Congo	59.2 years
24	Belgium	81.9 years	219	Mali	58.9 years
25	Netherlands	81.7 years	220	Guinea	58.9 years
26	Reunion	81.6 years	221	Cote d'Ivoire	58.6 years
27	Austria	81.6 years	222	Eswatini	57.1 years
28	Denmark	81.4 years	223	Somalia	55.3 years
29	Cyprus	81.2 years	224	South Sudan	55.0 years
30	Portugal	81.0 years	225	Central African Republic	53.9 years
31	Taiwan	81.0 years	226	Lesotho	53.1 years
32	San Marino	80.9 years	227	Nigeria	52.7 years
33	United Kingdom	80.7 years	228	Chad	52.5 years
34	Martinique	80.7 years			
35	Slovenia	80.7 years			
36	Jersey	80.7 years			
37	Germany	80.6 years			

Fonte: Our world in data