

Modelo Avanzado de Cadenas de Markov para Ciclo de Vida de Cliente

Arnau Sastre

[linkedin.com/in/arnausastre](https://www.linkedin.com/in/arnausastre)

August 9, 2025

Abstract

Este artículo presenta un modelo avanzado basado en cadenas de Markov absorbentes para analizar el ciclo de vida de clientes en un servicio de suscripción. El enfoque permite estimar distribuciones estacionarias, probabilidades de churn, tiempos esperados de vida y evaluar el impacto de intervenciones comerciales, como campañas de retención. Se utilizan datos simulados pero realistas, y el modelo es totalmente parametrizable para adaptarse a distintos contextos de negocio.

1 Introducción

La gestión de clientes en modelos de suscripción requiere comprender las transiciones entre diferentes estados de actividad, identificar patrones de retención y predecir el momento probable de cancelación (*churn*). Las cadenas de Markov ofrecen una metodología sólida para modelar estas dinámicas. Este trabajo implementa un modelo de Markov absorbente con:

- Estimación de métricas clave de ciclo de vida.
- Simulación de escenarios de intervención.
- Interpretación estratégica de resultados.

2 Definición del modelo

Estados considerados

- Activo (A)
- Activo alto valor (AHV)
- Inactivo (I)
- Recuperado (R)
- Perdido (P, estado absorbente)

Matriz de transición mensual (caso base)

$$P = \begin{bmatrix} 0.70 & 0.10 & 0.10 & 0.00 & 0.10 \\ 0.05 & 0.85 & 0.05 & 0.00 & 0.05 \\ 0.10 & 0.05 & 0.65 & 0.10 & 0.10 \\ 0.50 & 0.10 & 0.10 & 0.20 & 0.10 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

3 Metodología

Se aplica la teoría de **cadenas de Markov absorbentes**, que permite:

- Calcular la **matriz fundamental**:

$$N = (I - Q)^{-1}$$

donde Q es la submatriz de transiciones entre estados transitorios.

- Obtener la **distribución estacionaria** en estados transitorios.
- Calcular **probabilidades de absorción** en el estado Perdido.
- Estimar el **tiempo esperado hasta absorción** desde cada estado inicial:

$$\mathbf{t} = N \cdot \mathbf{1}$$

4 Resultados — Caso base

Distribución estacionaria (transitorios)

- Activo: 0.290
- Activo alto valor: 0.446
- Inactivo: 0.213
- Recuperado: 0.050

Probabilidad de churn

- 1.00 desde todos los estados transitorios.

Tiempo esperado hasta pérdida

- Desde Activo: 12.22 meses
- Desde Activo alto valor: 14.72 meses
- Desde Inactivo: 11.94 meses
- Desde Recuperado: 12.22 meses

5 Escenario con campaña de retención

Se modifica la matriz de transición aumentando las probabilidades de retorno a Activo/AHV desde Inactivo y Recuperado, y reduciendo el churn desde estos estados.

Distribución estacionaria

- Activo: 0.306
- Activo alto valor: 0.483
- Inactivo: 0.186
- Recuperado: 0.025

Tiempo esperado hasta pérdida

- Desde Activo: 13.92 meses
- Desde Activo alto valor: 16.42 meses
- Desde Inactivo: 15.33 meses
- Desde Recuperado: 14.17 meses

6 Interpretación estratégica

- El modelo baseline muestra una vida media de cliente de 12–14 meses.
- La campaña de retención incrementa la vida media entre 1 y 3 meses, con mayor impacto en clientes inactivos y recuperados.
- La metodología permite evaluar escenarios de retención antes de su implementación.

7 Aplicaciones

- Análisis de retención de clientes en suscripciones.
- Mantenimiento predictivo de usuarios o activos.
- Evaluación de impacto de políticas comerciales sobre churn.

8 Conclusiones

Las cadenas de Markov absorbentes ofrecen un marco sólido para analizar y optimizar el ciclo de vida de clientes. Su flexibilidad permite modelar distintos escenarios y cuantificar impactos potenciales de iniciativas de retención, aportando valor a la toma de decisiones estratégicas.

Contacto

Para más información o implementación de este modelo, puede contactarme vía **LinkedIn** o consultar otros proyectos en mi **GitHub**.