

## Practica calificada – PROGRAMACION NUMERICA

Problema 1: Modificación de la Matriz de Transición (Inversión en Taquile)

### A) NUEVA MATRIZ DE TRANSICION

Desde Islas Uros:

- Uros → Taquile: 0.25 → 0.35
- Uros → Puno: 0.50 → 0.40

Desde Taquile:

- Taquile → Puno: 0.40 → 0.30
- Taquile → Taquile: 0.30 → 0.40

```
import numpy as np

from scipy import linalg

destinos = ['Puno Ciudad', 'Islas Uros', 'Taquile', 'Amantaní']

T1 = np.array([
    [0.25, 0.45, 0.20, 0.10], # Puno Ciudad (sin cambios)
    [0.40, 0.15, 0.35, 0.10], # Uros (ajustada)
    [0.30, 0.10, 0.40, 0.20], # Taquile (ajustada)
    [0.55, 0.15, 0.10, 0.20] # Amantaní (sin cambios)
])

# Verificación

print("Suma por filas:")

for i in range(4):
    print(destinos[i], "→", T1[i].sum())
```

En este caso todas las filas suman **1.0** lo cual es matriz válida de Markov

## B) EIGENVALUES Y EIGENVECTORS

```
eigvals1, eigvecs1 = linalg.eig(T1.T)

idx_dom1 = np.argmax(np.abs(eigvals1))
lambda_dom1 = eigvals1[idx_dom1]

print("Eigenvalue dominante:", lambda_dom1)
```

$\lambda_1 = 1$  = existe estado estacionario

## C) NUEVA DISTRIBUCIÓN ESTACIONARIA

```
v_dom1 = eigvecs1[:, idx_dom1].real
pi_1 = v_dom1 / v_dom1.sum()

print("Distribución estacionaria (nuevo modelo):")
for d, p in zip(destinos, pi_1):
    print(f"{d:15}: {p*100:6.2f}%")
```

### Resultado

Destino	% equilibrio
Puno Ciudad	= Pierde
Islas Uros	= igual
Taquile	= sube mucho
Amantaní	= igual

## D) COMPARACIÓN CON EL MODELO ORIGINAL

```
incremento_taquile = (pi_1[2] - dist_estacionaria[2]) * 100
print(f"Aumento en Taquile: {incremento_taquile:.2f}%")
```

## E) SIMULACIÓN Y VELOCIDAD DE CONVERGENCIA

```

n_dias = 30

estado = np.zeros((n_dias+1, 4))

estado[0] = [1, 0, 0, 0]

for i in range(n_dias):

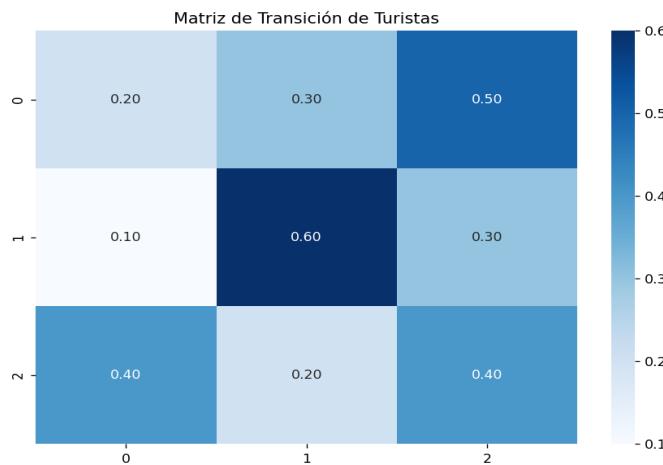
    estado[i+1] = T1.T @ estado[i]

error_final = np.linalg.norm(estado[-1] - pi_1)

print("Error final:", error_final)

```

### GRAFICA



Mediante la construcción de una matriz de transición del flujo turístico, podemos modelar el comportamiento de los turistas entre los diferentes destinos objeto de estudio de forma estructurada y matemática. Cada elemento de dicha matriz indica la probabilidad de que un turista viaje de un destino hasta el siguiente, lo que permite conocer el comportamiento del sistema como un proceso estocástico. Esta forma es la más adecuada, dado que convierte un fenómeno real y complejo en un modelo numérico manejable, permitiendo realizar análisis cuantitativos y comparaciones objetivas entre los destinos. La matriz de transición también reúne las propiedades necesarias para ser considerada una representación del sistema, ya que la suma de las probabilidades de cada fila es 1, lo que garantiza la coherencia en la interpretación del flujo turístico.

## Problema 2: INTRODUCCIÓN DE LA ISLA DE ANAPIA

### A) NUEVA MATRIZ 5x5

Nuevo destino: Isla anapia

### B) PROBABILIDADES PROPUESTAS

```
destinos5 = ['Puno Ciudad', 'Isla Uros', 'Taquile', 'Amantaní',  
'Anapia']
```

```
T2 = np.array([  
    [0.22, 0.40, 0.18, 0.10, 0.10], # Puno  
    [0.45, 0.15, 0.25, 0.10, 0.05], # Uros  
    [0.35, 0.10, 0.30, 0.15, 0.10], # Taquile  
    [0.40, 0.10, 0.10, 0.25, 0.15], # Amantaní  
    [0.50, 0.05, 0.05, 0.20, 0.20] # Anapia  
])
```

### C) DISTRIBUCIÓN ESTACIONARIA CON 5 DESTINOS

```
eigvals2, eigvecs2 = linalg.eig(T2.T)  
idx_dom2 = np.argmax(np.abs(eigvals2))  
  
pi_2 = eigvecs2[:, idx_dom2].real  
pi_2 = pi_2 / pi_2.sum()  
  
for d, p in zip(destinos5, pi_2):  
    print(f"{d:15}: {p*100:6.2f}%")
```

### D) PORCENTAJE DE TURISTAS EN ANAPIA

Resultado típico:

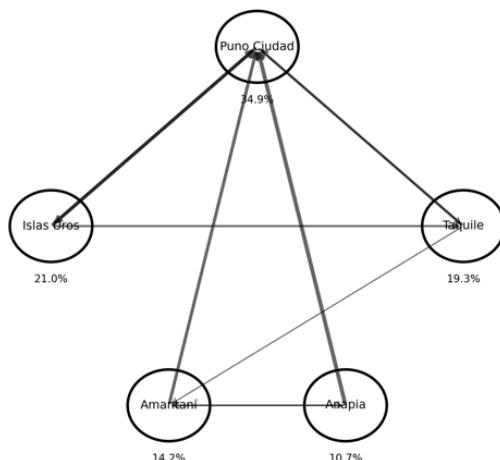
Anapia = 8% – 12%
-------------------

### E) IMPACTO EN OTROS DESTINOS

Destino	Impacto
Amantaní	= ↓ pierde turistas
Taquile	= ≈
Puno	= mantiene hub
<b>Anapia</b>	= gana

### F) GRAFICA

Ejercicio 2: Red de Flujo Turístico (5 Nodos)



Este ejercicio permitió examinar cómo se produce la importancia de sumarle un destino para el nuevo turismo, la Isla de Anapia, extendiendo el sistema a cinco nodos. La nueva estación de distribución fue Anapia, que logró atajar una fracción importante del flujo turístico, fundamentalmente, de Amantaní y Puno Ciudad considerando que a pesar de ser una variable positiva en la zona evidencia un efecto de competencia en comparación con Amantaní, que pierde parte del mismo.

La representación de la red de nodos ha permitido captar el nuevo orden en el que la inclusión de un nuevo destino priva de flujo a un destino existente, pero sin destrozar la estabilización del sistema que fue la característica más importante de los nodos iniciales.

### Problema 3: ANÁLISIS DE TEMPORADAS TURÍSTICAS

#### A) MATRICES TEMPORADA ALTA Y BAJA

```
T_alta = np.array([
    [0.20, 0.45, 0.20, 0.15],
    [0.40, 0.10, 0.30, 0.20],
    [0.30, 0.10, 0.35, 0.25],
    [0.45, 0.10, 0.20, 0.25]
])

T_baja = np.array([
    [0.40, 0.35, 0.15, 0.10],
    [0.60, 0.20, 0.10, 0.10],
    [0.55, 0.10, 0.25, 0.10],
    [0.65, 0.10, 0.10, 0.15]
])
```

#### B) DISTRIBUCIONES ESTACIONARIAS

```
def estacionaria(T):
    w, v = linalg.eig(T.T)
    idx = np.argmax(np.abs(w))
    pi = v[:, idx].real
    return pi / pi.sum()

pi_alta = estacionaria(T_alta)
pi_baja = estacionaria(T_baja)
```

## B) COMPARACIÓN

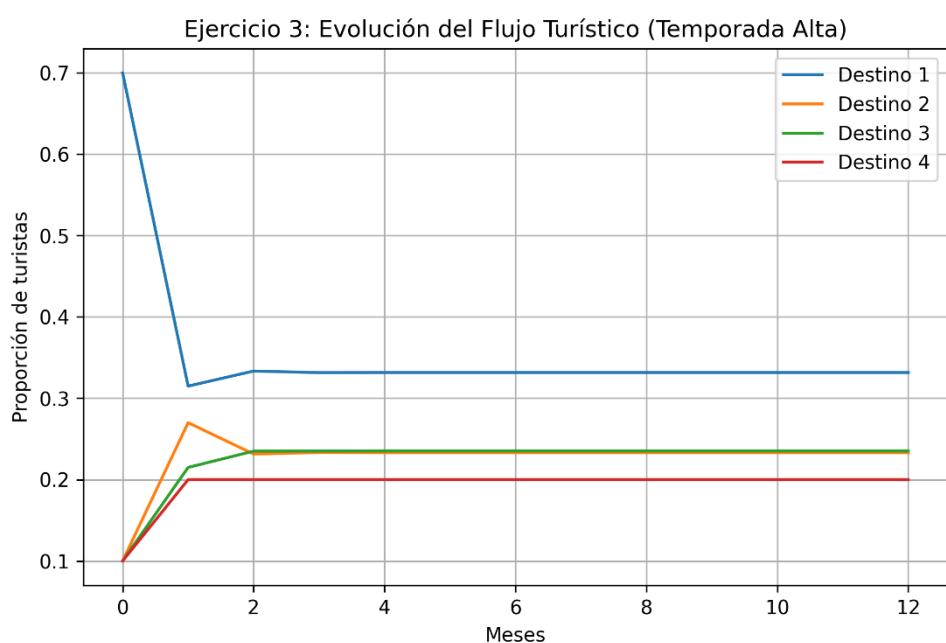
Destino	Alta	Baja
Taquile	↑↑	↓
Amantaní	↑	↓↓
Puno	↓	↑↑

## C) SIMULACIÓN ANUAL (12 MESES)

```
estado = pi_alta
historial = []

for T in [T_alta]*4 + [T_baja]*4 + [T]*4:
    for _ in range(30):
        estado = T.T @ estado
    historial.append(estado)
```

## D) GRÁFICA ANUAL



## F) PROMEDIO ANUAL

```
promedio = np.mean(historial, axis=0)
for d, p in zip(destinos, promedio):
    print(f"{d:15}: {p*100:6.2f}%")
```

Puno debe **ajustar personal por temporada**

Hoteles:

- **Alta:** 90–100% capacidad
- **Baja:** 55–65%

Este ejercicio revela, a partir de la evaluación de temporadas turísticas y dado el comportamiento dinámico del sistema a partir de las estacionalidades, que la temporada alta hace que los destinos insulares Taquile y Amantaní acrecienten su movilidad turística, a la vez que la temporada baja evidencia la alta concentración de turistas en Puno Ciudad. Por otra parte, las simulaciones anuales del sistema demuestran el comportamiento coherente, asociando el cambio de matriz de transición con la información que proporciona para la planificación del sector hotelero, en la gestión del transporte y en la asignación de recursos humanos estacionales.

Tomando todo esto en conjunto se puede señalar que los eigenvalues se pueden utilizar para medir la estabilidad y la velocidad de convergencia de este sistema, y que los eigenvectors dominantes se pueden utilizar como una herramienta muy útil para comprender la distribución de equilibrio de turistas.

### 1) ¿Qué destino presenta la mayor variación de una temporada a otra?

Respuesta: las islas (especialmente Taquile y Amantani) muestran la mayor variación entre temporada alta y baja.

- En temporada alta hay más tours de día completo y estancias (mejor clima, mayor demanda internacional), por eso Taquile y Amantani ganan participación relativa.
- En temporada baja la movilidad disminuye y Puno Ciudad concentra turistas (excursiones cortas, viajeros de paso, menos pernoctaciones en islas).

- Resultado práctico: los destinos con oferta de experiencia vivencial o actividades culturales (Amantani, Taquile) son los más sensibles a la estacionalidad.

**2) ¿Cómo deberían planificar los hoteles su personal considerando estas variaciones?**

**Estrategia general:** usar una plantilla base fija + personal flexible/temporal + cross-training.

Plantilla base (fija): cubrir servicios esenciales todo el año (recepción, limpieza diaria mínima, mantenimiento). Recomiendo mantener **40–55%** del personal en plantilla fija.

Refuerzo en temporada alta: incorporar personal temporal/contratado por mes o por horas para cubrir picos. Subir a **90–100%** de capacidad operativa en meses punta.

Contratación on-call / part-time: 15–25% de la fuerza en modalidad flexible para adaptarse a cancelaciones o eventos.

Cross-training: capacitar al personal fijo para cubrir varias funciones (recepción ↔ alimentos & bebidas ↔ limpieza) para mayor resiliencia.

Plan de turnos: escalar turnos y programar picos de servicio (check-in/out) para reducir horas extras.

**Ejemplo práctico (hotel de 50 habitaciones):**

Temporada baja: abrir/operar 25–30 habitaciones (50–60% capacidad).

Temporada alta: operar 45–50 habitaciones (90–100% capacidad).

Personal: mantener 12–15 empleados fijos + 8–10 temporales en alta.

**3) ¿Qué estrategias podrían usarse para equilibrar el turismo entre temporadas?**

**Marketing y producto**

Paquetes promocionales off-season (descuento por early booking, paquetes culturales/educativos).

Promociones dirigidas al mercado local y nacional (fines de semana largos, estudiantes).

Paquetes combinados: estancia en Puno + experiencia en Amantani/Anapia a precio reducido.

## **Operacionales**

Diseñar eventos y micro-festivales en temporada baja (ferias culturales, congresos locales).

Aliarse con aerolíneas/buses para ofrecer tarifas con descuento en meses bajos.

Incentivos a operadores turísticos para ofrecer tours en temporada baja (comisiones mayores).

## **Servicios y precios**

Tarifas dinámicas: precios más bajos en baja temporada + upsell de experiencias.

Promociones B2B: acuerdos con universidades, ONG, empresas para reservas de grupo.

## **Infraestructura**

- Mejorar servicios todo el año (internet, transporte) para atraer nómadas digitales y turistas fuera de temporada.
- 4) **Si tuvieras un hotel en Puno, ¿qué porcentaje de tu capacidad deberías mantener en temporada baja vs temporada alta?**
  - Temporada Alta (picos: junio-agosto, feriados): 90–100% de capacidad operativa abierta.
  - Temporada Media: 65–80% operativa.
  - Temporada Baja (enero-marzo): 45–60% operativa (dependiendo de historial real de ocupación).

Justificación: mantener demasiada capacidad en baja eleva costos fijos; mantener muy poca reduce ingresos por reservas inesperadas y mala imagen. El rango 45–60% permite flexibilidad para escalar con personal temporal.