

Análisis de la evolución económica Argentina: 1989 2021

Maestría en Explotación de Datos y
Descubrimiento del Conocimiento

Series Temporales

Autor: Eduardo Miguel Kiszkurno

Repo: https://github.com/mkiszkur/evolucion_economica_argentina

Agenda de la presentación

01 Introducción

02 Objetivos

03 Metodología

04 Resultados y Conclusiones

Introducción

introducción

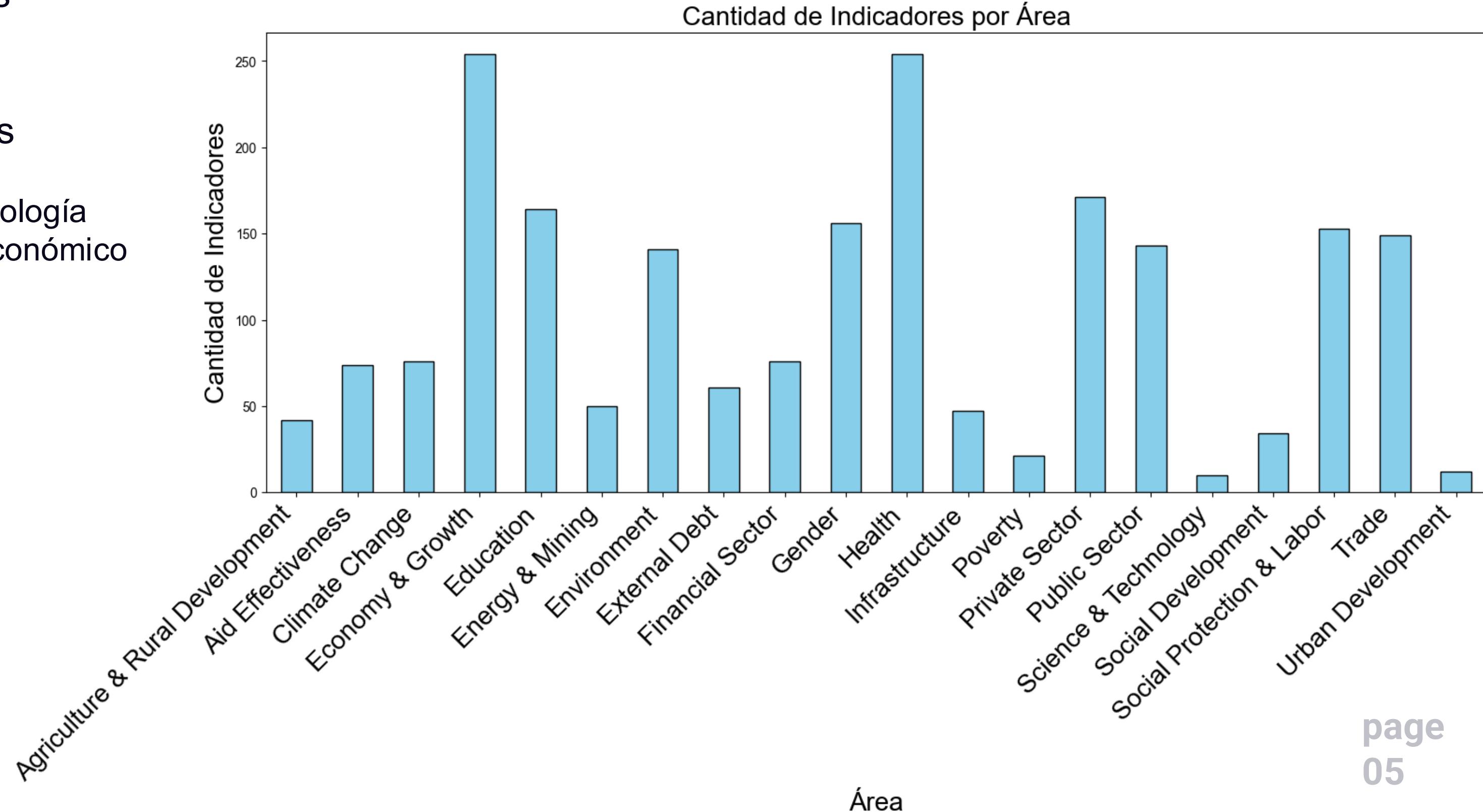
contexto

- El Banco Mundial organiza 1.463 indicadores en 20 áreas clave del desarrollo socioeconómico.
- Cobertura temporal: 1960–2022.
- Las áreas incluyen:
 - educación, salud, medio ambiente, agricultura, género, pobreza, infraestructura y crecimiento económico.
- Los indicadores abarcan temas como:
 - Producción agrícola y emisiones de CO₂.
 - PIB, tasa de matrícula escolar, esperanza de vida y acceso a electricidad.
- Permiten evaluar avances, desigualdades e impactos ambientales.
- Ofrecen un marco integral para diseñar políticas públicas más efectivas y sostenibles.

introducción

dataset Banco Mundial

- 1,463 indicadores numéricos
- 197 países
- diversos aspectos
 - Educación
 - Ciencia y Tecnología
 - Crecimiento Económico
 - entre otros



introducción

clasificación del Banco mundial

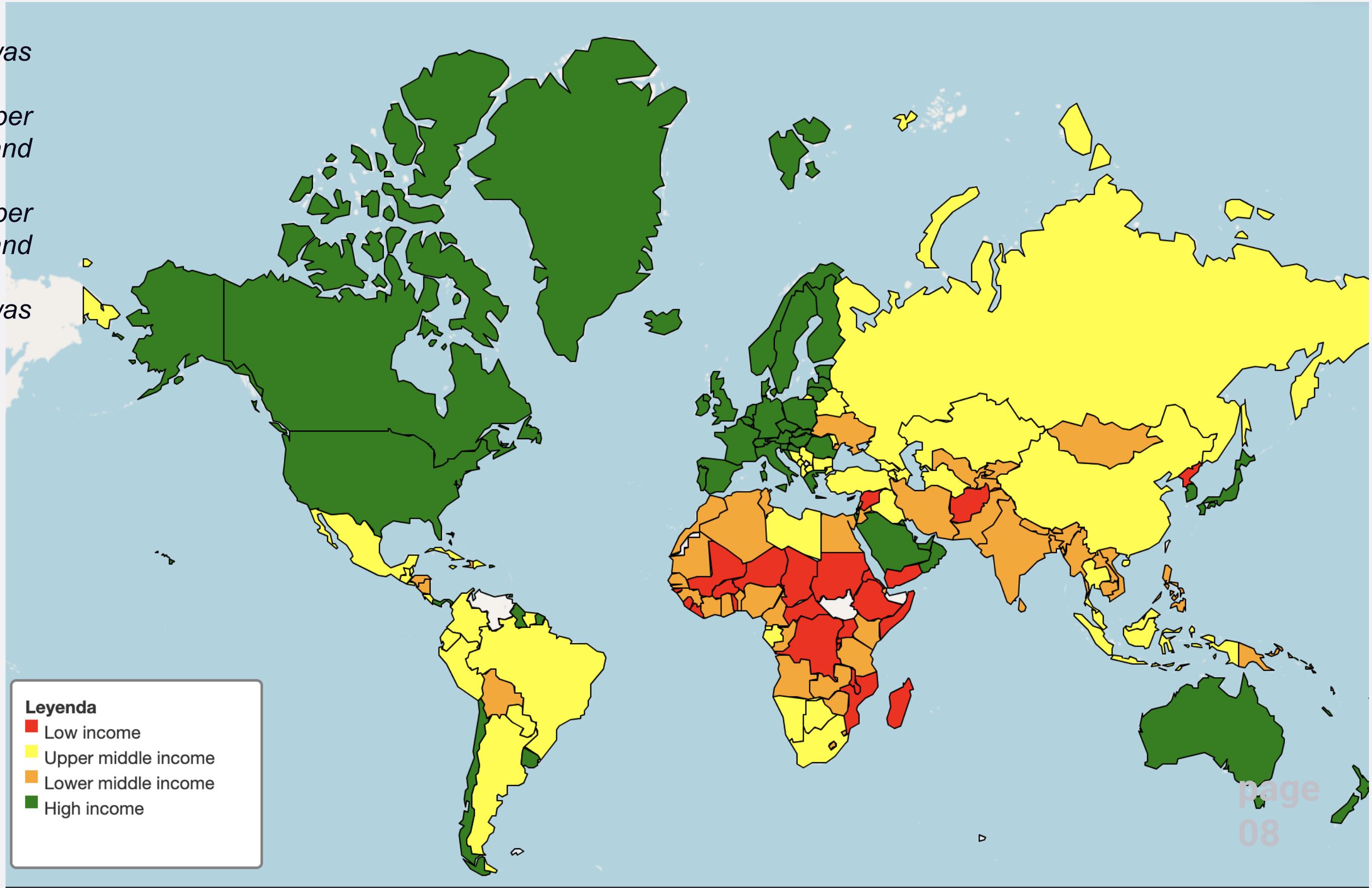
- Categoriza a los países en función de su GNI
 - **Low income:** “... 2022 GNI per capita was \$1,135 or less”.
 - **Lower middle income:** “... 2022 GNI per capita was between \$1,136 and \$4,465”.
 - **Upper middle income:** “... 2022 GNI per capita was between \$4,466 and \$13,845”.
 - **High income:** “... 2022 GNI per capita was more than \$13,845”.

GNI es la suma del valor agregado por todos los productores residentes más cualquier impuesto sobre productos (menos subsidios) no incluido en la valoración de la producción, más los ingresos netos primarios (compensación de empleados e ingresos por propiedad) recibidos del extranjero

introducción

categorización según el banco mundial

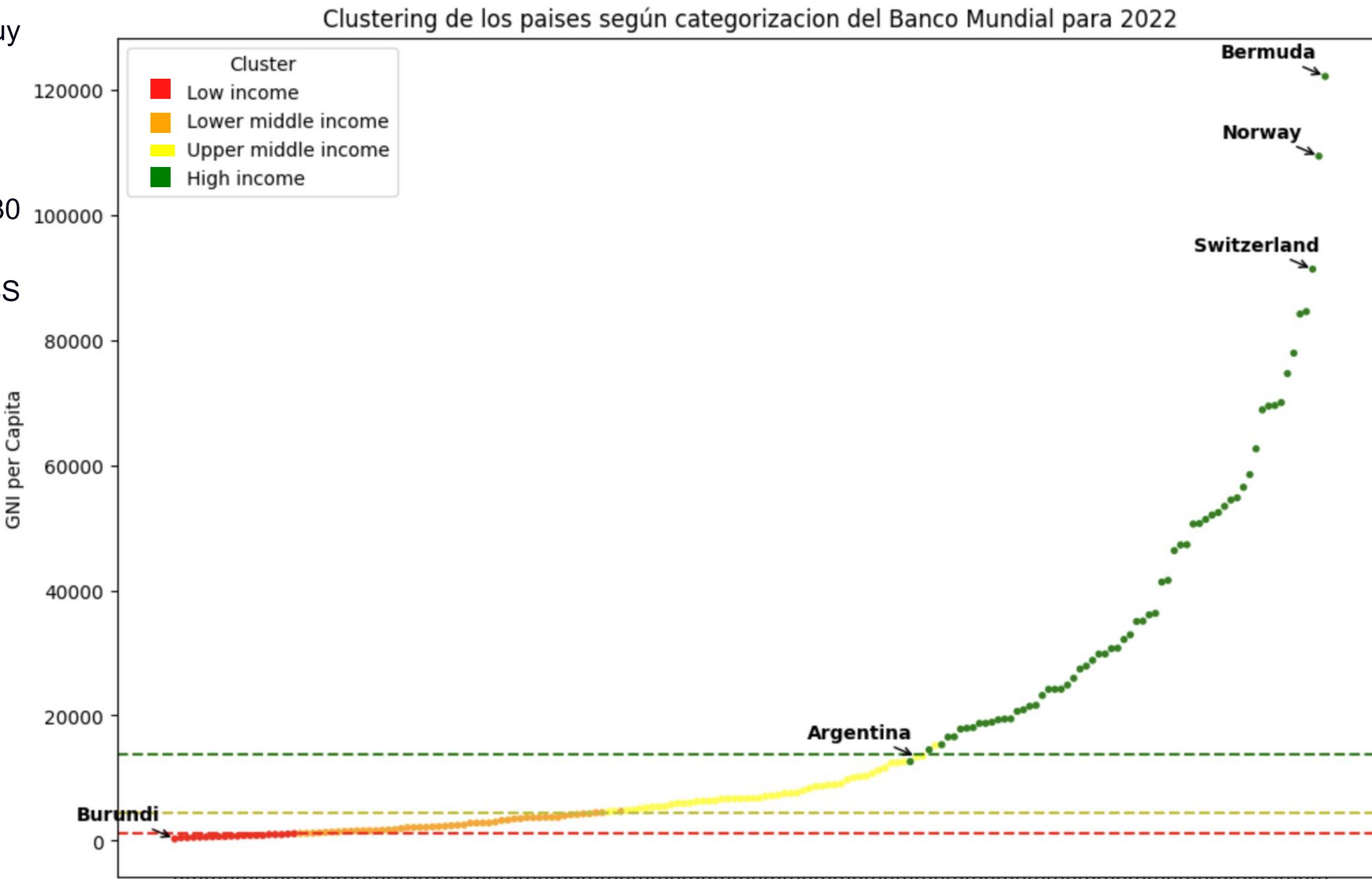
- **Low income:** “*GNI per capita was \$1,135 or less*”.
- **Lower middle income:** “*GNI per capita was between \$1,136 and \$4,465*”.
- **Upper middle income:** “*GNI per capita was between \$4,466 and \$13,845*”.
- **High income:** “*GNI per capita was more than \$13,845*”.



introducción

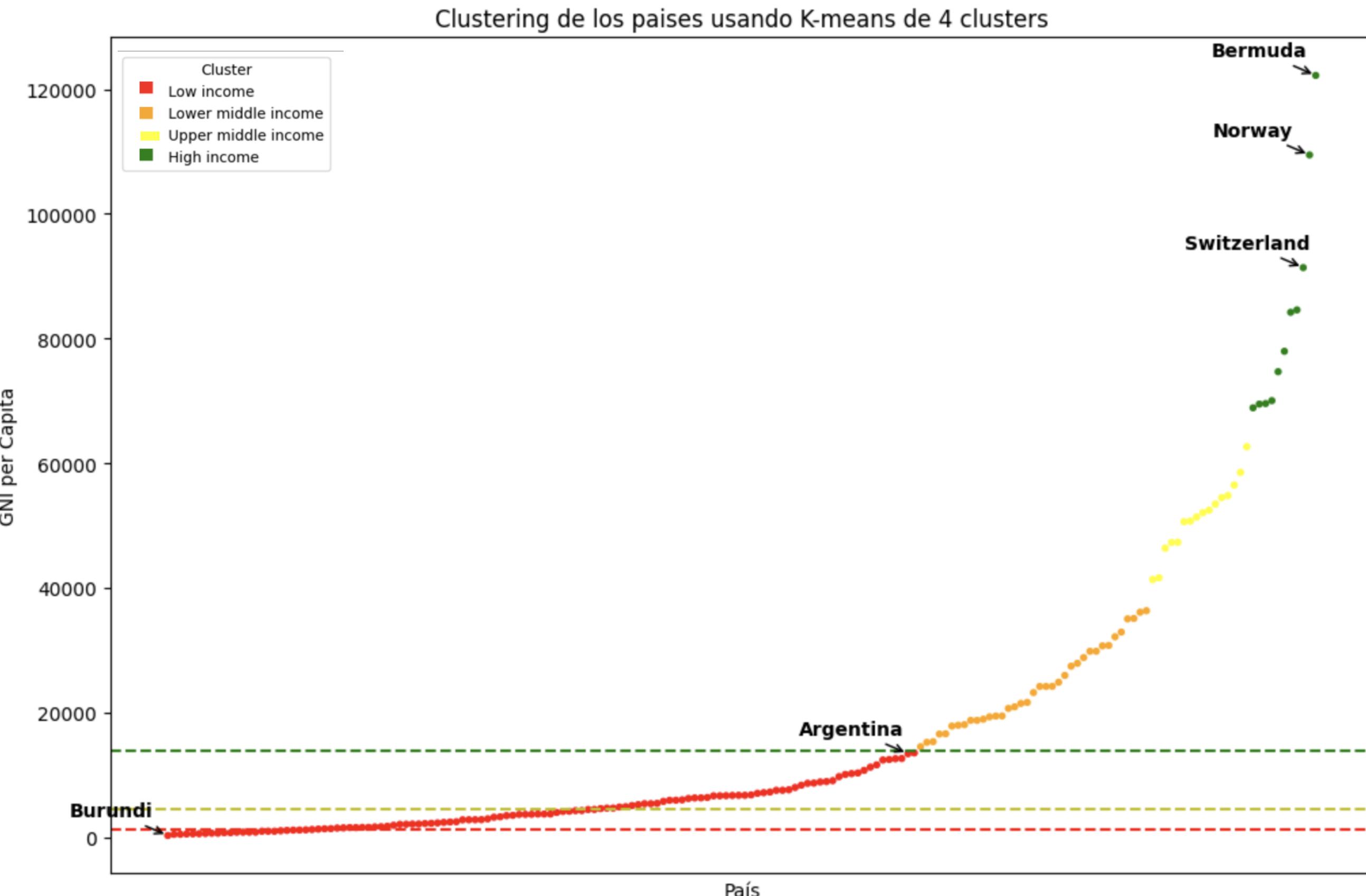
cual es el problema de esta clasificación?

- Los clústeres están dispersos y muy próximos entre sí.
- Coeficiente de variación: 132.14%.
- Media de ingresos altos: U\$S 41,120.30 (CV = 59.58%).
- Media de ingresos medios altos: U\$S 7,973 (CV = 33.38%).
- Diferencia: 1.45 desviaciones estándar.
- Inercia: 796.
- Coeficiente de Silhouette: 0.26.



introducción una clasificación alternativa (K-means)

- K-means de 4 clústeres
- GNI per cápita como único feature
- Coef Silhouette = ~0.7
- Inercia = 12.72.



Objetivos

objetivos

limitación de las clasificaciones estáticas

- Las clasificaciones estáticas no capturan dinámicas temporales. Solo reflejan estado actual
- Pierden información crítica: ¿Cómo llegó cada país a su situación actual?
- Otras técnicas permiten capturar patrones a lo largo del tiempo
- Podemos complementar clasificación por ingresos con análisis temporal
- ¿Países con similar GNI actual tienen trayectorias similares?

objetivos

objetivo general del trabajo

Clasificar países según sus patrones temporales de evolución económica utilizando **Dynamic Time Warping** sobre datos del GNI per cápita (1963-2022)

objetivos

objetivos específicos

- Análisis DTW de Argentina:
 - Identificar los países más similares a Argentina según patrones temporales de GNI
 - Analizar 197 países con 1 indicador económico
 - Comparar resultados con clasificaciones del Banco Mundial y el resultado de K-means
- Clustering Temporal:
 - Implementar K-means usando DTW como medida de distancia
 - Validar con silhouette score
- Comparación DTW vs Banco Mundial vs K-means tradicional
 - Identificar complementariedad entre enfoques
- Validación Empírica:
 - Caso Argentina: ¿Está realmente en Upper middle income o en Low income según DTW?
 - Análisis regional: ¿Predomina América Latina en países similares?

Metodología

metodología

Dynamic Time Warping (DTW)

- Algoritmo que encuentra la mejor alineación temporal entre dos series, permitiendo comparar formas independientemente del tiempo
- Permite "estirar" y "comprimir" el tiempo para encontrar mejor coincidencia
- Captura patrones temporales (formas de las curvas)
- Invariante a velocidad (permite diferentes ritmos de crecimiento)
- Interpretable (distancia = diferencia en patrones evolutivos)

metodología

Dynamic Time Warping (DTW)

- Costo computacional alto: $O(n \cdot m)$ en complejidad temporal y espacial (n, m = longitudes de series)
- Requiere series continuas: No tolera gaps o valores faltantes
- Sensible a outliers: Valores atípicos pueden distorsionar significativamente la distancia
- No cumple la desigualdad triangular
- Difícil interpretación de magnitud

metodología

Dynamic Time Warping implementación

- Variable: GNI per cápita
- Países: 197 economías del Banco Mundial
 - Eliminación de Nulos (12 países que no cumplían la mínima de 20 registros continuos sin nulos) -> 185 países
 - Nos quedamos con los años **1989 a 2021** -> **141 países**
- Librería: dtw (Python)
- Normalización: Z-score por país (media = 0, std = 1)

Resultados

algunos ejemplos

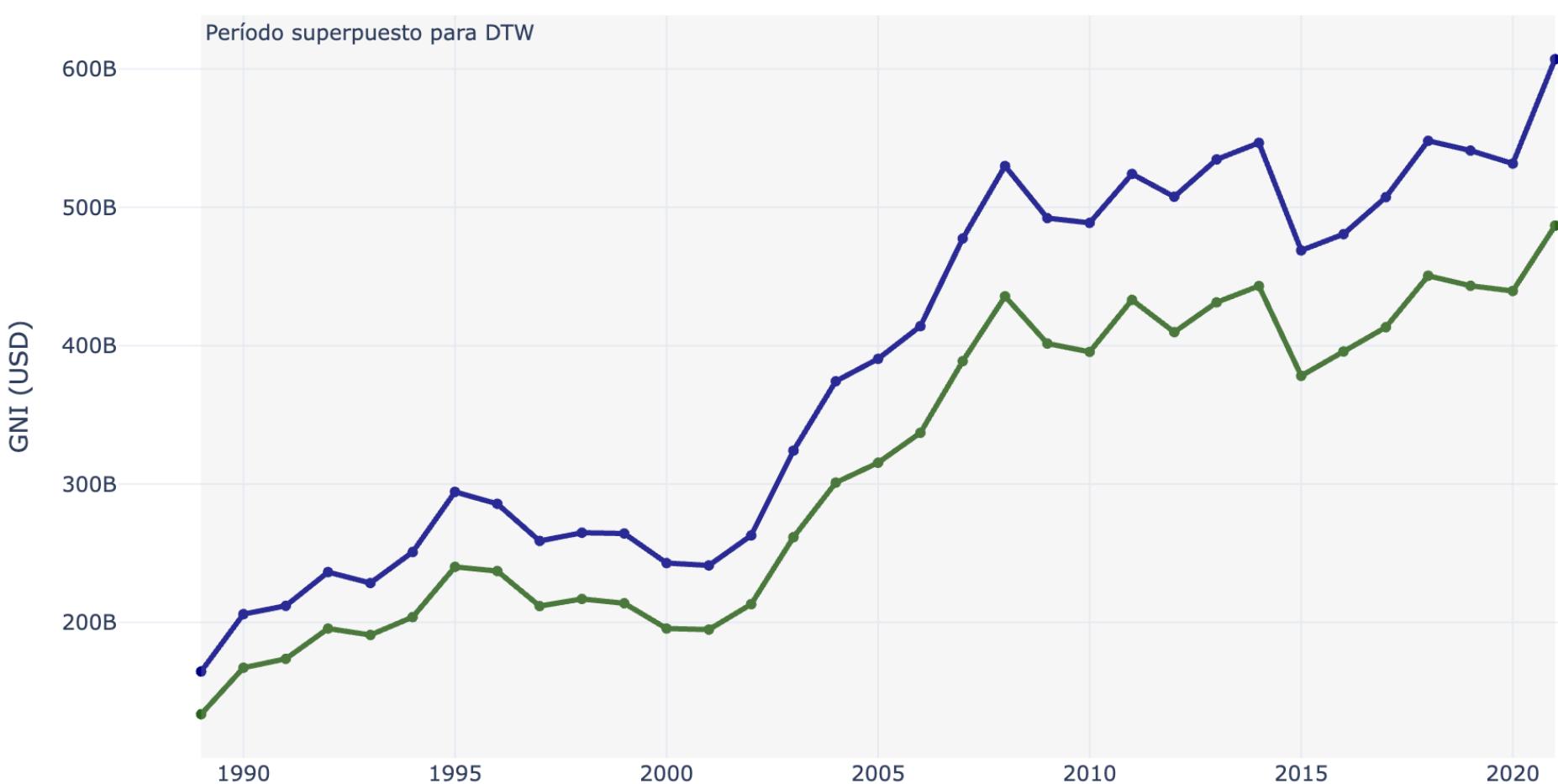
Los países mas similares y mas distintos
según DTW

resultados

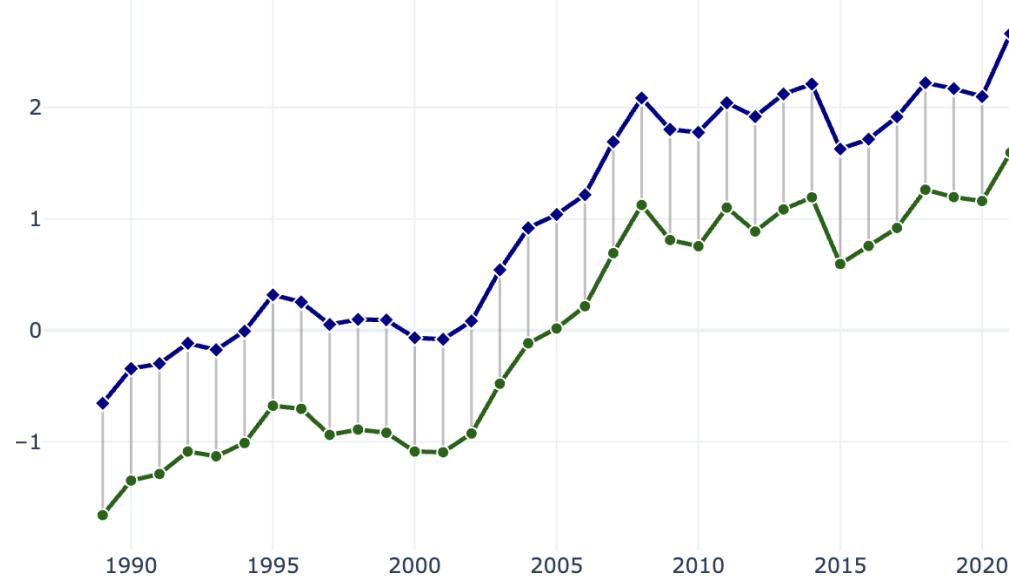
Austria vs Bélgica

Comparación de Series Temporales - Absoluto (USD)

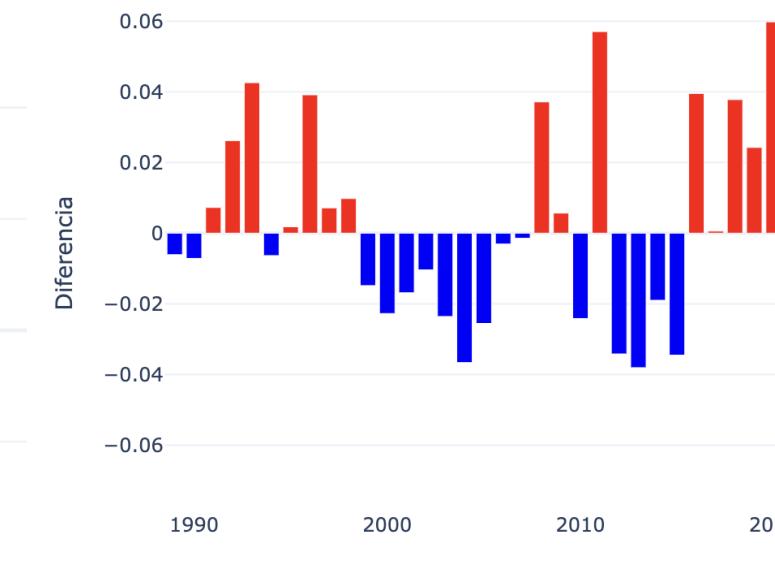
DTW Distance: 0.1723 | 33 años superpuestos



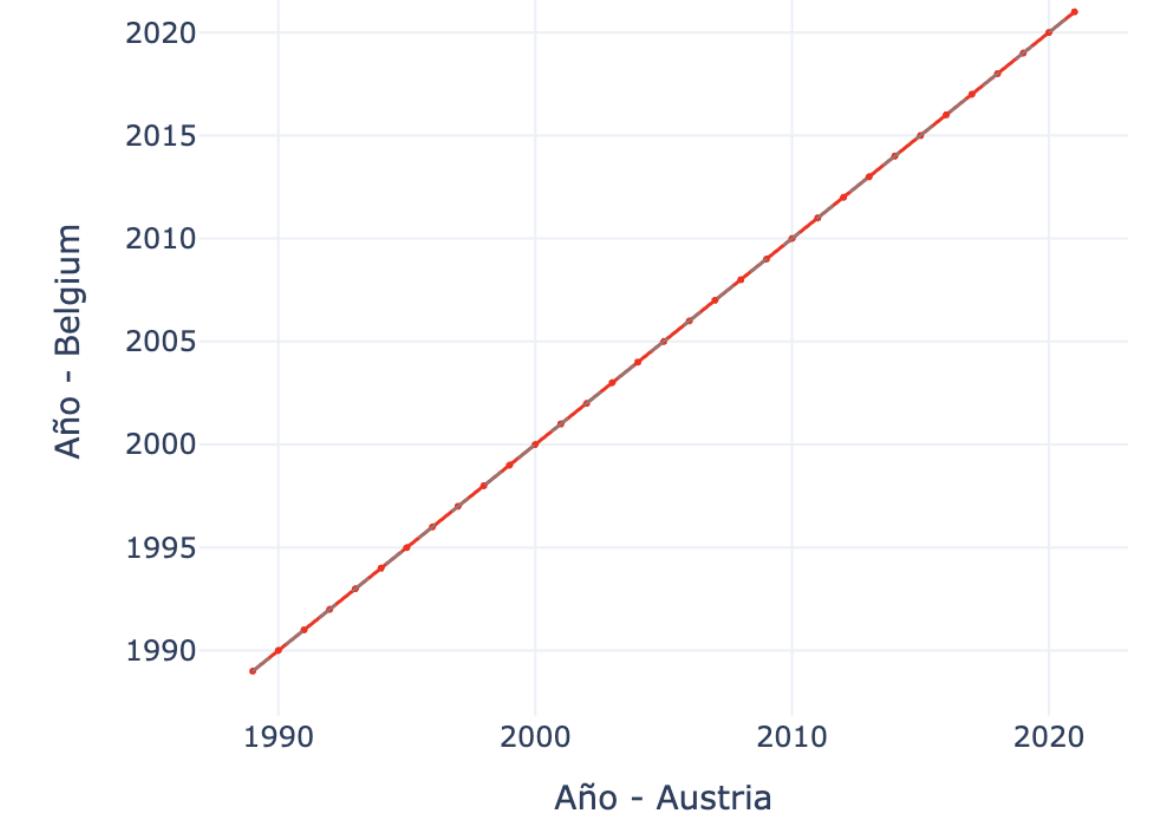
Alineamiento DTW: Conexiones entre Puntos Correspondientes



Diferencias Año por Año

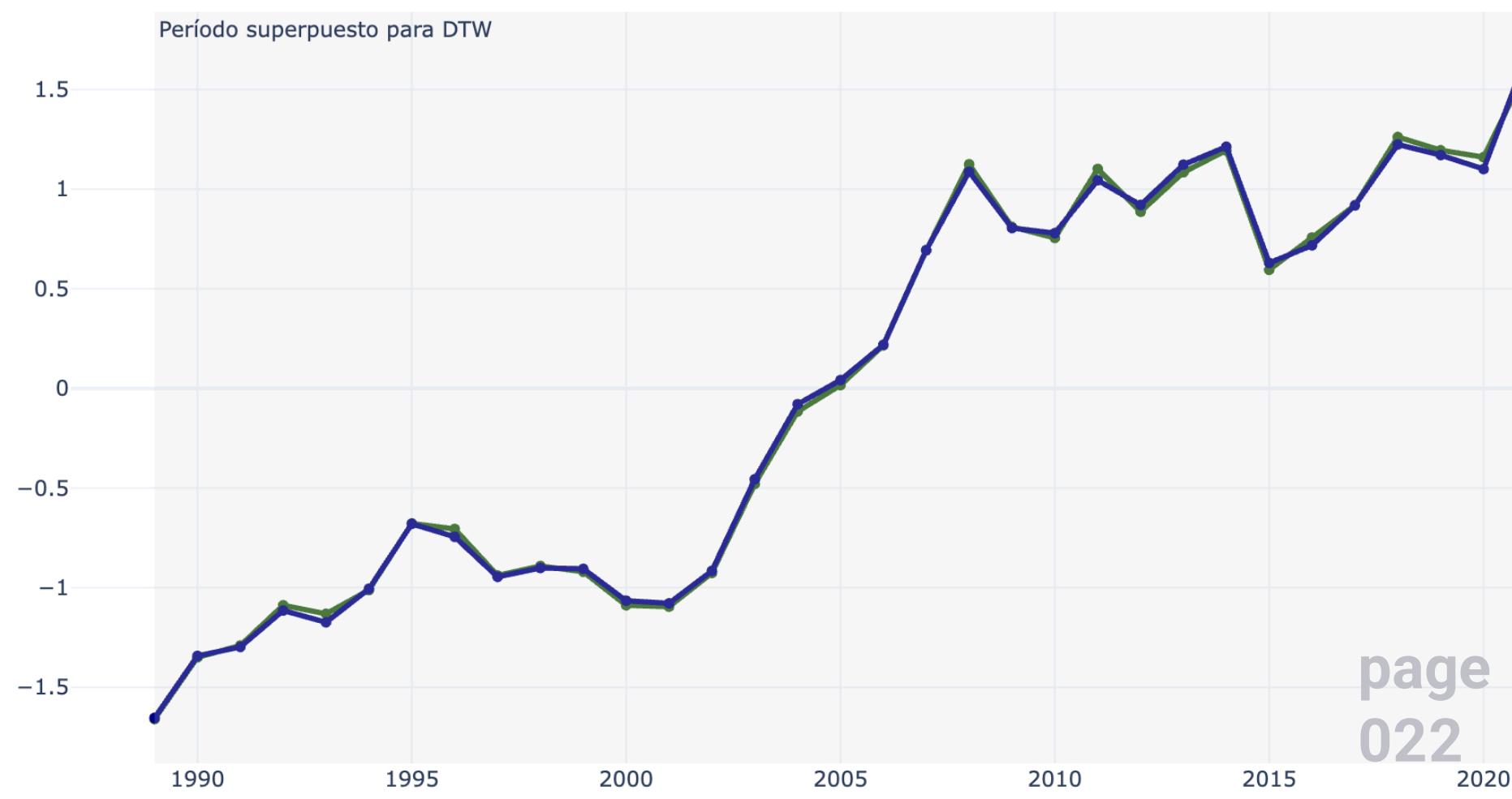


Path de Alineamiento DTW



Comparación de Series Temporales - Estandarizado (Z-score)

DTW Distance: 0.1723 | 33 años superpuestos

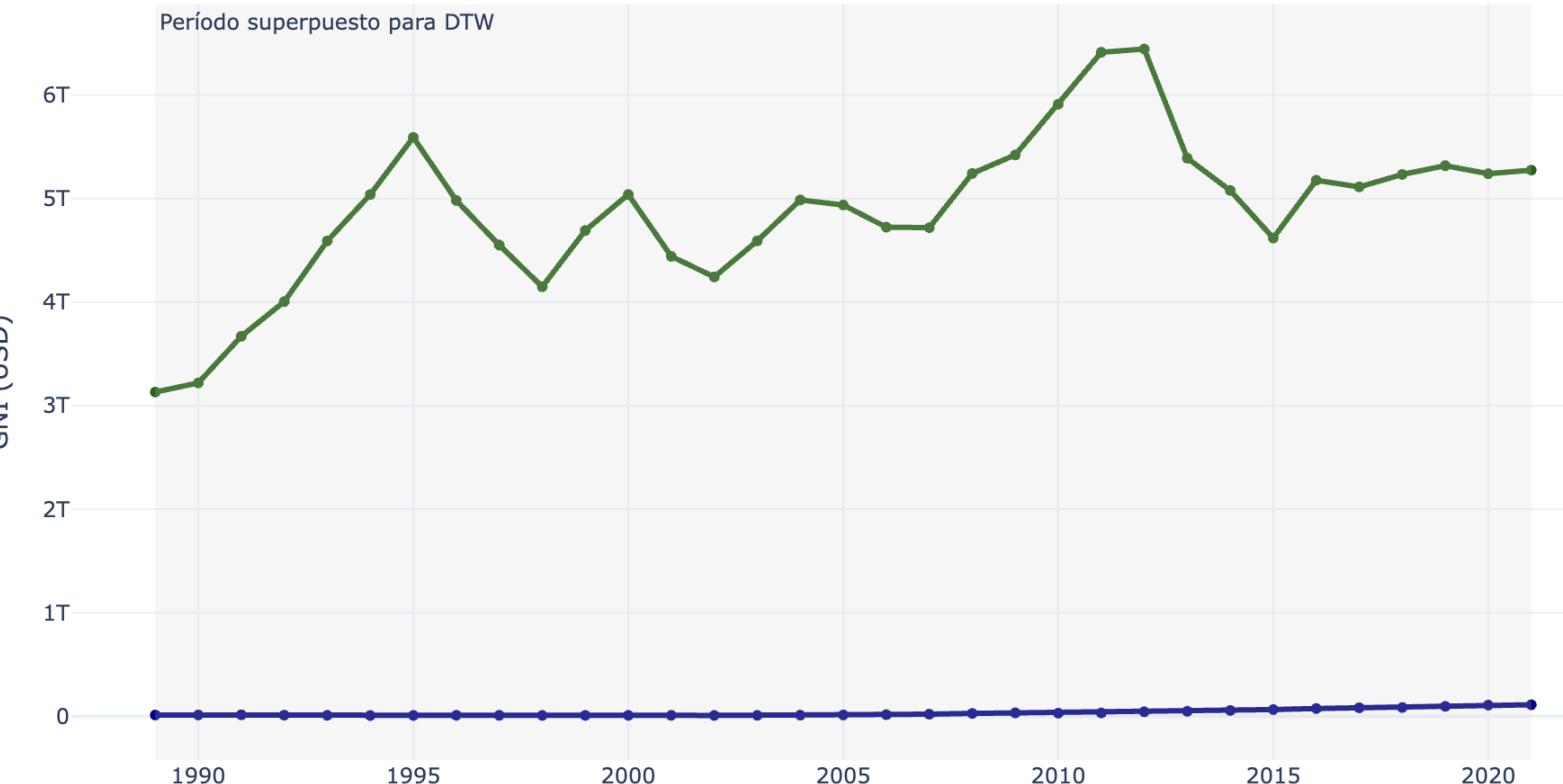


resultados

Japón vs Etiopía

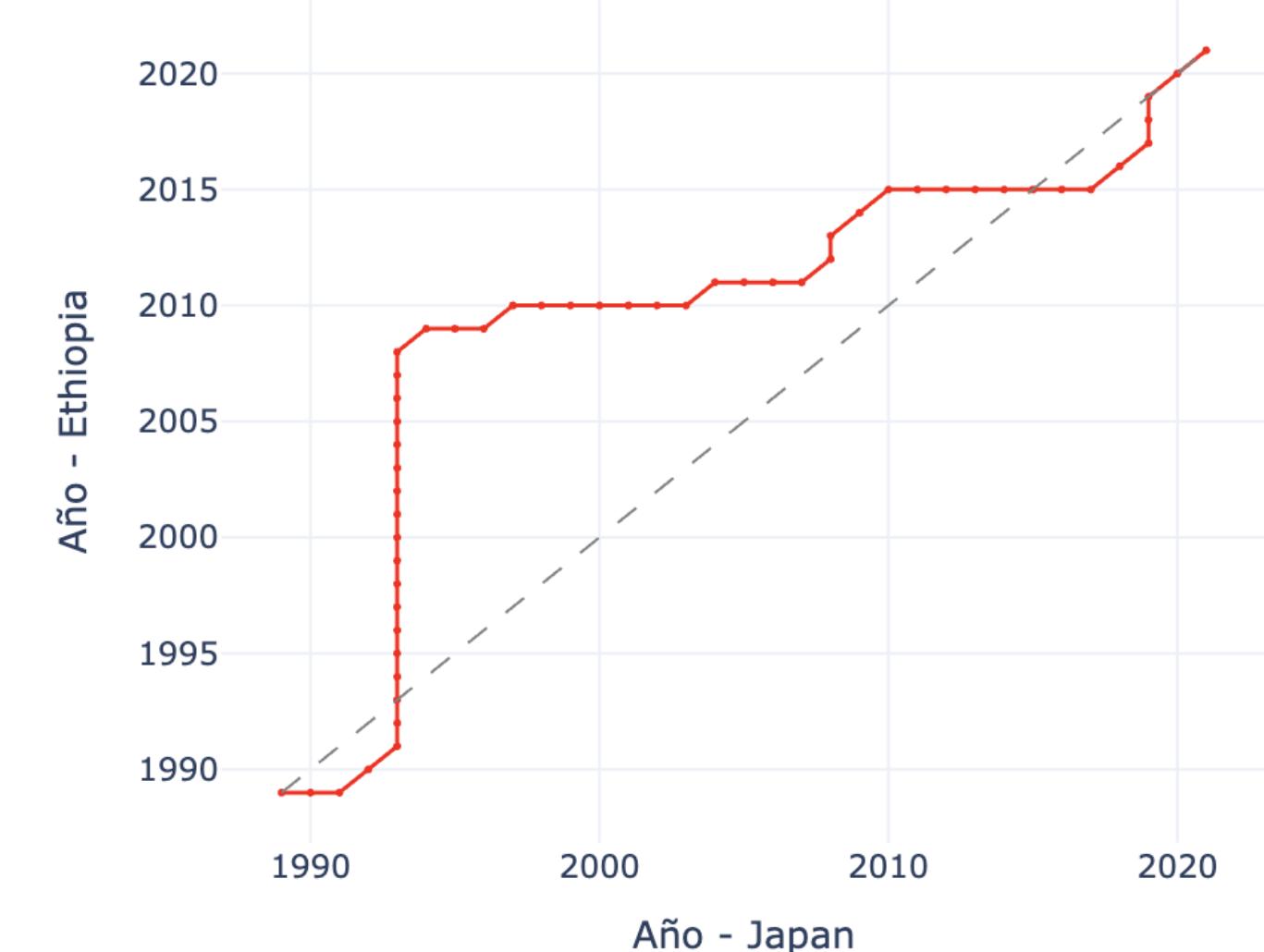
Comparación de Series Temporales - Absoluto (USD)

DTW Distance: 5.4199 | 33 años superpuestos

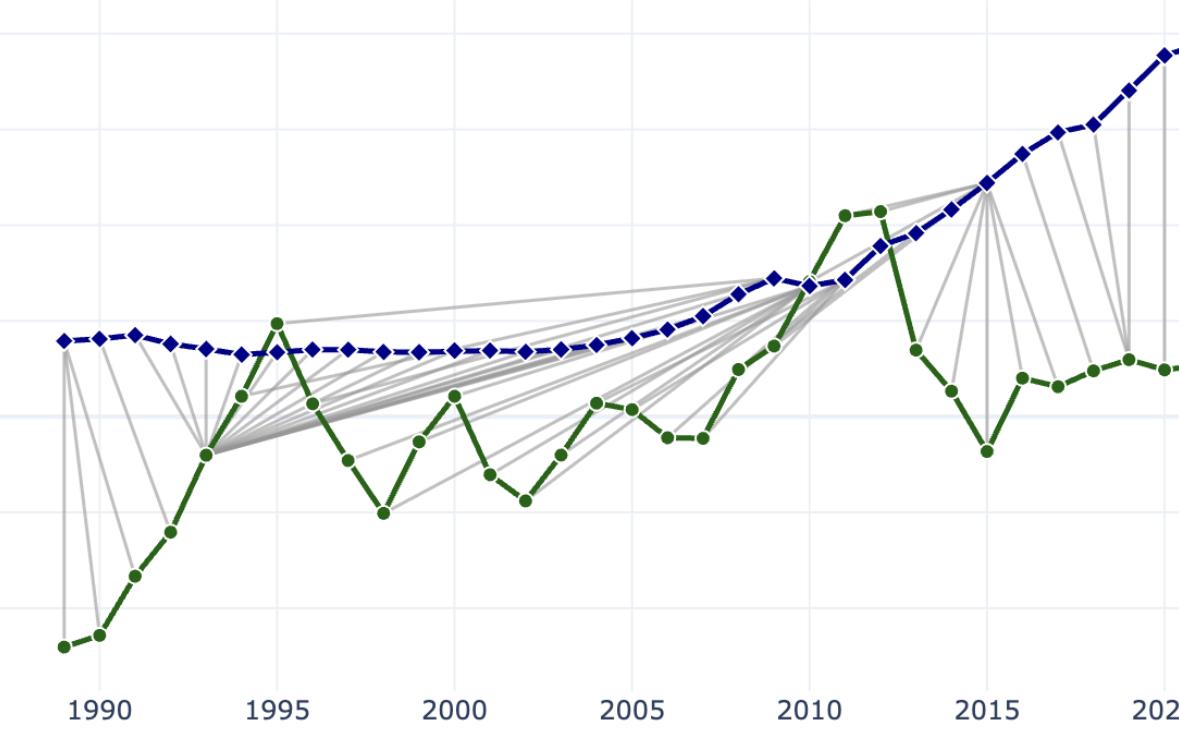


Japan
Ethiopia

Path de Alineamiento DTW



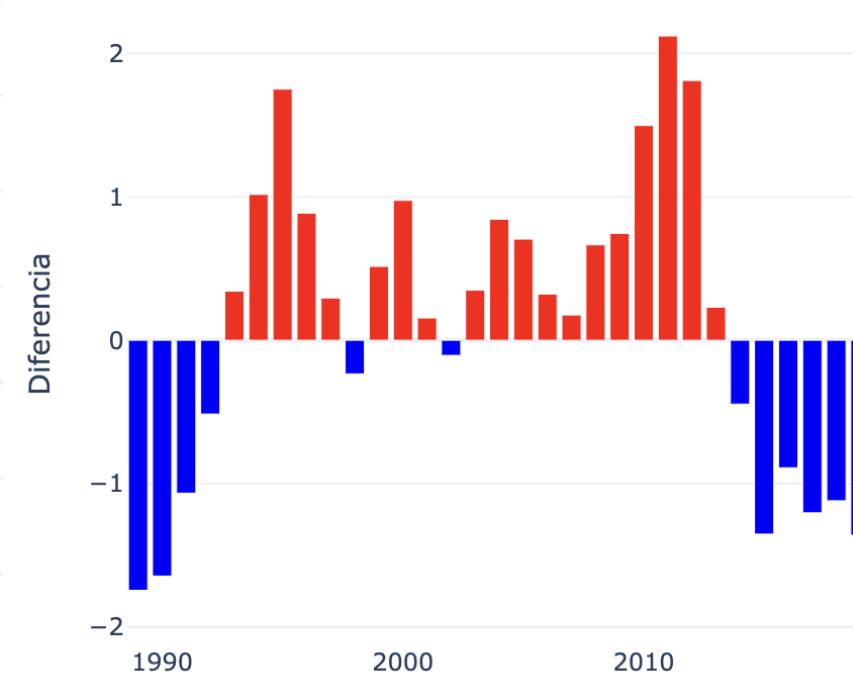
Alineamiento DTW: Conexiones entre Puntos Correspondientes



Diferencias Año por Año

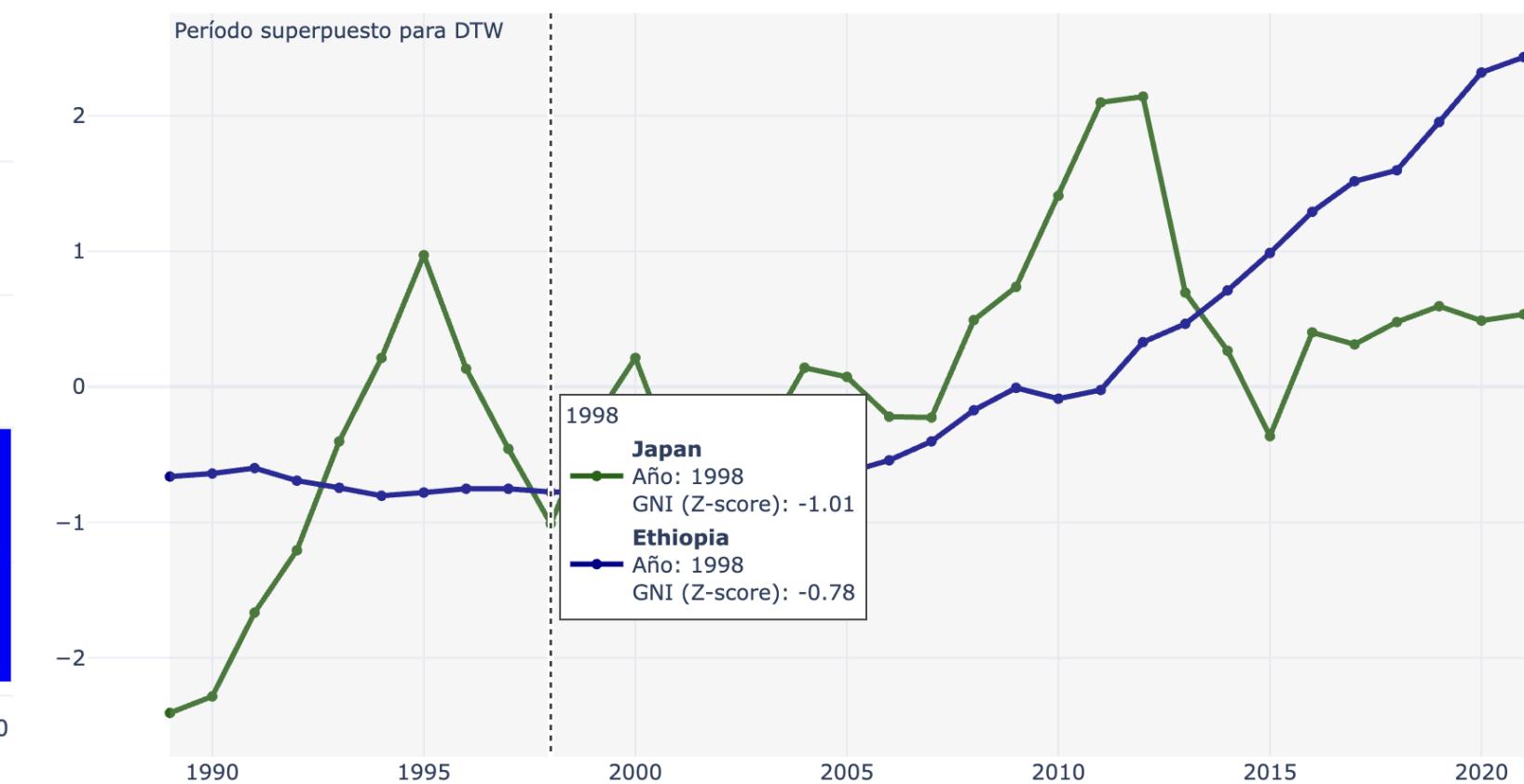
Diferencia

Diferencias Año por Año



Comparación de Series Temporales - Estandarizado (Z-score)

DTW Distance: 5.4199 | 33 años superpuestos

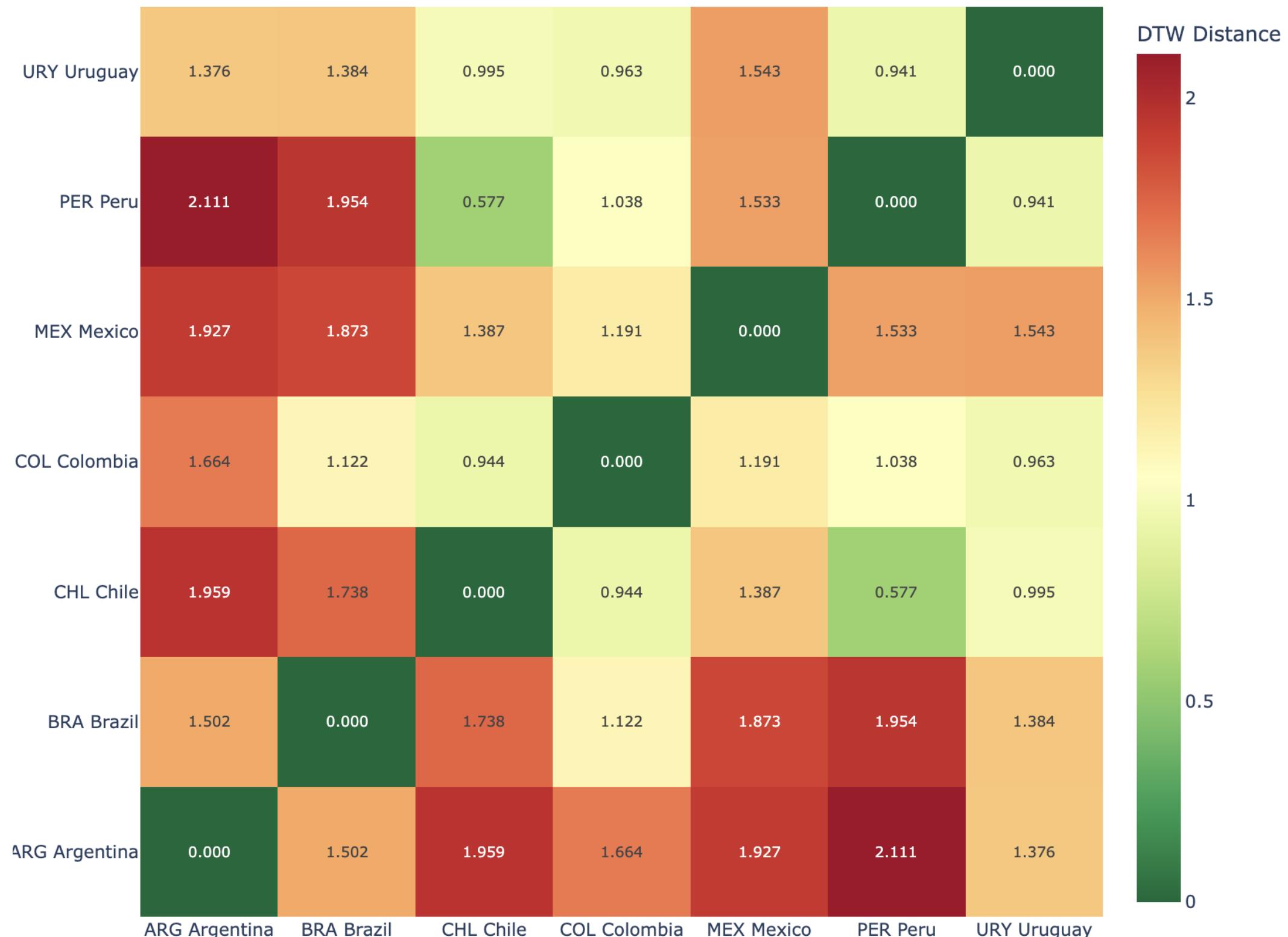


Analicemos Argentina

analicemos Argentina comparando con Latinoamérica

Heatmap de Distancias DTW - América Latina

Colores más verdes = mayor similitud



analicemos Argentina

top 15 de países mas similares

Rank	Código	País	Región	Cluster BM	Cluster K-M	DTW Dist	Años
1	URY	Uruguay	América Latina	High income	Lower middle income	1.3756	33
2	FJI	Fiji	Otra	Upper middle income	Low income	1.4610	33
3	BRA	Brazil	América Latina	Upper middle income	Low income	1.5017	33
4	CYP	Cyprus	Otra	High income	Lower middle income	1.6642	33
5	COL	Colombia	América Latina	Upper middle income	Low income	1.6642	33
6	TUR	Turkiye	Medio Oriente	N/A	N/A	1.6976	33
7	ITA	Italy	Europa Occidental	High income	Lower middle income	1.7086	33
8	PRT	Portugal	Europa Occidental	High income	Lower middle income	1.7429	33
9	TUN	Tunisia	África	Lower middle income	Low income	1.7599	33
10	TKN	St. Kitts and Nevis	Otra	High income	Lower middle income	1.7959	33
11	FRA	France	Europa Occidental	High income	Upper middle income	1.7964	33
12	ZAF	South Africa	África	Upper middle income	Low income	1.7987	33
13	LSO	Lesotho	Otra	Lower middle income	Low income	1.8515	33
14	LCA	St. Lucia	Otra	Upper middle income	Low income	1.8630	33
15	SYC	Seychelles	Otra	High income	Low income	1.8709	33

analicemos Argentina

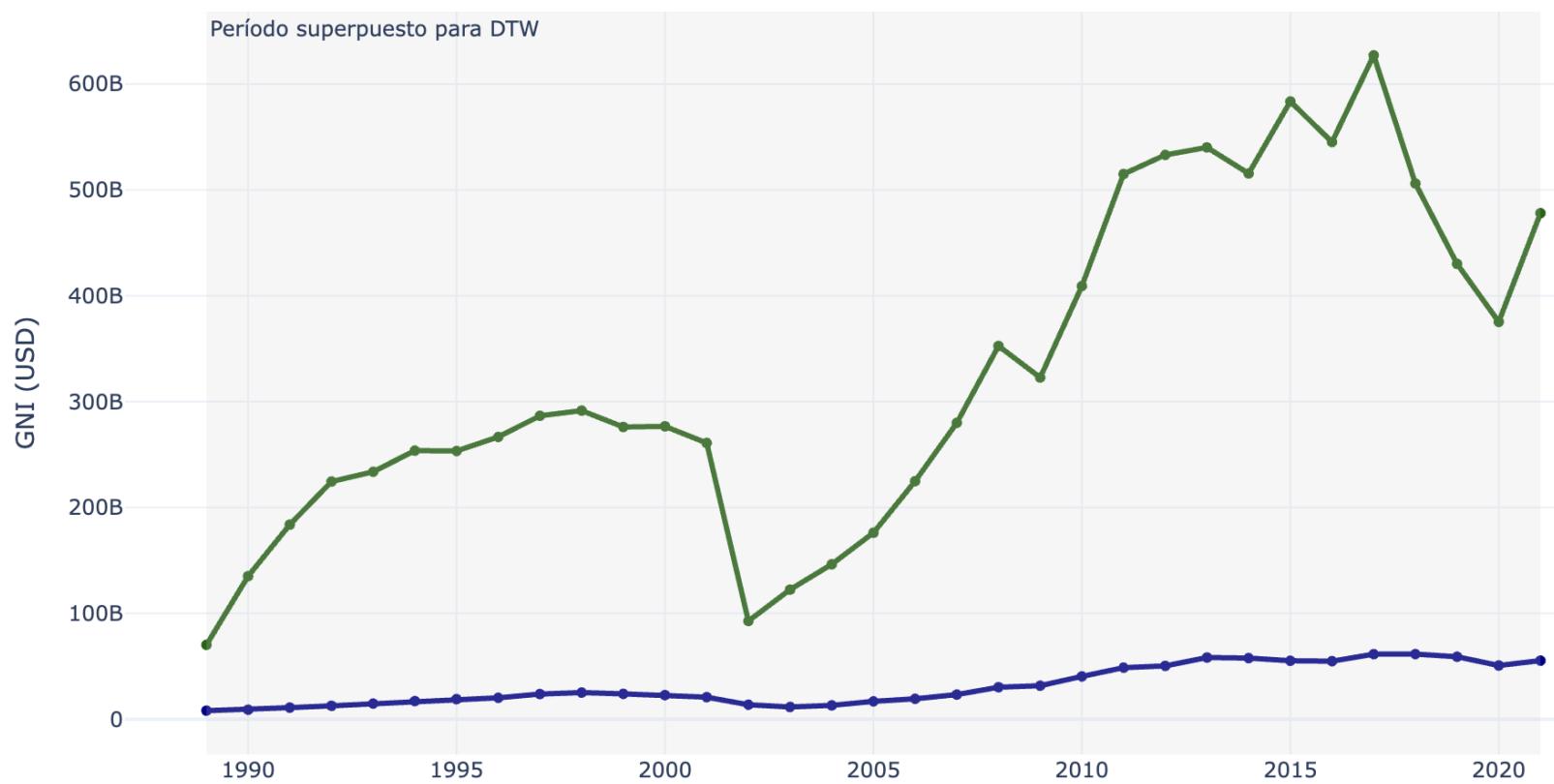
top 15 de países mas distintos

Rank	Código	País	Región	Cluster BM	Cluster K-M	DTW Dist	Años
1	BGD	Bangladesh	Asia-Pacífico	Lower middle income	Low income	3.4419	33
2	ETH	Ethiopia	África	Low income	Low income	3.2863	33
3	ZWE	Zimbabwe	Otra	Lower middle income	Low income	3.2005	33
4	KEN	Kenya	África	Lower middle income	Low income	3.1513	33
5	CHN	China	Asia-Pacífico	Upper middle income	Low income	3.0442	33
6	NPL	Nepal	Otra	Lower middle income	Low income	3.0421	33
7	CIV	Cote d'Ivoire	África	N/A	N/A	3.0235	33
8	VNM	Viet Nam	Asia-Pacífico	Lower middle income	Low income	3.0096	33
9	GIN	Guinea	Otra	Lower middle income	Low income	2.9972	33
10	SDN	Sudan	África	Low income	Low income	2.9644	33
11	GUY	Guyana	Otra	High income	Lower middle income	2.9583	33
12	ISR	Israel	Medio Oriente	High income	Upper middle income	2.9081	33
13	IRL	Ireland	Europa Occidental	High income	High income	2.8795	33
14	LAO	Lao PDR	Asia-Pacífico	Lower middle income	Low income	2.8723	33
15	VUT	Vanuatu	Otra	Lower middle income	Low income	2.8343	33

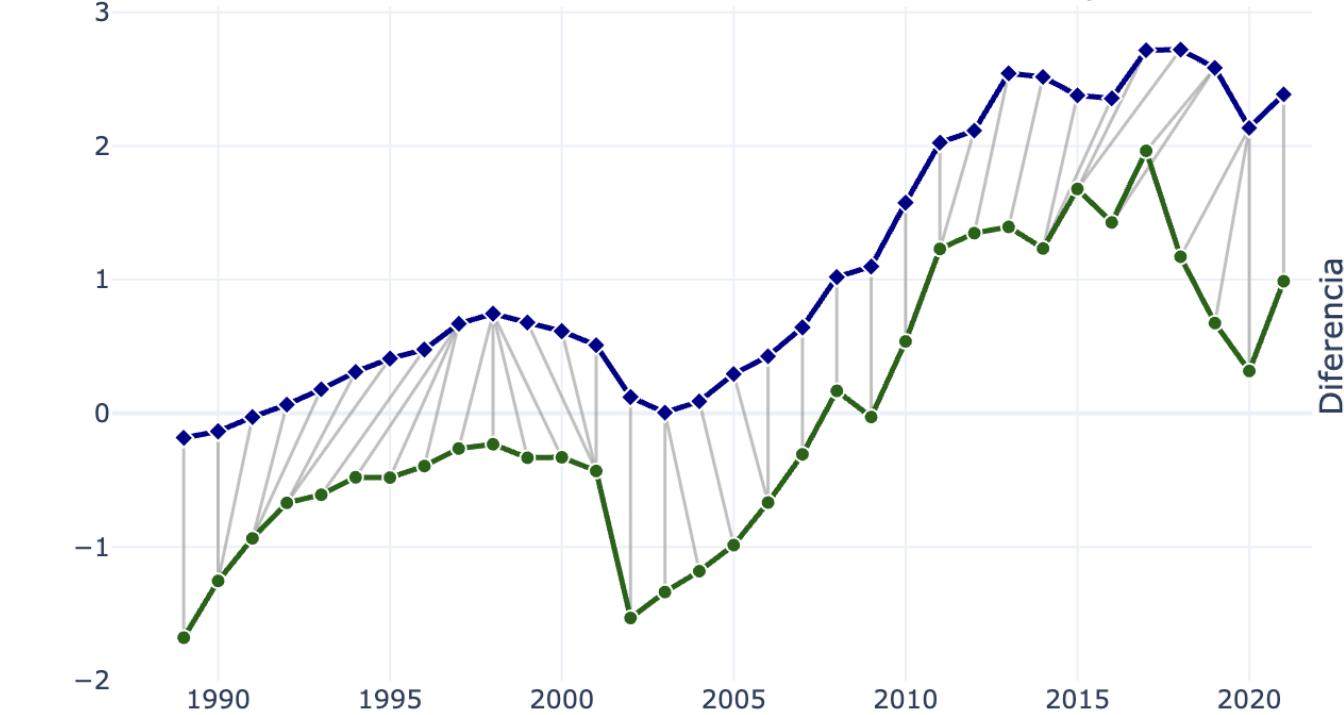
analicemos Argentina vs Uruguay

Comparación de Series Temporales - Absoluto (USD)

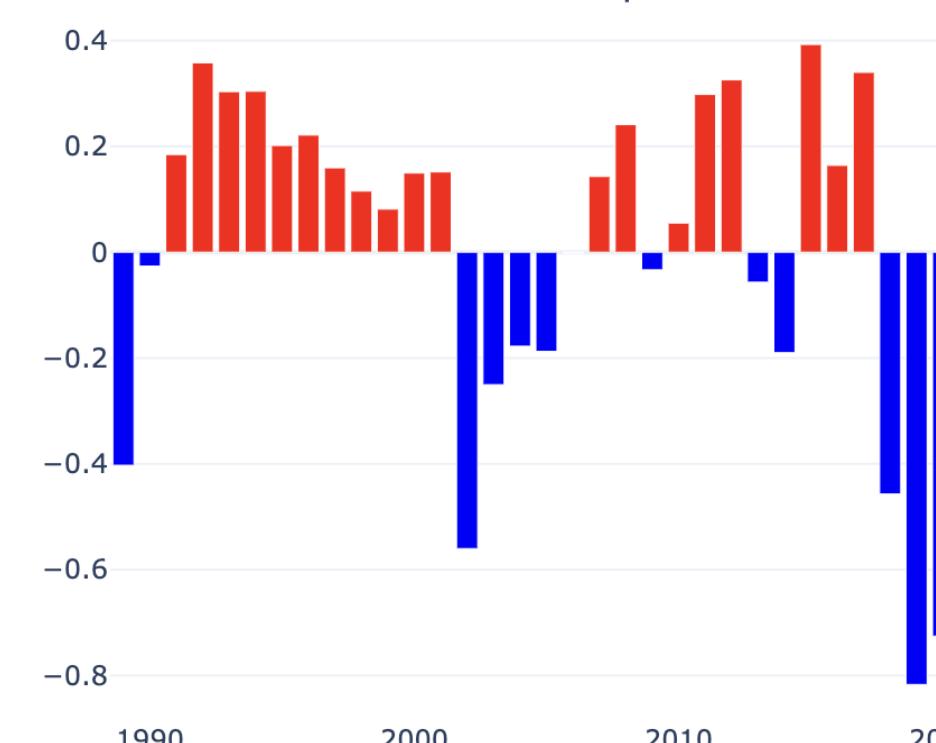
DTW Distance: 1.3756 | 33 años superpuestos



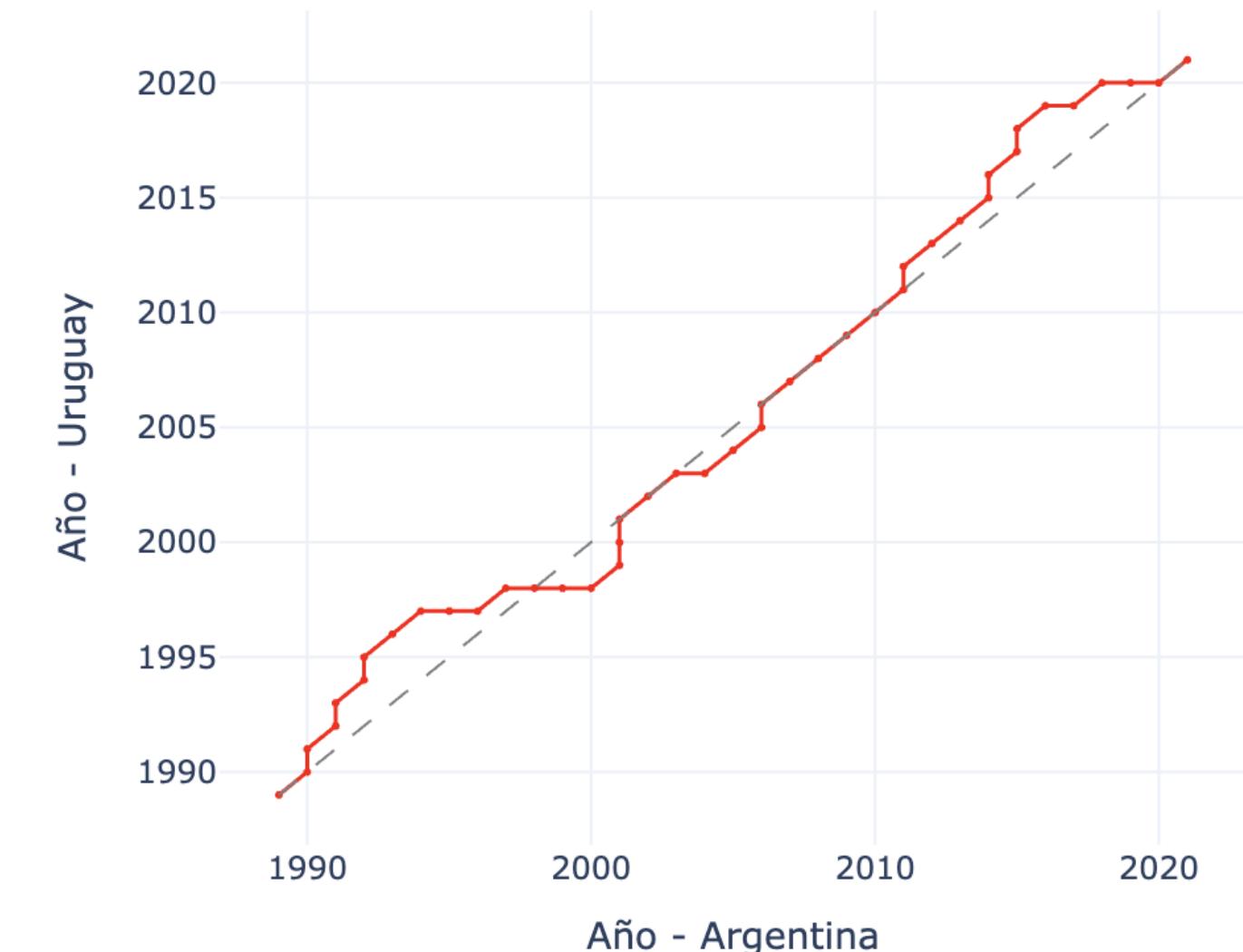
Alineamiento DTW: Conexiones entre Puntos Correspondientes



Diferencias Año por Año

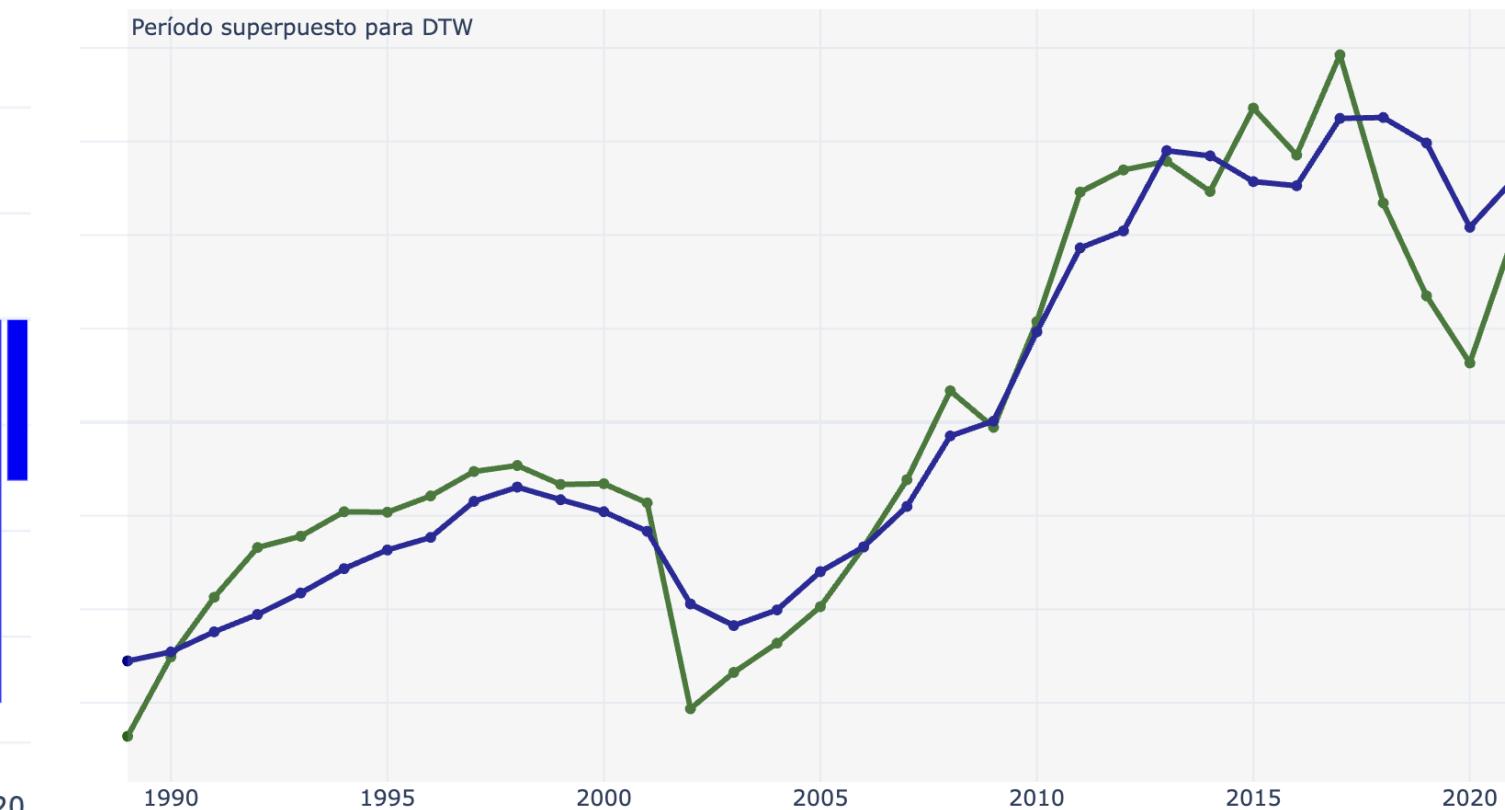


Path de Alineamiento DTW



Comparación de Series Temporales - Estandarizado (Z-score)

DTW Distance: 1.3756 | 33 años superpuestos

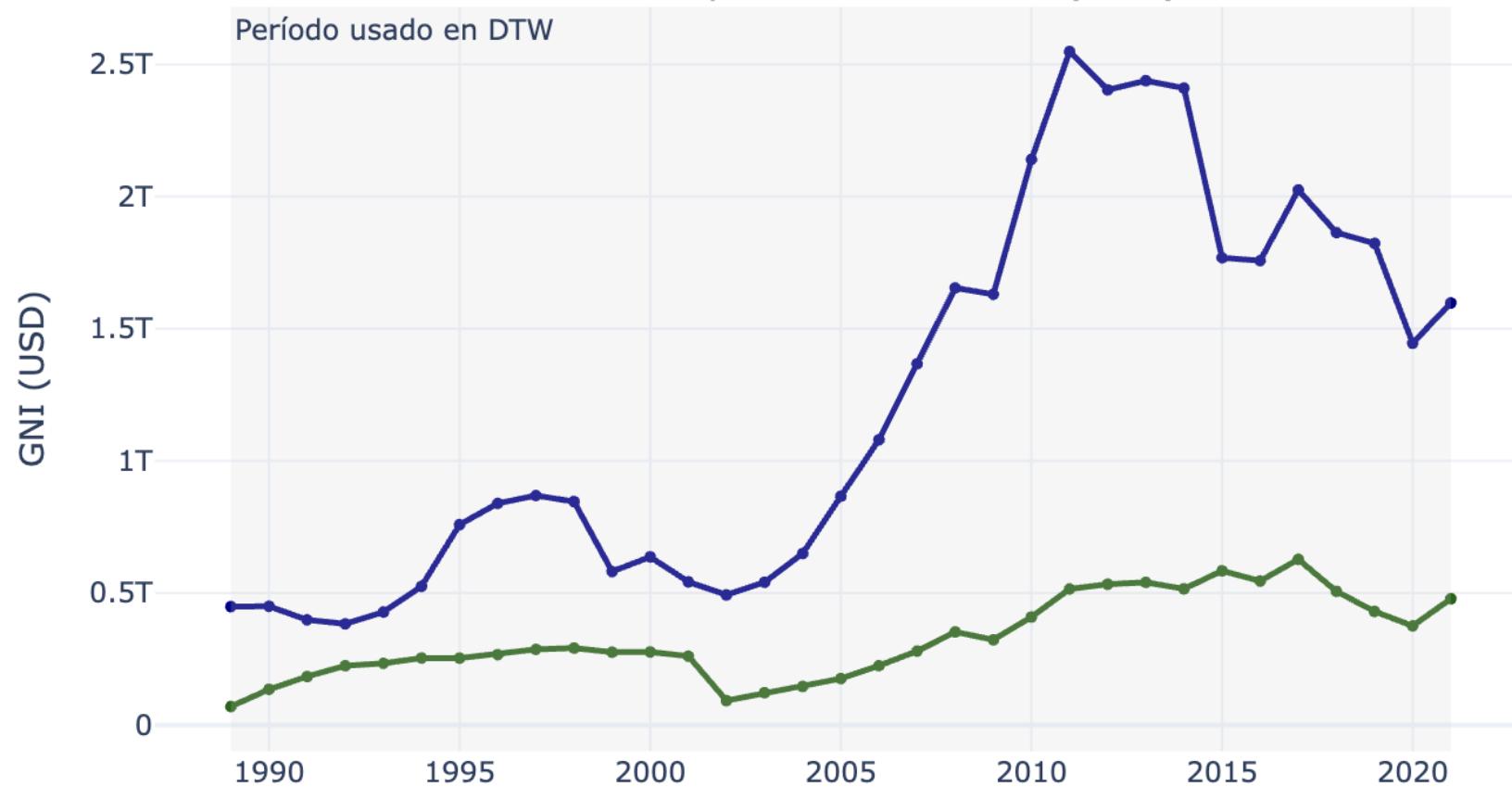


analicemos Argentina vs Brasil

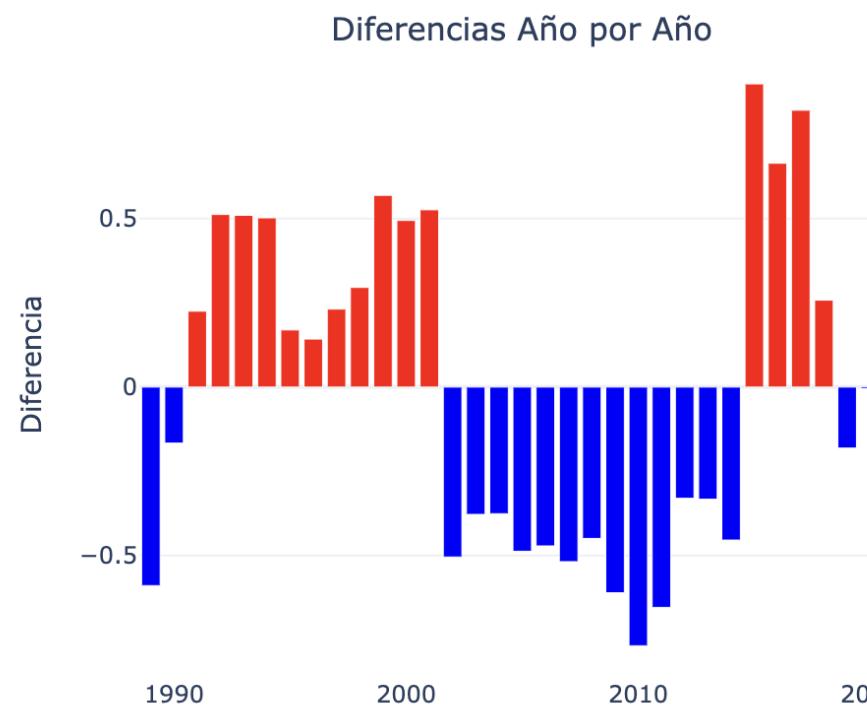
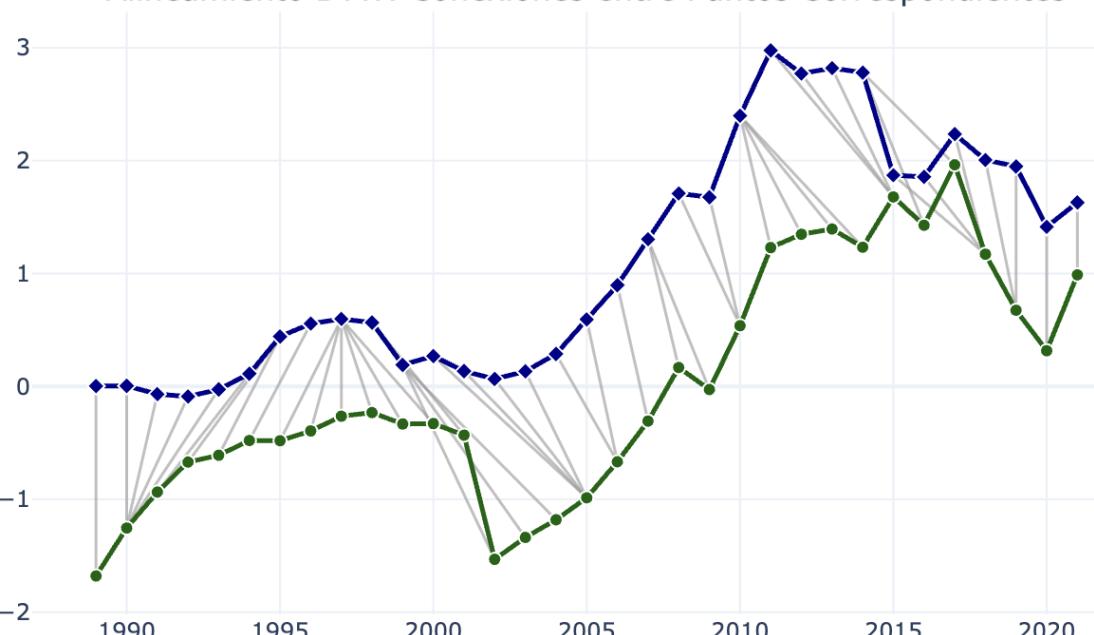
Análisis DTW Detallado: Argentina vs Brazil

DTW Distance: 1.5017 | Clusters: BM(Upper middle income/Upper middle income) KM(3/3)

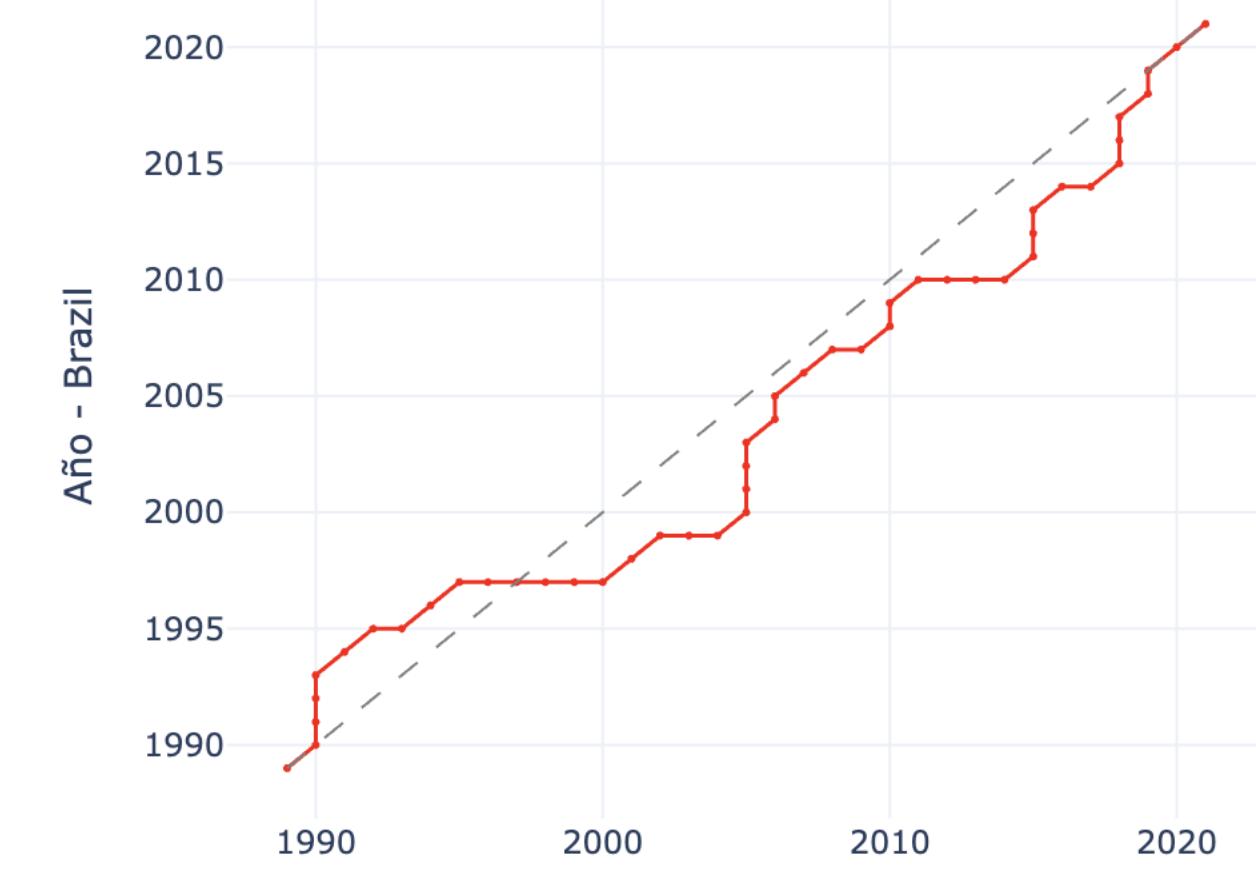
Series Temporales - Absoluto (USD)



Alineamiento DTW: Conexiones entre Puntos Correspondientes



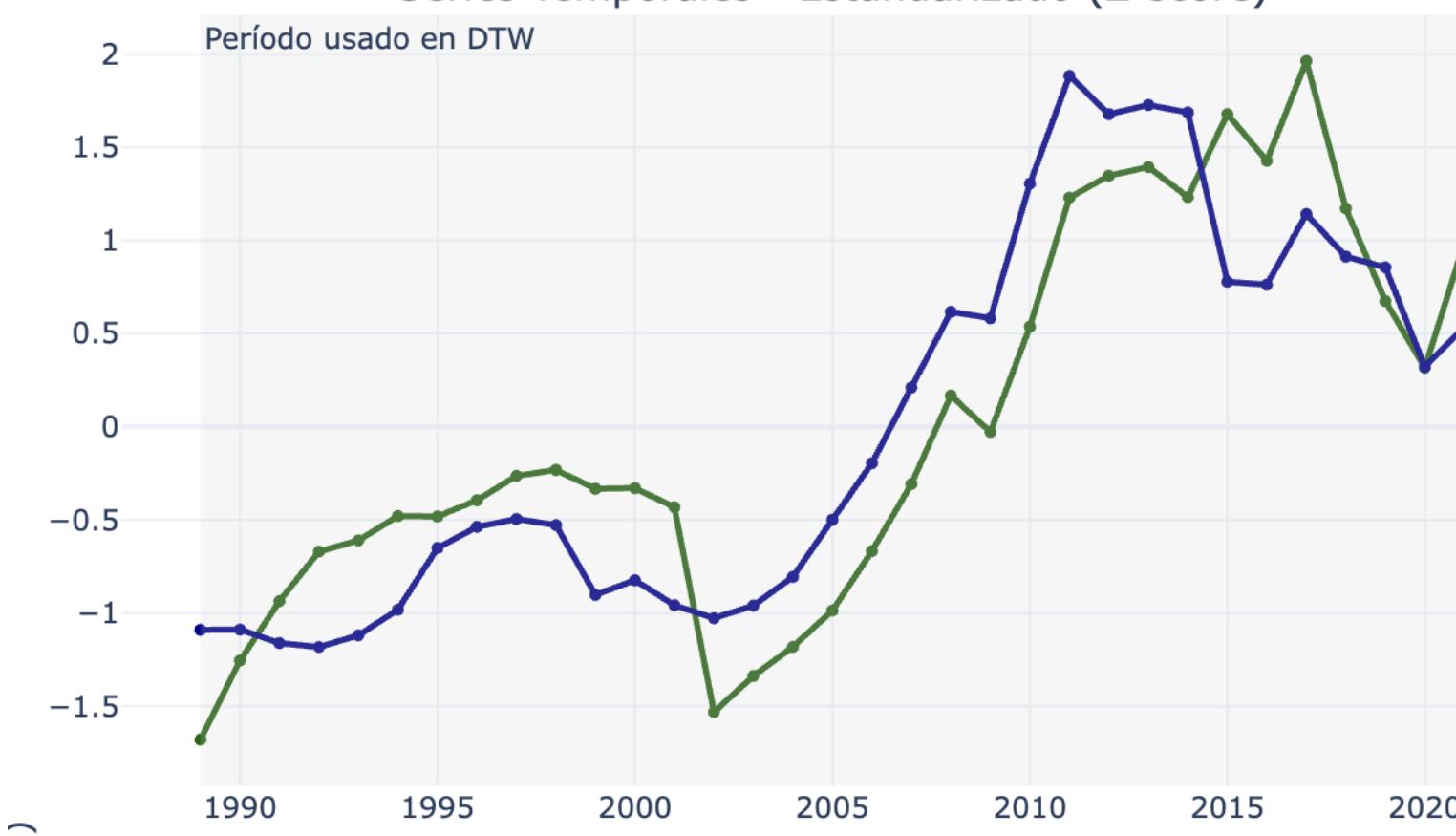
Path de Alineamiento DTW



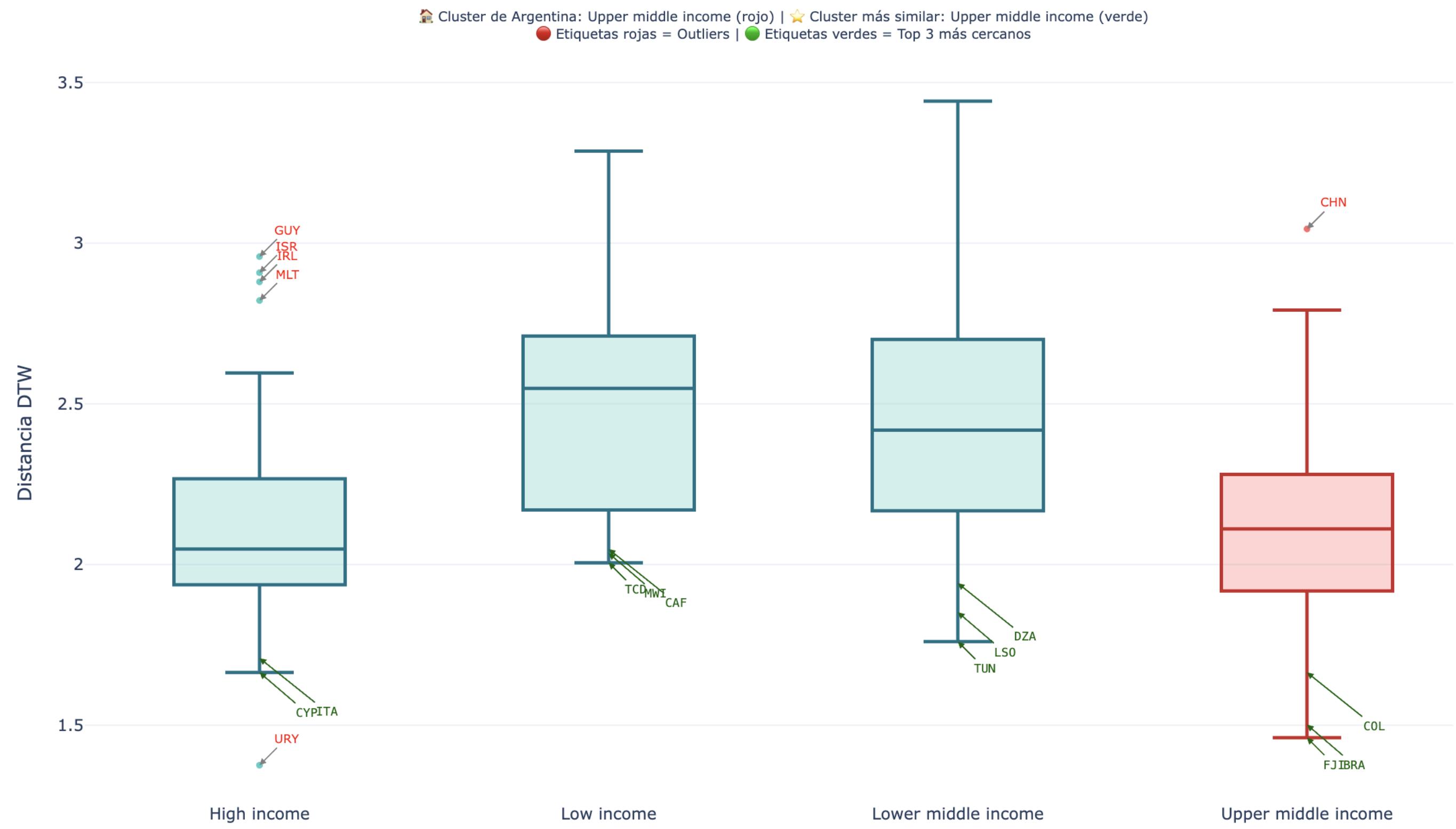
Análisis

DTW Distance: 1.5017 | Clusters: BM(Upper middle income/Upper middle income) KM(3/3)

Series Temporales - Estandarizado (Z-score)

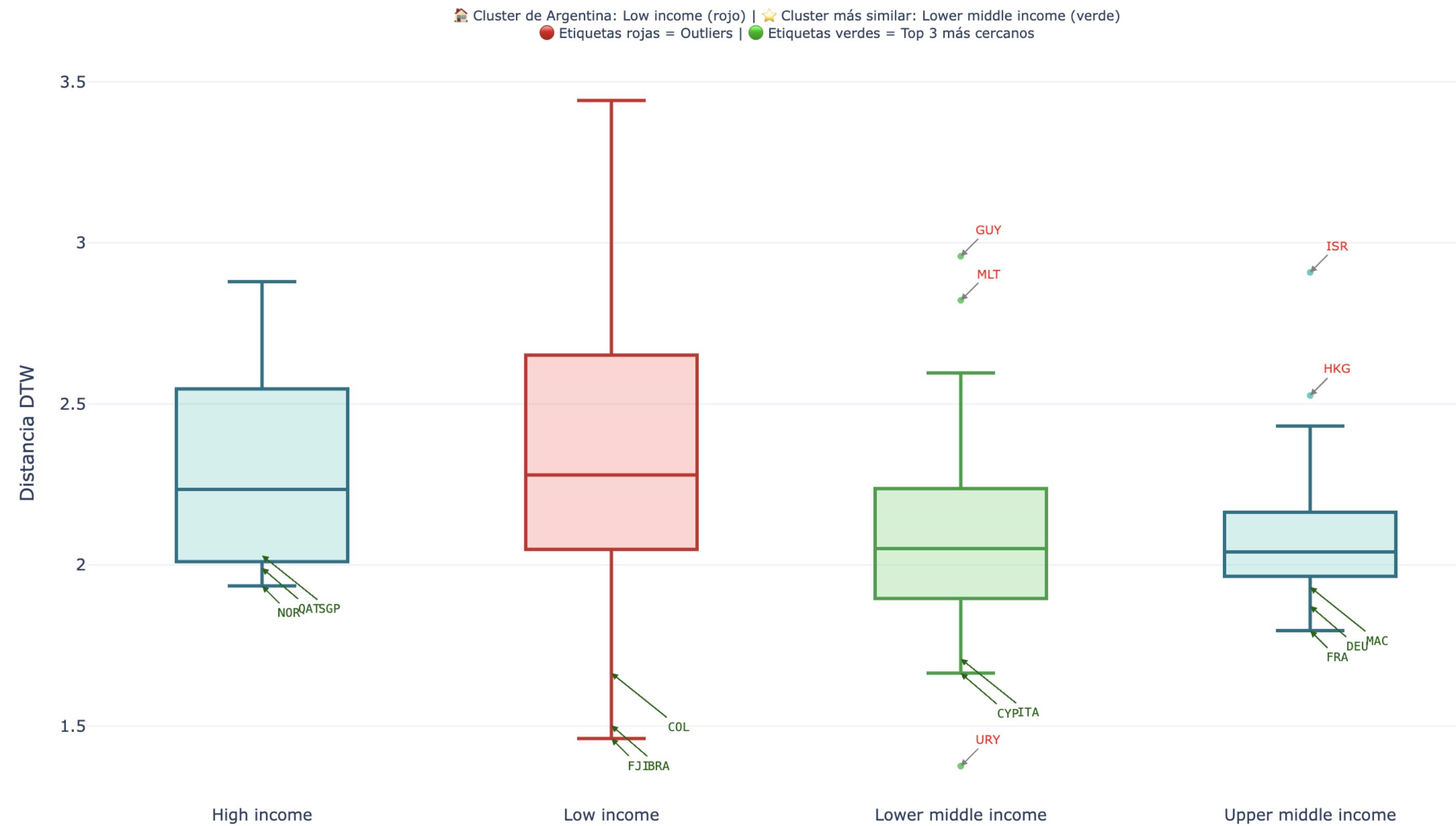


analicemos Argentina vs clusters Banco Mundial



analicemos Argentina

Argentina vs clusters k-means

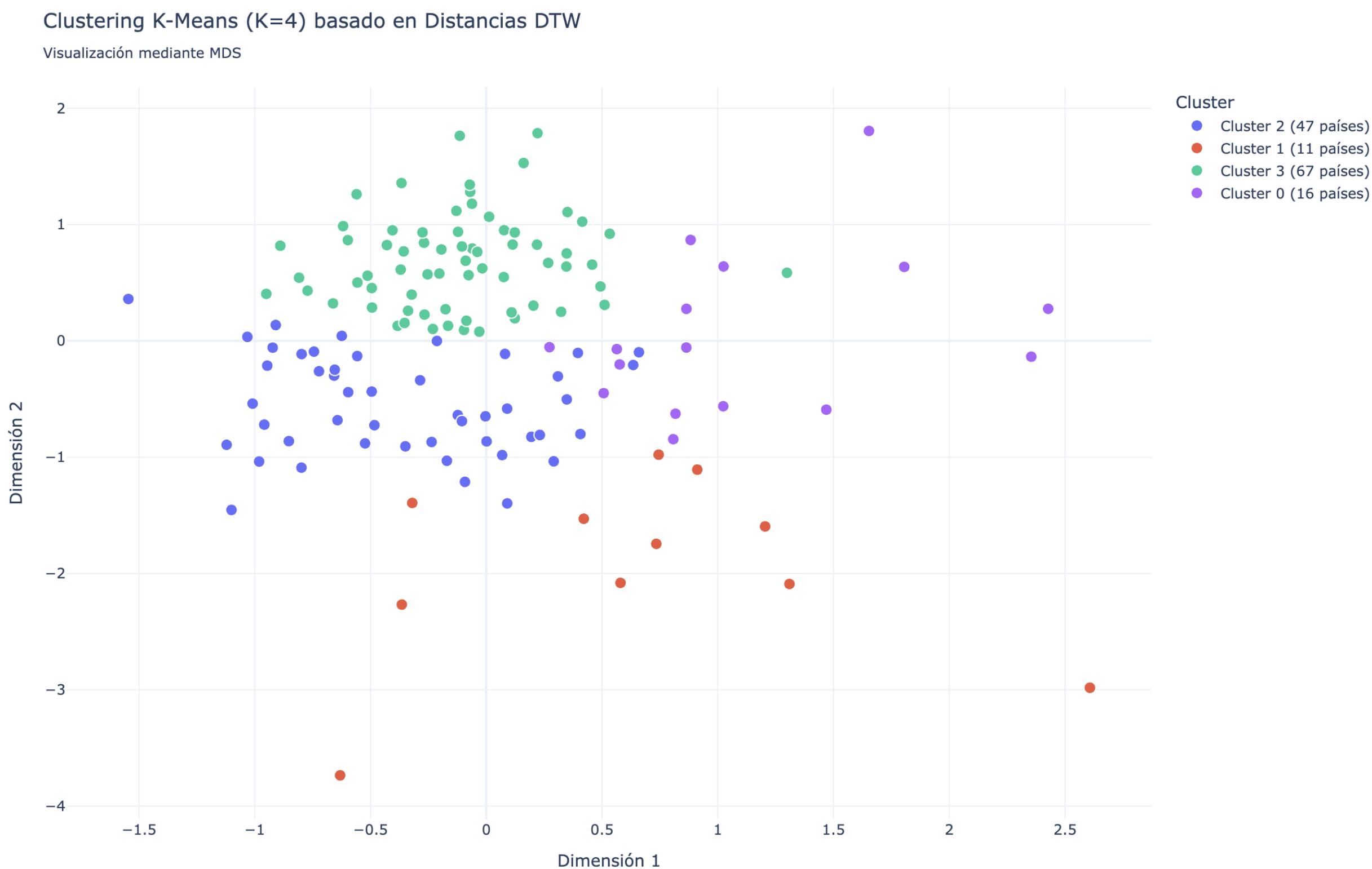


Clustering con DTW

¿Es posible utilizar la distancia DTW para realizar clustering? ¿Qué tipo de resultados se pueden obtener?

clustering con DTW sobre las clasificaciones

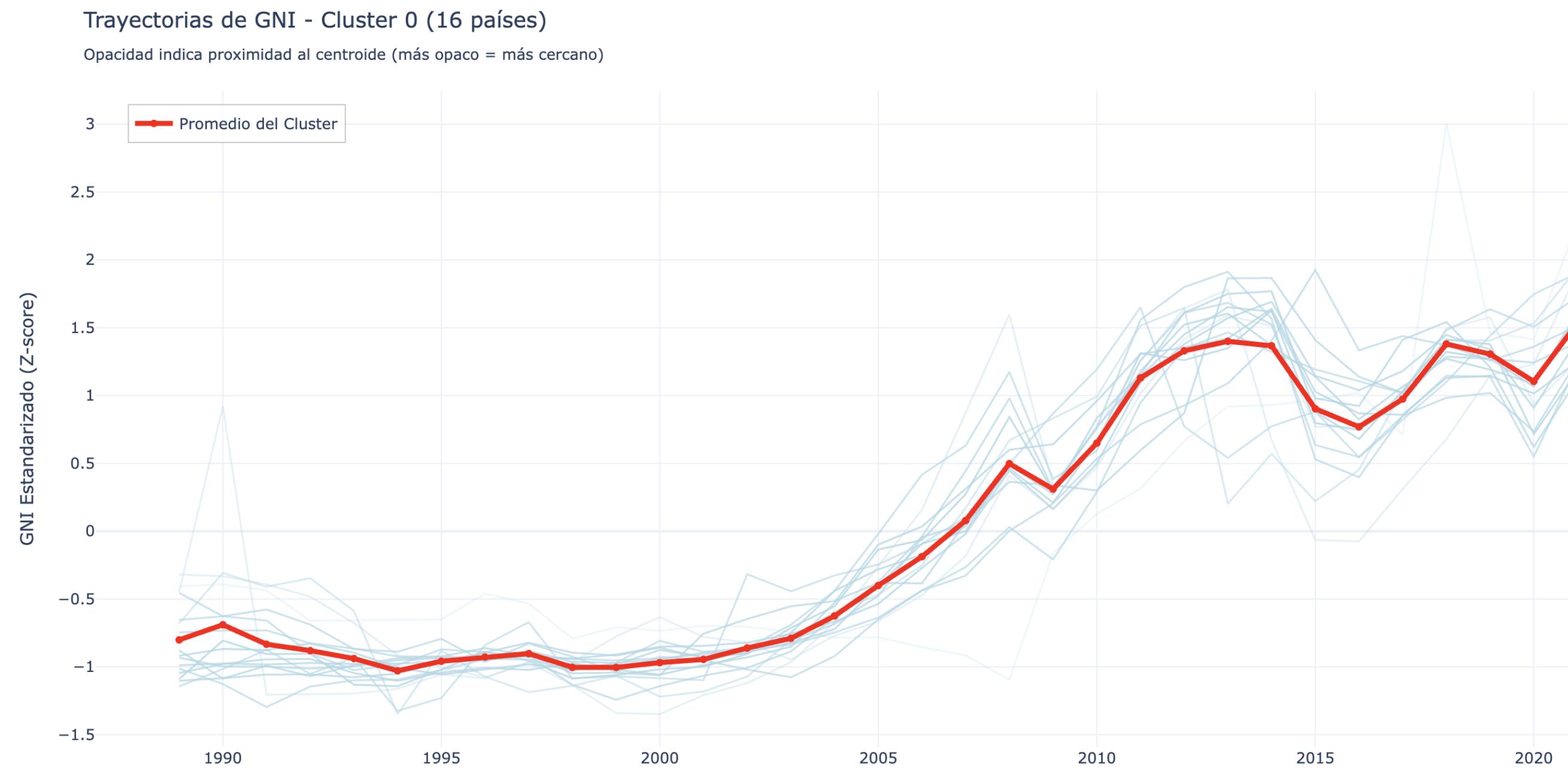
- Permite capturar dinámicas temporales.
- Agrupa por trayectorias, no por niveles absolutos de ingreso
- Identifica patrones de volatilidad similares entre países
- Detecta ciclos económicos compartidos
- Es agnóstico a la magnitud: Países pobres y ricos pueden compartir patrones



clustering con DTW

clúster 0 - "economías con shocks estructurales" (16 países)

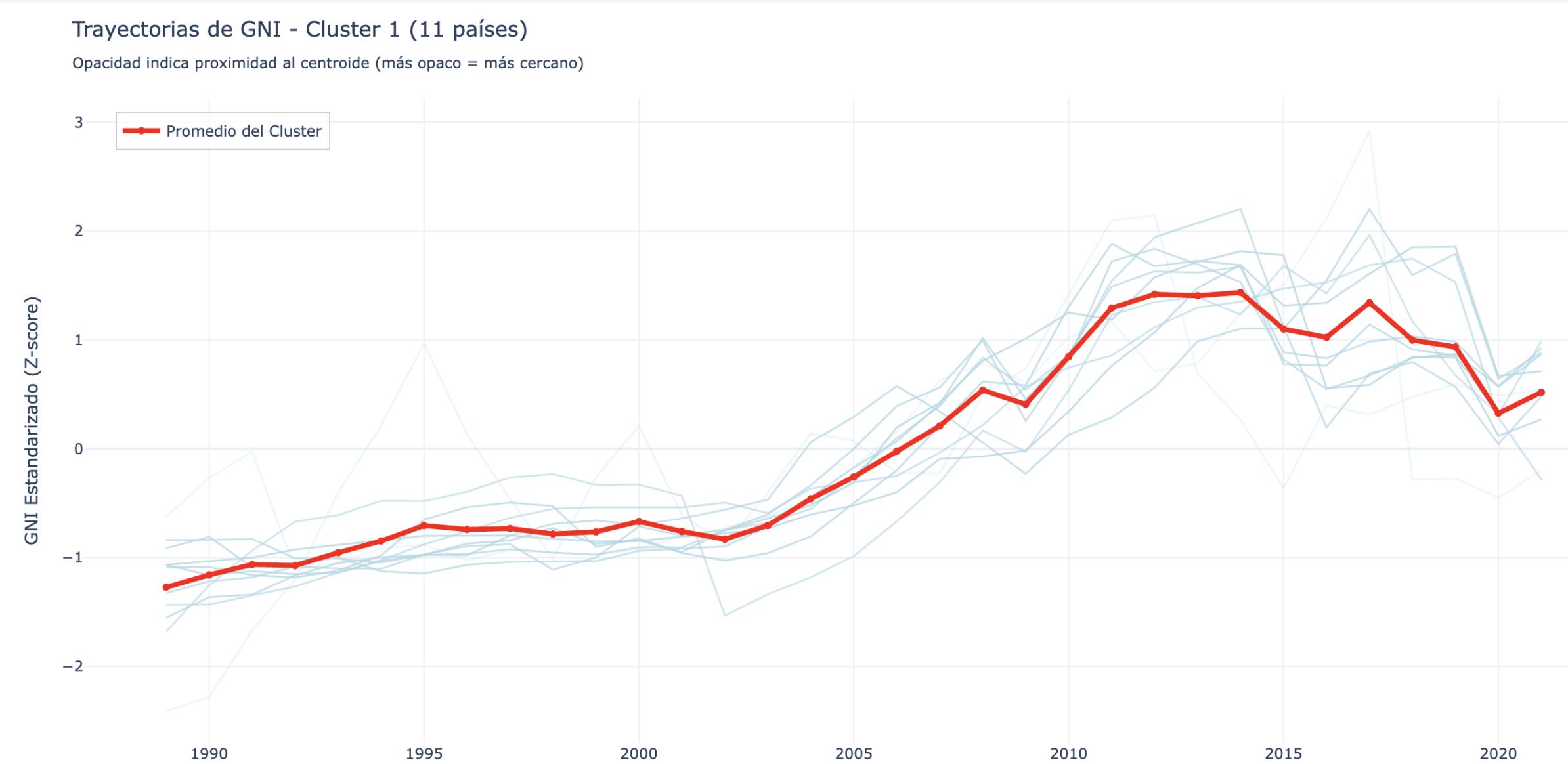
- Heterogeneidad extrema en ingresos (desde Low income hasta High income)
- Países con shocks estructurales severos: guerras, transiciones políticas, dependencia petrolera extrema
- Volatilidad causada por factores geopolíticos, no económicos



clustering con DTW

cluster 1 - "volatilidad extrema" (11 países)

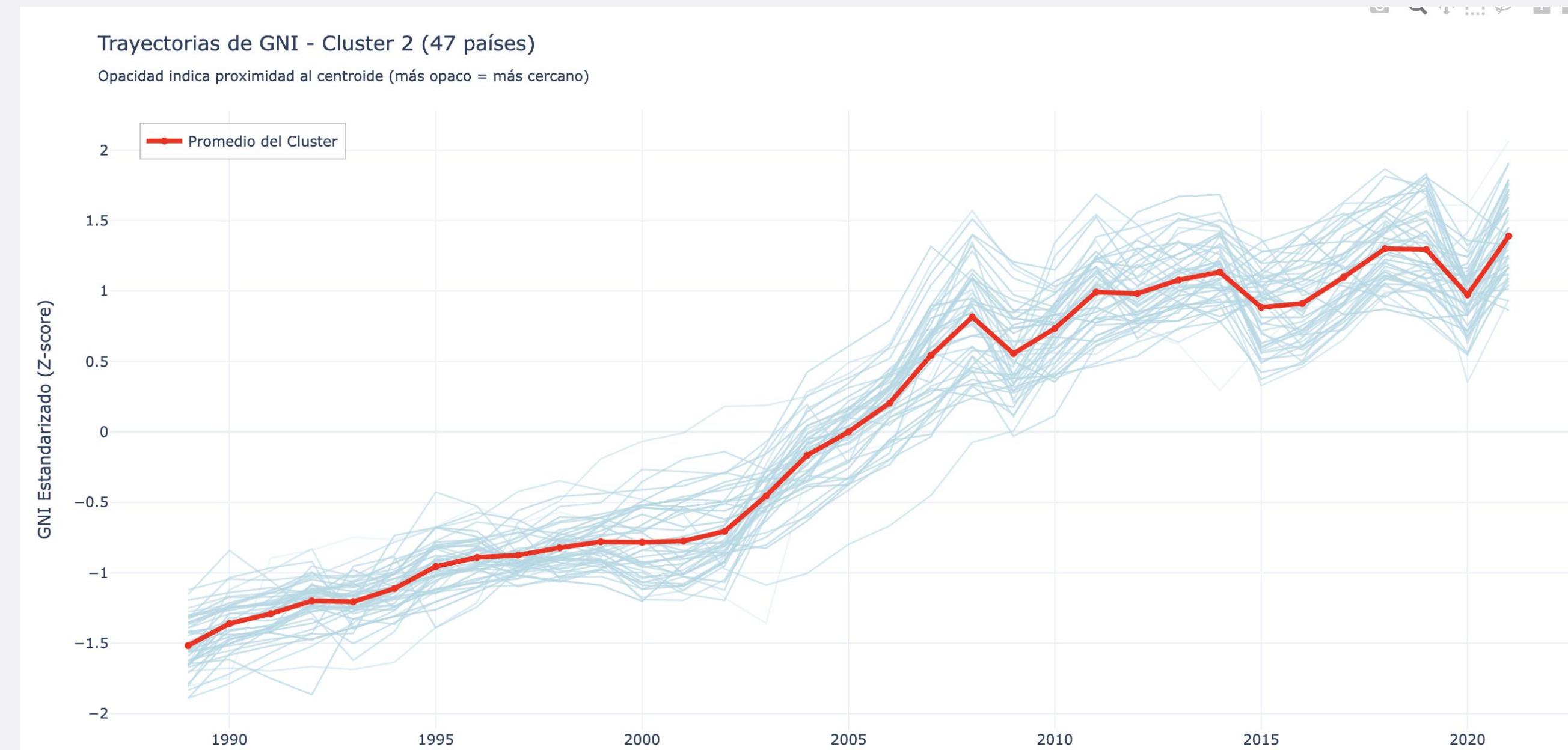
- DTW agrupa por patrones temporales caóticos, ignorando niveles absolutos
- Alta volatilidad recurrente en trayectorias de GNI
- Crisis económicas profundas y prolongadas
- Argentina y Brasil: estancamiento en middle income con crisis cíclicas
- Japón: décadas perdidas y deflación
- Países petroleros con boom-bust extremos (Algeria, Angola, Brunei)
- Correlación con BM: Desde Low income hasta High income - la volatilidad no discrimina



clustering con DTW

clúster 2 - "economías estables desarrolladas" (47 países)

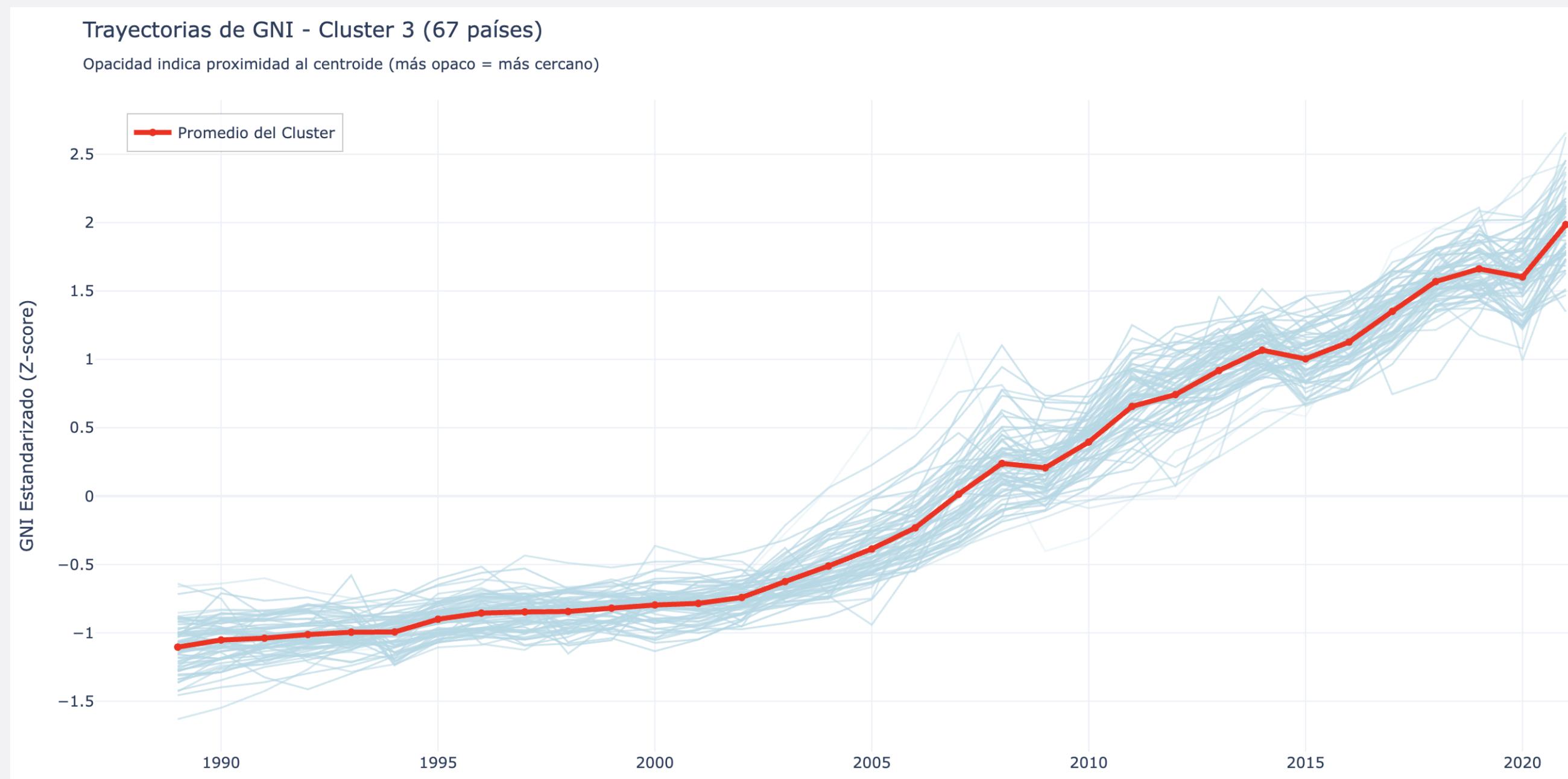
- La estabilidad temporal es el criterio, no el nivel de ingreso
- Mayoría son economías desarrolladas con trayectorias suaves y predecibles
- Crecimiento sostenido o estancamiento controlado
- Instituciones fuertes que amortiguan shocks
- También incluye emergentes exitosos (Chile, Uruguay)
- Correlación con BM: ~70% High income, pero también Upper/Lower middle income estables



clustering con DTW

cluster 3 - "economías en crecimiento sostenido" (67 países)

- Trayectorias de crecimiento sostenido (milagros asiáticos, emergentes africanos)
- Transformación estructural en curso
- Menor volatilidad que Cluster 1, más dinamismo que Cluster 2
- Incluye tanto tigres asiáticos como economías africanas en despegue
- Correlación con BM: Mayoría Lower/Upper middle income, varios High income
- DTW identifica patrones de crecimiento dinámico, independiente del punto de partida



Conclusiones

conclusiones

DTW como herramienta de análisis económico

- DTW captura lo otros métodos pierden
 - Las clasificaciones tradicionales nos dicen dónde está un país en un momento dado
 - DTW nos dice cómo llegó ahí y hacia dónde se dirige
 - Es como comparar una foto (clasificación estática) con una película (DTW)
- Geografía ≠ Destino económico
 - Caso Argentina-Chile: DTW 1.96 pero divergiendo → misma región andina, recursos naturales similares, historia compartida. Sin embargo, Chile creció 4% anual promedio 1990-2020, Argentina osciló entre +8% y -10%.
 - Caso Argentina-Uruguay: DTW 1.38 convergiendo → economías gemelas pese a diferencia de escala (30x más grande Argentina).
- Tamaño de economía ≠ Estabilidad
 - Una economía puede ser grande y volátil simultáneamente
 - Argentina (\$500 MM PIB) tiene DTW 1.46 con Fiji (\$5 MM PIB) → 100x diferencia de tamaño, mismo patrón de volatilidad.

conclusiones

DTW

- Fortalezas:
 - Captura patrones temporales: No solo niveles, sino FORMAS DE LAS TRAYECTORIAS
 - Permite comparaciones flexibles: Puede alinear países que crecen en diferentes momentos
 - Identifica ciclos: Detecta países con crisis/recuperaciones similares
 - Agnóstico al nivel absoluto: Encuentra similitudes estructurales
- Limitaciones
 - No captura causalidad: Similar ≠ Mismas causas
 - Sensible a la longitud de las series: Necesita buen overlap temporal
 - Puede ser contra-intuitivo: Países geográfica/culturalmente lejanos pueden ser "similares"
- No considera contexto: Malawi y Argentina son "similares" pero por razones muy diferentes

conclusiones

Argentina comparado con el resto del mundo

Tiene menor Distancia DTW con Caribe, África y Europa que con América Latina”

1. Caribe: 2.0620 (13 países)
2. Norte de África: 2.0857 (4 países)
3. Europa: 2.1596 (22 países)
4. América Latina: **2.1737** (17 países)
5. Medio Oriente: 2.2999 (8 países)
6. East Asia & Pacific: 2.3288 (22 países)
7. North America: 2.3511 (2 países)
8. Sub-Saharan Africa :2.3954 (36 países)
9. South Asia: 2.6381 (6 países)

conclusiones

Argentina comparada con Latinoamérica

- Cono Sur (Brasil, Chile, Uruguay, Paraguay): Promedio 1.6122
- México: 1.9267
- Andinos: Promedio 2.0701
- Centroamérica: Promedio 2.4337
- Otras: Promedio 2.4366

conclusiones

Argentina comparada con Latinoamérica

- Argentina no parece ser un "país promedio" de Latinoamérica
- Comparte algunas características con la región:
 - Dependencia de commodities (agro, energía)
 - Vulnerabilidad a términos de intercambio
 - Historia de inestabilidad política y macroeconómica
- Características donde Argentina es distinto:
 - Por el tamaño de su mercado interno debería tener más resiliencia
 - Volatilidad excesiva para su escala
 - Diversidad en sus recursos naturales (agro + energía + minería)
 - Historia de desarrollo industrial (hoy en declive)
 - Crisis económicas recurrentes

FIN