



Modelo Predictivo para la Proyección de las Regalías en Exportaciones Mineras

Carla Gabriela Calisaya Choque
Postgrado en Informática
Universidad Mayor de San Andrés - UMSA
La Paz, Bolivia
carla_calisaya@hotmail.com

Resumen— La necesidad que tienen los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales de predecir las Regalías en Exportaciones Mineras a través del análisis de las variables que intervienen en el cálculo de la misma como el Peso Fino, Cotización Oficial y Alícuota del mineral o metal; información que ayudará a la toma de decisiones.

La presente investigación permite establecer el comportamiento de las Regalías en Exportaciones Mineras a través de los modelos predictivos, aplicando series de tiempo para el análisis de las variables independientes (Peso Fino, Cotización Oficial y Alícuota) y la Dinámica de Sistemas para definir el modelo.

Palabras Clave— *Regalía Minera, Modelo Predictivo, Alícuota de Exportación, Cotización, Peso Fino, Valor Bruto*

I. INTRODUCCIÓN

En Bolivia la regalía minera es considerada como un tributo pagado por la explotación de recursos naturales no renovables, en este caso la minería, en Bolivia se paga sobre la base del valor bruto de venta (VBV).

La regalía empezó a cobrarse desde la época de la colonia con la explotación de la plata en el Cerro de Potosí. Desde 1556 hasta el 19 de julio de 1736 los mineros tributaron el “quinto real”, vale decir el 20% del valor de la plata exportada. Debido al empobrecimiento de los yacimientos argentíferos, desde el 20 de julio de 1736 hasta 1825 rigió el “décimo real” (10%). Durante la primera época de la República la plata pagaba un derecho del 11,35% (equivalente a regalía), además de 4 reales por cada marco como Derecho de Moneda, sumando en total cerca del 18,5%, mientras que los derechos sobre el oro (regalías) alcanzaban al 8,5%.

Durante la era del estaño, entre 1900 y 1940 se pagó un Derecho de Exportación (equivalente a regalía) que entre 1900 y 1920 alcanzó un promedio de apenas el 4,9% y entre 1900 y 1940 subió al 5,8%. Desde 1921 se instituyó el Impuesto a la Utilidad y desde 1937 un Impuesto a los Dividendos.

La Ley No. 1777 promulgado por el gobierno de Gonzalo Sánchez de Lozada el 17 de marzo de 1997 establece el Impuesto Complementario de la Minería

(ICM), posteriormente denominado Regalía Minera; denominación que es ratificada en la Nueva Ley Minera (Ley No. 535) promulgada el 28 de mayo de 2014.

II. PROBLEMÁTICA

A. Planteamiento del problema

El Servicio Nacional de Registro y Control de la Comercialización de Minerales y Metales (SENARECOM) entidad pública descentralizada dependiente del Ministerio de Minería y Metalurgia, institución que se encarga de la regulación y control de las actividades de comercialización interna y externa de minerales y metales en Bolivia; también facultada para administrar el Sistema Nacional de Información sobre Comercialización y Exportaciones Mineras (SINACOM) encargado del registro, procesamiento y almacenamiento de la información sobre comercialización interna y externa de minerales y metales en el territorio nacional.

El análisis integral de la información de recaudación de regalía minera integra las variables que forman parte del cálculo de la regalía minera como el volumen de producción del mineral, la ley o calidad del mineral, el precio que depende de las cotizaciones internacionales y la alícuota minera definida en Bolivia, información que es almacenada en la Base de Datos del Sistema SINACOM.

La problemática se centra en la predicción de la información de regalías en exportaciones mineras que es un interés que surge a nivel nacional para los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales; información que ayudará a la toma de decisiones, como por ejemplo el desarrollo del Programa Operativo Anual POA ya que les permitirá saber cuál es el ingreso que podrían percibir por concepto de regalías mineras.

B. Formulación del problema

¿La implementación de un modelo predictivo permitirá predecir la recaudación de las regalías en exportaciones mineras para Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales?



III. OBJETIVO

Implementar un modelo predictivo para la proyección de las regalías en exportaciones mineras implementando técnicas de Dinámica de Sistemas, que contribuya en la toma de decisiones de Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales.

IV. HIPÓTESIS

La Regalía Minera es determinada por el peso fino, cotización oficial y la alícuota del mineral o metal, el análisis de los mismos a través de la Dinámica de Sistemas permitirá predecir las recaudaciones de los departamentos y municipios de Bolivia.

V. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. Regalía Minera

Según la Real Academia Española la regalía “es la participación en los ingresos o cantidad fija que se paga al propietario de un derecho a cambio del permiso para ejercerlo”.

La Ley No. 535 de Minería y Metalurgia promulgada el 28 de mayo de 2014, en su Título VII Capítulo I Artículo 223 dice que la “Regalía Minera – RM, por el aprovechamiento de los recursos minerales y metales no renovables, es un derecho y una compensación por su explotación”, regulada por la Constitución Política del Estado y la mencionada ley [1].

Asimismo, la Ley de Minería y Metalurgia en su Artículo 226 determina “La base de cálculo de Regalía Minera – RM, es el valor bruto de venta, que resulta de multiplicar el peso del contenido fino del mineral o metal por su cotización oficial”.

Por lo mencionado, la Regalía Minera podemos definirla como:

$$RM(PF, CO, A)$$

Asimismo, la fórmula definida para el cálculo de la Regalía Minera es la siguiente:

$$RM[Bs] = VBVB[Bs] * \frac{A}{100}$$

Y la fórmula para el Valor Bruto de Venta es:

$$VBVB[Bs] = VBVB[\$us] * \frac{TC[Bs]}{1[\$us]}$$

$$VBVB[\$us] = PF[unid.cotizacion] * \frac{CO[\$us]}{1[unid.cotizacion]}$$

Dónde:

RM: Regalía Minera

PF: Peso Fino en la unidad de cotización internacional del mineral o metal

CO: Cotización Oficial del mineral o metal en dólares americanos

A: Alícuota del mineral o metal

TC: Tipo de cambio del dólar en bolivianos

VBVB: Valor Bruto de Venta

B. Modelo Predictivo

El modelo, en términos generales, como representación de la realidad, explicación de un fenómeno, ideal digno de imitarse, paradigma, canon, patrón o guía de acción; idealización de la realidad; arquetipo, prototipo, uno entre una serie de objetos similares, un conjunto de elementos esenciales o los supuestos teóricos de un sistema social [2].

Según Buffa, E. S. los modelos predictivos centran la atención en la predicción de los factores exógenos (de fuera) que normalmente no están bajo control pero que tienen una influencia de enorme importancia en lo que sucede [3].

Buffa en su libro plantea los siguientes métodos de pronóstico de datos: promedios móviles, análisis de regresión, modelos econométricos y el modelo Delphi.

Existen distintos métodos para predecir los datos e información, además de los ya mencionados está la dinámica de sistemas, estos “modelos dinámicos establecen relaciones que describen el sistema en el tiempo t. Entonces, las relaciones hacen posible calcular las varias dimensiones del estado del sistema en periodos futuros”

C. Dinámica de Sistemas

La dinámica de sistemas es un enfoque asistido por ordenador para el análisis y diseño de políticas. Se aplica a los problemas dinámicos que surgen en los sistemas sociales, administrativos, económicos o ecológicos complejos - literalmente cualquier sistema dinámico caracterizado por la interdependencia, la interacción mutua, la retroalimentación de información, y la causalidad circular [4].

Inicialmente el método se denominó dinámica industrial, los primeros trabajos de desarrollaron a finales de los años 50, a mediados de los 60 se comienza a vislumbrar aplicaciones del método más allá del ámbito industrial; para luego dar lugar a la dinámica urbana.

Al final de los 60 el Club Roma lleva a cabo un estudio sobre los límites del crecimiento, en el que se analizaba la previsible evolución de una serie de magnitudes agregadas a nivel mundial como la población, los recursos y la contaminación. “Con este estudio sobre la dinámica mundial se puso de manifiesto que el método empleado posee una cierta universalidad que va más allá de los campos concretos a los que se aplica. Por tanto, las denominaciones de dinámica industrial o dinámica urbana resultaban insuficientes y se convino en empezar a denominar el método como dinámica de sistemas” [5].



D. Series de Tiempo

De acuerdo a Bowerman y O'Connell una serie de tiempo es una secuencia cronológica de observaciones de una variable particular.

Una serie de tiempo o serie cronológica es un conjunto de observaciones hechas en momentos determinados, generalmente a intervalos iguales. El conjunto de observaciones se simbolizan:

$$y(t_1), y(t_2), y(t_3), \dots, y(t_n)$$

dónde:

$$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$$

Son sucesivos instantes o tiempos determinados (meses, días, trimestres, etc.)

"Y" es la variable cuyo comportamiento a través del tiempo se desea estudiar o sea que la serie de tiempo es una serie estadística (información cuantitativa) cuyos valores han sido observados en el tiempo.

Matemáticamente la serie puede simbolizarse como una función

$$y = f(t_i)$$

Donde:

t_i es la variable independiente: tiempo.

Las variables que intervienen pueden ser: años, meses, días, horas, quinquenios, etc (t). Trabajando generalmente con intervalos iguales e "y": totales, promedios índices, etc.

La teoría y análisis de las series de tiempo pueden ser aplicados a múltiples campos, pudiendo afirmarse que todo hecho representable cuantitativamente y que sucede a lo largo de un período de tiempo puede estudiarse como una serie de tiempo, como ejemplo: temperatura ambiente, temperatura de los enfermos, electrocardiogramas, movimiento demográfico, accidentes de trabajo, cantidad de pasajeros transportados, monto de ventas, volumen de exportaciones e importaciones, crecimiento, población, etc.

VI. TRABAJOS RELACIONADOS

A nivel internacional se tienen las siguientes investigaciones:

La tesis de Grado de Maestría de Santibáñez, titulada "Formulación de un Modelo para la Proyección del Precio de Cobre basado en los fundamentos del Mercado Minero", el cual propone un modelo para proyectar el precio a largo plazo del cobre, de acuerdo al análisis de factores relevantes de su mercado, la aplicación de fórmulas econométricas y técnicas de simulación de riesgo [6].

La tesis de Grado de Maestría de Foix titulada "Proyección del precio del Cobre: ¿Herramientas de inteligencia computacional o Series de tiempo? En busca de pronósticos

ajustados para el precio del cobre en el corto y mediano plazo", que tiene como objetivo la entrega de evidencias respecto a la potencia de las redes neuronales como herramienta para el pronóstico del precio anual del cobre [7].

La tesis de Grado de Friz, titulada "Redes Neuronales aplicadas a la Predicción del Precio del Oro y medición de la robustez de los resultados utilizando Bootstrap", propone la creación de un modelo para predecir la variación del precio del oro y lograr una alta capacidad predictiva. Proponiendo las redes neuronales como alternativa a las técnicas de proyección de series de tiempo, como los modelos ARIMA [8].

Ferreya, J. & Vásquez, investigación titulada "Proyección de precios de exportación utilizando tipos de cambio: Caso peruano" publicado por el Banco Central de Reserva del Perú, determina si las variaciones de los tipos de cambio nominal predicen a las variaciones de los precios de los commodities exógenos, aun si los precios de los commodities no predicen a los tipos de cambio aplicando la regresión normal. El documento aplica los métodos de series de tiempo para predecir la variación de los precios de exportación de Perú utilizando las variaciones de un índice de tipos de cambio de países exportadores de materias primas [9].

La Comisión Chilena del Cobre COCHILCO en su investigación de la "Proyección del Precio de largo plazo del Cobre", realiza una estimación del precio de largo plazo del cobre utilizando la metodología estadística o econométrica que permite separar el precio del cobre en dos componentes, un componente cíclico o auto-regresivo y un componente permanente o de tendencia, que corresponde, asimismo, a una aproximación al precio de equilibrio de largo plazo del cobre [10].

A nivel nacional surgen las siguientes investigaciones:

Alvarado M. Y., en su tesis de grado "Escenario Futuro de las Cotizaciones de los Precios Promedio Mensual del Estaño - Un Modelo Econométrico", el cual tiene como objetivo principal conocer la evolución futura de la cotización de los precios promedio mensuales en el mercado bursátil (London Metal Exchange). Aplicando el Modelo de Rezagos Distribuidos Polinomial (Modelo dinámico) que le permitió hacer proyecciones a futuro, basados únicamente en la historia de los datos [11].

Aranibar del Alcázar J. y Humérez J. realizaron la investigación titulada "Modelos de series de tiempo para el pronóstico de precios de minerales" publicado en la Revista de Análisis Económico de la Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE), analiza principalmente el comportamiento de los minerales y metales: Aluminio, Cobre, Plata, Oro, Wólfam, Estaño, Plomo y Zinc en el periodo de 1950 a 1994, para realizar proyecciones a través de los modelos univariados de series temporales (ARIMA) y vectores autoregresivos clásicos (VAR) entre los años 1996 y 1997 [12].



VII. METODOLOGÍA PROPUESTA

Las fases aplicadas para la implementación de la presente investigación serán las siguientes:

Fase I

Recopilación de información de las recaudaciones de regalía en exportaciones mineras de Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales del Estado Plurinacional de Bolivia.

Fase II

Recopilación de fuentes primarias y bibliográficas, asimismo, la selección de las herramientas de software para la predicción de la regalía minera y el procesamiento de la información, como: PL/pgSQL de PostgreSQL, Eviews, Vensim.

Fase III

Desarrollo e implementación del modelo de predicción para la proyección de las regalías en exportaciones mineras.

Fase IV

Validación del modelo de predicción de recaudación de las regalías en exportaciones mineras, a través de pruebas comparativas, que consiste en relacionar valores estimados con los valores reales obtenidos.

VIII. CONCLUSIONES

El desarrollo de un modelo predictivo para la proyección de las regalías en exportaciones mineras a través de técnicas de Dinámica de Sistemas, contribuye a la toma de decisiones de Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales.

El modelo permite establecer el comportamiento de las variables que interfieren en el cálculo de la Regalía Minera.

REFERENCIAS

- [1] «Ley de Minería y Metalurgia», Estado Plurinacional de Bolivia, pp.86, Mayo 2014
- [2] F. Caracheo, «Modelo educativo (propuesta de diseño), Dirección General de Institutos Tecnológicos. Coordinación Sectorial de Normatividad Académica», México: CIDET, 2002
- [3] E.S. Buffa, «Ciencias de la Administración e Investigación de Operaciones», México: LIMUSA S.A., 1994
- [4] «The Field of System Dynamics*», EE.UU: Article System Dynamics Society, System Dynamics Society, 2011
- [5] Aracil, J. y Gordillo, F. (1997). Dinámica de Sistemas. Madrid, España: Alianza Editorial S.A.
- [6] V. F.Santibáñez, «Formulación de un Modelo para la Proyección del Precio de Cobre Basado en los Fundamentos del Mercado Minero», 2007
- [7] C. C. Foix, «Proyección del Precio del Cobre: ¿Herramientas de Inteligencia Computacional o Series de Tiempo? En

Busca de Pronósticos Ajustados para el Precio del Cobre en el Corto y Mediano Plazo», 2007

- [8] E. R. Friz, «Redes neuronales aplicadas a la predicción del precio del oro y medición de la robustez de los resultados utilizando Bootstrap», 2003
- [9] J. Ferreyra & J. L. Vásquez, «Proyección de precios de exportación utilizando tipos de cambio: Caso peruano. Banco Central de Reserva del Perú», 2012
- [10] «Proyección del Precio de largo plazo del Cobre», Comisión Chilena del Cobre COCHILCO, 2008
- [11] M. Y. Alvarado, «Escenario Futuro de las Cotizaciones de los Precios Promedio Mensual del Estaño - Un Modelo Econométrico», Universidad Técnica de Oruro, 2008
- [12] J. Aranibar del Alcázar y J. Humérez, «Modelos de series de tiempo para el pronóstico de precios de minerales», Revista de Análisis Económico (UDAPE), 1996