

UNIVERSIDAD PRIVADA FRANZ TAMAYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS



**“PREDICCIÓN DE CHURN Y ESTRATEGIAS DE RETENCIÓN EN TELEFONÍA FIJA
DE COTEL R. L.”**

CASO: “ Cotel R.L. ”

AUTOR: Osco Valencia Juan Manuel

DOCENTE: Ing. Enrique Alejandro Laurel Cossio

LA PAZ – BOLIVIA

I – 2025

1. Introducción

La telefonía fija ha sido históricamente un pilar fundamental de las telecomunicaciones en Bolivia. Sin embargo, en las últimas dos décadas ha enfrentado una disrupción sin precedentes debido a la masificación de la telefonía móvil y servicios VoIP. A pesar de este contexto adverso, la Cooperativa de Telecomunicaciones La Paz (COTEL) mantiene una base sólida de clientes de telefonía fija que representa su principal fuente de ingresos y sustenta la viabilidad operativa de toda la organización.

Este proyecto desarrollará un sistema predictivo basado en análisis de Big Data y Machine Learning para identificar con 60 a 90 días de anticipación qué clientes de telefonía fija tienen mayor probabilidad de cancelar su servicio. Esta capacidad predictiva permitirá implementar estrategias de retención proactivas, personalizadas y costo-efectivas que protejan la base de clientes y aseguren la sostenibilidad financiera de la cooperativa.

El análisis utilizará datos históricos de múltiples años de operación, integrando información de contratos, facturación, comportamiento de pago, datos demográficos y servicios complementarios (internet y TV Cable).

2. Justificación

2.1 Relevancia Estratégica y Económica

La telefonía fija no es simplemente un servicio más; es el servicio ancla que sostiene financieramente a toda COTEL. Este servicio genera ingresos recurrentes predecibles que permiten proyecciones financieras estables y planificación de inversiones a largo plazo.

Impacto económico del churn:

Estudios del sector de telecomunicaciones indican que adquirir un nuevo cliente cuesta entre 5 y 7 veces más que retener uno existente. En telefonía fija, estos costos son aún mayores debido a la instalación física, gastos de marketing en un mercado en declive, y menor disponibilidad de nuevos clientes potenciales.

Un modelo predictivo efectivo que logre reducir la tasa de churn en un 25% podría generar:

- Retención de cientos de clientes adicionales anualmente
- Protección de ingresos por más de un millón de bolivianos al año

- ROI superior al 200% en el primer año

2.2 Relevancia Técnica y de Big Data

Este proyecto es ideal para Big Data debido a:

Volumen significativo: Décadas de operación generan decenas de miles de contratos con millones de transacciones que exceden las capacidades de herramientas tradicionales.

Complejidad del problema: La predicción de churn en telefonía es desafiante porque involucra múltiples causas (precio, calidad, competencia, cambios demográficos) y diferentes perfiles de clientes (residenciales vs comerciales, nuevos vs antiguos).

Necesidad de análisis temporal: El churn raramente es abrupto; está precedido por señales como disminución de uso, inicio de morosidad o cambios de plan. Identificar estos patrones requiere técnicas avanzadas de feature engineering y análisis de series temporales.

Integración de múltiples fuentes: El proyecto requiere fusionar datos de diferentes sistemas operacionales, un desafío típico de proyectos Big Data empresariales.

2.3 Relevancia Social e Institucional

Como cooperativa, COTEL tiene responsabilidades que trascienden la rentabilidad:

- **Sostenibilidad del empleo:** La pérdida masiva de clientes amenaza empleos en La Paz
- **Servicio a socios-clientes:** Retenerlos mantiene el espíritu cooperativista
- **Acceso a telecomunicaciones:** La telefonía fija sigue siendo esencial para adultos mayores y zonas con cobertura móvil limitada

2.4 Relación Preliminar con las 5V del Big Data

- **Volumen:** Registros históricos de múltiples años superarán ampliamente el requisito de 30,000 registros
- **Velocidad:** Datos mensuales con scoring periódico para intervenciones oportunas
- **Variedad:** Integración de datos transaccionales, maestros, temporales y categóricos

- Veracidad: Datos de sistemas operacionales auditados, con procesos de validación a implementar
- Valor: Reducción proyectada de churn con ROI superior al 200%

3. Planteamiento del Problema

3.1 Problema Central

COTEL enfrenta un desafío crítico: carece de capacidad predictiva para identificar anticipadamente qué clientes de telefonía fija están en riesgo de cancelar su servicio. Esta situación genera:

Gestión reactiva: COTEL solo detecta el riesgo cuando el cliente solicita cancelación o entra en mora prolongada, momento en que la decisión ya está tomada (solo 15-20% son revertibles en esta etapa).

Estrategias ineficientes: Sin segmentación predictiva, se implementan:

- Campañas masivas genéricas que desperdician recursos en clientes sin riesgo
- Ofertas irrelevantes que no abordan las causas específicas de insatisfacción
- Falta de priorización del equipo comercial

Desconocimiento de patrones: No hay respuestas a preguntas fundamentales:

- ¿Qué comportamientos preceden la cancelación?
- ¿Qué perfiles tienen mayor propensión al churn?
- ¿Cuáles son las mejores variables predictoras?
- ¿Cuánto tiempo antes se manifiestan las señales de riesgo?

Contexto agravante: La telefonía fija está en declive estructural por sustitución tecnológica (móviles, VoIP), lo que hace que cada cliente retenido sea una victoria estratégica en un mercado en contracción.

3.2 Preguntas de Investigación

1. **¿Qué variables tienen mayor poder predictivo del churn?** (morosidad, antigüedad, servicios complementarios, ubicación, tipo de cliente)

2. **¿Cuánto tiempo antes de la cancelación se manifiestan señales de riesgo?** (90, 60 o 30 días de anticipación)
3. **¿Existen patrones diferenciados por segmento?** (residenciales vs comerciales, nuevos vs antiguos, multi-servicio vs mono-servicio)
4. **¿Es posible construir un modelo operativamente útil?** (Meta: Recall $\geq 70\%$, Precision $\geq 50\%$, interpretable)
5. **¿Qué estrategias de retención serían más efectivas?** (descuentos para sensibles a precio, mejoras técnicas para insatisfechos con calidad, educación para usuarios con bajo engagement)

3.3 Decisiones que se Beneficiarán

Nivel Operacional:

- Call center: alertar cuando clientes de riesgo llaman
- Área técnica: priorizar mantenimiento para clientes en riesgo
- Cobranzas: diferenciar estrategias según riesgo de churn

Nivel Táctico:

- Comercial: campañas segmentadas, asignación óptima de presupuesto
- Marketing: contenido educativo para segmentos en riesgo
- Producto: rediseño de planes problemáticos, bundles atractivos

Nivel Estratégico:

- Gerencia: proyecciones de ingresos más precisas, evaluación de viabilidad del servicio
- Planificación: identificar zonas críticas, dimensionar equipos
- **Decisión crítica:** ¿Vale la pena seguir invirtiendo en infraestructura de cobre o migrar a VoIP?

4. Objetivos de Investigación

4.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo predictivo de churn para telefonía fija de COTEL que identifique con 60-90 días de anticipación clientes con alta probabilidad de cancelación, proporcionando insights accionables sobre factores causales para implementar estrategias de retención proactivas y personalizadas que reduzcan la tasa de abandono en al menos 20% y protejan la sostenibilidad financiera de la cooperativa.

4.2 Objetivos Específicos

1. Integrar datos de sistemas operacionales de contratos, facturación, pagos, deudas y servicios complementarios en una estructura unificada que permita análisis longitudinal y trazabilidad completa del ciclo de vida del cliente.
2. Realizar análisis exploratorio exhaustivo identificando diferencias entre clientes que han cancelado vs activos, y crear variables compuestas de alto poder predictivo
3. Entrenar y comparar al menos tres algoritmos optimizando para Recall $\geq 70\%$ y Precision $\geq 50\%$, con énfasis en interpretabilidad.
4. Clasificar clientes en riesgo por nivel (Alto/Medio/Bajo) y causa probable, generando recomendaciones estratégicas personalizadas.
5. Crear visualizaciones ejecutivas, operativas y analíticas.

5. Fuentes de Datos

5.1 Origen de los Datos

Los datos para este proyecto provendrán de los registros oficiales de COTEL almacenados en bases de datos Oracle de los sistemas operacionales de la cooperativa. Estos sistemas gestionan la información transaccional y maestra de todos los servicios de telecomunicaciones que ofrece la organización.

5.2 Tipos de Información Requerida

El proyecto integrará información de múltiples módulos operacionales:

Información de Contratos:

- Datos maestros de contratos de telefonía fija
- Estados y transiciones de los servicios
- Fechas relevantes (contratación, activación, suspensiones, cancelaciones)
- Características del servicio contratado
- Información geográfica y de ubicación

Información de Clientes:

- Datos demográficos y de identificación
- Perfil del cliente (persona natural o jurídica)
- Información de contacto
- Historial de relación con la cooperativa

Información Transaccional:

- Registros de facturación mensual
- Histórico de consumo y cargos
- Estados de pago
- Tendencias de uso del servicio

Información Financiera:

- Estado de cuentas y saldos
- Historial de pagos
- Morosidad y deudas acumuladas
- Patrones de comportamiento crediticio

Información de Servicios Complementarios:

- Contratación de otros servicios (Internet, TV Cable)
- Paquetes y bundles
- Cross-selling histórico

5.3 Volumen Estimado

Se estima trabajar con un volumen de datos que supera ampliamente el requisito mínimo de 30,000 registros, considerando:

- Múltiples años de operación histórica de COTEL
- Base consolidada de clientes de telefonía fija (activos e históricos)
- Transacciones mensuales acumuladas a lo largo del tiempo
- El dataset final post-integración podría alcanzar cientos de miles de registros

5.4 Cronograma de Preparación de Datos

| Fase | Actividad Principal | Duración | Entregables |
|--------|------------------------|-----------|--|
| Fase 1 | Análisis y diseño | 1 semana | Mapeo de tablas, queries SQL |
| Fase 2 | Extracción | 1 semana | Archivos CSV exportados |
| Fase 3 | Integración y limpieza | 2 semanas | Dataset integrado, reporte de calidad |
| Fase 4 | Feature engineering | 1 semana | Features creados, diccionario de variables |
| Fase 5 | Preparación modelado | 1 semana | Train/val/test splits, datasets procesados |
| Total | | 6 semanas | Base de datos analítica completa |

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Comunicación

La comunicación es el proceso mediante el cual dos o más individuos intercambian información, ideas, pensamientos o sentimientos a través de un código común. Según Shannon y Weaver (1949), la comunicación se compone de varios elementos: emisor, mensaje, canal, receptor y retroalimentación. En el ámbito tecnológico, este proceso se traduce en la transmisión de información a través de medios físicos o digitales, lo cual constituye la base del desarrollo de las telecomunicaciones modernas.

La evolución de la comunicación ha permitido que las sociedades amplíen sus formas de interacción, pasando de medios analógicos a digitales, y facilitando la aparición de servicios que permiten conectar a personas y organizaciones a escala global.

6.2. Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones son el conjunto de técnicas, dispositivos y sistemas que permiten la transmisión de información a distancia, ya sea en forma de voz, datos o video, mediante señales electromagnéticas. De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, 2019), este sector es esencial para el desarrollo económico y social, al posibilitar la conectividad y el acceso a la información.

En Bolivia, el sector de telecomunicaciones ha experimentado una importante expansión en las últimas décadas, impulsado por la digitalización de los servicios y la competencia entre operadores. Sin embargo, los servicios tradicionales, como la telefonía fija, han sufrido una disminución sostenida debido al crecimiento de la telefonía móvil y el acceso a Internet.

6.3. Telefonía Fija

La telefonía fija es un servicio de telecomunicación que permite la transmisión de voz mediante una red cableada de cobre o fibra óptica, conectando un teléfono residencial o empresarial a una central local. Este servicio fue durante muchos años el principal medio de comunicación domiciliaria y empresarial.

En el contexto de COTEL R.L. (Cooperativa de Telecomunicaciones La Paz), la telefonía fija ha representado históricamente uno de los pilares de su operación y fuente principal de ingresos. No obstante, la migración de usuarios hacia la telefonía móvil y servicios de comunicación basados en Internet (VoIP, mensajería instantánea, etc.) ha generado una disminución constante en la base de clientes activos.

El servicio de telefonía fija en COTEL se basa en un modelo cooperativo, en el cual los usuarios adquieren acciones que les otorgan derecho al uso del servicio. Esto implica un sistema administrativo que maneja altas, bajas, cortes, reconexiones y suspensiones de servicio, además de una estructura de facturación mensual.

En muchos casos, los procesos de morosidad y abandono del pago derivan en la suspensión temporal o definitiva del servicio, lo que constituye una manifestación directa del fenómeno conocido como churn o pérdida de clientes.

6.4. Gestión de Clientes en COTEL R.L.

COTEL administra su cartera de clientes de telefonía fija mediante una estructura basada en contratos y acciones. Cada socio o cliente cuenta con un número de acción que le otorga derecho a un punto de conexión (línea telefónica). La relación comercial se rige por un contrato de prestación de servicios, sujeto a obligaciones de pago y mantenimiento.

El ciclo de vida del cliente dentro de la cooperativa incluye etapas como:

- Alta o suscripción: el usuario adquiere una acción y se activa el servicio.
- Facturación periódica: se generan cargos mensuales por uso y mantenimiento.
- Mora o incumplimiento de pago: el cliente acumula deudas y recibe notificaciones.
- Corte temporal o suspensión: el servicio se desactiva por falta de pago.
- Abandono o baja definitiva: el cliente deja de pagar por un periodo prolongado, y la acción se desactiva o pasa a disponibilidad.

Este proceso administrativo refleja la pérdida progresiva de clientes, especialmente en los últimos años, donde factores como la competencia, la digitalización y la migración tecnológica han reducido la rentabilidad del servicio.

6.5. Concepto de Pérdida de Clientes (Churn)

El término churn se utiliza para describir la tasa o cantidad de clientes que dejan de utilizar un servicio durante un periodo determinado. En el ámbito de las telecomunicaciones, se refiere a los usuarios que cancelan, suspenden o abandonan sus servicios (Lemmens & Croux, 2006).

Existen dos tipos de churn:

- Voluntario: cuando el cliente decide cambiar de proveedor o suspender el servicio por decisión propia.
- Involuntario: cuando la empresa corta el servicio por impago o incumplimiento contractual.

Para empresas como COTEL, la identificación de clientes propensos al churn es vital, ya que permite anticipar el abandono, aplicar estrategias de retención y reducir pérdidas económicas.

La predicción del churn mediante técnicas de análisis de datos e inteligencia artificial es actualmente una de las aplicaciones más relevantes del aprendizaje automático en el sector de las telecomunicaciones.

6.6. Big Data

El término Big Data se refiere a la gestión y análisis de grandes volúmenes de datos, caracterizados por las 5V:

- Volumen: enorme cantidad de datos generados.
- Velocidad: rapidez con la que se producen y procesan.
- Variedad: diversidad de fuentes y formatos (textos, registros, sensores, logs, etc.).
- Veracidad: confiabilidad de la información.
- Valor: utilidad de los datos para generar conocimiento.

En COTEL, el concepto de Big Data se aplica en la integración de diversas fuentes:

- Base de datos de contratos y facturación.
- Historial de pagos y cortes de servicio.
- Información de morosidad y reconexiones.
- Registros de uso de servicios y atención al cliente.

Mediante la utilización de herramientas analíticas y modelos predictivos, la cooperativa puede detectar patrones de comportamiento que indiquen riesgo de pérdida de clientes, optimizando la toma de decisiones y la eficiencia operativa.

6.7. Modelos Predictivos de Churn

Los modelos predictivos son algoritmos que permiten estimar la probabilidad de que un cliente abandone el servicio. Entre los más utilizados en el ámbito de telecomunicaciones se encuentran:

- Regresión logística
- Árboles de decisión
- Random Forest
- XGBoost
- Redes neuronales artificiales

Estos modelos procesan variables como:

- Antigüedad del contrato.
- Historial de pagos.
- Frecuencia de cortes y reconexiones.
- Tipo de plan o servicio contratado.
- Ubicación geográfica y segmento del cliente.

La implementación de un modelo predictivo en COTEL permitirá identificar a los clientes con mayor riesgo de abandono, generando alertas tempranas y posibilitando la aplicación de estrategias de retención personalizadas.

6.8. Importancia de la Analítica Predictiva en COTEL

La aplicación de analítica predictiva en COTEL R.L. representa un paso fundamental hacia la transformación digital. Gracias a los modelos de churn basados en Big Data, la cooperativa puede:

- Reducir pérdidas económicas por abandono de clientes.
- Priorizar recursos de atención y fidelización.
- Aumentar la satisfacción del cliente.
- Tomar decisiones basadas en evidencia.

Bibliografía

Burez, J., & Van den Poel, D. (2009). *Handling class imbalance in customer churn prediction*. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4626–4636. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.05.027>

Huang, B., Kechadi, M. T., & Buckley, B. (2019). *Customer churn prediction in telecommunications*. *Expert Systems with Applications*, 162, 113849. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.113849>

Laney, D. (2001). *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety*. META Group Research Note. [Documento seminal sobre Big Data].

Lemmens, A., & Croux, C. (2006). *Bagging and boosting classification trees to predict churn*. *Journal of Marketing Research*, 43(2), 276–286. <https://doi.org/10.1509/jmkr.43.2.276>

Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). (2019). *Measuring digital development: Facts and figures 2019*. ITU Publications. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics>

Verbeke, W., Dejaeger, K., Martens, D., Hur, J., & Baesens, B. (2012). *New insights into churn prediction in the telecommunication sector: A profit-driven data mining approach*.

European Journal of Operational Research, 218(1), 211–229.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.09.031>