

# Correlazioni fra mercati azionari: stabilità e punti di svolta

Ennio Alessandrini

8 ottobre 2024

# Correlazioni fra mercati azionari

- ▶ **Obiettivo:** Studiare l'evoluzione della dinamica della correlazione tra il FTSE-100 con 5 principali indici globali (CAC, SWISS, S&P 500, DAX, NIKKEI), dal 2014 al 2024.
- ▶ **Domanda di ricerca:** La Brexit ha rafforzato o indebolito la correlazioni tra i principali indici azionari (Francia, Germania, Svizzera, Stati Uniti, e Giappone) e il FTSE 100?
- ▶ **Metodologia:** Regressione multipla rolling-window con selezione del modello tramite procedura stepwise backward (modificata).
- ▶ **Risultati:**  $R^2 \in [0.3, 0.9]$  (modelli selezionati), periodo 2014-2024.

## Metodologia: Dati e Modelli

- ▶ Periodo: 02/01/2014 - 31/05/2024
- ▶ Dati giornalieri, 6 indici di borsa:
  - ▶ Dipendente: FTSE 100 (UK)
  - ▶ Regressori: CAC 40 (FR), SMI (SVI), DAX 40 (GER), S&P 500 (USA), NIKKEI 225 (JAP)
- ▶ 2718 osservazioni per ogni indice
- ▶ Rendimento giornaliero  $r_t = \ln \left( \frac{\text{Indice}_t}{\text{Indice}_{t-1}} \right) \times 100$
- ▶ Modello completo:

$$\begin{aligned} FTSE_t = & \beta_0 + \beta_1 CAC_t + \beta_2 SWISS_t + \beta_3 DAX_t \\ & + \beta_4 S\&P_t + \beta_5 NIKKEI_t + u_t \end{aligned} \quad (1)$$

- ▶ Modello base (*baseline*) [tasso di significatività]:

$$FTSE_t = \alpha_0 + \alpha_1 CAC_t + \alpha_2 SWISS_t + e_t \quad (2)$$

- ▶ Stima dei modelli per ogni finestra mobile (86 oss./finestra, 2632 stime)
- ▶ Focus:  $R^2$  (test F Anova)

## Combinazioni di Modelli considerati

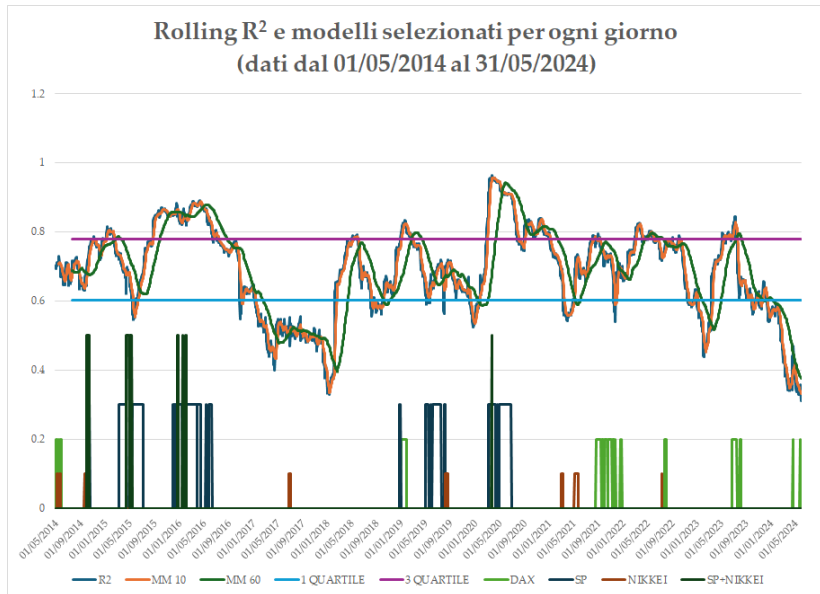
- Procedura *stepwise backward* modificata: testa le seguenti combinazioni di modelli, nell'ordine indicato:

<b>Combinazione</b>	<b>Modelli</b>
1	CAC + SWISS
2	CAC + SWISS + S&P
3	CAC + SWISS + DAX
4	CAC + SWISS + NIKKEI
5	CAC + SWISS + S&P + DAX
6	CAC + SWISS + S&P + NIKKEI
7	CAC + SWISS + DAX + NIKKEI
8	CAC + SWISS + S&P + DAX + NIKKEI

## Modelli selezionati - Frequenza

<b>Modelli selezionati</b>	$n_i$	$f_i$	$N_i$	$F_i$
CAC+SWISS	2121	0.8059	2121	0.8059
CAC+SWISS+S&P	281	0.1068		
CAC+SWISS+DAX	126	0.0479		
CAC+SWISS+NIKKEI	51	0.0194	458	0.1740
CAC+SWISS+S&P+DAX	40	0.0152		
CAC+SWISS+S&P+NIKKEI	9	0.0034		
CAC+SWISS+DAX+NIKKEI	4	0.0015	53	0.0201
CAC+SWISS+S&P+DAX+NIKKEI	0	0		
	2632	1	2632	

# Andamento del $R^2$ stimato



# Struttura dei confronti in procedura stepwise backward modificata

**Tabella:** Combinazioni di modelli considerati nella procedura stepwise backward modificata.

Combinazione	Modelli
1	Full: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ vs Ridotto: $X_1, X_2$ (Baseline model)
2	Full: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ vs Ridotto: $X_1, X_2, X_3$ (Baseline model + $X_3$ )
3	Full: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ vs Ridotto: $X_1, X_2, X_4$ (Baseline model + $X_4$ )
4	Full: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ vs Ridotto: $X_1, X_2, X_5$ (Baseline model + $X_5$ )
5	Full: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ vs Ridotto: $X_1, X_2, X_3, X_4$ (Baseline model + $X_3, X_4$ )
6	Full: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ vs Ridotto: $X_1, X_2, X_3, X_5$ (Baseline model + $X_3, X_5$ )
7	Full: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ vs Ridotto: $X_1, X_2, X_4, X_5$ (Baseline model + $X_4, X_5$ )

## Revisione della letteratura

- ▶ Le ricerche iniziali si sono focalizzate sulla correlazione tra prezzi degli asset su rendimenti stazionari (Yanhua Chen et al. 2018).
- ▶ Studi recenti distinguono tra dinamiche "lente" (cambiamenti strutturali) e "veloci" (shock critici) (Song et al. 2011; Buccheri, Marmi e Mantegna 2013).
- ▶ Le dinamiche veloci complicano la gestione del rischio, riducendo l'efficacia della diversificazione (Raddant 2016).
- ▶ La Brexit ha creato variazioni significative nelle correlazioni tra indici, alterando le strategie di investimento (Abuzayed, Al-Fayoumi e Bouri 2022; Gomes e Cicogna 2023).
- ▶ La pandemia di COVID-19 ha aumentato la densità delle reti di correlazione tra mercati precedentemente scollegati (Wu, Zhang e Yun Chen 2022).

## Statistiche descrittive

- ▶ Statistiche di base per ogni indice: MIN, MAX, MEDIA, DEVIAZIONE STANDARD

	FTSE	DAX	CAC	SWISS	S&P	NIKKEI
MIN	-11.51	-13.05	-13.10	-10.13	-12.77	-8.25
MAX	8.67	10.41	8.06	6.78	8.97	7.73
MEAN	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03
SD	0.97	1.20	1.17	0.93	1.09	1.21

Tabella: Statistiche descrittive per i 6 indici.

## Correlazioni tra indici

	FTSE	DAX	CAC	SWISS	S&P	NIKKEI
FTSE	1.00	0.81	0.85	0.75	0.54	0.31
DAX	0.81	1.00	0.93	0.77	0.57	0.30
CAC	0.85	0.93	1.00	0.78	0.57	0.32
SWISS	0.75	0.77	0.78	1.00	0.49	0.29
S&P	0.54	0.57	0.57	0.49	1.00	0.19
NIKKEI	0.31	0.30	0.32	0.29	0.19	1.00

Tabella: Correlazioni tra indici azionari.

## R<sup>2</sup> stimato

- ▶ Coefficiente di determinazione  $R^2$  calcolato per:
  - ▶ Modello completo ( $R_{NV}^2$ )
  - ▶ Modello ridotto ( $R_V^2$ )
- ▶ Confronto tra i due modelli con test F:

$$F = \frac{\left( \frac{R_{NV}^2 - R_V^2}{q} \right)}{\left( \frac{1 - R_{NV}^2}{T_\tau - k_{NV} - 1} \right)}$$

# Test F e tasso di significatività

- ▶ Test F condotto per ogni finestra mobile
- ▶ Dummy  $D_j = 1$  se il p-value è inferiore a 0.05,  $D_j = 0$  altrimenti
- ▶ Tasso di significatività:

$$\frac{1}{2632} \sum_{j=1}^{2632} D_j = 19.41\%$$

- ▶ Rifiutata l'ipotesi nulla nel 19.41% dei casi

# Stepwise Backward - Modelli

- ▶ Obiettivo: testare 7 combinazioni di modelli + modello con sola costante
- ▶ Modello completo:  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$
- ▶ Modello ridotto (Baseline):  $X_1, X_2$  (CAC, SWISS)
- ▶ Iterazione stepwise per ogni giorno tra 2014-2024
- ▶ Significatività dei modelli verificata tramite p-value  $\leq 0.05$

# Algoritmo Stepwise Backward

- ▶ Step 1: Testa la Combinazione 1 (Baseline)
- ▶ Step 2: Se  $\text{dummy} = 0$ , salva  $R^2$  e termina
- ▶ Step 3: Se  $\text{dummy} > 0$ , continua con Combinazioni 2-4
- ▶ Step 4: Se  $\text{dummy} = 0$ , salva il modello con il  $R^2$  più alto
- ▶ Step 5: Se  $\text{dummy} > 0$ , continua con Combinazioni 5-7
- ▶ Step 6: Se  $\text{dummy} = 0$ , salva il modello con  $R^2$  più alto, altrimenti seleziona il full model

## Andamento del $R^2$ stimato (2)

- ▶ Miglior  $R^2$  stimato con rolling window di 86 giorni.
- ▶ Modello selezionato con procedura stepwise forward.
- ▶ Serie blu: andamento  $R^2$ .
- ▶ Linea arancione: media mobile 10 giorni.
- ▶ Linea verde: media mobile 60 giorni.
- ▶ Bande: primo e terzo quartile del campione.

# Descrizione della Tabella

- ▶ Frequenza assoluta e relativa delle selezioni dei modelli.
- ▶ CAC+SWISS selezionato l'80.59% delle volte.
- ▶ Modelli con più variabili selezionati meno frequentemente.
- ▶ Frequenza relativa cumulata  $F_i$  mostra l'importanza dei modelli ridotti.

# Conclusione - Riepilogo

- ▶ Risultati basati su regressioni rolling di 86 giorni.
- ▶ Dal 2016 al 2018: decorrelazione tra FTSE 100 e indici europei.
- ▶ Dal 2018 al 2020: correlazione rafforzata, massimi globali con valori di  $R^2$  vicino al 90%.
- ▶ Dopo il 2023: nuova fase di de-correlazione, minimo storico nel 2024.

# Conclusione - Impatto della Brexit

- ▶ Brexit ha inizialmente indebolito le correlazioni tra FTSE e indici europei.
- ▶ Effetti misti: dopo il referendum, de-correlazione seguita da stabilizzazione post-uscita ufficiale.
- ▶ Eventi globali (pandemia) hanno rafforzato temporaneamente le correlazioni.






## Conclusione - Considerazioni finali

- ▶ La Brexit ha avuto effetti misti sulle correlazioni con FTSE 100.
- ▶ Opportunità di diversificazione grazie alla decorrelazione.
- ▶ Dinamiche di  $R^2$  influenzate anche da eventi geopolitici, come la guerra in Ucraina.

## Conclusione - Spunti per futuri studi

- ▶ Analizzare dinamiche a lungo termine con modelli a coefficienti variabili.
- ▶ Studiare l'effetto di eventi geopolitici sulle correlazioni tra mercati finanziari.
- ▶ Ottimizzare le strategie di investimento con modelli dinamici.

# Bibliografia I

-  Abuzayed, Bana, Nedal Al-Fayoumi e Elie Bouri (2022). “Hedging UK stock portfolios with gold and oil: The impact of Brexit”. In: *Resources Policy* 75, p. 102434.
-  Buccheri, Giuseppe, Stefano Marmi e Rosario N Mantegna (2013). “Evolution of correlation structure of industrial indices of US equity markets”. In: *Physical Review E—Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics* 88.1, p. 012806.
-  Chen, Yanhua et al. (2018). “A dynamic analysis of S&P 500, FTSE 100 and EURO STOXX 50 indices under different exchange rates”. In: *PloS one* 13.3, e0194067.
-  Gomes, Matheus Vinicius e Maria Paula Vieira Cicogna (2023). “S&P500 volatility and Brexit contagion”. In: *Gestão & Produção* 30, e8422.
-  Raddant, Matthias (2016). *The response of European stock markets to the Brexit*. Rapp. tecn. Kiel Policy Brief.

# Bibliografia II

-  Song, Dong-Ming et al. (2011). “Evolution of worldwide stock markets, correlation structure, and correlation-based graphs”. In: *Physical Review E—Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics* 84.2, p. 026108.
-  Wu, JunFeng, Chao Zhang e Yun Chen (2022). “Analysis of risk correlations among stock markets during the COVID-19 pandemic”. In: *International Review of Financial Analysis* 83, p. 102220.