



UNIVERSITÀ DI PISA

Dipartimento di Economia e Management

Corso di Laurea in Economia e Commercio

Tesi di Laurea

Rettangolarizzazione e Modelli di Mortalità

Relatore

Prof. Simone Scotti

Candidato

Fabio Marcaurelio

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

INDICE

INTRODUZIONE	2
CAPITOLO 1. Il Processo di Rettangolarizzazione	2
Introduzione.....	3
1.1 Tavola di Mortalità	3
1.2 Serie Storica.....	4
CAPITOLO 2. Il Modello Lee-Carter	13
Introduzione.....	13
1.1 Modello Lee-Carter	13
1.2 Applicazione su dati italiani.....	14
CAPITOLO 3. Il Modello Gompertz	18
Introduzione.....	18
1.1 Il Modello Gompertz	18
1.2 Stima dei parametri.....	19
CAPITOLO 4. Verso Una Teoria Dell’Invecchiamento	23
Introduzione.....	23
1.1 Teorie dell’invecchiamento e stili di vita.....	24
1.2 Disability-Adjusted Life Year	27
1.3 Cause di morte e patologie.....	30
1.4 Teoria generale dell’invecchiamento della popolazione	35
CONCLUSIONI	38

INTRODUZIONE

Lo studio delle dinamiche demografiche è stato per molto tempo condotto con lo scopo di informare regolatori, istituzioni pubbliche e private e i cittadini a proposito della crescita apparentemente perpetua della popolazione stessa, basti pensare che dal primo censimento dell'Italia repubblicana nel 1951 la consistenza demografica del paese risultava di circa 47,5 milioni di abitanti. Questa enorme densità è stata un prodotto della “transizione demografica”, cioè dal passaggio da alti livelli di mortalità e natalità al così detto “regime moderno”, caratteristica comune a tutte le economie avanzate, con una sostanziale eguaglianza tra natalità e mortalità, basti pensare che al momento dell'unità d'Italia contavamo circa 26,3 milioni di persone.

La crescita che la popolazione italiana ha vissuto in due secoli è imputabile a una così alta concentrazione di fattori che è stato difficile poter distinguere le variabili che hanno giocato un ruolo determinante e d'impulso effettivo a tale dinamica, se mettessimo in correlazione la crescita della popolazione con la crescita del PIL, della qualità della vita, della spesa sanitaria, istruzione, ecc... osserveremo in ognuno di questi casi una forte associazione, per questo motivo in un certo periodo storico è sempre stato un dato “scontato” il segno positivo di fronte ai tradizionali indici demografici. Le dinamiche demografiche italiane hanno infatti, probabilmente, giocato un ruolo cruciale nel fornire una garanzia a politiche pubbliche frutto, in alcuni casi, di azzardo morale e poca lungimiranza, soprattutto se si pensa alla previdenza.

Già dai primi anni 80 si iniziò a notare i primi cedimenti di alcuni caratteri demografici, uno su tutti la natalità, i quali portarono così ad un “accettabile” rallentamento demografico manifestatosi in tassi di crescita annui prossimi allo zero e facendo sì che la popolazione italiana rimanesse sostanzialmente bloccata in un intervallo di variazione di 1 milione di abitanti fino alla fine del XX secolo.

È chiaro che nessuno si sarebbe immaginato che la popolazione italiana potesse continuare a crescere a ritmi largamente positivi e che prima o poi qualche variabile significativa iniziasse a cedere innescando così effetti negativi sul nostro sistema di equilibrio socioeconomico, non è forse un caso che di fronte ad un arresto delle esplosive variazioni del PIL italiano si inizino a vedere i primi rallentamenti demografici. Il punto è che in realtà i rapporti di causa effetto, come vedremo, non sono sempre chiari o logici e fanno capire quanto la cosa, una volta arrestatasi la crescita demografica, sia estremamente complessa e di difficile previsione. Come vedremo grazie allo studio del processo di rettangolarizzazione, una concentrazione dei decessi in un'età sempre più precisa non porta con sé per forza minore aleatorietà, piuttosto, mette in luce la complessità e quanto contraddittorio sia questo lento e doloroso processo di invecchiamento demografico.

CAPITOLO 1.

Il Processo di Rettangolarizzazione

Introduzione

Questo capitolo si propone di fornire un'analisi storica dei parametri biometrici della popolazione italiana, in particolare capiremo la dinamica della tavola di mortalità italiana su un periodo temporale che va dal 1980 al 2021 per le età nell'intervallo da 0 anni a 119, quest'analisi ci serve per mettere in evidenza un fenomeno che sarà punto cardine dell'elaborato, ovvero il concetto di “rettangolarizzazione”.

1.1 Tavola di Mortalità

Prima di passare all'analisi di cui sopra citato è giusto soffermarsi sul concetto teorico che risiede dietro alle tavole di mortalità.

La tavola di mortalità “nascono” con la definizione della “radice della tavola”, cioè il contingente iniziale della generazione in analisi (100 000 per esempio) e la serie delle probabilità di morte per tutte le età, da 0 a $\omega-1$, indicata con q_x che raggiunge il valore 1 in corrispondenza dell'età $\omega-1$, questa è derivabile tramite l'osservazione dei tassi di mortalità specifici per età, di conseguenza:

$$q_x = \frac{2m_x}{2+m_x}$$

di cui m_x

$$m_x = \frac{M_x}{P_x} = \frac{d_x}{L_x}$$

Tutte le funzioni sono legate tra loro da un insieme di relazioni che, partendo dalle informazioni sulla radice della tavola l_0 e dalla serie di probabilità di morte q_x , le rendono determinabili, a cascata quindi continuiamo il percorso:

- se q_0 rappresenta il rischio di morte nel primo anno e le persone a rischio sono l_0 il numero atteso di decessi è dato da: $d_0 = q_0 l_0$;
- i sopravvissuti in età 1 si ottengono sottraendo al contingente iniziale i decessi in età 0: $l_1 = l_0 - d_0$;

e così in questo modo per ogni livello di età, ad ora abbiamo le prime tre colonne della tabella di mortalità, possiamo derivare ora la probabilità di sopravvivenza p_x data dalla differenza tra i sopravvissuti in età x e la probabilità di morte: $p_x = 1 - q_x$. La sesta colonna della tavola è data dagli anni vissuti tra il compleanno x e $x+1$, indicati con L_x , gli anni vissuti in età rappresentano il tempo vissuto dai sopravvissuti in età x tra il compleanno x e il successivo, quindi chi arriva a compiere il compleanno $x+1$ ha contribuito con un intero anno all'ammontare degli anni vissuti, chi invece subisce l'evento tra i due compleanni da un apporto inferiore che deve essere quindi quantificato, l'idea è che ogni individuo abbia vissuto in media una certa porzione di anno a_x ($0 < a_x < 1$), di conseguenza la relazione tra anni vissuti, decessi e sopravvissuti è lineare ed espressa come: $L_x = l_{x+1} + a_x d_x$, si pone così $a_x = 0,5$ ipotizzando uniformità dei decessi in un anno di calendario. Adesso vediamo le restanti due colonne della tavola, abbiamo in primo luogo la serie retrocumulata degli anni vissuti T_x che ci fornisce il numero di anni che restano da vivere agli l_x : $T_x = L_x + L_{x+1} + \dots + L_{\omega-1}$, dividendo questa serie per i sopravvissuti troviamo l'aspettativa di vita $e_x = \frac{T_x}{l_x}$ e rappresenta il numero medio di anni che restano da vivere ai sopravvissuti in età x .

X	l_x	q_x	d_x	p_x	L_x	T_x	e_x
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Adesso che abbiamo tutti i parametri e le loro derivazioni possiamo procedere con l'analisi storica di questi nel nostro paese.

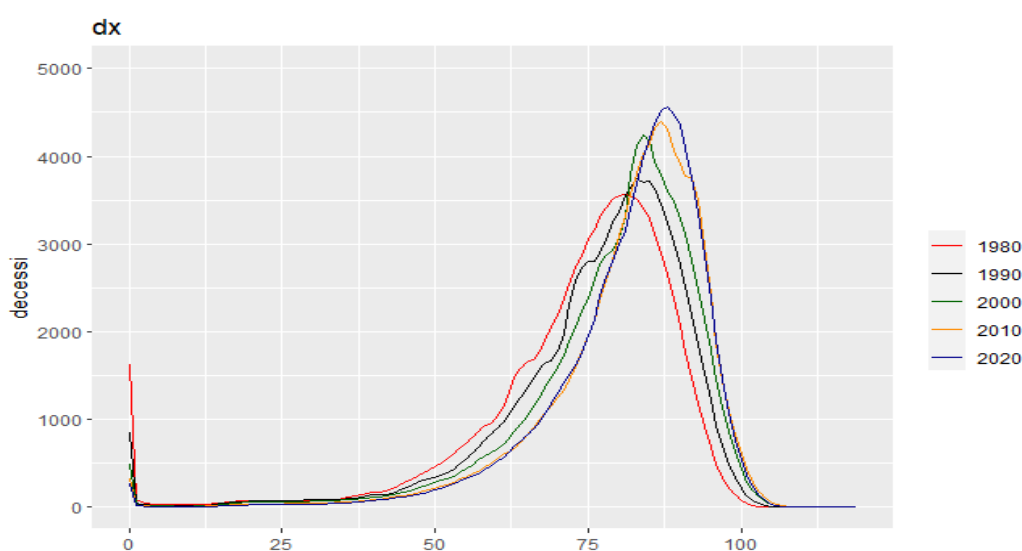
1.2 Serie Storica

L'esperienza numerica derivante dalla mortalità ha evidenziato, specialmente negli ultimi decenni, alcuni aspetti molto importanti riguardanti la forma delle rappresentazioni grafiche relative alle differenti misurazioni che possono essere effettuate in ambito demografico. In particolare, si possono evidenziare tre aspetti importanti a livello generale:

- *Rettangolarizzazione*: crescente concentrazione dei decessi nelle età più avanzate intorno alla moda che porta il grafico dei sopravvissuti ad assumere sempre più una forma "rettangolare"
- *Espansione*: la moda della curva dei decessi tende a coincidere con l'età massima ω a causa della rettangolarizzazione e si sposta sempre più verso destra, raggiungendo età sempre più avanzate

- *Young mortality hump*: maggiori livelli e forte dispersione delle morti accidentali alle età giovani.

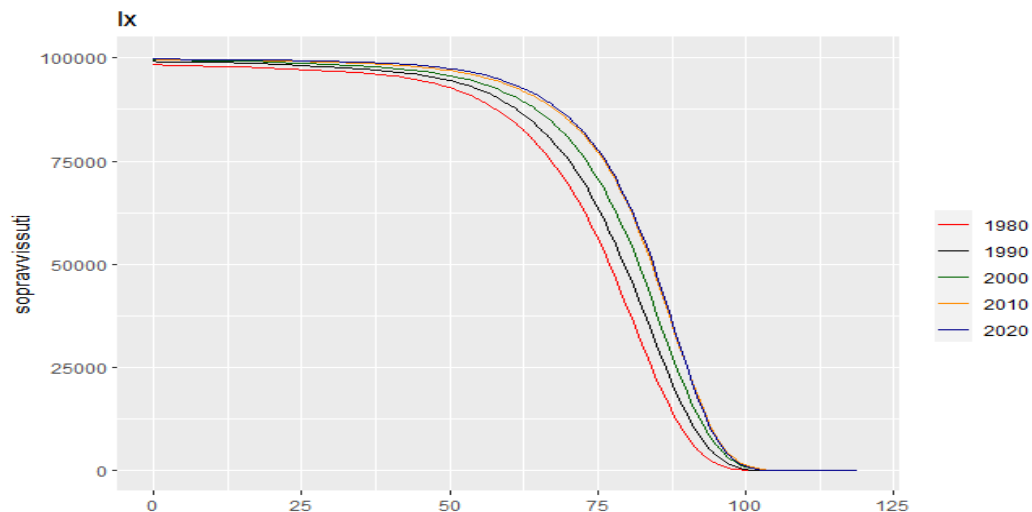
Dato queste preliminari significati vediamo come si è mossa nel tempo la curva dei decessi d_x che rappresenta il primo passo per verificare un andamento sempre più evidente verso una popolazione più “vecchia” da un lato e, come vedremo, con un tasso di ricambio ormai eroso. Ci tengo a precisare che i dati di questo capitolo sono tutti stati scaricati dal sito ISTAT ed elaborati tramite EXCELL e RSTUDIO e che verranno evidenziati gli anni a cadenza decennale dal 1980 al 2020, questa scelta è frutto del tentativo di migliorare la chiarezza dell’esposizione ed evidenziare in modo più preciso eventuali punti di interesse.



Come possiamo facilmente verificare è evidente che anche senza guardare a dati secolari possiamo costatare il fenomeno dell’espansione, cioè dello spostamento della moda della curva dei decessi sempre verso “destra”, cioè verso età più avanzate e con più concentrazione.

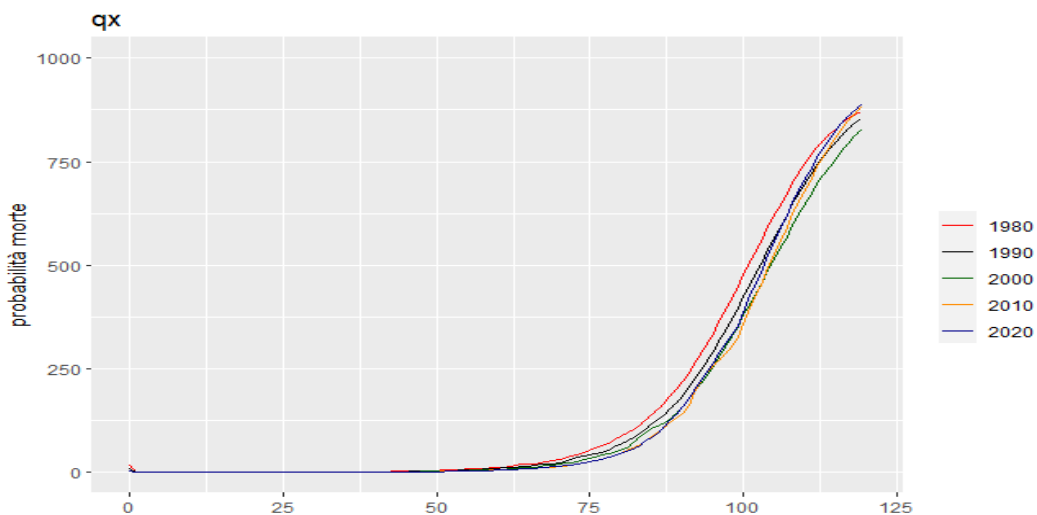
In questa analisi non sono state prese in considerazione le differenze tra i sessi in quanto per le analisi che verranno fatte in seguito non erano sempre disponibili i dati divisi per genere, da qui la scelta di rappresentare i dati in formato aggregato ma con la consapevolezza che in certe aree la differenza di genere ha il suo peso, in particolare è stimato che, per esempio, l’aspettativa di vita per le donne sia pari a 85,97 anni e per gli uomini invece di 81,90, chiaramente differenti aspettative di vita rappresentano differenti modi di essere esposti a determinate condizioni e per questo ritengo quindi di poter definire questi dati “aggregati”.

Abbiamo appena rappresentato il fenomeno dell’espansione in modo empirico tramite la distribuzione della mortalità, adesso allo stesso modo forniamo una rappresentazione del processo di rettangolarizzazione tramite la distribuzione della curva dei sopravvissenti:

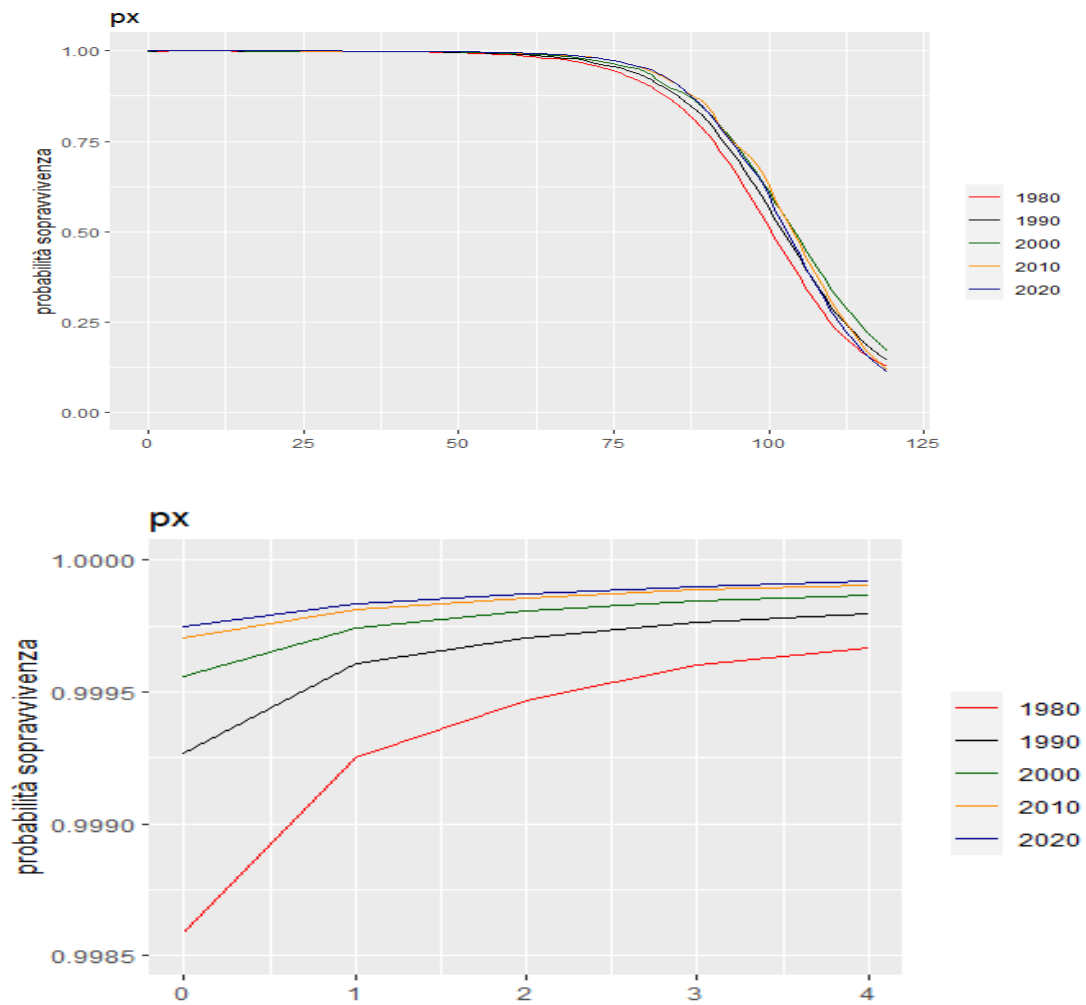


Da qui possiamo evidenziare la differenza di “ripidità” della curva di sopravvivenza tra il 1980 e i quattro anni successivi presi in considerazione, da qui possiamo ben capire perché un nome tanto “particolare”.

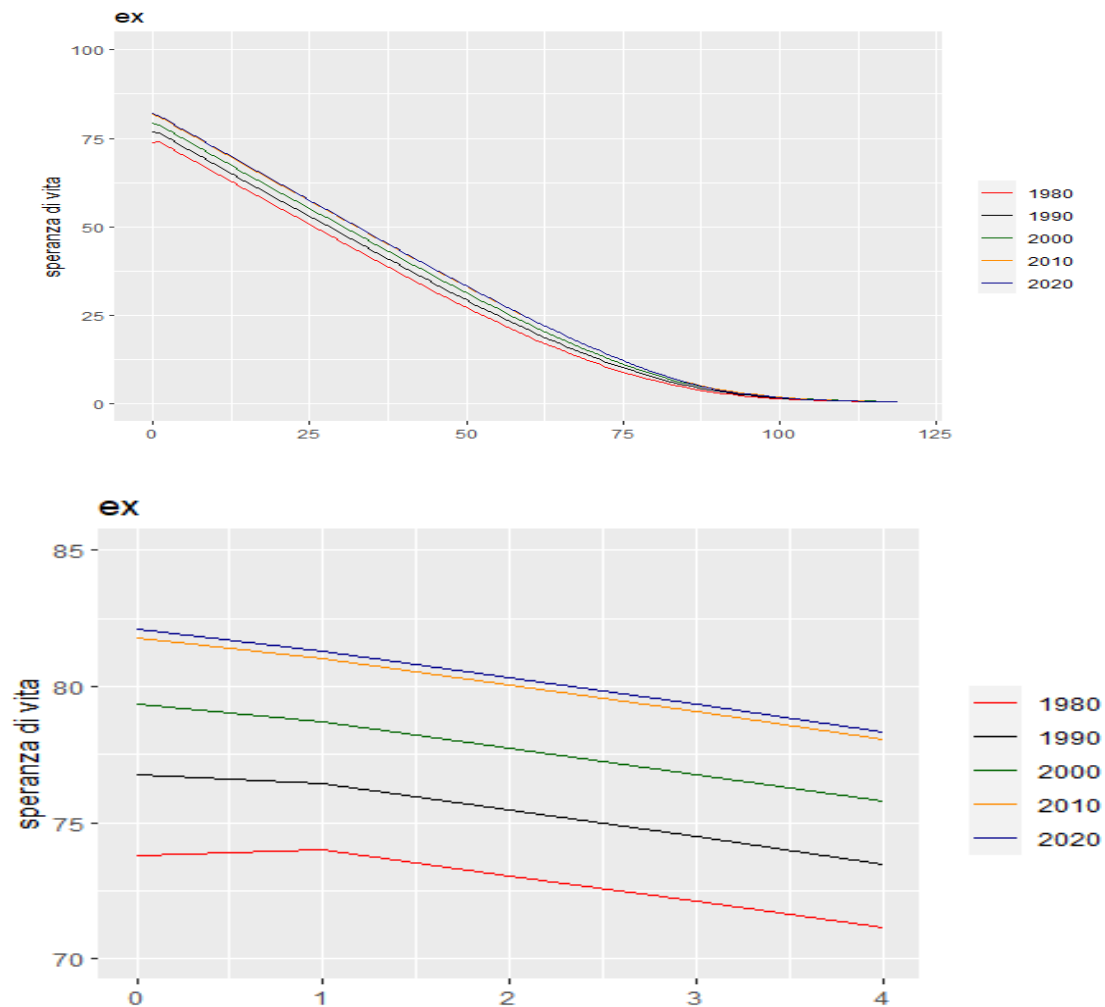
Proseguendo con la nostra analisi possiamo mettere in evidenza altri avanzamenti dei parametri della tavola di mortalità ponendo quindi l’attenzione al medesimo “problema” ma da altri punti di vista, di seguito è riportata la curva della probabilità di morte:



Anche qui possiamo capire come la probabilità di morire sia chiaramente diminuita sia alla nascita che ad età più avanzate, proprio parlando di nascita possiamo mettere in evidenza la probabilità di sopravvivenza sia alla nascita che a tutte le età



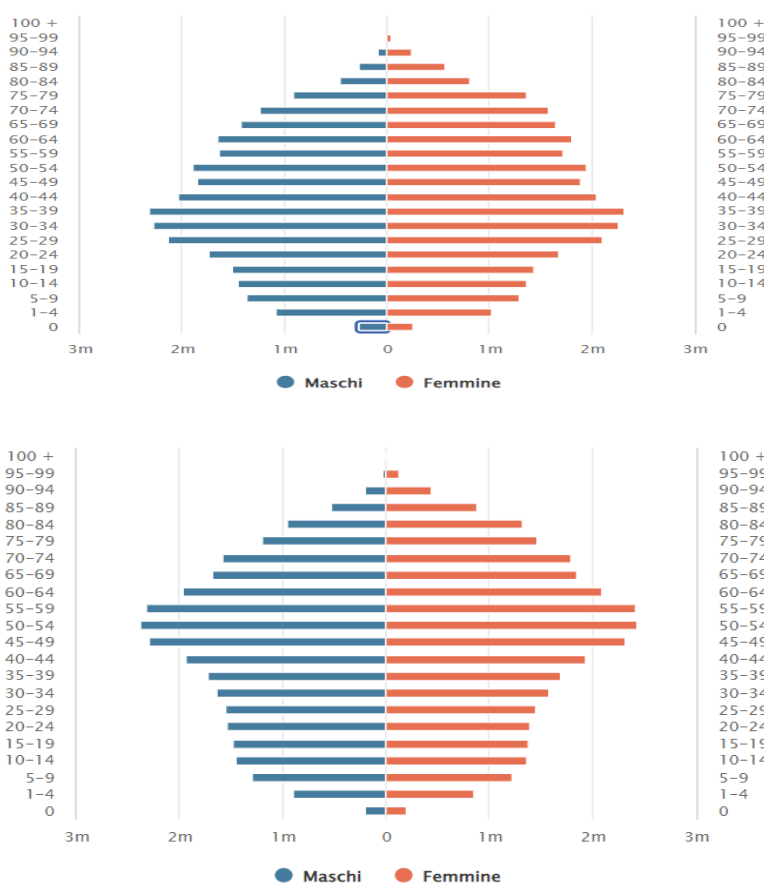
Nella figura sopra notiamo in modo speculare alla curva della probabilità di morte come la probabilità di sopravvivenza si sia incrementata a tutte le età rispetto al 1980 e come sia soprattutto avanzata anche per i primi quattro anni di vita. In conclusione, andiamo a mettere in evidenza l'andamento dell'aspettativa di vita sia alla nascita che per tutte le età:



Dalle figure notiamo come l'aspettativa di vita abbia raggiunto a tutte le età un notevole traguardo toccando, alla nascita, 82,3 anni, su questo dato però dobbiamo fare una piccola riflessione, è noto a tutti che nel 2020 ci sia stato un notevole, purtroppo, aumento della mortalità (soprattutto in età elevate) che ha prodotto come ben sappiamo danni ingenti sul nostro sistema sociale, chiaramente nelle tavole di mortalità è evidente che se paragonati i dati tra 2019 e 2020 ci sia una variazione negativa, non a caso nel 2019 l'aspettativa di vita era pari a 83,6 anni (contro gli 82,3 nel 2020 sopracitati) per poi nel 2021 risalire a 82,9 anni, questa piccola ma importante digressione serve per puntualizzare il fatto che le analisi, e la consapevolezza dello scrittore, chiaramente tengono in considerazione l'evento avverso che si è manifestato ma allo stesso tempo evidenziare proprio il 2020 serve comunque a far capire che il fenomeno al centro della tesi, nonostante la pandemia da Covid-19, è comunque ben evidente e immune a "scossoni" sui parametri presi in questione, ad ogni modo questa affermazione potrà confermarla o sfatarla solo il tempo dato che sicuramente avrà delle implicazioni di lungo termine proprio sulla mortalità, per questo bisognerà prima andare a capire se saranno dei così detti effetti collaterali come il long-covid a portare a nuovi cicli di mobilità e quindi

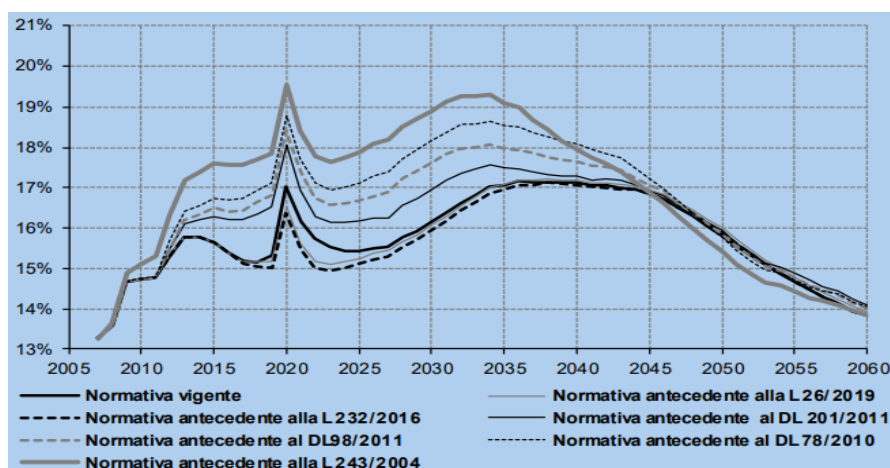
invalidità sui soggetti più fragili o la non realizzazione di una sperata crescita economica strutturale, chiaramente come sopracitato è ancora presto per poter fare delle previsioni su questi temi e comunque la tesi approfondisce, in seguito, anche alcuni di questi aspetti.

Ad ora abbiamo messo in evidenza come dal 1980 ad oggi i trend demografici mostrino un chiaro miglioramento delle condizioni di vita, se si volesse fare un riassunto, che hanno portato le classi di età più elevate a “rimandare”, rispetto ai loro predecessori quarantennali, il momento di uscita dalla classe dei sopravvissuti, i motivi precisi per cui a livello aggregato si è arrivati a questo processo congiunto di rettangolarizzazione ed espansione è imputabile in modo evidente agli sviluppi che la medicina ha presentato al mondo, agli standard di vita delle persone in età avanzate e alle migliori condizioni di lavoro che la generazione in questione ha goduto. Ci si può chiedere perché adesso ci sia tanto interesse da parte dei demografi, istituzioni pubbliche e assicurazioni verso questo processo che si può quasi definire “naturale”, la risposta sorge nel momento in cui si guarda attentamente all’andamento non solo delle età avanzate ma a quelle più giovani, di seguito riporto il confronto tra la piramide dell’età tra il 2002 e il 2020:



Queste due immagini rappresentano l'incidenza delle classi di età (divise per sesso) sul totale della popolazione italiana, la differenza tra la prima e la seconda immagine concettualmente è dato dallo spostamento in quasi 20 anni della classe modale verso età più avanzate e della minore incidenza di persone in età compresa tra 1 e 34 anni, questo squilibrio però deve sempre rilasciare i suoi frutti (negativi) ma rappresenta la tendenza che questo paese ha intrapreso portando nel giro di decenni la massa della popolazione ad essere dipendente della sfera pubblica, ovvero l'uscita dal mercato del lavoro e l'ingresso nell'età pensionabile, non dobbiamo però confonderci sul punto di vista in cui guardare al problema, in Italia i pensionati non svolgono solo un ruolo di carico per le spese pubbliche ma anche una funzione di integrità sociale che si manifesta nel sostentamento della famiglia qualora c'è ne fosse bisogno, il punto quindi non sta solo sulla punta della piramide ma, piuttosto, maggiore attenzione e risorse vanno concentrate sul versante opposto, la natalità in Italia su base annua che nel 2008 aveva visto toccare la quota record per questo secolo è passata da 576 mila nati nell'anno in questione a 420 mila unità nel 2019 seguendo un trend negativo costante, se il valore assoluto molto spesso non è il modo migliore per approcciarsi ad un problema possiamo comunque analizzare il tasso di fecondità che esprime il numero medio di figli per donna in una determinata popolazione, nel 2019 questo tasso ha rilasciato un valore pari a 1,126 per gli italiani e 1,271 per gli stranieri residenti in Italia, quest'ultimi nel 2003 hanno raggiunto quasi la soglia del ricambio generazionale (fissata a 2 figli per donna) che garantisce la non decrescita della popolazione, toccando quota 1,977 contro 1,3 degli italiani, da qui emerge in modo plastico l'apporto che l'immigrazione può dare per spingere la natalità.

Torniamo alla domanda che ci siamo posti precedentemente sul perché dell'interessamento di questo fenomeno da parte delle istituzioni. Non ci siamo soffermati sul chiederci perché questo dovrebbe interessare proprio noi cittadini e come una cosa tanto "piccola" possa influire sulle nostre vite e soprattutto sul futuro, per poter rispondere è importante mostrare le previsioni ISTAT in merito alla spesa pensionistica su diversi scenari:



Questo grafico è stato scaricato dalla nota di aggiornamento al DEF 2021 in cui si cercava una sintesi di medio-lungo periodo sulle tendenze del sistema pensionistico e socio-sanitario, in particolare qui viene evidenziata la dipendenza tra la quota di spesa pensionistica e le riforme messe in essere dai governi precedenti e come questi siano in fine gli unici a poter modellare questo trend e renderlo più o meno di attrito per una generazione piuttosto che per un'altra, inoltre viene fatto notare la tendenza (il movimento della curva) quasi indipendente nella forma ma dipendente appunto nella quota di spesa, questo è frutto appunto di previsioni che danno il nostro paese da qui al 2060 (e oltre ma non ci dilunghiamo) con una popolazione di circa 50 milioni di abitanti nello scenario mediano ma che segue comunque un andamento negativo ma meno "ripido" anche nello scenario più estremo positivo (statisticamente improbabile), notiamo dal grafico che tolto un punto di massimo isolato registrato nel 2020 a quota 17% (effetto dalle riforme appena emanate un anno prima e della pandemia da Covid-19) si ipotizza di tornare a quote simili e in modo costante a partire dal 2035 circa, questa data associata a questa quota di spesa, se pur può scostarsi di pochi anni, non appare del tutto improbabile se guardiamo appunto alla piramide dell'età sopra menzionata, non solo però per quantità di persone che si avvicinano all'età pensionabile ma anche, se vogliamo, per qualità, si ricorda che nel 1995 fu messa in atto la così detta riforma Dini, dal nome del ministro Lamberto Dini, (non ci interessa la struttura della riforma nel complesso ma ci serve descriverla per arrivare al punto della questione) che introduce per la prima volta e in modo strutturale il sistema contributivo all'interno del nostro sistema pensionistico a ripartizione, precedentemente a questa riforma era presente esclusivamente il sistema retributivo dove l'assegno pensionistico veniva erogato sulla base del 70% circa della media degli stipendi ricevuti negli ultimi 10 anni prima dell'età pensionabile; in particolare, e qui si arriva a capire perché proprio il 2035 circa, venne introdotto, per coloro che alla data di avvio della riforma avevano già accumulato meno 18 anni di contributi (quindi nel periodo 1977-1995), il così detto sistema misto, ovvero che il calcolo dell'effettiva pensione futura percepita dipenda per il 50% dai contributi versati e per il rimanente 50% dal proprio reddito, qui capiamo in definitiva che ancora questa sacca di lavoratori che nel 1995 aveva accumulato parte di questi 18 anni di contributi sono ancora in parte oggi occupati o nella fascia del pre-pensionamento e si aspettano di percepire una pensione più alta rispetto al sistema contributivo puro, quindi con un calcolo veloce notiamo che gli ultimi lavoratori che avevano nel 1995 i requisiti per accedere al sistema misto, prendendo in considerazione la legge n. 197/2022 che introduce la facoltà di uscita anticipata con 62 anni di età e 41 di contributi, potranno andare in pensione con tale sistema proprio nel 2035 circa, questo spiega anche la crescita costante che si genera per arrivare a quelle quote di spesa dato che il peso della quota contributiva dipende direttamente dagli anni lavorati tra il 1977 e il 1995. Chiaramente queste stime sono frutto di un lavoro approfondito sulla struttura del sistema ma non a livello quantitativo ma

comunque serve per prendere consapevolezza che una ripresa della spesa pensionistica a livelli record non è solo realistica per via di fattori puramente demografici ma anche in parte (da capire quanto) da fattori legislativi che creano, come notiamo, nel lungo periodo comunque delle ripercussioni.

Abbiamo messo in evidenza fino ad ora non solo l'aspetto storico del processo di rettangolarizzazione ma anche i possibili effetti macro che ci si può aspettare su istituzioni e cittadini, non abbiamo ancora però trattato l'aspetto fondamentale della questione e cioè di come siamo arrivati a tali risultati demografici e che tipo di strumenti finanziari sono stati introdotti di seguito, cercheremo nei capitoli successivi di dare delle risposte tramite la rappresentazione dell'andamento della qualità di vita nel tempo, discutendo modelli demografici e osservando come si sono mosse le variabili che rendono più o meno probabile la mortalità in tutte le età.

CAPITOLO 2.

Il Modello Lee-Carter

Introduzione

Come citato nel capitolo precedente l'analisi sulla mortalità suscita un discreto interesse per variegati agenti economici, per le istituzioni pubbliche in materia di spesa sanitaria e previdenziale, per i cittadini in quanto essi stessi protagonisti dell'analisi e in particolare è diventata una questione chiave nel ramo assicurativo, in quest'ultimo di fatto vengono attuati vari modelli di previsione per gestire il così detto longevity-risk, ovvero il rischio che la durata effettiva della vita media risulti più lunga di quella inizialmente ipotizzata, sotto questi interrogativi è stato sviluppato un modello che si pone l'obiettivo di prevedere i futuri tassi di mortalità-

1.1 Modello Lee-Carter

il modello lee-Carter è stato introdotto nel 1992 sul "Journal of the American Statistical Association" e parte da un presupposto storico, ovvero prende in considerazione una serie storica e da questa estrapola un trend prendendo in esame eventuali regolarità. Capiamo da questa prima rappresentazione che questo modello non incorpora in se variabili di natura medica, economica o sociale ma puramente su come il fenomeno si è evoluto in passato. In primo luogo, Ronald D. Lee e Lawrence R. Carter propongono di descrivere il logaritmo del tasso centrale di mortalità come una combinazione lineare dei parametri espressi dall'equazione:

$$\ln m_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

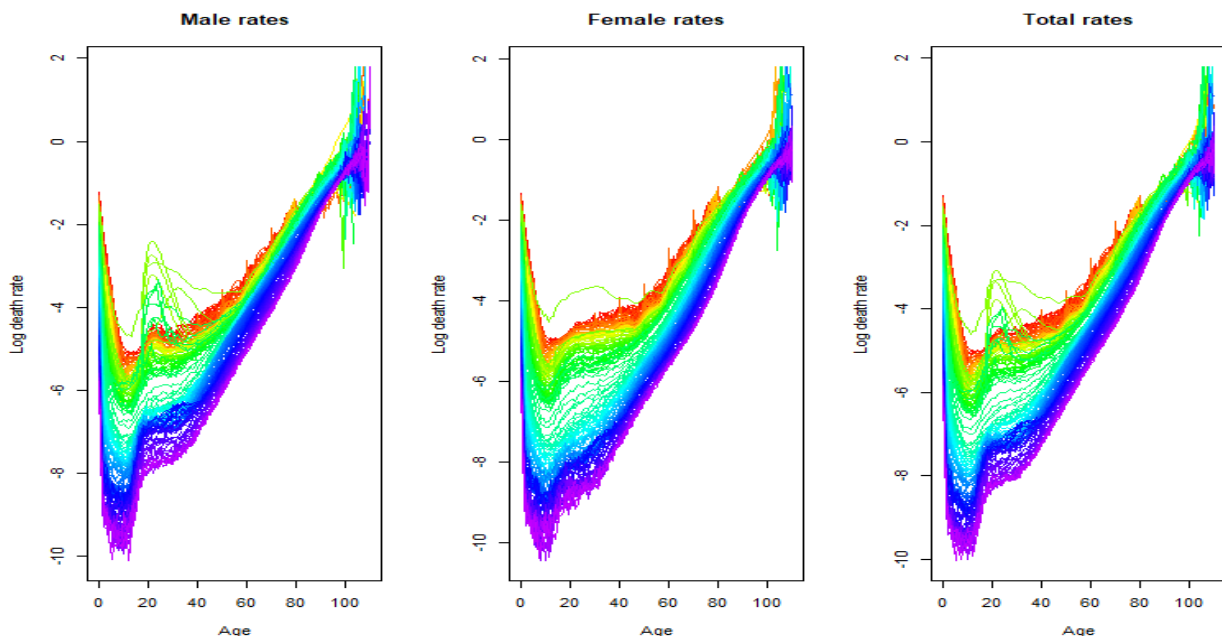
Il tasso centrale di mortalità in questo modello è definito come il rapporto tra il numero di decessi $D(x,t)$ e il numero di persone esposte al rischio $E(x,t)$ ottenuto come il numero di persone viventi durante l'anno t , a_x rappresenta il logaritmo della media geometrica dei tassi di mortalità empirici e descrive la forma generale della mortalità secondo le diverse età, e^{ax} infatti rappresenta la forma generale per età del programma di mortalità, b_x ci spiega come i tassi diminuiscono rapidamente o lentamente in risposta al cambiamento di k_t , il quale è un indice del livello di mortalità, in particolare b_x può essere negativo per alcune età indicando che la mortalità a quelle età tende ad aumentare quando cade ad altre età, il quale non sembra accadere nel lungo periodo. Quando k è lineare nel tempo, la mortalità a ogni età cambia al proprio tasso esponenziale costante, come k va all'infinito

negativo ogni tasso specifico per età va a 0 e di conseguenza tassi di mortalità negativi non possono susseguirsi in questo modello. Il termine di errore $\varepsilon_{x,t}$ con media 0 e varianza σ_t^2 riflette particolari influenze storiche non catturate dal modello. Mediante una procedura di stima basata sul SVD (singular value decomposition) gli autori attuano una normalizzazione in

$\sum_x b_x = 1 ; \sum_t k_t = 0$. da questa imposizione di vincoli e grazie al fatto che il tasso centrale di mortalità m_{xt} è direttamente osservabile dalle tavole di sopravvivenza si possono così determinare i parametri a_x e k_t , inoltre b_x è ottenibile tramite una semplice regressione. La probabilità di sopravvivenza a un anno all'età x durante l'anno solare è espressa dalla seguente equazione, la quale presuppone che la forza di mortalità costante sia compresa tra $[x, x+t)$ e che $\mu_x \sim m_x$, cioè che la forza di mortalità sia da approssimare al tasso centrale di mortalità $p_x = \exp(-\mu_{x,t}) \sim \exp(-m_{x,t})$.

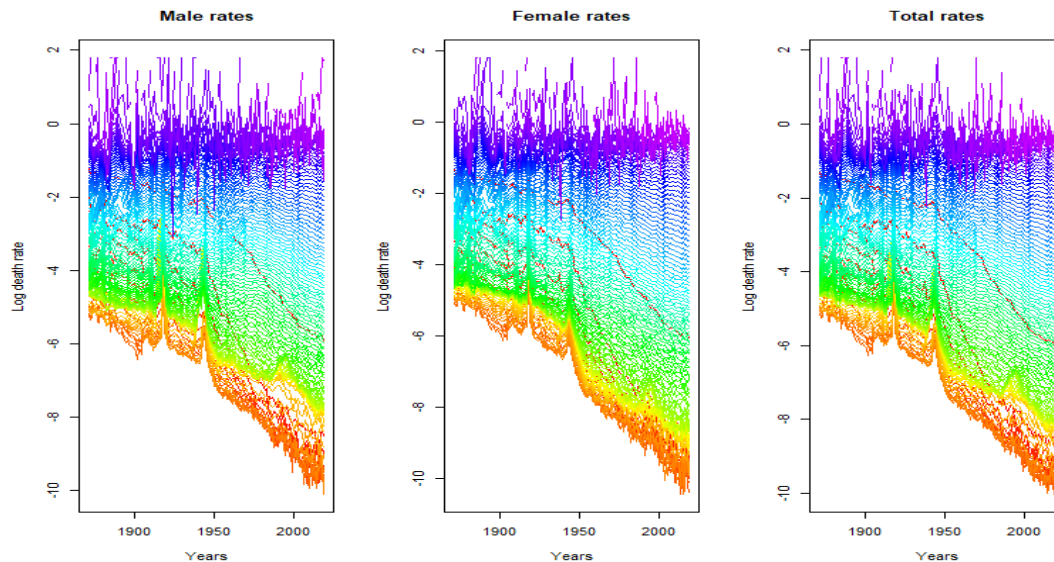
1.2 Applicazione su dati italiani

arrivati a questo punto e dopo aver definito il modello proposto possiamo applicare il tutto sui dati italiani, tramite software RSTUDIO abbiamo scaricato la library “demography” che ci consente di accedere ai dati HMD (Human Mortality Database) direttamente. Prima di tutto diamo una rappresentazione storica dei tassi di mortalità osservati dal 1872 al 2019 per classi d'età

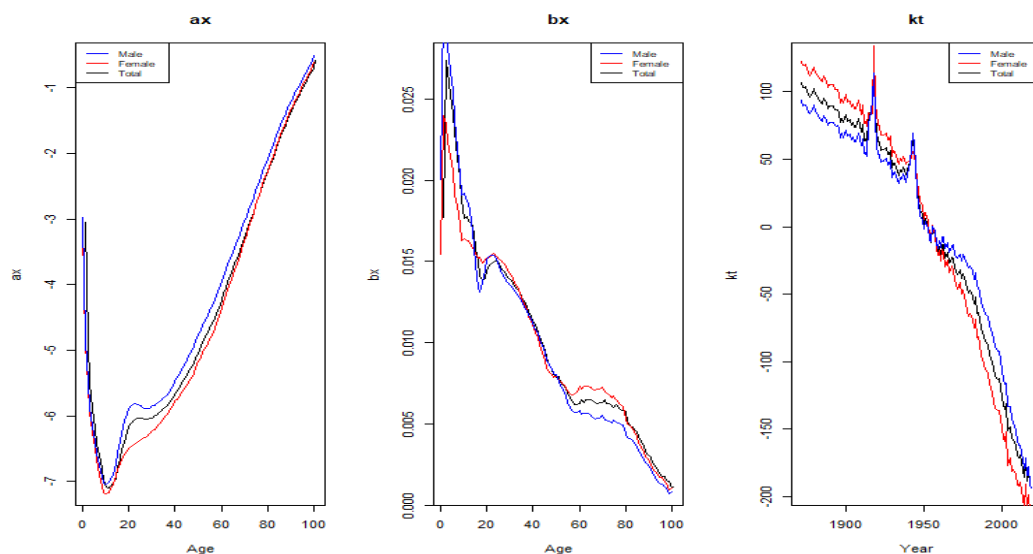


Le 3 figure soprastanti rappresentano i tassi di mortalità osservati su entrambi i sessi (le prime due) e sul dato aggregato (terza figura), le linee di colore rosso rappresentano gli anni prossimi al 1872, che si distinguono per tassi di mortalità più elevati, e piano piano che scendiamo troviamo i valori degli

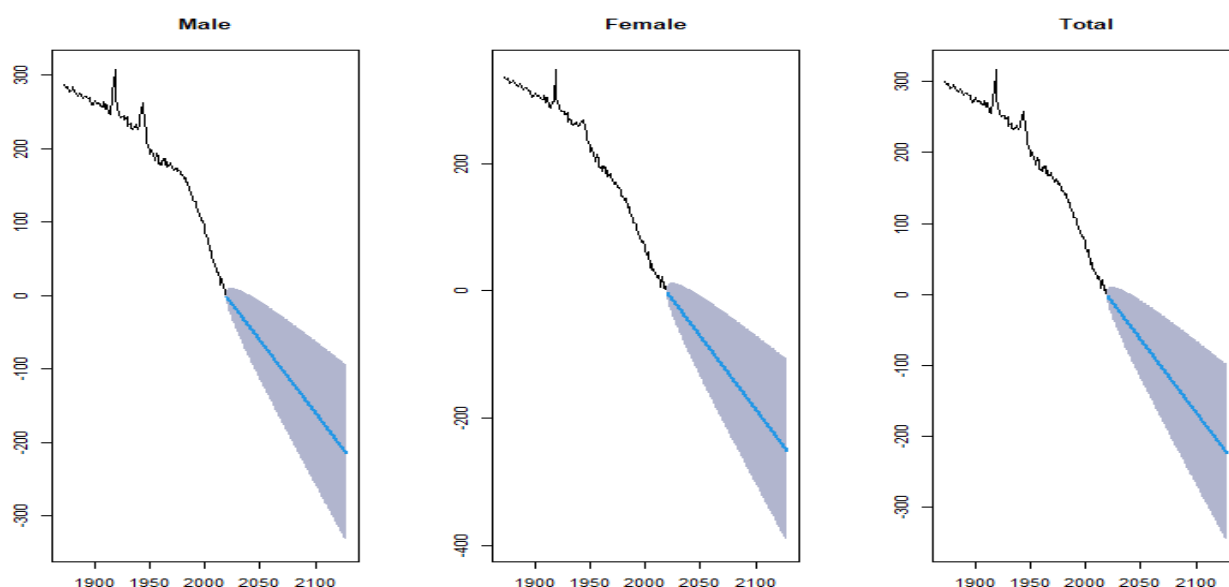
anni successivi fino ad arrivare alle linee di colore viola che rappresentano gli anni prossimi al 2019. Possiamo evidenziare il fenomeno anche dal punto di vista dell'età arrivando chiaramente alla medesima conclusione per cui la mortalità ha un rapporto inverso con l'avanzare del periodo storico.



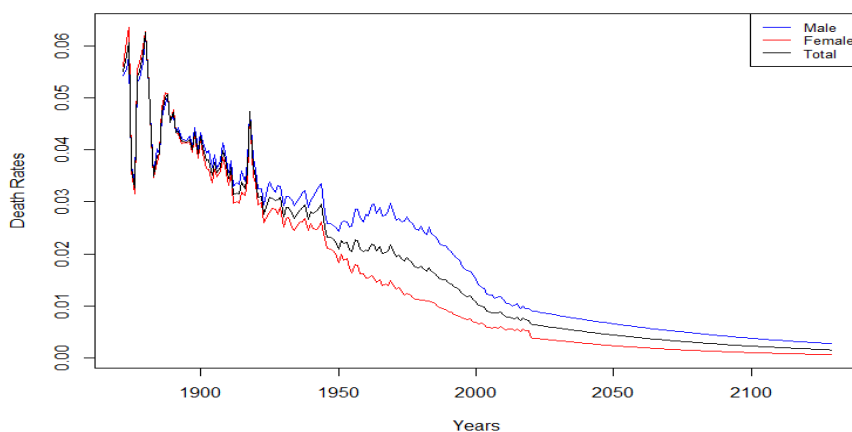
la figura evidenzia come il tasso di mortalità per ogni età si è mosso nei diversi anni, in particolare notiamo che le linee di colore viola più alte sui grafici siano imputabili ad età più avanzate e quelle di colore rosso all'età infantile, da questi grafici si evince, in modo più chiaro rispetto ai precedenti, come la mortalità in età prematura ci abbia messo praticamente un secolo per allontanarsi dai tassi di mortalità di classi di età elevate. In conclusione a questa analisi storica preliminare notiamo come i tassi di mortalità siano in calo ad ogni età nel periodo che parte dal 1872 al 2019. A questo punto, tramite la funzione "lca" possiamo determinare i valori dei parametri stimati a_x , b_x , e k_t



Come previsto, nella prima figura a sinistra, la mortalità media (a_x) per entrambi i sessi cresce all'aumentare dell'età, in questo grafico possiamo notare una piccola gobba di mortalità per i maschi di età compresa tra 20 e 30 anni, questo fa capo a uno dei tre aspetti al centro della tesi di cui abbiamo parlato nel primo capitolo, ovvero il “Young mortality hump”, un particolare caso di dispersione di mortalità nelle fasce dei giovani adulti. b_x mostra un valore maggiore per le età più giovani e nella fascia di età 60-80 una gobba più accentuata per le donne, infine k_t come previsto è decrescente rispetto all'incremento del tempo. Adesso tramite la library “forecast” possiamo proiettare il parametro k_t



Rispetto alla figura precedente (terzo grafico a destra) non cambia molto se non il fatto che k_t è stato riscaldato a zero in prossimità dell'ultimo dato osservabile, per il resto questa è una previsione suddivisa per sesso (prime due figure) e poi aggregata (terza figura). Questa proiezione ci serve per passare ora alla previsione dei tassi di mortalità adattati su una popolazione di 65 anni



Quest'ultimo grafico rappresenta la conclusione dell'analisi sui dati italiani tramite il modello Lee-Carter, in particolare qui è evidente come il miglioramento dell'aspettativa di vita sia costante nel tempo e di conseguenza come il tasso di mortalità tenda, in proiezione, a valori prossimi allo zero per persone di età pari a 65 anni. Abbiamo condotto quest'ultima analisi su un'età non casuale, se si prende in considerazione infatti il periodo dal 1980 ad oggi, come abbiamo fatto nelle analisi del primo capitolo, possiamo notare una convergenza a tassi di mortalità significativamente bassi, questo ci dà una rappresentazione ulteriore del fenomeno di rettangolarizzazione sia in chiave storica che in prospettiva.

CAPITOLO 3.

Il Modello Gompertz

Introduzione

In questo capitolo analizzeremo un ulteriore modello applicabile al fenomeno della mortalità, il c.d. modello di Gompertz, il quale cerca di rappresentare la funzione di rischio nel tempo relativamente alla morte di un individuo con l'avanzamento dell'età. Il modello in questione nasce nel 1825 e presuppone che l'incremento relativo del rischio (la derivata del rischio sul rischio stesso) rimanga costante, da tale assunzione si ottiene una crescita della propensione a subire l'evento nel tempo di tipo esponenziale, il quale si rivela particolarmente adatta a rappresentare la forza di mortalità in età adulta e anziana. Le variabili prese in considerazione in questo capitolo sono fornite dal HMD (human mortality database).

1.1 Il Modello Gompertz

Come abbiamo sopracitato questo modello ipotizza che la forza di mortalità μ_x incrementi esponenzialmente con il tempo, l'equazione quindi è presto definita come:

$$M_x = \alpha \exp(\beta t)$$

Dove x è l'età e M_x è la sostituzione di m_x , ovvero del tasso di mortalità rilasciato dalle tavole di mortalità il quale è la forma istantanea della forza di mortalità μ_x , questa variabile è data da il rapporto tra il numero di morti in valore assoluto (D_x) ogni cinque anni dall'età x all'età $x+4$ ($x=40,45,\dots,95$) e il numero di persone esposte al rischio (K_x) nel solito gruppo di età, quindi:

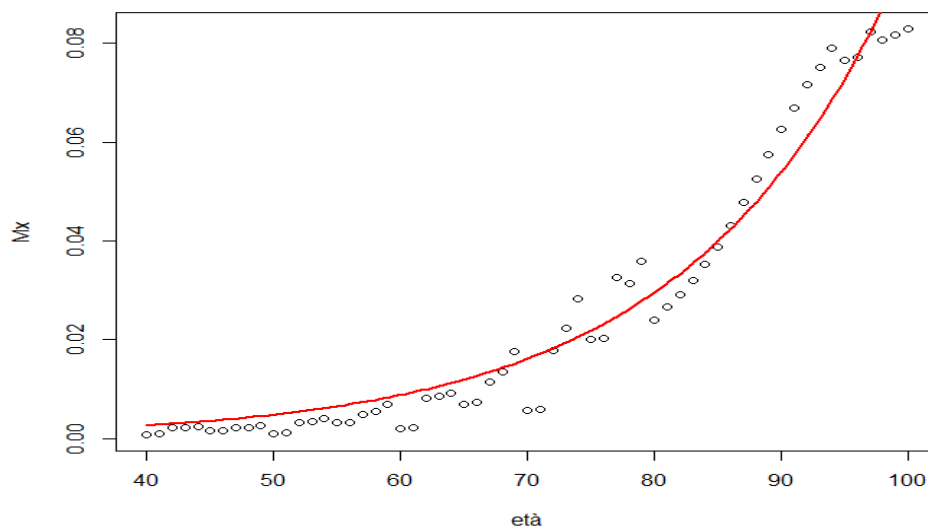
$$M_x = D_x / K_x$$

E questo prende il nome di tasso di mortalità. Precisiamo prima di continuare che questo modello prende in considerazione solo l'età compresa tra 40 e 100 anni in quanto si presta poco a rappresentare prematuri tassi di mortalità essendo un modello esponenziale. Tornando al modello i due parametri α e β rappresentano rispettivamente il livello iniziale di mortalità e l'incremento del tasso di mortalità ad ogni età. Adesso che abbiamo definito il modello possiamo passare alla stima dei parametri con l'obiettivo di verificare se dagli anni 80 ad oggi:

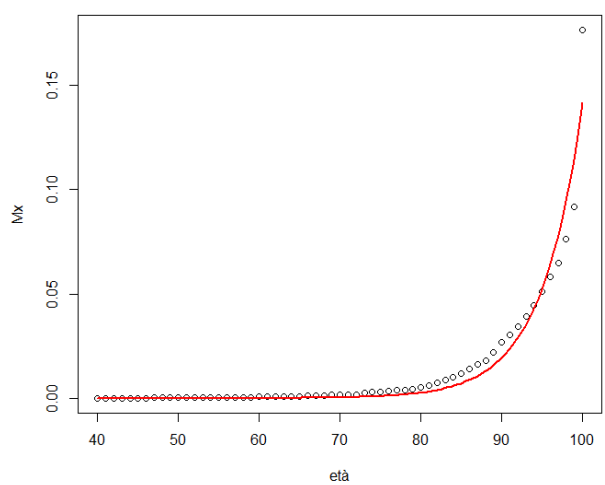
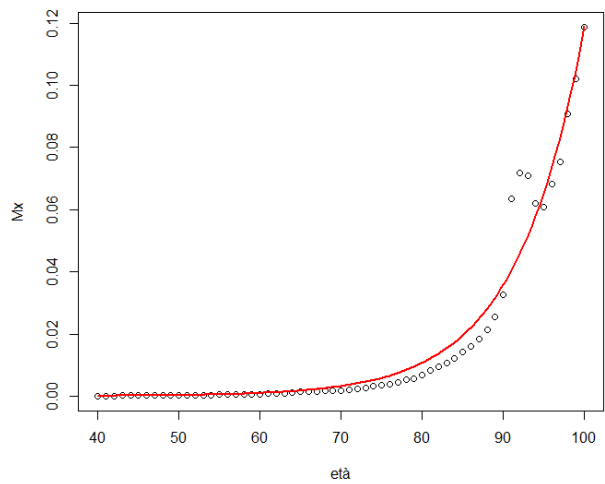
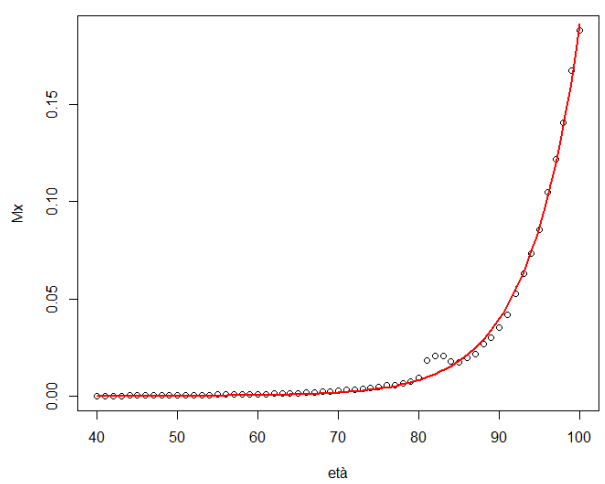
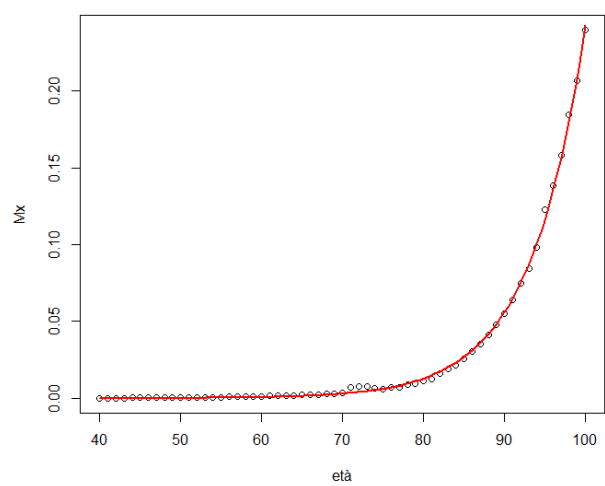
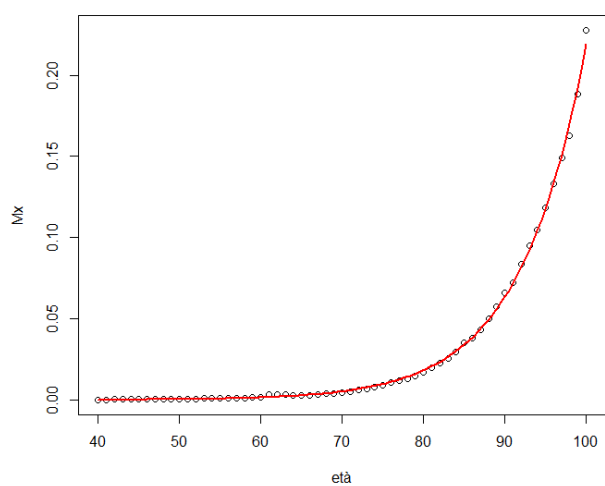
- 1- Il parametro β ha visto un incremento più o meno lineare conseguenza appunto del processo di rettangolarizzazione che questa tesi tenta di descrivere;
- 2- I parametri α e β sono tra loro correlati inversamente appunto a causa di uno spostamento verso età più avanzate della mortalità media

1.2 Stima dei parametri

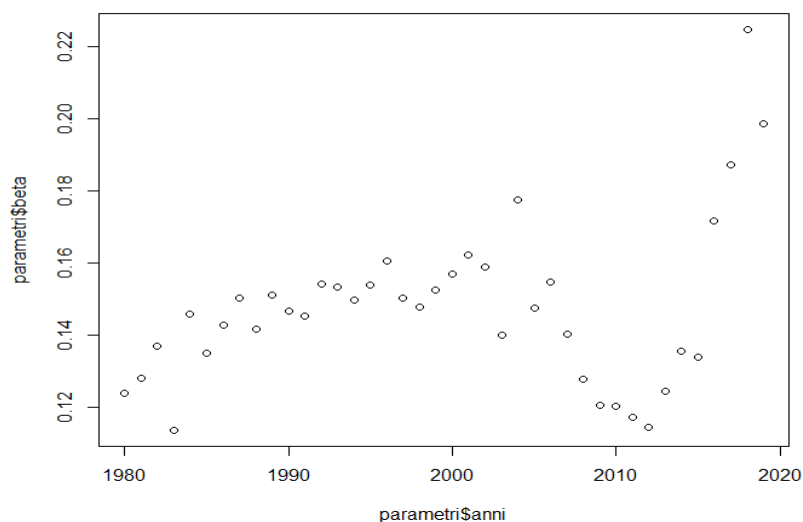
sfruttando come di consueto il software Rstudio possiamo andare a ricavare i parametri e cercare di descriverli, prima di tutto mostriamo una prima applicazione sui dati risalenti al 1872 e vediamo se questo modello può rappresentarci in prima battuta la mortalità in tempi così lontani



Vediamo come il tasso di mortalità abbia chiaramente una forma esponenziale ma con un certo grado di dispersione dovuto sia a errori statistici ma anche e soprattutto ad un livello di aleatorietà della mortalità più elevato, questo ci serve per porre un confronto con i dati più recenti, più precisamente prenderemo in considerazione tutti i dati dal 1980 al 2019 e li rappresenteremo in forma grafica a cadenza decennale:

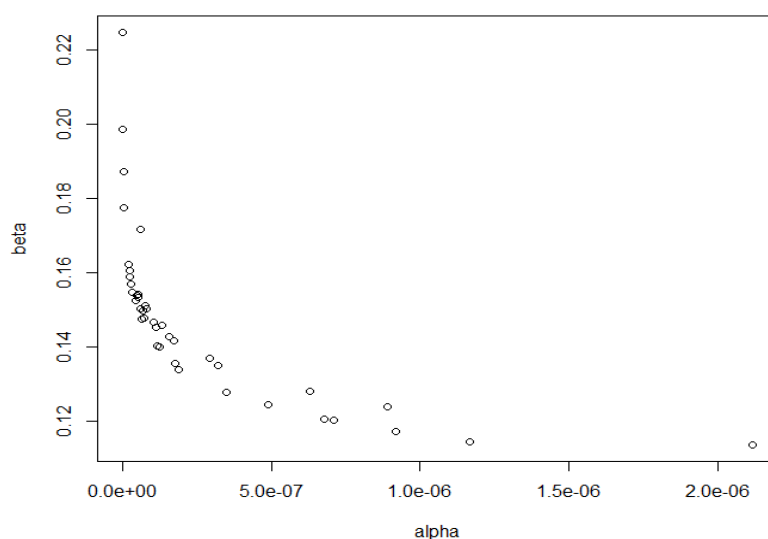


Le 5 figure rappresentano l'evoluzione del tasso di mortalità negli anni 1980, 1990, 200, 2010 e 2019, come possiamo notare la differenza rispetto al modello su base 1872 ci dà una prima idea del fatto che effettivamente il modello riesca a catturare l'espansione dell'aspettativa di vita che quindi si manifesta con "l'abbassamento" della curva ad ogni età, altre cose possono essere notate come un appiattimento della curva su tassi di mortalità prossimi a zero fino a 65 anni (come mostrato nel modello Lee-carter del capitolo precedente) e un rapido incremento in età più avanzate sintomo quindi di un β presumibilmente in espansione. Si fa notare che se si guarda attentamente si può carpire una lieve gobba che si sposta di anno in anno con l'avanzare del tempo, questo effetto di trasporto è dovuto probabilmente al concentrato decesso di una coorte di individui in un'età precisa, questo fenomeno trova significato probabilmente se si vanno a considerare le condizioni di salute in media età con cui sono arrivate quelle coorti nell'età della vecchiaia, si può per esempio supporre che le condizioni di lavoro e di esposizione a malattie croniche che hanno dovuto sopportare determinate classi dopo la metà del XX secolo siano state un fattore comune a molti individui e che quindi si siano create queste "sacche" di elevato rischio di mortalità in età adulta. Proseguendo con l'analisi del modello ci siamo posti prima due punti da dover verificare, di conseguenza dopo aver effettuato una stima dei parametri (non priva di errore) possiamo dare una rappresentazione di come si è mosso nel tempo il parametro β



Nella figura sopra possiamo notare il movimento tendenzialmente crescente del parametro β , abbiamo così verificato il primo punto, ovvero un incremento nel tempo del parametro che spiega quindi in parte l'effetto rettangolarizzazione. Ci tengo a precisare in merito a questa rappresentazione che l'idea dello studio del parametro deriva dalla lettura di un paper (Models for estimating empirical Gompertz mortality: With

an application to evolution of the Gompertzian slope; Tzu Han Tai, Andrew Noymer) pubblicato su *the society of population ecology* il 5 marzo 2018 dove si utilizza anche il modello in questione e con la medesima tecnica si dà una stima dei parametri, i risultati di quella ricerca sono coerenti con i risultati della tesi dove viene appunto evidenziata una crescita del parametro in questione per effetto del processo di rettangolarizzazione. Passando ora al secondo quesito che ci siamo posti dobbiamo verificare se i due parametri sono tra loro correlati negativamente, di seguito daremo una rappresentazione grafica del fenomeno



Come possiamo notare il modello rilascia la correlazione inversa che cercavamo. Adesso prima di concludere il capitolo ho necessità di dover dare alcune precisazioni, dall'analisi condotta possiamo confermare che abbiamo verificato i due quesiti che ci siamo posti in precedenza potendo così confermare, anche con questo modello, che il fenomeno di rettangolarizzazione sia un processo reale, il punto però è che a differenza del paper sopracitato, dove si prende in considerazione un arco temporale che parte nel 1872, sto applicando un modello che probabilmente è più indicato per analizzare il fenomeno della mortalità in un arco temporale più ampio e che ha il rischio altrimenti di catturare effetti distorsivi che in un'analisi più allargata non si verificherebbero, o quanto meno non si noterebbero, in conclusione è facoltà dello scrittore mettere in luce la possibile forzata applicazione del modello che trova giustificazione solo nel fatto che effettivamente il processo, essendo reale, ha bisogno di una rappresentazione anche modellistica.

CAPITOLO 4.

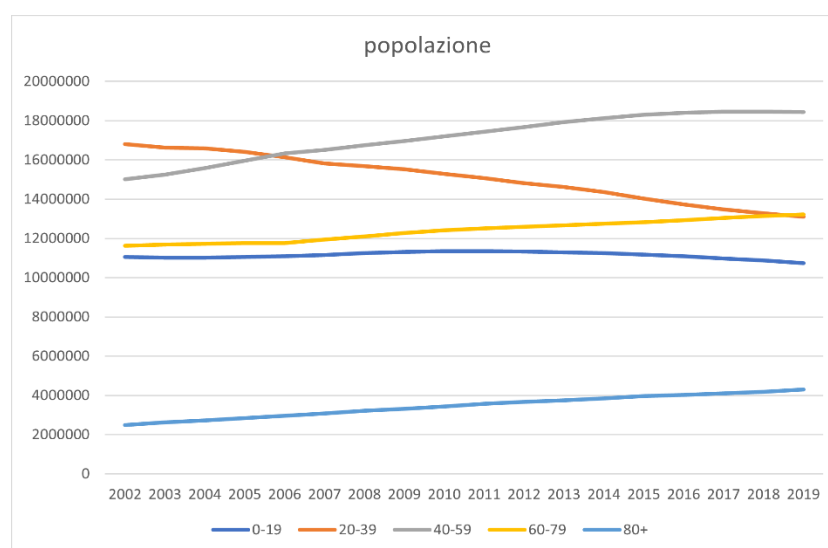
Verso Una Teoria Dell’Invecchiamento

Introduzione

Nel romanzo breve di Horace McCoy troviamo Gloria, la protagonista della storia, una giovane donna collocata nella California della grande depressione che si iscrive a una sfiancante maratona di ballo con la speranza di vincere e portarsi a casa dei soldi che le farebbero comodo, perdente e sconsolata inizia a ragionare su un dettaglio non del tutto irrilevante, soprattutto ai fini della nostra “complessa” analisi. “la cosa che mi suona strana” dice Gloria al suo compagno di maratona “è quanto siano tutti interessati alla vita e così poco alla morte. Perché quei capoccioni di scienziati diventano matti a cercare di prolungare la vita, invece di trovare qualche maniera piacevole di morire? Sai quanta gente ci dev’essere, al mondo, come me? Gente che vorrebbe farla finita, ma non ne ha il fegato...” per Gloria la maratona finisce in un lieto fine, un colpo di pistola dritto in testa. *Non si uccidono così anche i cavalli?* È un testo del 1953, da allora la scienza ha continuato incessantemente a progredire per allungare la vita il più possibile senza fare mai nulla sull’altro fronte. È proprio con questa introduzione filosofica sulla morte che introduciamo quella che può essere una teoria generale sull’invecchiamento lento (e doloroso) che processi moderni come la rettangolarizzazione hanno portato alla luce. Cercheremo a questo punto, dopo aver analizzato il problema dal punto di vista storico (capitolo 1) e dal punto di vista modellistico (capitoli 2 e 3), di capire cosa succede quando di fronte all’angoscia e dolore, che Gloria portava con sé, non si decide uscire da questo vortice come la protagonista del romanzo. Vedremo come siano sorte negli ultimissimi decenni nuove patologie sintomo di una popolazione più vecchia, vedremo come la popolazione anziana sia tormentata da più patologie pregresse simultaneamente e come sia quindi più complicato cercare di prevedere le aspettative di vita delle persone anziane, contrariamente a quanto si possa pensare. Ho la necessità di fare quest’ultima avvertenza in quanto se rimando il lettore alla prima figura mostrata in questa tesi ricorderà come la curva dei decessi stia prendendo una forma sempre più “concentrata”, il che può far pensare ad una maggiore precisione e riduzione di casualità della morte rispetto al passato, questo in realtà non è del tutto vero, o almeno, per quanto sia esplicitamente più concentrata, la morte, ha una casualità sempre più alta data appunto dalle maggiori possibilità che un individuo ha di morire, si potrebbe quasi definire una lotteria delle cause di morte, questo è forse il fulcro del seguente capitolo.

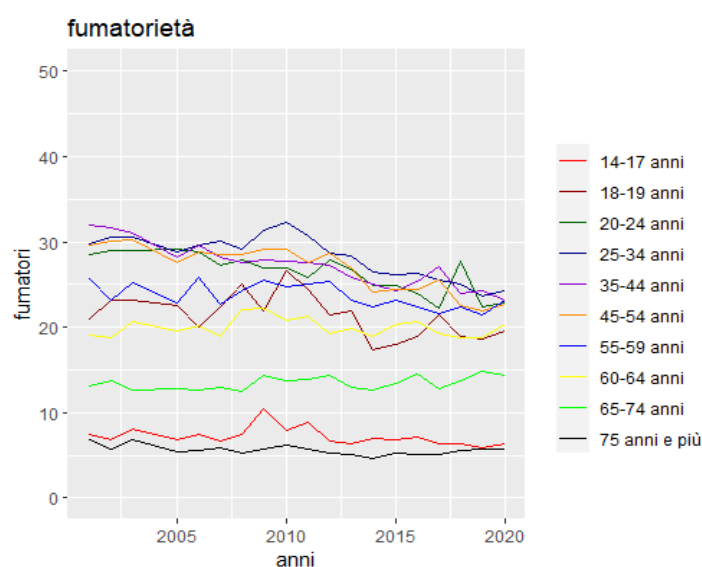
1.1 Teorie dell'invecchiamento e stili di vita

le principali teorie in merito alla speranza di vita, longevità e mortalità mostrano generalmente tendenze contraddittorie, non sempre il nesso invecchiamento-disabilità è evidente e questo, probabilmente, dipende da ragioni di natura socioeconomica, medica e contesto geografico. Un aumento della speranza di vita così incisivo come lo è stato in Italia porta con sé delle conseguenze per i diretti interessati, normalmente parleremo di espansione della morbilità e/o disabilità come allo stesso tempo di sviluppi medici e sociali in grado di attenuare le nuove patologie sorte proprio a causa dell'invecchiamento. Se prendiamo in considerazione i capitoli precedenti possiamo capire quanto si sia attenuata la mortalità infantile e quanto i traumi da incidente non siano più così diffusi, questo era sintomo di una popolazione decisamente più giovane e più fertile e per questo, aggiunto a diversi contesti socioeconomici, statisticamente l'incidenza di malattie derivanti dall'invecchiamento erano residuali. Come vedremo successivamente l'incidenza di patologie che riguardano soprattutto la popolazione over 65 come il Parkinson e Alzheimer è più che raddoppiata dal 2000 ad oggi, oltre a nuove patologie singol, troviamo un aumento del numero di malattie croniche pregresse per causa di morte.

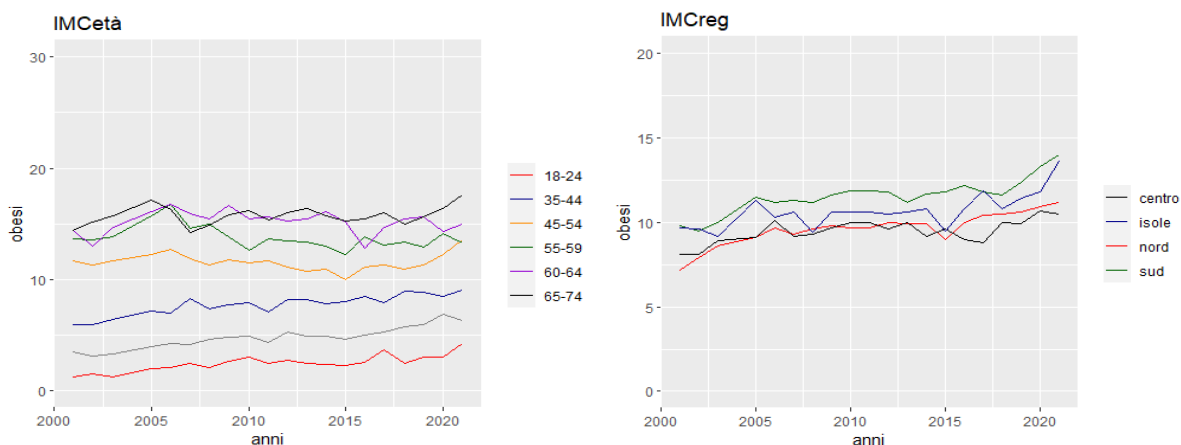


Il grafico in questione ci serve per introdurre il capitolo e dare al lettore la base su cui fare le future analisi, anche se non scopriamo nulla di nuovo capiamo con i numeri quanto sia plastico il processo di invecchiamento della popolazione italiana, la conseguenza di un boom di nascite nel post-guerra unito a un drastico ridimensionamento 60 anni dopo ha portato a questo squilibrio generazionale di cui sopra, non solo abbiamo le fasce di popolazione 65+ in netto aumento ma questo è unito ad una prospettiva di ulteriore accumulazione derivante dai 40-59 prossimi ad entrare nell'ultima coorte di età e per finire una scarsa base di nati e giovani fino a 35 anni. Come dicevo, non abbiamo detto nulla

di nuovo nella sostanza ma dato un'ulteriore contenuto alla questione e mettendo in luce come grandi coorti di età oggi saranno ancora più pesanti nei prossimi decenni, per collegare questa analisi allo stato di salute della popolazione dobbiamo cercare di capire come arriveranno a maggiore età le fasce ora intermedie, sappiamo, scattando una foto, come contraddittorio sia lo stato di una popolazione anziana nata e vissuta in un periodo di espansione economica netta ma con minore propensione alla prevenzione, per fare un esempio basti pensare al calo dei fumatori per tutte le età tranne che per i più anziani (che restano stabili) sintomo questo appunto di classi di età più previdenti.



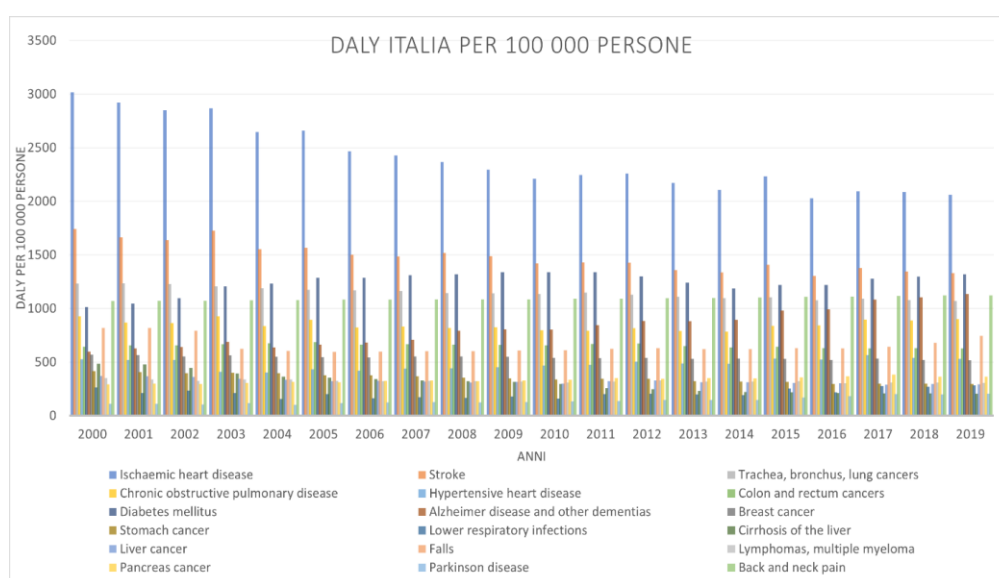
Qui sopra, come dicevo, è riportato graficamente dal 2000 ad oggi, grazie alle solite fonti ISTAT, come la prevenzione contro il fumo sia stata una politica efficace per quasi tutte le fasce di popolazione, questo ci dà un primo indizio se pur banale, la futura popolazione anziana ha un livello di prevenzione verso i vizi come il fumo più elevato rispetto a quanto non lo fosse la generazione precedente. Non solo il fumo, ma anche l'IMC (indice di massa corporea) può darci alcune informazioni in merito, come vedremo in realtà qui i dati sono meno confortanti e disegnano una propensione all'obesità e al sovrappeso per tutte le età e con picchi più alti nelle regioni meridionali, anche se in quelle settentrionali e centrali comunque notiamo un chiaro incremento dal 2000 ad oggi dei livelli di obesità.

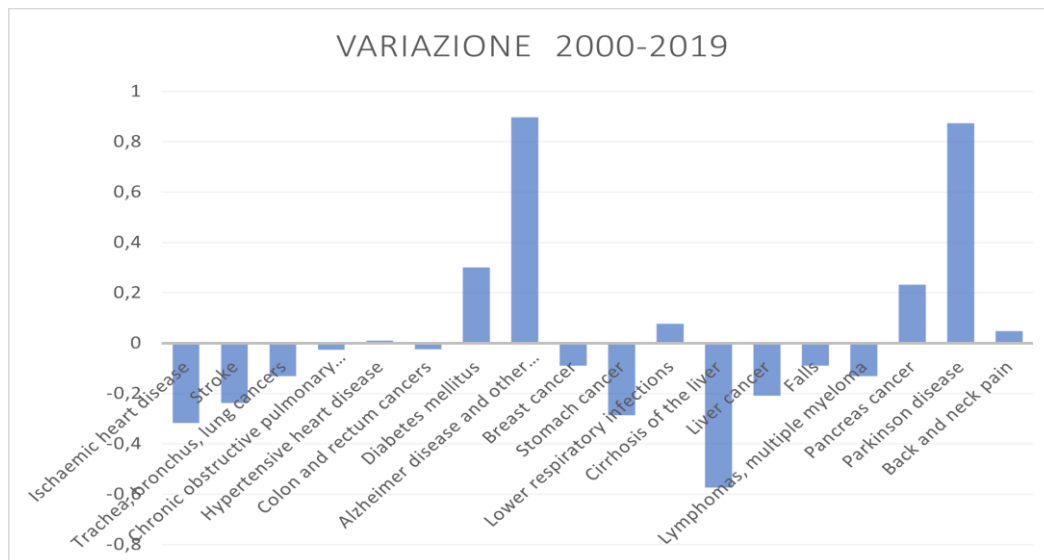


Ci tengo a far notare come la pandemia e con essa le restrizioni dovute alla gravità dell'oggetto in questione abbiamo inasprito il fenomeno di cui sopra, questo almeno dalle prime analisi ma dovremmo aspettare ancora qualche anno per capire se potrà essere considerato un aspetto transitorio o più strutturale. Abbiamo portato alla luce solo due aspetti della vita quotidiana, i quali possono essere in parte insignificanti, se confrontati alle moltitudini di rischi che ci assumiamo ogni giorno, ma che possono significare un punto di svolta tra la piena salute o meno per molte persone. il riassunto di questa prima analisi conoscitiva delle tendenze quotidiane delle varie classi di età è che per quanto in teoria, come dicevamo prima, la popolazione più giovane sia più aperta a forme di prevenzione, in pratica assistiamo ad un fenomeno di incremento dell'incidenza dell'obesità, la quale non solo espone molte persone al rischio di morte più frequente in Italia, ovvero le malattie del sistema circolatorio, ma è anche nel lungo periodo una forma di invalidità che porta così ad un deterioramento delle condizioni di vita nell'età anziana.

1.2 Disability-Adjusted Life Year

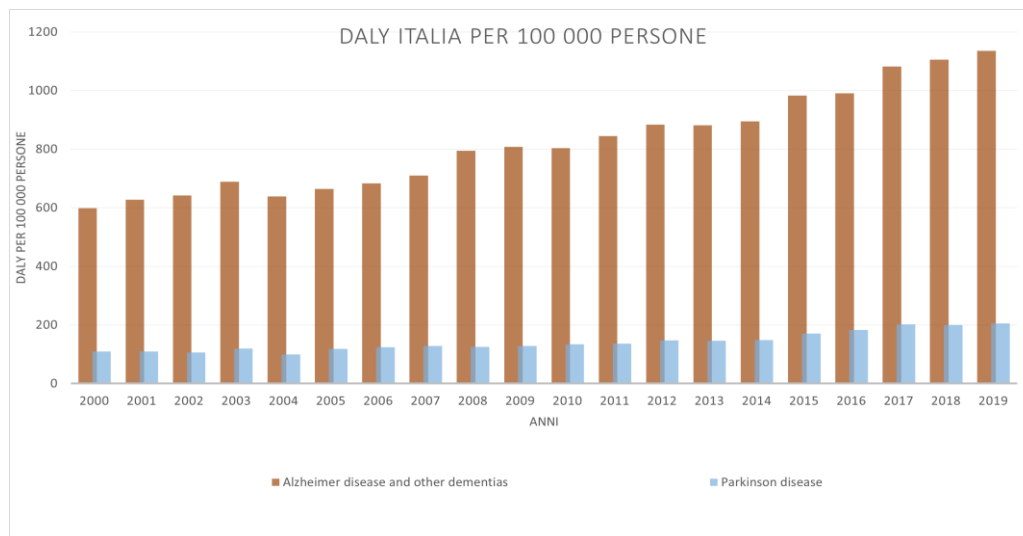
Come abbiamo visto nella sezione precedente esiste un serio rischio di trovare, in futuro, una popolazione anziana con diffusa invalidità derivante da squilibri alimentari, la manifestazione di patologie tali da indurre un individuo in uno stato invalidante in realtà non la troviamo solo con l'obesità ma esistono molti altri fattori di rischio che portano all'insorgenza di una grave situazione psico-fisica e quindi all'interdizione, in pratica queste invalidità non solo creano stati di disagio ma portano ad una perdita netta di anni potenzialmente da vivere. Da questa breve introduzione possiamo implementare all'interno della nostra analisi il così detto DALY (disability-adjusted life year), questo indicatore è una misura che esprime il numero di anni persi a causa di una malattia appunto, questo combina il “tempo” perso per morte prematura e il tempo vissuto in stati di salute non ottimali, genericamente definiti “disabilità”. Così cita un documento del world health organisation, istituto dal quale ho estratto i dati per questa analisi. Questo indicatore è una generalizzazione del PYLL (potential years of life lost) per includere la perdita di buona salute. Un DALY può essere considerato un anno perso di vita in salute e di conseguenza mortalità e morbidità sono combinati in un unico indicatore e questo aspetto quindi lo rende estremamente sintetico e puntuale, il DALY viene calcolato come la somma tra YLD (years lived with disability) e YLL (years of live lost), questa misura quindi tiene conto di uno o più fattori di rischio e ci fa capire che impatto hanno avuto nel corso della vita di una persona e se hanno avuto un incidenza nella morte prematura di essa. Fatta questa introduzione ho estrapolato dal sito WHO i dati italiani in merito e sintetizzati per fare il punto su come e quanto siano state incisive certe patologie dal 2000 al 2019 e se sono sorte nuove malattie invalidanti, il risultato è il seguente:





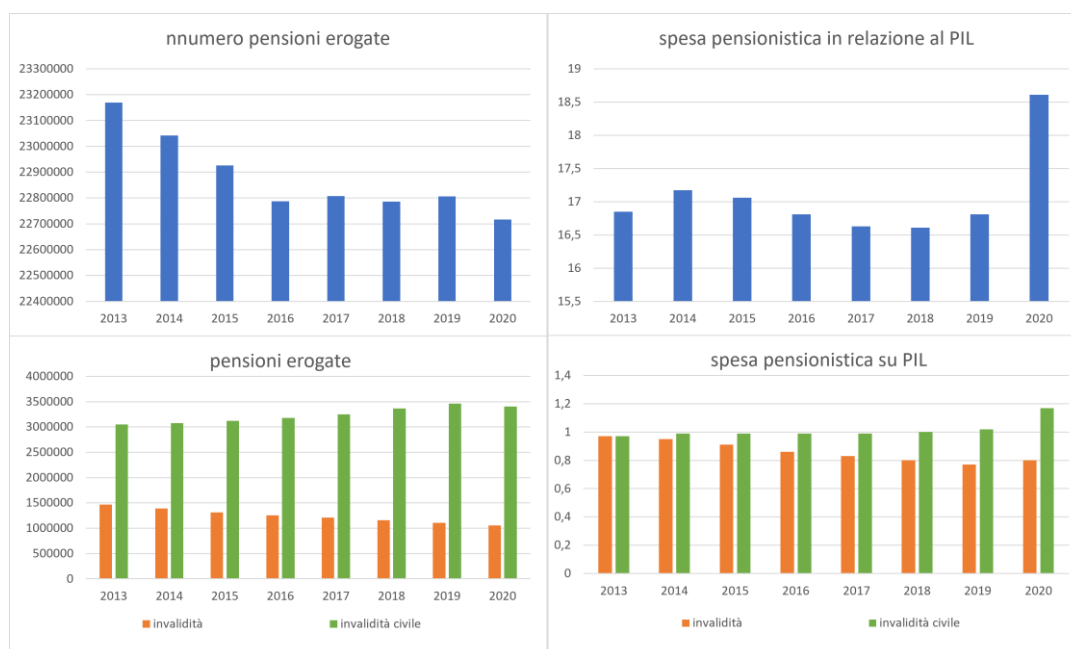
Ho riportato due immagini, ora cerchiamo in mezzo a questo mare di istogrammi di fare chiarezza. Innanzitutto, nella prima figura troviamo il DALY su dati italiani dal 2000 al 2019 su una popolazione di 100 000 abitanti, per ogni anno è evidenziata l'incidenza di ogni patologia, ciò che salta subito all'occhio è il dato sulla cardiopatia, questa è una patologia molto diffusa in tutto il mondo ed è causata da svariati fattori di rischio ed esposizione di cui non tratteremo adesso, in generale però ci interessa verificare quanto sia diffusa e dal grafico costatiamo che in 20 anni circa questa ha vissuto un graduale ridimensionamento, anche qui le cause di questo decremento possono essere molte e probabilmente congiunte, fattori culturali, medici, preventivi, economici, ecc... sono solo tessere di un puzzle che comunque ora non spetta a questa analisi comporre. Ad ogni modo, nel primo grafico oltre a questo punto, non riusciamo in modo chiaro ad identificare gli altri fattori di rischio e come questi si siano evoluti, per poter far fronte a questa confusione ho semplicemente allegato un ulteriore grafico, il secondo, con le variazioni percentuali dal 2000 al 2019 di ogni patologia di cui sopra, da questo possiamo arrivare a dare ulteriori ipotesi alla nostra tesi, in particolare sul fatto che il fenomeno dell'invecchiamento è recente ed estremamente reale anche nelle sue conseguenze, nel secondo grafico di fatto si notano solo due incrementi molto netti e sono relativi a quasi un raddoppio dell'incidenza di Alzheimer e Parkinson, le patologie di cui parlavamo nella sezione precedente e che sono diretta conseguenza dell'invecchiamento prolungato. Tornando un secondo a ciò di cui parlavamo nella prima sezione, possiamo notare un incremento dell'incidenza del diabete, coerentemente con la nostra analisi, causa di fatto dell'incremento del numero di persone in stato di obesità. Fatta questa piccola ma importante puntualizzazione ora è il momento di farne un'altra, più grande e di natura intuitiva, anche se la seconda immagine può darci l'idea di un'elevata diffusione di patologie invalidanti come l'Alzheimer e il Parkinson non dobbiamo confondere una variazione con

l'incidenza, di fatto per quanto l'incremento sia stato netto questo due patologie sono ancora “lontane” per essere considerate altamente diffuse.



Come si può notare in dettaglio, riportando la figura numero 1 ma filtrando solo per queste due patologie, siamo in una situazione di piena espansione ma non di incidenza tale da poterla classificare come “ampiamente diffusa”, certo comunque dobbiamo fare delle considerazioni a riguardo per dare il giusto contesto, la prima è che come abbiamo anticipato queste due colpiscono prevalentemente soggetti over 65, quindi una classe di popolazione in espansione ma pur sempre ridotta, questo però non ci deve portare all’idea che una bassa incidenza oggi non potrà portare a maggiore diffusione in futuro, chiaramente tutto dipende dalla popolazione a rischio in questione e dal suo peso, se prendiamo in esempio tutte le ipotesi che abbiamo fatto sull’allargamento della popolazione anziana possiamo presupporre che questo trend di crescita abbia tutti i motivi per continuare ad essere tale, anche se velocità e modi potrebbero dipendere da innumerevoli fattori.

Se troniamo a guardare al problema anche dal punto di vista delle istituzioni pubbliche possiamo fare una piccola analisi, partendo dai soliti dati ISTAT andiamo a quantificare come le pensioni per invalidità si siano evolute recentemente, per farlo però dobbiamo distinguere tra i requisiti di pensionamento per invalidità civile o meno, di fatto ci interessa di più il primo caso dato che riguarda tutti quei soggetti a cui è stato diagnosticato uno stato totale di inabilità lavorativa, l’assegno in questione viene considerato tale fino al compimento del 67 anno, da lì in poi viene definito assegno sociale. è utile anche precisare che gli invalidi civili possono essere tali anche a causa di situazioni che non riguardano precise patologie ma è possibile che si arrivi purtroppo a tale condizione dopo dei gravi incidenti sul lavoro o fuori, per questo il dato è in se parzialmente distorto ai fini della nostra analisi ma allo stesso tempo ci torna utile in quanto non considera i soggetti over 67, selezionando, se vogliamo, le coorti di persone prossime all’ingresso nell’età anziana.

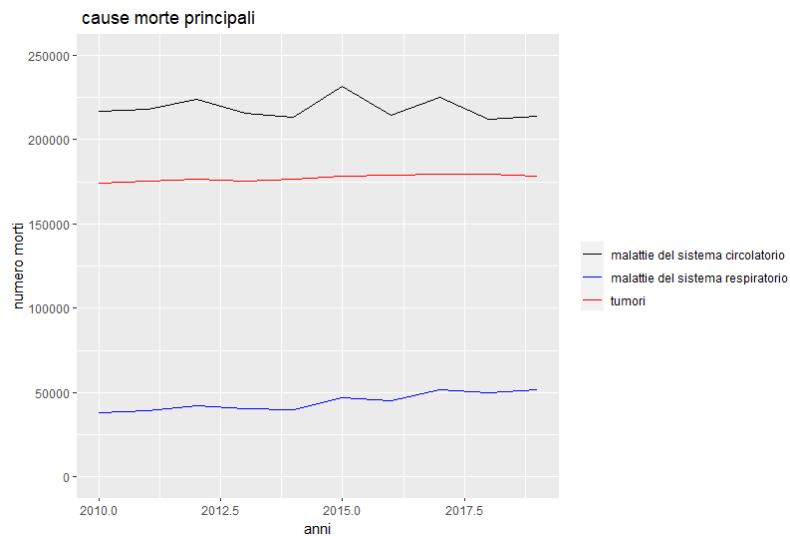


Dando uno sguardo ai primi due grafici, (istogrammi blu) essi rappresentano semplicemente il dato sulla spesa pensionistica e ci servono per fare un paragone con i grafici di sotto, i quali invece rappresentano il focus che cercavamo e ci evidenziano come da una parte ci sia stata una coerente discesa dell'erogazione degli assegni di invalidità generale ma dal lato degli assegni di invalidità civile il segno è positivo e inversamente correlato con la spesa generale. La precisazione che tengo a fare qui è che la percentuale, sulla spesa, di assegni di invalidità civile e non erogati è in misura molto modesta e per questo ci troviamo a fare un'analisi non troppo accurata come vorremmo del fenomeno, per non parlare del fatto che non si distinguono le cause dello stato di invalidità civile e per questo non sappiamo se può perfettamente legarsi con la nostra discussione, anche se allo stesso tempo abbiamo qui una rappresentazione di una piccola parte di popolazione non anziana con delle patologie o danni tali da escluderli dal mondo del lavoro e questo, anche se non ci evidenzia le cause, è un indicatore di come ci aspettiamo che possa evolversi in futuro un indicatore che tiene presente di questi parametri come il DALY.

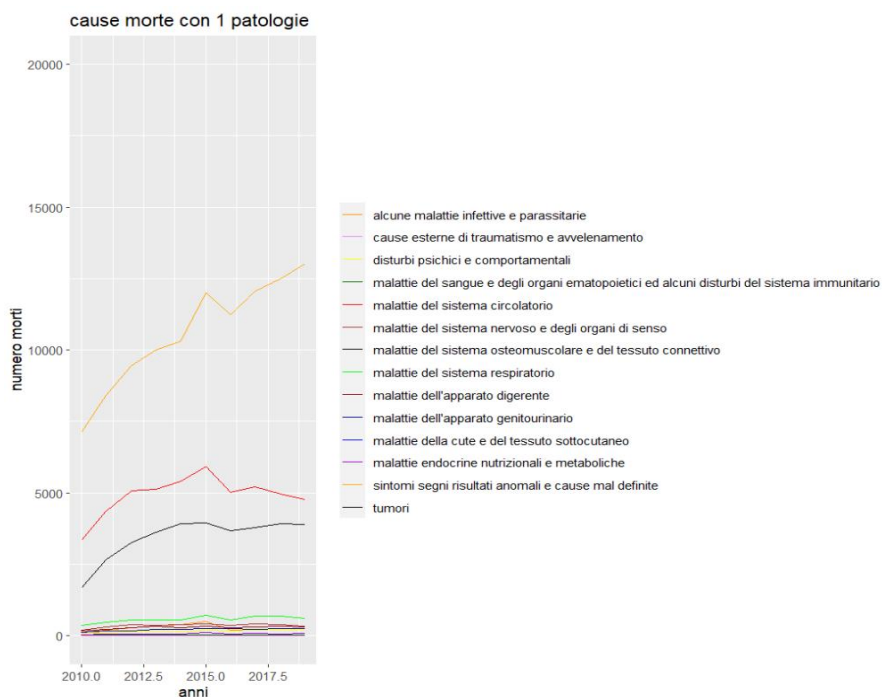
1.3 Cause di morte e patologie

in questa sezione facciamo un ulteriore approfondimento sulle cause di morte e andiamo a capire perché in quella bizzarra introduzione abbiamo parlato di incertezza nell'identificare la natura del decesso esatta, chiaramente non stiamo dicendo che la medicina non riesca a farlo ma stiamo solo cercando di far capire che il motivo del decesso oggi non è anche l'unica causa di sofferenza che accompagna un soggetto fino al decesso. In seguito, verranno riportati dei grafici estratti dal sito

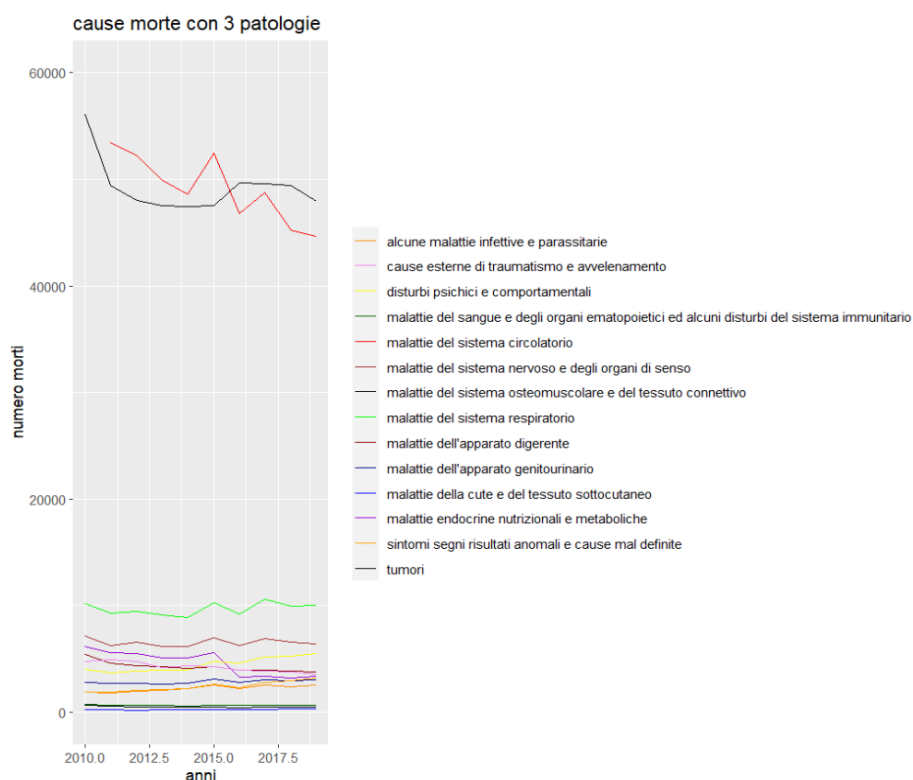
ISTAT che ci serviranno a far luce sulla questione, la prima cosa di cui dobbiamo trattare sono, appunto, le cause di morte, in particolari le principali tre più diffuse in Italia



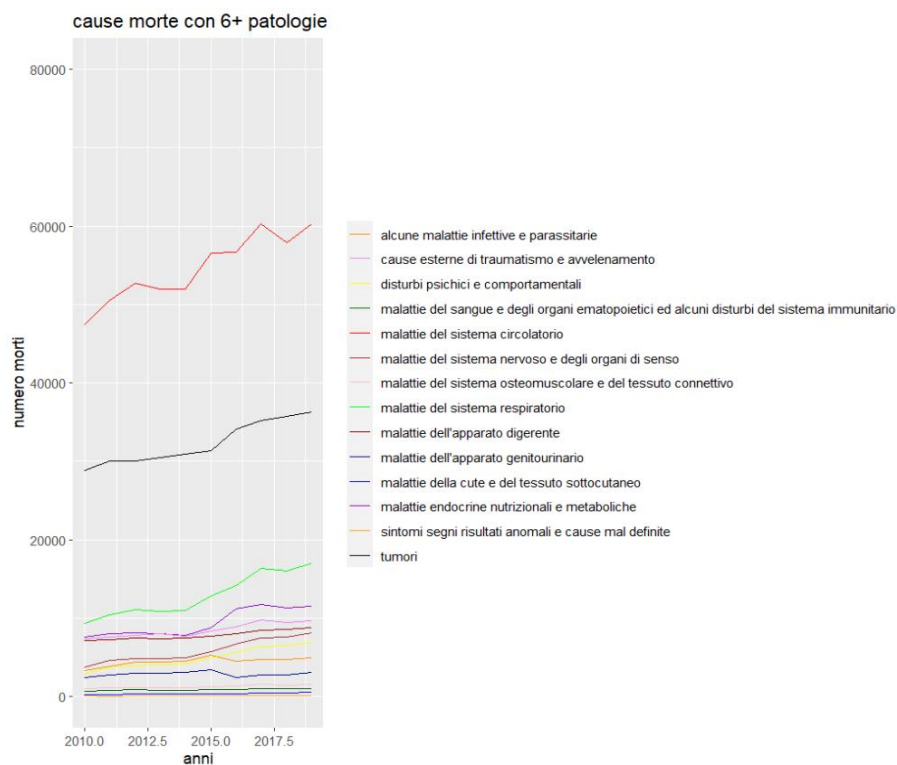
Qui vediamo come le principali 3 cause di morte siano le malattie del sistema circolatorio al primo posto, seguite dai tumori e le malattie del sistema respiratorio. Fatta questa “premessa” l’ISTAT ci offre il dato sul numero di patologie pregresse per ogni causa di morte, il che significa che possiamo sapere di quante patologie soffriva un soggetto al momento della morte e per causa di morte; quindi, prima di tutto mostriamo il grafico in merito a quante patologie pregresse vengono diagnosticate per ogni causa di morte, per rendere la cosa più chiara mostro di seguito il grafico che sottolinea la diffusione di mortalità con una sola patologia pregressa



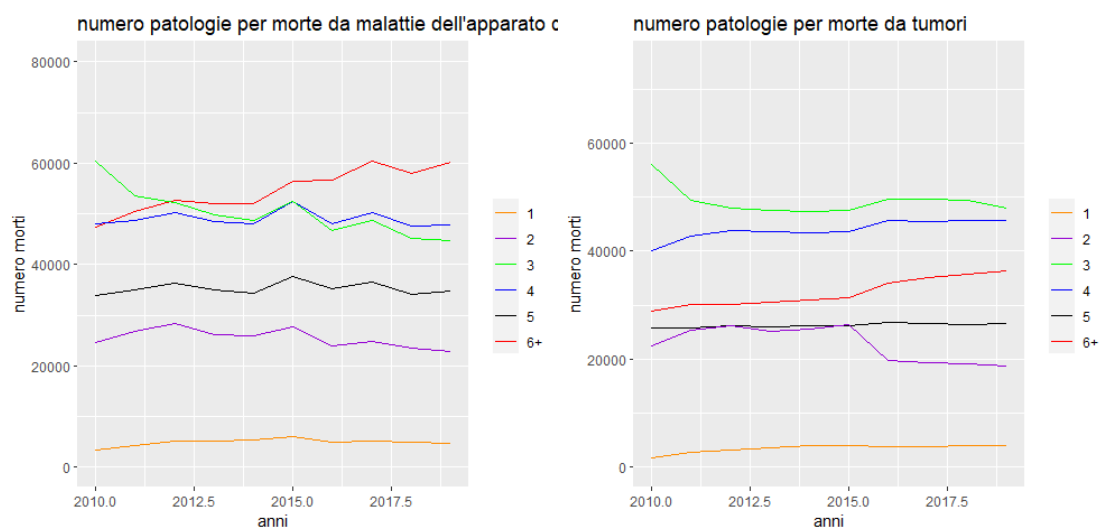
(dati in questione partono dal 2010 e arrivano al 2018), come possiamo notare in questo esempio le malattie infettive e parassitarie non necessitano prevalentemente di molte patologie per rendere fine alla vita di un soggetto, a mano a mano che aumentiamo il numero di patologie pregresse vedremo crescere proprio quelle principali cause di morte che abbiamo evidenziato nella prima figura di questa sezione, in particolare per tre patologie

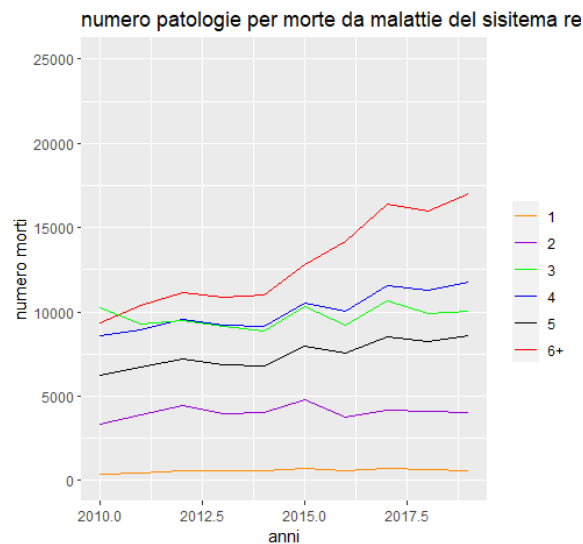


Già qui possiamo constatare come le malattie del sistema circolatorio negli ultimi anni abbiano ceduto il posto ai tumori nei casi di tre malattie pregresse, questo perché se ampliamo l'analisi a 6+ patologie notiamo come la principale causa di morte in Italia sia accompagnata da un alto numero di queste malattie.



Riassumendo, abbiamo stilato una classifica delle principali cause di morte, le quali contano più di 400 000 morti l'anno se sommati, e per ognuna di queste tre abbiamo constatato che è in atto un aumento del numero di patologie pregresse di cui soffre un soggetto. Possiamo anche dare un ulteriore dettaglio a questo ultimo punto, in particolare

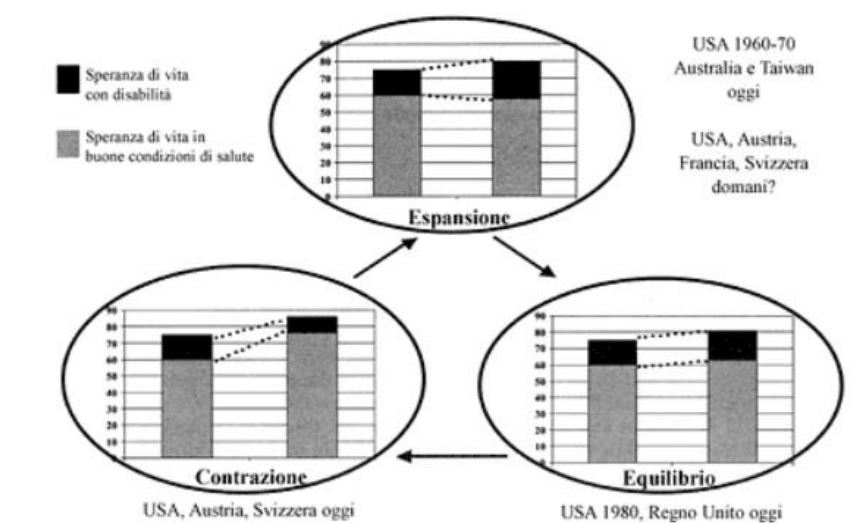




Queste tre figure rappresentano il numero di patologie per causa di morte, in questo caso possiamo andare a vedere per ognuna di queste cause quante patologie pregresse vengono diagnosticate prevalentemente ad ogni soggetto, per capire notiamo che per le malattie del sistema circolatorio e sistema respiratorio l'incidenza di 6+ malattie collegate è la più diffusa, a differenza dei tumori dove troviamo in media tre/quattro malattie. Fatte queste doverose premesse e strutturato l'analisi possiamo capire come invecchiamento, malattie croniche e mortalità si fondono. Intanto per cominciare, notiamo che per le patologie del sistema respiratorio, le quali hanno vissuto un incremento negli ultimi dieci anni, si nota una tendenza per cui il numero di 6+ patologie si distacca dalle restanti, la spiegazione quindi è che per le malattie del sistema respiratorio si assiste ad un crescente numero di malattie croniche annesse. Se guardiamo alla causa di morte per malattie del sistema circolatorio notiamo addirittura una sostituzione tra numero tre/quattro patologie a favore di 6+ patologie, questo a fronte di un numero praticamente costante di decessi negli ultimi dieci anni, da qui appunto questo effetto sostituzione. In fine, se guardiamo ai tumori notiamo come questi ancora abbiamo con se annesse 3/4 malattie croniche ma con un trend di crescita per 6+ patologie. Descritti i grafici sopra possiamo andare a definire, intanto, un'ipotesi a cui aspiravamo da quando abbiamo iniziato a scrivere questo capitolo, la relazione positiva tra aumento delle malattie croniche e invecchiamento nella realtà è evidente e rappresentabile, oltre quindi che scientificamente solida grazie alla medicina. Inoltre, è doveroso far notare che in tutti e tre i grafici il dato "cinque patologie" per causa di morte compare sempre distaccato rispetto al massimo, questo è rappresentato dal fatto che forse la situazione sia anche sottostimata in quanto il dato di maggior numero di patologie identifica un valore pari o superiore a sei e il suo distacco dalla precedente è conseguenza del peso spostato in alto verso addirittura un numero di malattie croniche nettamente maggiori a sei, non è un caso infatti che le voci tre e quattro patologie siano sempre allineate.

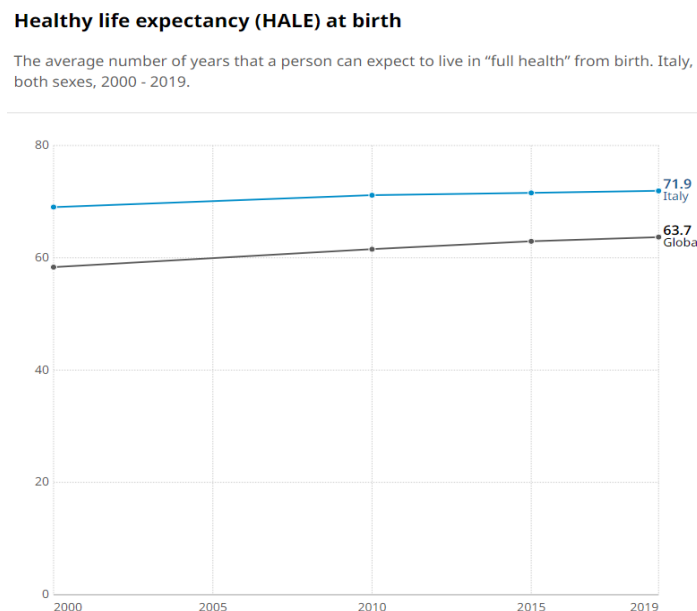
1.4 Teoria generale dell'invecchiamento della popolazione

Con le precedenti sezioni abbiamo evidenziato come il processo di invecchiamento, come lo conosciamo in questo secolo, abbia portato alla luce nuove forme di malattie croniche e patologie irreversibili, i dati e le evidenze mostrati hanno lo scopo di arrivare a constatare l'esistenza di una teoria generale dell'invecchiamento. Per questa analisi prendiamo come riferimento un paper risalente al 2004 scritto da *Jean-pierre Michel* e *Jean-marie Robine* intitolato "a new general teory of population ageing", questo testo è stato pubblicato su Palgrave Macmillan Journals e dibattuto da tredici demografi, epidemiologi, gerontologi e geriati. Tra questi, *J. Guralnick*, ha affermato che potrebbe delinearsi un andamento ciclico in base al quale in un primo momento i malati riescono a sopravvivere e le disabilità aumentano, quindi emerge un calo degli anni caratterizzati da disabilità dal momento che nuovi gruppi di persone in buona salute iniziano ad invecchiare, e infine il periodo di disabilità torna ad allungarsi quando l'età media dei decessi si innalza talmente che molti passano gli ultimi anni in età molto avanzata e in condizioni di fragilità, caratterizzate dalla presenza simultanea di una pluralità di malattie croniche. La figura successiva è estratta dal paper in questione.



Da questa teoria possiamo chiederci come ci posizioniamo all'interno di questo ciclo. Abbiamo visto come il processo di rettangolarizzazione ed espansione abbiano come conseguenza naturale un aumento della speranza di vita, la quale ha toccato nel nostro paese cifre record (82 anni). Se prendiamo in considerazione le due sezioni precedenti troviamo però dei dati che possono sembrare discordanti, in particolare quando abbiamo parlato del DALY facciamo riferimento al tipo di patologia che rende invalidante un soggetto e lo porta ad una morte prematura, abbiamo visto come l'incidenza

delle principali malattie si sia ritirata a favore di nuove e più selettive cause di interdizione, in linea generale, però, abbiamo un drastico miglioramento delle condizioni di vita sana delle persone e questo è anche riportato da un grafico del WHO che raffigura il numero di anni che una persona può aspettarsi di vivere in piena salute.



Il miglioramento di questo indicatore è coerente con il graduale ritiro delle malattie invalidanti. Possiamo trovare una prima spiegazione a questo fenomeno che apparentemente non rende correlate morbosità e invecchiamento, in particolare dobbiamo riconoscere che se guardiamo allo stato delle principali cause di morte queste negli ultimi decenni hanno visto in media un rallentamento della loro incidenza a fronte di una crescente e ampia platea di persone vulnerabili, questo può portare alla conclusione che le politiche di mitigazione del rischio sanitario e protezione alle fasce di popolazione più deboli hanno in qualche modo ridotto la possibilità di rendere il processo di invecchiamento più “doloroso”, in particolare dobbiamo evidenziare come queste politiche siano state estremamente selettive e puntuali nel recepire quali patologie andassero affrontate. Questa ultima considerazione, però, può farci credere che di fronte ad un processo di invecchiamento non ci siano state conseguenze tali da dimostrare l’esistenza di una diffusione della morbosità, come abbiamo visto nella sezione precedente per le principali cause di morte riscontriamo un numero crescente di patologie annesse, questa ultima considerazione unita alle precedenti può darci un indizio sullo stato di avanzamento del ciclo di invecchiamento di cui parlavamo. Viviamo in un momento storico in Italia caratterizzato da un’aspettativa di vita tra le più alte al mondo con annesso uno stato di salute delle persone più anziane altrettanto incoraggiante se consideriamo gli attuali over sessantacinque, il primo punto critico però che ci troviamo davanti ci viene mostrato dai due modelli studiati nei capitoli due e tre, in particolare se prendiamo in considerazione la fascia di età 65-75 noteremo come il Death rate per questa

popolazione sia sostanzialmente marginale e in prospettiva prossimo allo zero, di fatto coerente con il processo di rettangolarizzazione, questo ci fa capire che i soggetti in questione sono stati i primi a godere delle principali condizioni di miglioramento sanitario e socioeconomico, quindi considerare nelle nostre analisi una parte di popolazione come “anziana” ma che di fatto non soffre dei disturbi che tipicamente affligge questi individui rende il tutto in parte distorto, questo a maggior ragione quando vediamo che si tratta della porzione di popolazione anziana più numerosa. Fatta questa ipotesi possiamo ora dare maggiore peso alla sezione 1.3 dove trattavamo delle patologie pregresse per causa di morte, in particolare da questa ultima assunzione e i dati precedentemente mostrati possiamo intuire che il processo di rettangolarizzazione ha portato ad un profondo “scalino” che divide lo stato di buona salute a quello pessimo, troviamo quindi un miglioramento generalizzato di tutte le fasce di età fino ai settanta anni circa, superata questa soglia però non solo emergono le prime patologie croniche ma con l’avanzamento dell’età e fino al raggiungimento dell’ultimo istante vediamo una proliferazione di queste, le quali rendono particolarmente invalidante un soggetto.

CONCLUSIONI

In definitiva abbiamo numerosi effetti che si compensano e si contrastano, i quali rendono il contenuto della tesi spesso contraddittoria se non confusa, di fatto questo effetto è anche sintomo di un'analisi fatta a 360 gradi, cercando di prendere in considerazione sia modelli che non incorporassero dei parametri biometrici e sia studi che cercassero di guardare al fenomeno da un punto di vista più biologico. Abbiamo visto come il processo di rettangolarizzazione e di espansione sia ormai un fenomeno attuale e di potenziale impatto per i cittadini e le istituzioni, sia con aspetti positivi che negativi, la chiave per poter riuscire a mitigare le problematiche di tale processo risiede, probabilmente, nel mettere in atto dei piani credibili di incentivo alla natalità facendo in modo che non si debba arrivare alla conclusione per cui le persone anziane siano solo un peso per le famiglie e casse dello stato. Per poter arrivare a delle conclusioni dovremmo guardare all'andamento dello stato di salute degli anziani e come questo impatti sull'aspettativa di vita, il controllo di malattie croniche invalidanti dovrebbe essere tenuto sotto stretta osservazione, in continuazione con quanto fatto finora, e le politiche di welfare sanitario dovrebbero essere coerenti con le nuove sfide che l'allungamento della vita ci pone davanti.