

Nuove basi tecniche LTC e malattie gravi

LUIGI DI FALCO

16 GIUGNO 2016

PREMESSA

L'ANIA, in collaborazione con l'Università di Roma La Sapienza, ha sviluppato un progetto di ricerca con i seguenti contenuti:

- rassegna generale delle assicurazioni sulla salute
- analisi di dettaglio delle caratteristiche e della diffusione delle coperture selezionate per lo sviluppo di basi tecniche (perdita di autosufficienza, malattie gravi, invalidità)
- Ricognizione dei modelli attuariali di riferimento per le coperture selezionate
- applicazione dei modelli dimostratisi più adeguati alla stima delle basi tecniche delle coperture selezionate, anche a seguito di opportune procedure di fitting e test di bontà di adattamento, a basi di dati nazionali (INPS, ISTAT, INAIL e ANIA)

PREMESSA (2)

In definitiva, l'applicazione dei modelli ha consentito di ottenere nuove basi tecniche su:

- ✓ perdita di autosufficienza
- ✓ malattie gravi
- ✓ invalidità permanente (attività professionale ed extra-professionale)
- ✓ invalidità permanente da infortunio derivante da circolazione stradale
- ✓ invalidità professionale

Lo studio si contraddistingue per l'aver prodotto risultati (basi tecniche demografiche) derivate esclusivamente da dataset nazionali (statistiche rilevate su soggetti o assicurati italiani).

I contenuti sviluppati sono stati pubblicati nel volume

ASSICURAZIONE SULLA SALUTE: CARATTERISTICHE, MODELLI ATTUARIALI E BASI TECNICHE – Ediz. Il Mulino, ed è stato distribuito dall'ANIA alle imprese associate e alle principali Università italiane

STRUTTURA E CONTENUTI DEL VOLUME



Parte I - Assicurazioni sulla salute: caratteristiche, dati e prospettive dell'offerta in Italia

- 1 Le assicurazioni sulla salute: definizioni e caratteristiche principali**
- 2 Indagine su alcuni prodotti e prospettive dell'offerta in Italia**

Parte II - modelli attuariali e stima di basi tecniche LTC, malattie gravi e invalidità

- 3 Modelli attuariali per la stima di basi tecniche relative ad assicurazioni di persone**
- 4 Stima di basi tecniche per assicurazioni LTC, malattie gravi e invalidità**

Limitazioni dello studio e considerazioni finali
Elenco delle basi demografiche

LE ASSICURAZIONI SULLA SALUTE: DEFINIZIONI E CARATTERISTICHE

Il primo capitolo del volume riporta una ricognizione e una descrizione delle forme assicurative sulla salute



LE ASSICURAZIONI SULLA SALUTE: ANALISI DI MERCATO

In funzione degli obiettivi dello studio, il secondo capitolo riporta un'analisi di mercato sulle coperture selezionate, anche per confrontarle con le caratteristiche delle basi di dati utilizzate successivamente per la stima delle basi tecniche



Long Term Care

Malattie gravi

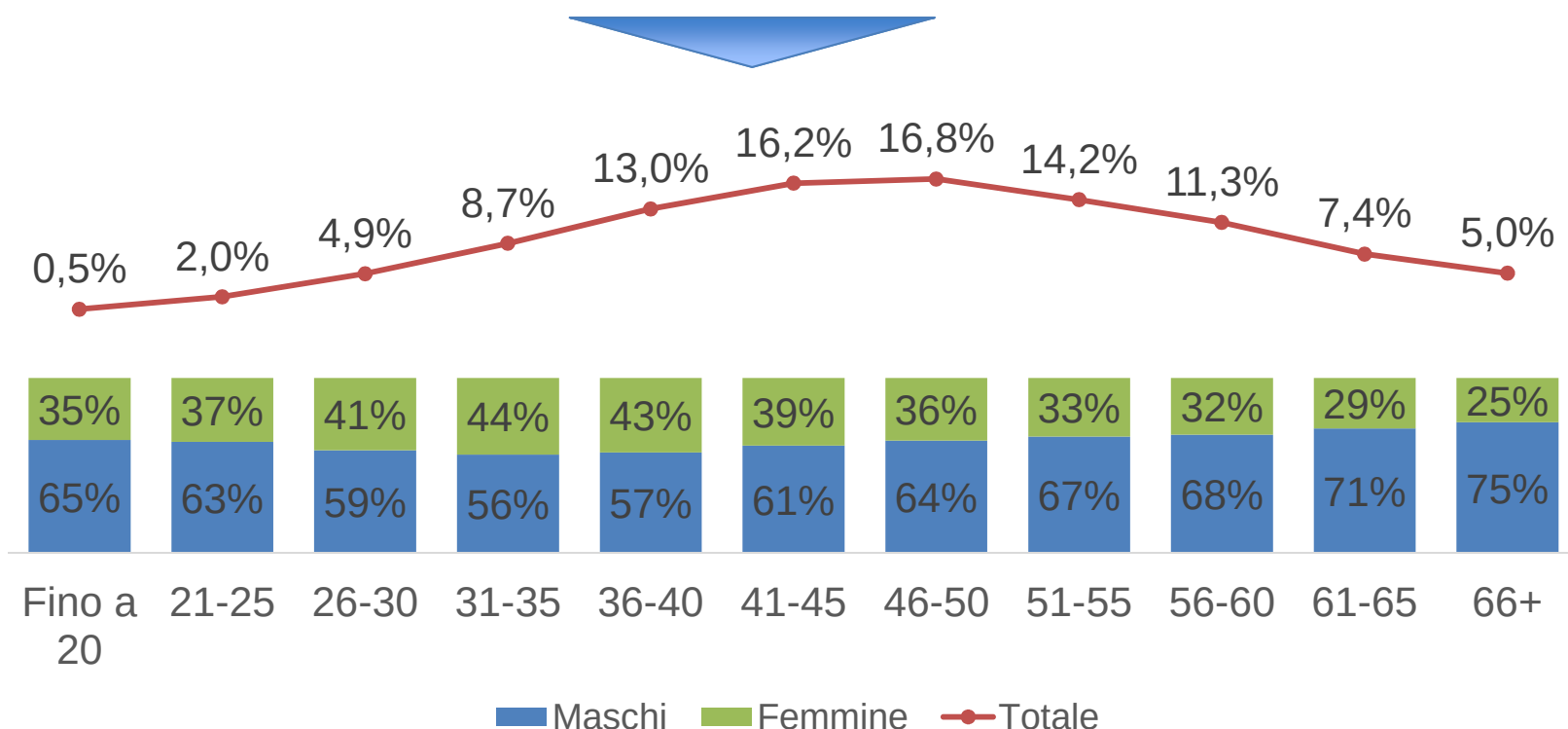
Invalità
permanente da
infortunio

Caratteristiche rilevate nei prodotti di mercato

- Struttura dei prodotti
- Definizione della copertura
- Prestazioni offerte
- Durata
- Modalità di versamento
- Principali limitazioni ed esclusioni

INDAGINE SULLA DIFFUSIONE DELLE COPERTURE

E' stata effettuata un'indagine sulla diffusione delle coperture selezionate: per esempio, gli assicurati LTC rilevati – pari a poco meno di 250.000, appena lo 0,4% della popolazione, ha un'età media di 47,0 anni (47,8 per gli uomini, che risultano circa i due terzi degli assicurati totali, e 45,6 per le donne).



STRUTTURA E CONTENUTI DEL VOLUME



Parte I - Assicurazioni sulla salute: caratteristiche, dati e prospettive dell'offerta in Italia

- 1 Le assicurazioni sulla salute: definizioni e caratteristiche principali
- 2 Indagine su alcuni prodotti e prospettive dell'offerta in Italia

Parte II - modelli attuariali e stima di basi tecniche LTC, malattie gravi e invalidità

- 3 Modelli attuariali per la stima di basi tecniche relative ad assicurazioni di persone
- 4 Stima di basi tecniche per assicurazioni LTC, malattie gravi e invalidità

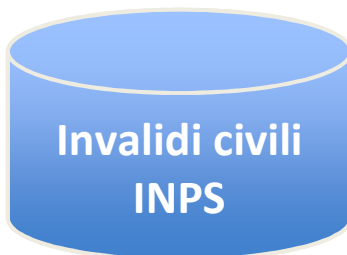
Limitazioni dello studio e considerazioni finali
Elenco delle basi demografiche

LE BASI DI DATI UTILIZZATE



Periodo	2001-2013	2005 e 2008	2001-2013	2004-2011
Età	da 0 in poi	da 20 in poi	da 20 in poi	da 0 in poi
Sesso	M e F	M e F	M e F	M e F
Tipo di informazione	Titolari di indennità di accompagnamento e/o pensioni di invalidità	Tassi specifici di mortalità per grandi gruppi di cause e popolazione con malattie croniche	Titolari trattamenti di invalidità da lavoro	Assicurati infortuni e sinistri
Altre informazioni	Tipo invalidità (cieco, sordomuto, invalido civile)		Grado di invalidità	Grado di invalidità e importo

SCELTE EFFETTUATE PER L'UTILIZZO DELLE BASI DI DATI



Invalidi civili
INPS

Sono stati considerati i percettori dell'indennità di accompagnamento - anche laddove titolari di altre prestazioni INPS, quali ad esempio la pensione di invalidità - esclusi ciechi e sordomuti. Per motivi di qualità o rarefazione di dati sono stati esclusi il 2001 e 2013 e comprese le età da 20 a 95



Indagine ISTAT
su principali
cause di morte

Essendo il dato ISTAT per grandi gruppi di causa (non specifico per singole malattie all'interno del gruppo), si è fatto riferimento ai due principali gruppi di malattie di norma coperti dalle assicurazioni private (tumori e patologie cardiovascolari).



Invalidità INAIL

Sono stati considerati tutti i casi di invalidità. Non è stato possibile suddividere i tassi d'invalidità per fasce di grado d'invalidità a causa della rarefazione dei dati.

CRITICITÀ DEL DATASET INVALIDI INPS

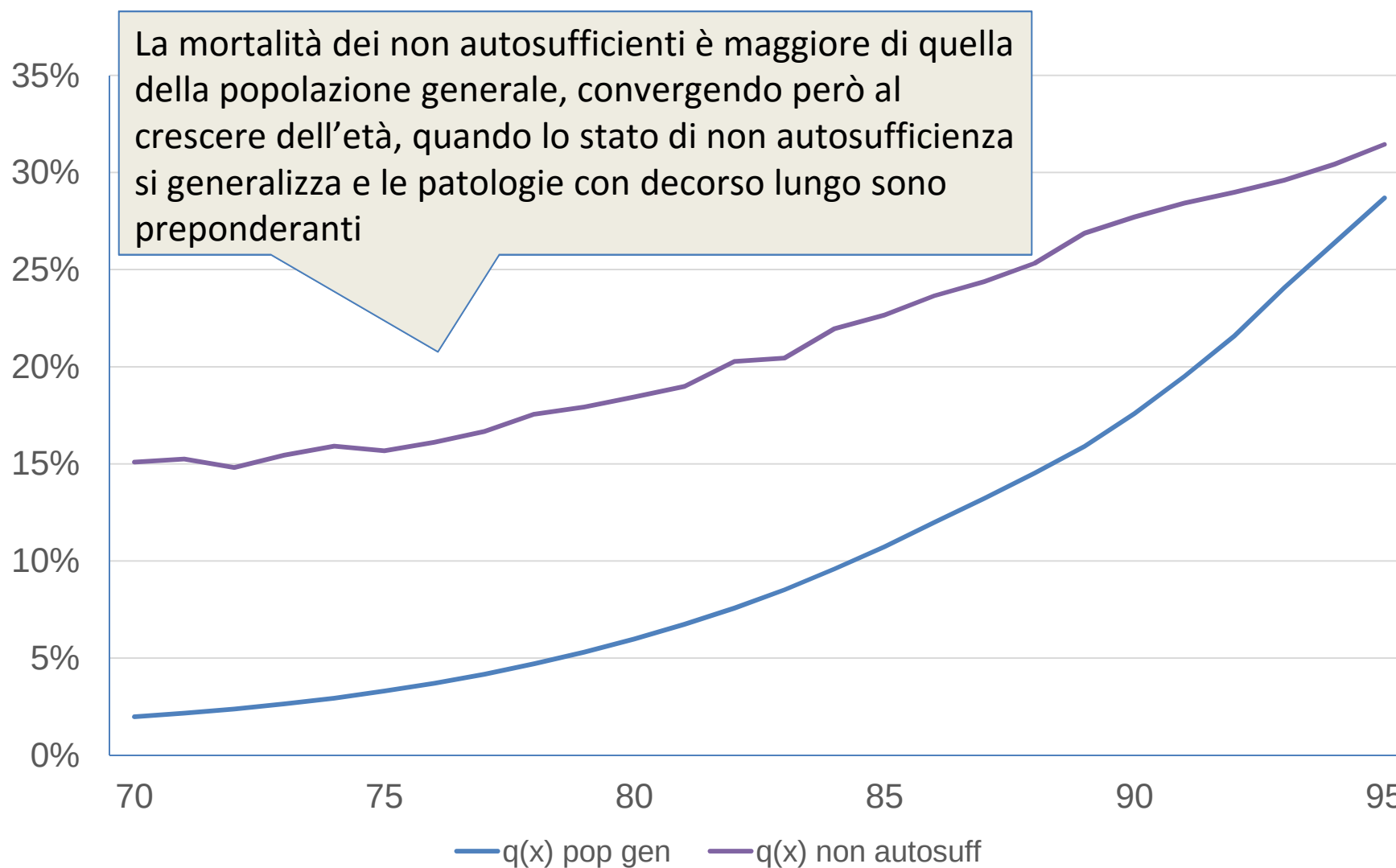
L. 102 del 2009: attribuzione all'INPS di nuove competenze sull'accertamento della disabilità; un medico dell'Istituto nella composizione delle Commissioni → maggior rigore nella concessione delle indennità di accompagnamento.



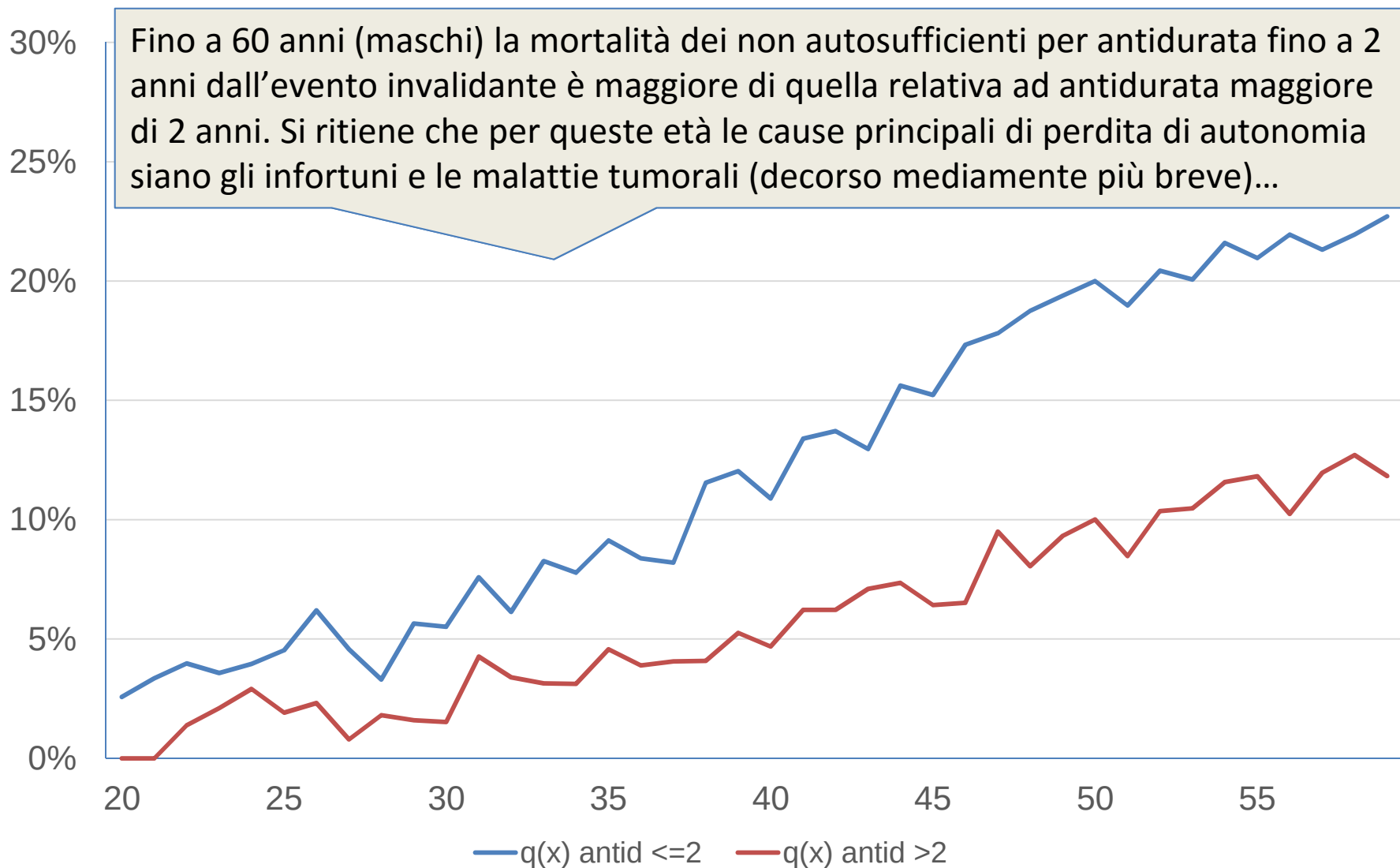
Diminuzione delle probabilità di transizione dallo stato di attivo a quello di non autosufficiente dal 2009 (nell'arco complessivo 2002-2012 resta comunque leggermente crescente) e più alta mortalità dei non autosufficienti (over 60) rispetto al passato, per esempio:

- *a 20 anni da circa il 3,5% nel 2002 a meno dell'1% nel 2012,*
 - *a 40 anni da quasi il 9% nel 2002 a meno del 5,5% nel 2012,*
- ma
- *a 70 anni da poco più del 15% nel 2002 a oltre il 17% nel 2012,*
 - *a 90 anni da poco più del 20% nel 2002 a quasi il 32% nel 2012*

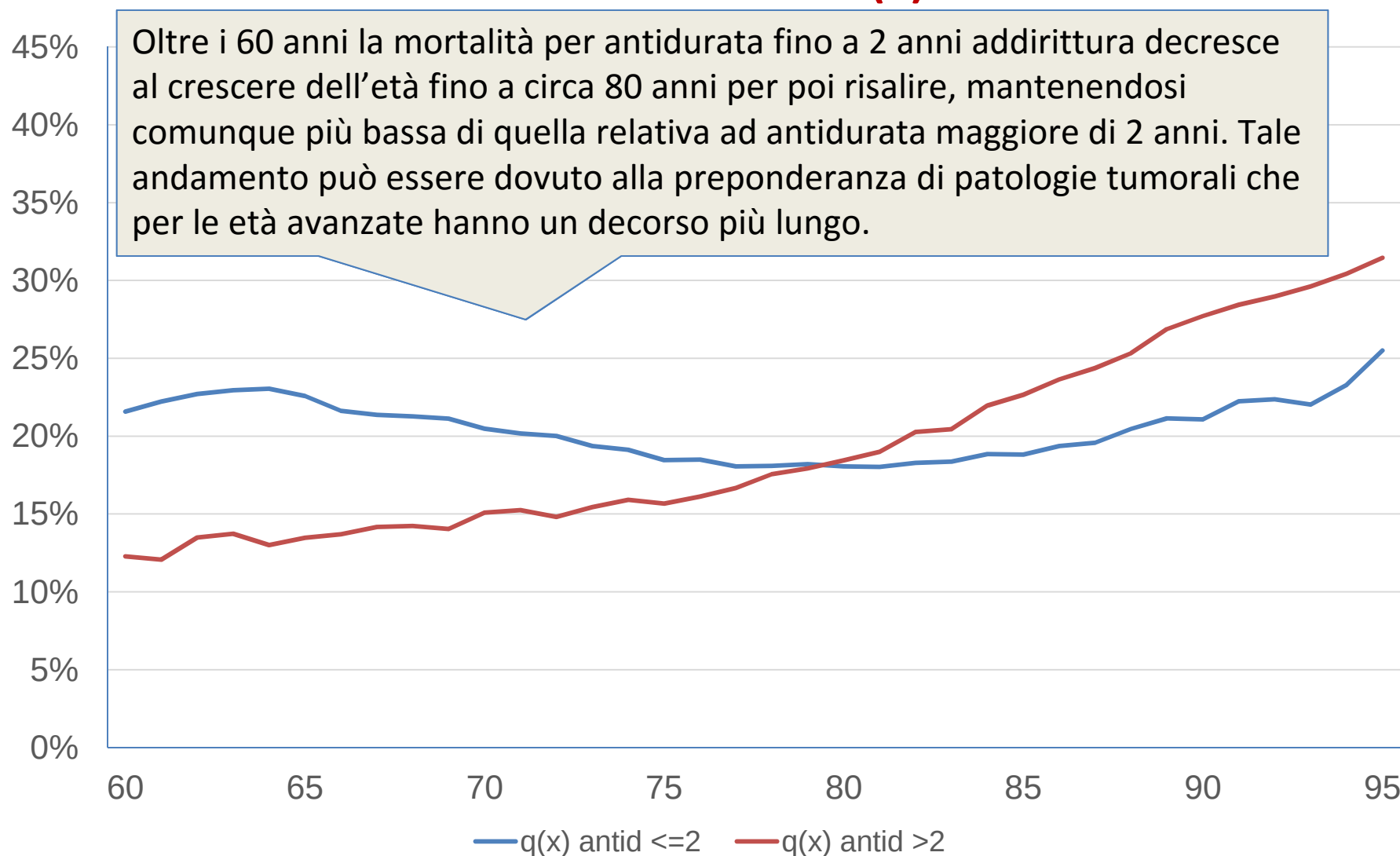
ANALISI SULLA MORTALITÀ DEI NON AUTOSUFFICIENTI



ANALISI SULLA MORTALITÀ DEI NON AUTOSUFFICIENTI PER ANTIDURATA

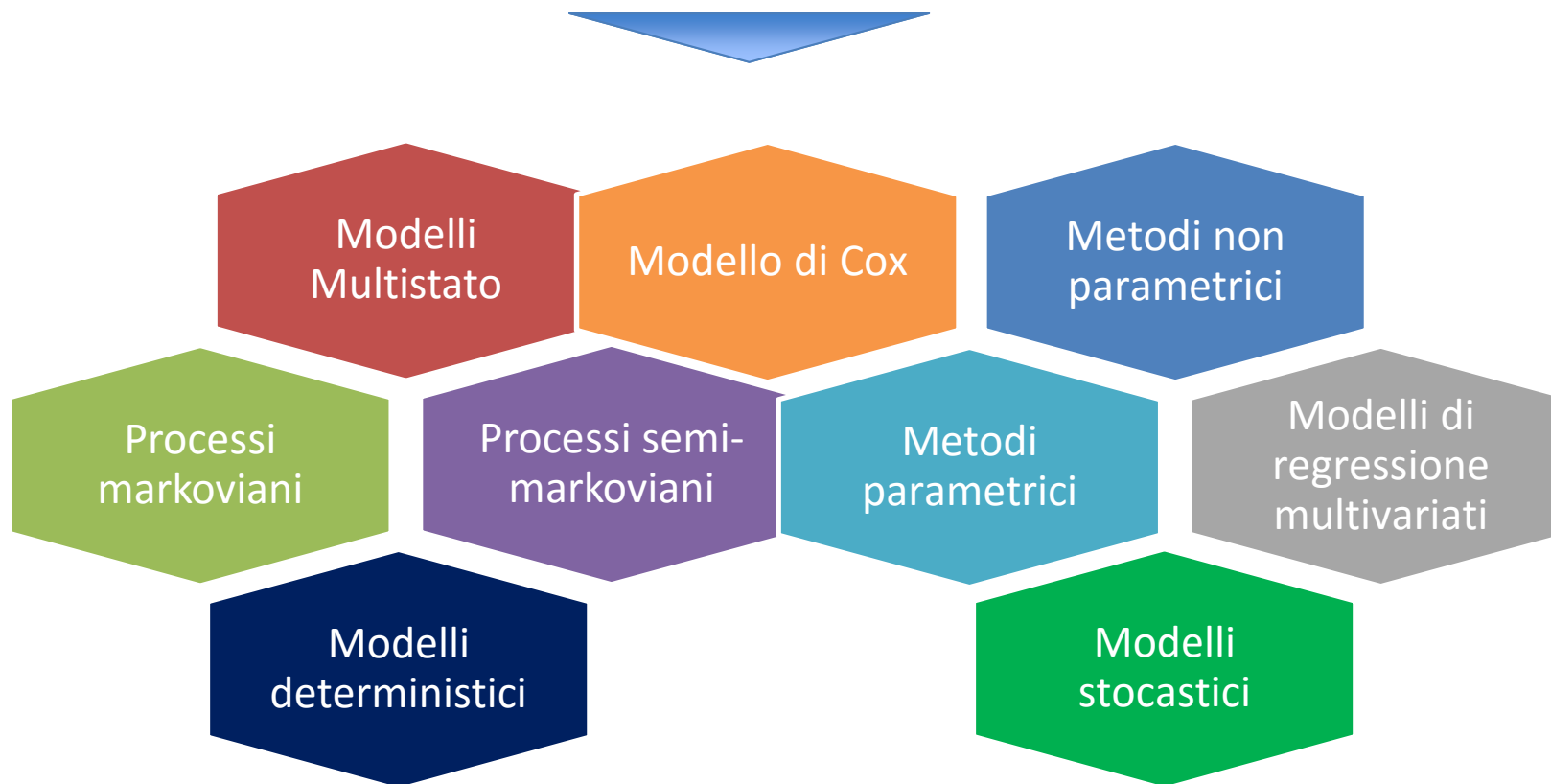


ANALISI SULLA MORTALITÀ DEI NON AUTOSUFFICIENTI PER ANTIDURATA (2)

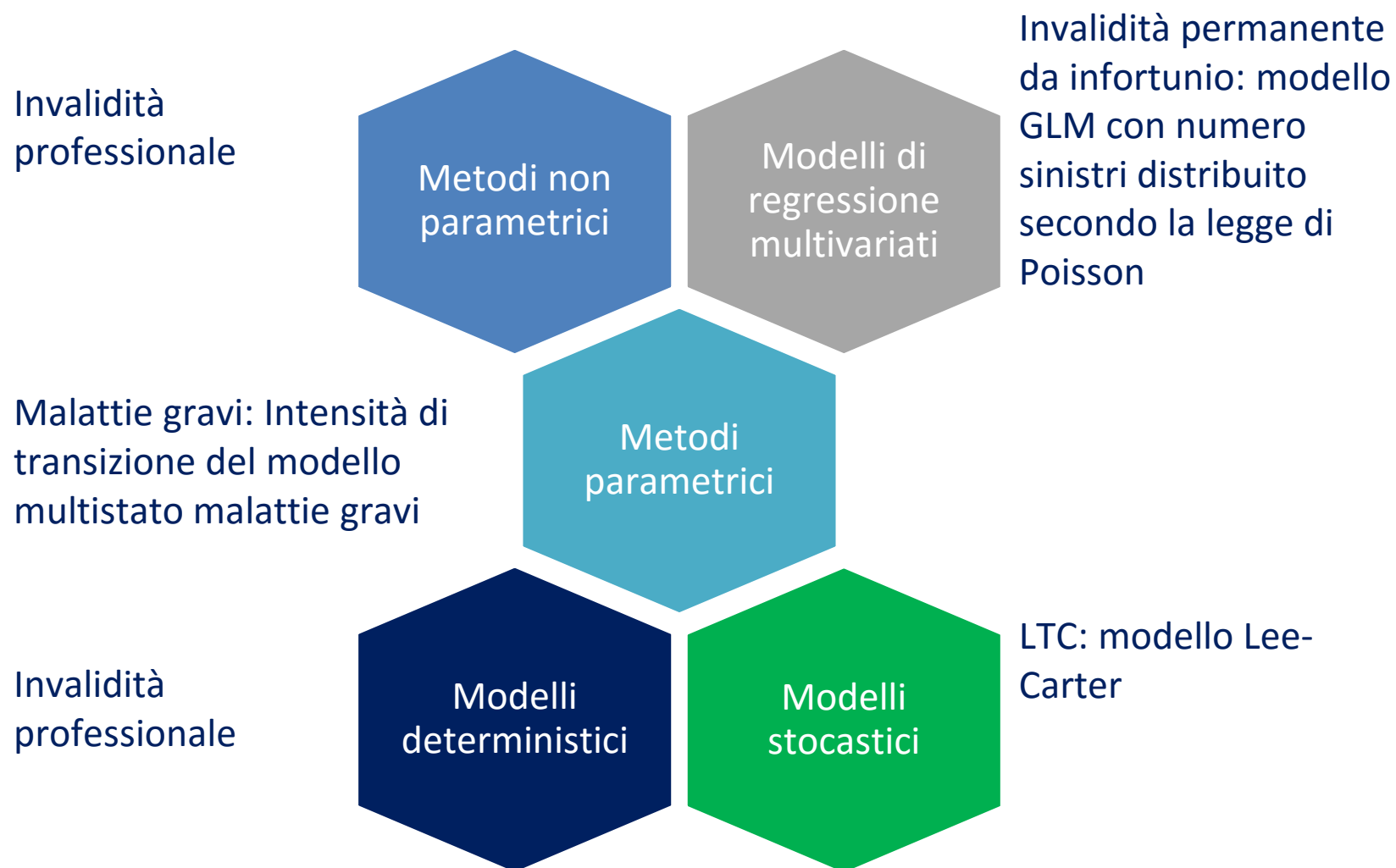


MODELLI ATTUARIALI PER LA STIMA DI BASI TECNICHE

Il terzo capitolo del volume riporta una rassegna di modelli attuariali per la stima di basi demografiche nelle forme assicurative sulla salute



MODELLI ADOTTATI PER LA STIMA DI BASI TECNICHE



ASSICURAZIONI LTC: MODELLO MULTISTATO E STRUTTURA PROBABILISTICA

Modello multistato non omogeneo a tempo discreto con tre stati:

- 1 = attivo,
- 2 = non autosufficiente,
- 3 = deceduto.

Transizioni possibili: $1 \rightarrow 2, 1 \rightarrow 3, 2 \rightarrow 3$

Riattivazione $2 \rightarrow 1$ non considerata per l'indisponibilità di dati ed il carattere sostanzialmente cronico della perdita di autosufficienza.

$D^{ij}(x, t)$: numero osservato di transizioni dallo stato i allo stato j

$l^i(x, t)$: numero di individui (della popolazione di riferimento) di età x che si trovano nello stato i nell'anno t

Probabilità di transizione: e di permanenza:

$$p^{ij}(x, t) = \frac{D^{ij}(x, t)}{l^i(x, t)}; \quad p^{ii}(x, t) = \frac{l^i(x+1, t+1)}{l^i(x, t)}$$

ASSICURAZIONI LTC: MODELLO MULTISTATO E STRUTTURA PROBABILISTICA (2)

Alcuni modelli stocastici (ad es. Lee-Carter) esaminano il tasso centrale di transizione, $m^{ij}(x, t)$, invece delle probabilità di transizione.

Tasso centrale di transizione: $m^{ij}(x, t) = \frac{D^{ij}(x, t)}{E^i(x, t)}$

$E^i(x, t)$: esposti al rischio di transizione dallo stato i allo stato j

Assumendo che $m^{ij}(x, t)$ sia costante all'interno di ciascun anno di calendario, valgono le seguenti relazioni:

$$p^{11}(x, t) = \exp(-m^{13}(x, t) - m^{12}(x, t))$$

$$p^{12}(x, t) = \frac{m^{12}(x, t)(p^{22}(x, t) - p^{11}(x, t))}{m^{13}(x, t) + m^{12}(x, t) - m^{23}(x, t)}$$

$$p^{23}(x, t) = 1 - \exp(-m^{23}(x, t))$$

$$p^{13}(x, t) = 1 - p^{11}(x, t) - p^{12}(x, t)$$

MODELLI STOCASTICI DI PROIEZIONE IN AMBITO DEMOGRAFICO

La lunga durata delle polizze LTC, unitamente all'evoluzione dinamica delle probabilità di transizione, ha reso opportuno ricorrere a modelli di proiezione delle probabilità di transizione (non solo per le probabilità di sopravvivenza).

Nell'ambito dei modelli noti in letteratura si è optato di impiegare modelli appartenenti alla famiglia dei modelli stocastici.



Vantaggi:

- tengono conto della natura stocastica dei dati di partenza
- permettono di proiettare sia una best estimate che gli intervalli di confidenza

Due modelli considerati: Lee-Carter e Cairns-Blake-Dowd
Adattati al contesto multistato.

MODELLO LEE-CARTER (VERSIONE BROUHNS-DENUIT-VERMUNT) PER LA PROIEZIONE DELLA MORTALITÀ

Ipotesi:

- $\mu(x, t)$ costante a tratti $\rightarrow m(x, t) = \mu(x, t)$ per x e t intere
- $D(x, t)$ indipendenti e distribuiti come una Poisson di parametro $E(x, t) \cdot m(x, t)$

Evoluzione del tasso centrale di mortalità:

$$\log(m(x, t)) = \alpha_x + \beta_x k_t$$

Vincoli:

$$\sum_x \beta_x = 1; \quad \sum_t k_t = 0$$

MODELLO LEE-CARTER IN AMBITO MULTISTATO

Base teorica: estensione al contesto multistato del modello Lee-Carter proposto per la sola mortalità
Evoluzione dei tassi centrali di transizione tra gli stati:

$$\log(m^{ij}(x, t)) = \alpha_x^{ij} + \beta_x^{ij} k_t^{ij}$$

Vincoli:

$$\sum_x \beta_x^{ij} = 1; \quad \sum_t k_t^{ij} = 0$$

Processi k_t^{ij} modellizzati e proiettati tramite un modello ARIMA(0,1,0):

$$K_{s+1} = K_s + \mu + CZ_{s+1}$$

Con C matrice triangolare 3×3 ricavata dalla matrice di varianza e covarianza tra i parametri K e Z vettore 3×1 di variabili normali standardizzate indipendenti

MODELLO CAIRNS-BLAKE-DOWD PER LA PROIEZIONE DELLA MORTALITÀ

Ipotesi:

- $\mu(x, t)$ costante a tratti $\rightarrow m(x, t) = \mu(x, t)$ per x e t intere $\rightarrow m(x, t) = \log(1 - q(x, t))$
- $D(x, t)$ indipendenti e distribuiti come una Poisson di parametro $E(x, t) \cdot m(x, t)$

Evoluzione della trasformata logit della probabilità di morte:

$$\text{logit}(q(x, t)) = k_t^{(1)} + k_t^{(2)}(x - \bar{x})$$

Vincoli non necessari.

MODELLO CAIRNS-BLAKE-DOWD IN AMBITO MULTISTATO

Base teorica: estensione al contesto multistato del modello Cairns-Blake-Dowd per la sola mortalità

Evoluzione della trasformata logit delle probabilità di transizione tra gli stati:

$$\text{logit}(p^{ij}(x, t)) = {}^{ij}k_t^{(1)} + {}^{ij}k_t^{(2)}(x - \bar{x})$$

Processi ${}^{ij}k_t^{(h)}$ modellizzati e proiettati tramite modelli *autoregressive integrated moving average* (ARIMA):

$$K_{s+1} = Ks + \phi(K_{s-2} - K_{s-1}) + \mu + CZ_{s+1}$$

con ϕ vettore 6×1 dei parametri della parte autoregressiva del modello, C matrice triangolare 6×6 ricavata dalla matrice di varianza e covarianza tra i parametri K e Z vettore 6×1 di variabili normali standardizzate indipendenti

LA STIMA DEI PARAMETRI DEI MODELLI

La stima dei parametri (ρ) sia per il modello Lee-Carter che per il Cairns-Blake-Dowd è stata effettuata in base al metodo della massima log-verosimiglianza.

La log-verosimiglianza è data da:

$$l(\rho, D, E) = \sum_{x,t} \{D(x,t) \ln[E(x,t) m(x,t, \rho)] - E(x,t) m(x,t, \rho) - \ln[D(x,t)!]\}$$

LA SCELTA DEL MODELLO DI PROIEZIONE

Confronto tra modello Lee-Carter e Cairns-Blake-Dowd in base a criteri sia qualitativi che quantitativi relativi alla bontà di adattamento:

- Analisi dei residui (per età ed anno)
- Bayesian Information Criterion (BIC) – penalità legata al numero di parametri che caratterizzano il modello:

$$\text{BIC} = l(\hat{\rho}) - 0.5K \ln(N)$$

Log-verosimiglianza
funzione del vettore di
parametri stimati ρ

Numero effettivo di
parametri stimati

Numero di
osservazioni

RISULTATI BIC

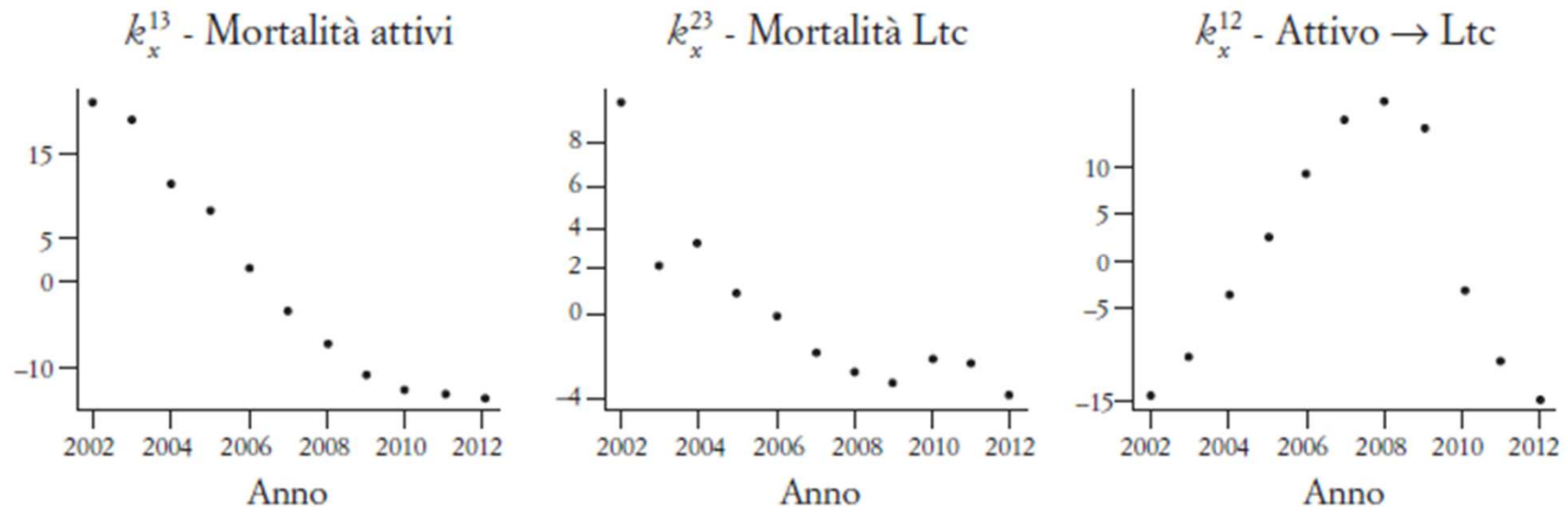
Modello	BIC - Maschi			BIC - Femmine		
	$p^{13}(x, t)$	$p^{23}(x, t)$	$p^{12}(x, t)$	$p^{13}(x, t)$	$p^{23}(x, t)$	$p^{12}(x, t)$
Lee-Carter	-12,034	-4,654	-5,927	-20,246	-4,969	-10,087
Cairns-Blake-Dowd	-25,499	-9,605	-16,292	-45,762	-27,000	-60,604



Per tutte e 3 le probabilità (decesso da attivo, decesso da non autosufficiente e non autosufficiente da attivo), sia per la popolazione maschile che femminile, si hanno valori migliori per il modello Lee-Carter.

I PARAMETRI DEL MODELLO LEE-CARTER MULTIVARIATO: KAPPA PER LA POPOLAZIONE MASCHILE

Il modello Lee-Carter è comunque un modello di tipo estrapolativo, che si basa sull'andamento dei parametri del modello stesso nel periodo osservato. Qui è riportato l'andamento del parametro k , ossia quello che individua il trend della probabilità (intensità) in questione per il periodo di proiezione:



LA SCELTA DEL MODELLO ARIMA PER LA PROIEZIONE DELLE INTENSITÀ

Scelto per tutti i tre processi kappa, sia per popolazione maschile che femminile, un ARIMA(0,1,0) (*random walk with drift*)

k_t^{13} per entrambi i generi andamento sostanzialmente lineare su tutto l'orizzonte di analisi

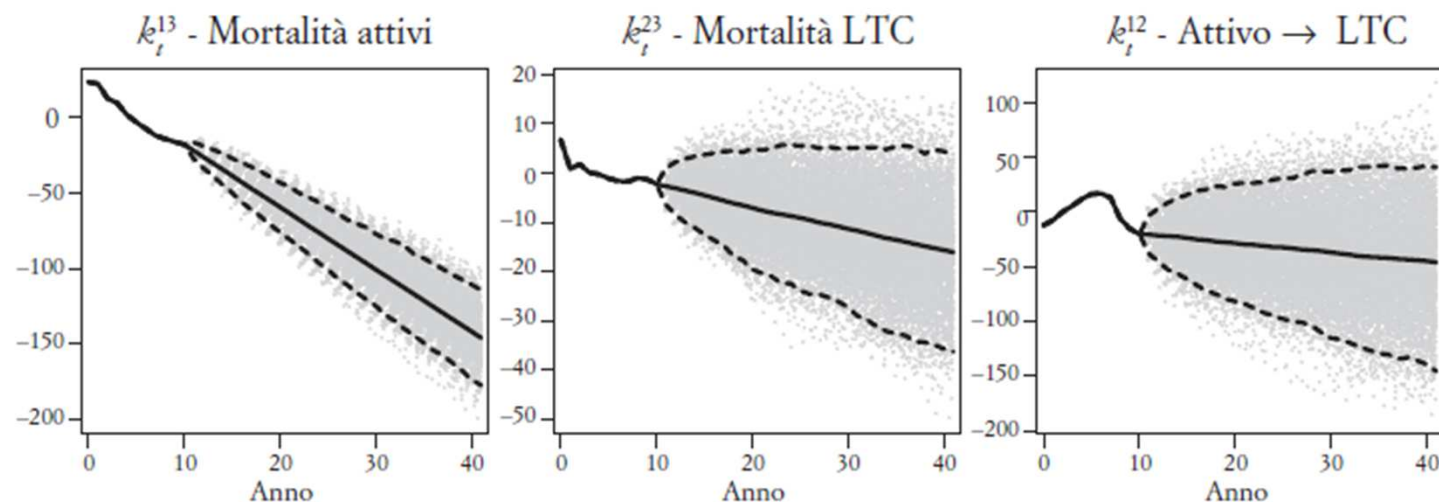
k_t^{23} per entrambi i generi andamento sostanzialmente lineare sino al 2009

k_t^{12} per entrambi i generi inversione di tendenza dal 2009 (obiettivo di sterilizzazione dell'effetto dei cambiamenti normativi)

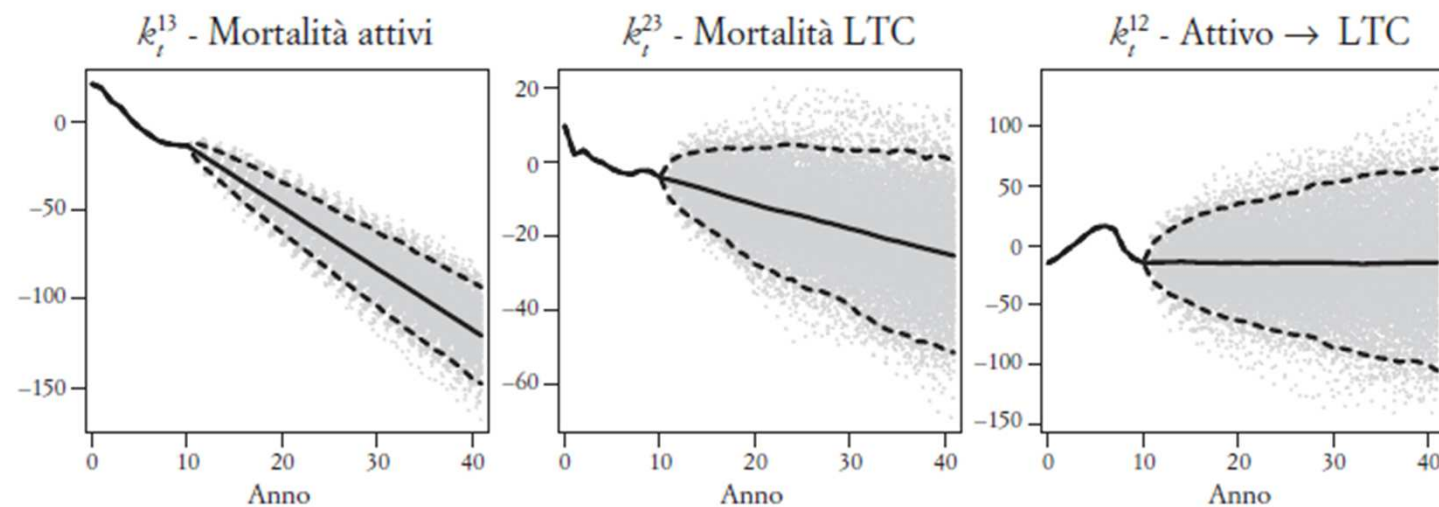
Parametro	ARIMA	Maschi		Femmine	
		σ^2	μ	σ^2	μ
k_t^{13}	(0,1,0)	5.6060	-3.4617	7.5426	-4.1470
k_t^{23}	(0,1,0)	6.2642	-0.6921	3.7019	-0.4498
k_t^{12}	(0,1,0)	60.5564	-0.0109	72.6329	-0.4026

LA PROIEZIONE DEI FATTORI TEMPORALI (KAPPA)

Maschi



Femmine

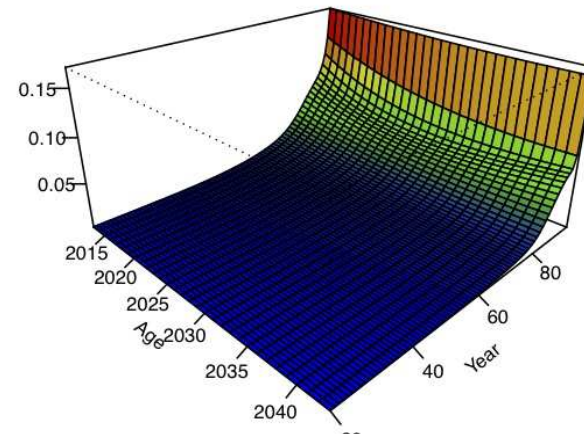


RISULTATI: PROBABILITÀ DI MORTE ATTIVI

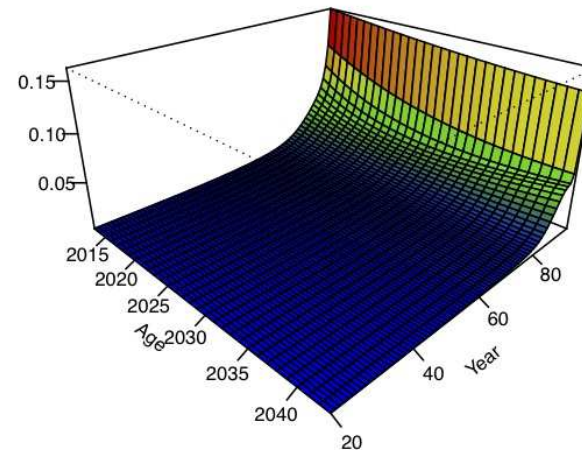
Sia per il sesso maschile che per quello femminile le probabilità di morte degli autosufficienti mostrano nel periodo di proiezione una significativa diminuzione, benché caratterizzata da un ritmo decrescente per le età più avanzate

 $p_{x,t}^{13}$

Uomini



Donne

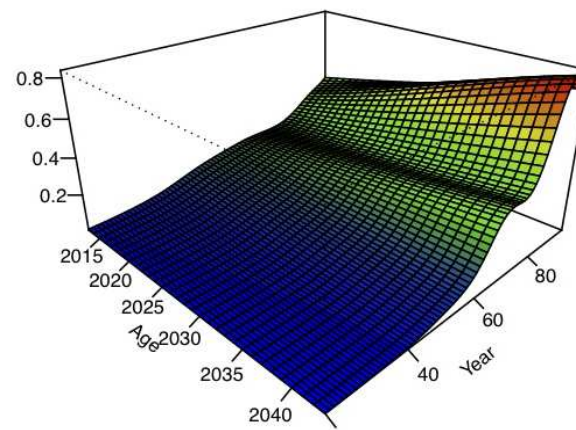


RISULTATI: PROBABILITÀ MORTE NON AUTOSUFFICIENTI

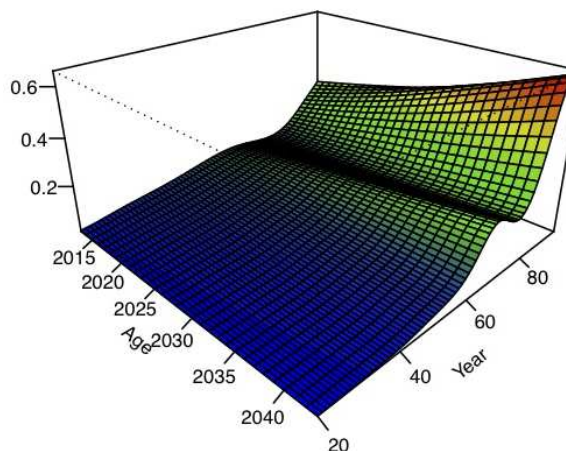
La probabilità di morte dei non autosufficienti vede un incremento, probabilmente in parte dovuto alle peculiarità dei dati e ai cambiamenti nel processo amministrativo di determinazione della indennità.

 $p_{x,t}^{23}$

Uomini



Donne

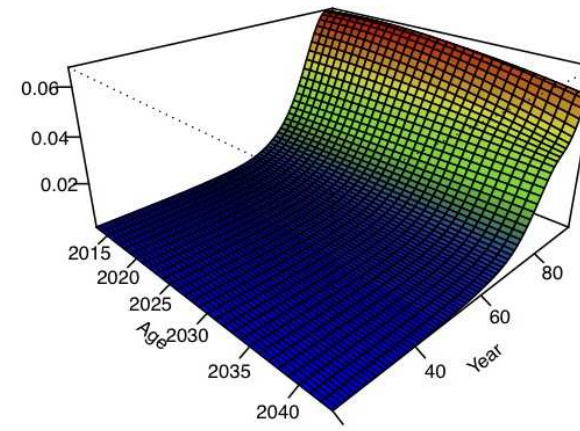


RISULTATI: PROBABILITÀ DI DIVENIRE NON AUTOSUFFICIENTE

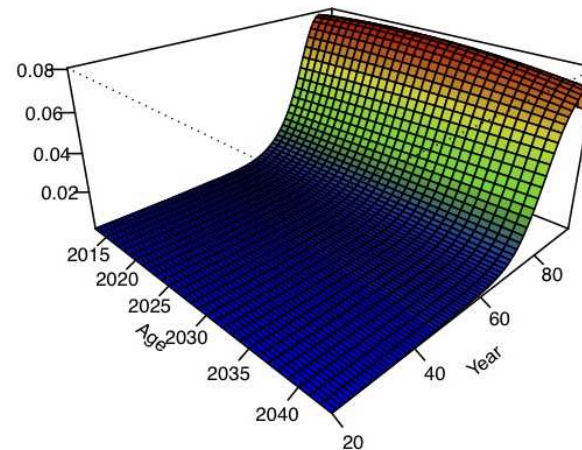
Per quanto riguarda la probabilità di passaggio da attivo a non autosufficiente si evidenzia per le età avanzate una diminuzione più graduale e nel complesso contenuta.

 $p_{x,t}^{12}$

Uomini



Donne



BASI TECNICHE PER ASSICURAZIONI LTC – LTC15L

Vista anche l'inevitabile incertezza delle tendenze future relative alle probabilità in questione, si sono sviluppati due scenari “basso” (25-esimo percentile) e “alto” (75-esimo percentile)



probabilità di morte degli attivi - scenario basso, centrale e alto - età 20-95 - anni 2013-2043 - maschi e femmine.



probabilità di morte dei non autosufficienti - scenario basso, centrale e alto - età 20-95 - anni 2013-2043 – maschi e femmine.



probabilità di transizione da attivo a non autosufficiente - scenario basso, centrale e alto - età 20-95 - anni 2013-2043 – maschi e femmine.



probabilità di permanenza nello stato di attivo - scenario basso, centrale e alto - età 20-95 - anni 2013-2043 – maschi e femmine.

BASI TECNICHE PER ASSICURAZIONI MALATTIE GRAVI – DD15, DD15T, DD15C

Lo studio include anche passaggi analoghi (scelta del modello, applicazione dello stesso alle basi di dati disponibili, derivazione di basi tecniche) per la copertura malattie gravi.



probabilità di passaggio dallo stato di attivo a quello di malato grave - età 20-79 - maschi e femmine – tumori, malattie del sistema circolatorio e totale.



probabilità di passaggio dallo stato di attivo a deceduto per altra causa - età 20-79, maschi e femmine.



probabilità di passaggio dallo stato di malato grave a quello di deceduto per malattia grave - età 20-79 - maschi e femmine – tumori, malattie del sistema circolatorio e totale.



probabilità di passaggio dallo stato di malato grave a quello di deceduto per altra causa – età 20-79 – maschi e femmine.

BASI TECNICHE PER INVALIDITÀ – IPI15, IPI15COND, IPROF15

Analogamente per l'invalidità permanente da infortunio nell'attività professionale ed extra-professionale, invalidità permanente da infortunio del conducente (circolazione stradale) e invalidità professionale



probabilità di divenire invalido - età 14-90 - maschi e femmine - infortuni nell'attività professionale ed extra-professionale.



probabilità di divenire invalido - età 14-90 - maschi e femmine - infortuni del conducente nella circolazione dei veicoli.



probabilità di divenire invalido professionale - età 20-75+ - maschi e femmine.



probabilità di morte degli invalidi professionale - età 20-100 - maschi e femmine

Grazie per l'attenzione

LUIGI DI FALCO

16 GIUGNO 2016