

# ***Boom* en el sector inmobiliario en Bolivia: ¿burbuja o fundamentos económicos?**

Sergio Cerezo Aguirre \*

---

\* El presente documento no necesariamente refleja la visión del BCB y sus autoridades y sus conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor. Comentarios son bienvenidos a: [scerezo@bcb.gob.bo](mailto:scerezo@bcb.gob.bo)

## RESUMEN

En los últimos años Bolivia ha experimentado un *boom* en el sector inmobiliario surgiendo la interrogante sobre si este fenómeno responde a fundamentos de la economía o si se trata de una burbuja especulativa. En ese sentido, el objetivo de esta investigación es testear la hipótesis de la existencia de este fenómeno en el mercado inmobiliario de Bolivia y de sus tres principales ciudades capitales (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) para el periodo 2009-2012, para lo cual bajo algunos supuestos se estima el precio de las viviendas. Para testear la hipótesis se sigue dos metodologías reconocidas en la literatura sobre el tema: el análisis de cointegración y el método de Levin y Wright (1997a y 1997b) para estimar la importancia del componente especulativo en el precio de las viviendas.

El análisis de cointegración proporciona argumentos para no apoyar la presencia de una burbuja, es decir, se probó que la evolución de largo plazo del precio real de las viviendas ha estado en torno a su equilibrio, el cual está determinado por variables fundamentales (PIB real per cápita, tasa de interés real promedio de créditos hipotecarios y costos de construcción). La segunda metodología que mide la especulación a partir de indicadores que emplean el crecimiento histórico del precio de las viviendas, muestra que no hay suficiente evidencia para aseverar la gestación de una burbuja inmobiliaria ya que las variables fundamentales del precio de las viviendas han tenido mayor implicancia que las medidas propuestas para capturar la especulación, las cuales incluso en la mayoría de los modelos resultaron ser estadísticamente no significativas.

**Clasificación JEL:** *C22, D84, R31*

**Palabras clave:** *Mercado de vivienda, modelos de series de tiempo, especulación*

# Boom in Bolivian housing market: bubble or economic fundamentals?

## ABSTRACT

In recent years, Bolivia has experienced a boom in the housing market raising the question of whether this phenomenon responds to economic fundamentals or if it is a speculative bubble. In that sense, the aim of this research is to test the hypothesis of the existence of this phenomenon in the Bolivian housing market (the national market as well as the one of three main capital cities of the country, namely La Paz, Cochabamba and Santa Cruz) for the period 2009-2012. In order to perform the analysis, a price index for the housing market is estimated (under a set of assumptions explained in detail in the paper). Furthermore, two methodologies usually employed in the literature were applied to test the hypothesis of the document: a cointegration analysis and the method of Levin and Wright (1997a and 1997b), which estimates the importance of the speculative component in the price of housing.

Regarding the results, the cointegration analysis indicates that the presence of a bubble cannot be confirmed. More specifically, the results reflect that the long-term evolution of the real price of housing has been around its equilibrium, which is determined by key variables (real GDP per capita, average real interest rate of mortgage loans, and construction costs). Similarly, the second methodology (that measures speculation based on indicators that use the historical growth of housing prices) shows that there is not enough evidence to assert the emergence of a bubble in the housing market as its prices respond largely to economic fundamentals rather than to speculative components. Indeed, in the majority of estimated models, the variables employed to reflect the speculative component of housing prices were not statistically significant.

**JEL Classification:** C22, D84, R31

**Keywords:** Housing market, time series models, speculation

## I. Introducción

El desempeño del sector inmobiliario es importante para la economía en su conjunto. En efecto, las viviendas representan el principal activo para la mayoría de las familias, por lo que cambios en su valoración afectan sus hojas de balance y por tanto sus decisiones de gasto. A su vez, los activos inmobiliarios son relevantes dentro del balance de las entidades de intermediación financiera por lo que su evolución determina el estado de resultados y la estabilidad del sistema financiero. Por último, los precios de los activos inmobiliarios – al igual que otros activos – pueden ser afectados por las tasas de interés, estableciéndose de este modo un eventual canal de transmisión de la política monetaria.

En los últimos años el sector inmobiliario ha recobrado una nueva dinámica en la región, donde Bolivia no ha estado al margen de este fenómeno, caracterizado por un incremento continuo en el nivel de precios de estos activos. Este comportamiento plantea la interrogante sobre la posible existencia de una burbuja en el mercado inmobiliario, entendida como desvíos -significativos y sostenidos- en sus precios respecto a sus fundamentos económicos.<sup>1</sup>

La presencia de burbujas es preocupante, pues están asociadas con algún tipo de desequilibrio en la economía o con alguna eventual crisis posterior. De hecho, la historia muestra que al colapsar una burbuja produce daños considerables a la economía puesto que es muy probable que en algún momento insospechado revienta bruscamente, es decir, que los precios retornen a valores más acordes con una situación de equilibrio, ajuste que puede tener consecuencias severas para la economía y el bienestar de las economías.

En este contexto, el objetivo de este documento es analizar si en el periodo 2002-2012 el mercado inmobiliario en Bolivia y en las tres principales ciudades capitales (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) ha experimentado o no una burbuja de precios. Para tal efecto, se

---

<sup>1</sup> Por tanto, es factible que exista un auge importante de los precios sin que esto suponga una burbuja toda vez que las variables fundamentales lo soporten.

emplean y complementan dos de los enfoques con mayor aceptación en la literatura sobre el tema. El primero corresponde a un análisis de cointegración, en el que se testea la presencia de una relación estable de largo plazo entre la evolución de los precios de las viviendas y sus principales fundamentos económicos; y la segunda corresponde a la metodología de Levin & Wright (1997) y Bellod (2007) para estimar la importancia del componente especulativo en el precio de los activos inmobiliarios.<sup>2</sup>

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección II se analiza el comportamiento del mercado inmobiliario a partir de algunos hechos estilizados; en la sección III se plantea un marco teórico que involucra la demanda y oferta de viviendas; en la IV se presentan algunos resultados empíricos a partir de modelos econométricos. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## II. Hechos estilizados

En inicio se debe señalar que Bolivia no cuenta con un indicador oficial del precio de los bienes inmuebles lo que dificulta el análisis del sector. Sin embargo, el presente documento emplea un indicador, el Índice de precios de viviendas, que considera la información acerca del precio de inmuebles extraído de los periódicos locales, el cual es complementado con el Índice de Precios al Consumidor de alquiler de vivienda y el dato de número de permisos de construcción aprobados.<sup>3</sup>

A este indicador se descuenta la evolución de los precios (inflación) para contar con un Índice Real de Precios de Viviendas (IRPV) para Bolivia y para sus tres principales ciudades capitales (Gráfico 1). Un patrón común observado es que los precios han tenido una tendencia creciente en toda la muestra, tanto a nivel nacional como en las tres ciudades capitales incluidas, cuyas tasas de variación trimestral promedio se sitúan entre 8 y 10%.

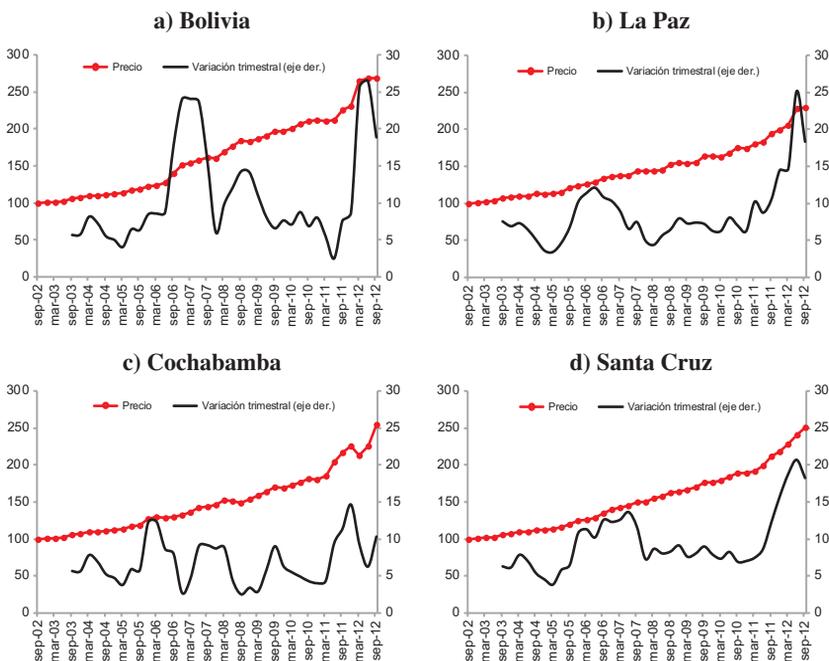
---

2 Ambas metodologías establecen relaciones de largo plazo, por tanto no detectan burbujas cuando estas colapsan periódicamente, siendo esta característica estudiada en otros trabajos como en Gómez-González et al. (2013) para el caso de Colombia.

3 La explicación acerca de la construcción referencial de este indicador es expuesta en el Apéndice A.1.

En los últimos 10 años el precio de las viviendas se ha poco más que duplicado, destacando los incrementos observados en las ciudades de La Paz y Santa Cruz, donde además se evidencia claramente un punto de inflexión en el comportamiento de los precios a partir de 2006. Desde entonces, el IRPV muestra una clara tendencia alcista de mayor pendiente.

**Gráfico 1: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PRECIOS DE VIVIENDAS**  
(Índice sep-2002=100 y porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con datos estimados por el autor

Nota: Las series son construidas en base a la metodología empleada por el Banco Central de Bolivia y que es explicada en el Apéndice A.1

## II.1. Las burbujas inmobiliarias y sus características

En los estudios sobre la presencia de burbujas inmobiliarias, por ejemplo en Naredo (2010), se distingue que estas pueden ser identificadas por una serie de condiciones y características, entre las que destacan: a) mayor actividad de la construcción; b) exceso de liquidez y bajas

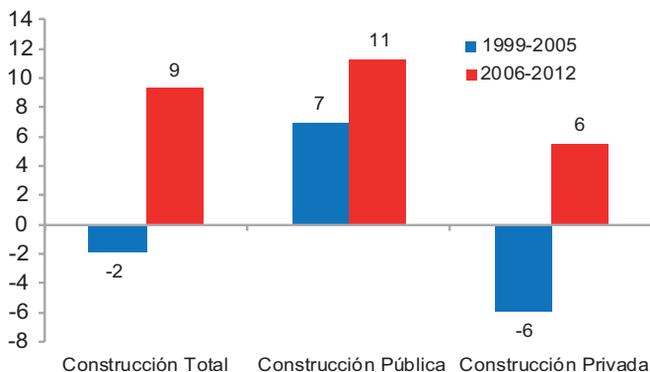
tasas de interés; c) débil regulación crediticia que permite un acceso indiscriminado a créditos destinados a este rubro; y d) expectativa creciente de los precios de inmuebles por especulación.

En Lira (2013) se señala que para el caso de Perú se realiza un seguimiento frecuente al comportamiento de algunas variables que podrían proporcionar indicios de la gestación de una burbuja inmobiliaria siguiendo la línea de Naredo (2010). A continuación, y de acuerdo a la disponibilidad de la información para el caso de la economía boliviana, se presentan y describen algunas variables económicas ligadas directa o indirectamente al desempeño del sector inmobiliario.

### a) *Mayor actividad de la construcción*

En los últimos años, Bolivia ha experimentado un crecimiento notable en el sector de la construcción impulsado por el sector público y privado. Destaca que la tasa de variación trimestral promedio del PIB - construcción total para el periodo 2006-2012 fue de 9%, cuando en los seis años precedentes la tasa de crecimiento era negativa (Gráfico 2). Por otra parte, se puede observar un mejor desempeño de la construcción privada en el segundo periodo mencionado, respecto al primero ya que pasó de una tasa promedio de -6% a una de 6% según información del Instituto Nacional de Estadística (INE).

**Gráfico 2: PIB CONSTRUCCIÓN A PRECIOS CONSTANTES DE 1990**  
(Promedio de la tasa de variación trimestral, en porcentaje)

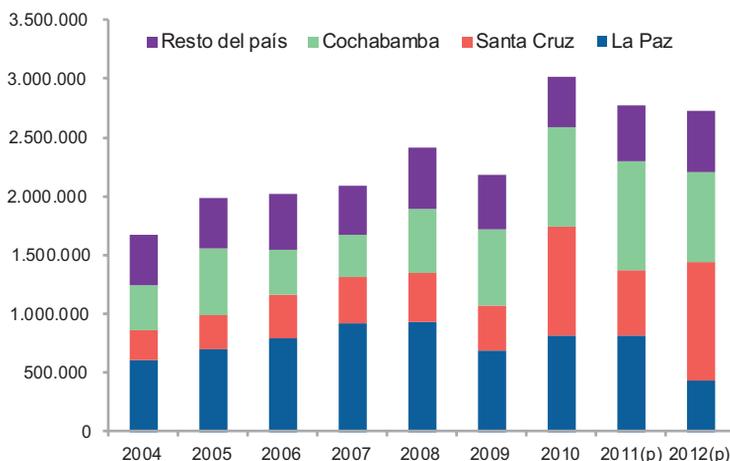


Fuente: Elaboración propia con información del INE

La demanda de viviendas puede ser aproximada a partir de los permisos de construcción en metros cuadrados. La evolución de esta variable es coherente con los principales episodios de *boom* experimentados en este mercado, en los que se destaca que, salvo el año 2009, en el que se vivió las consecuencias de la crisis *subprime*, los permisos se incrementaron continuamente guardando correspondencia directa con el comportamiento de los precios. En cuanto al período 2011 - 2012, se observa una cierta estabilidad en el comportamiento de esta variable, lo cual podría ser entendido como un cambio en el equilibrio de mercado, elemento que se estudiará más adelante.

A nivel departamental, en estos dos últimos años se observa una desaceleración en los permisos de construcción en La Paz y Cochabamba a diferencia de lo que ocurre en Santa Cruz (Gráfico 3).

**Gráfico 3: PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN EN BOLIVIA**  
(En metros cuadrados)



Fuente: Elaboración propia con datos del INE

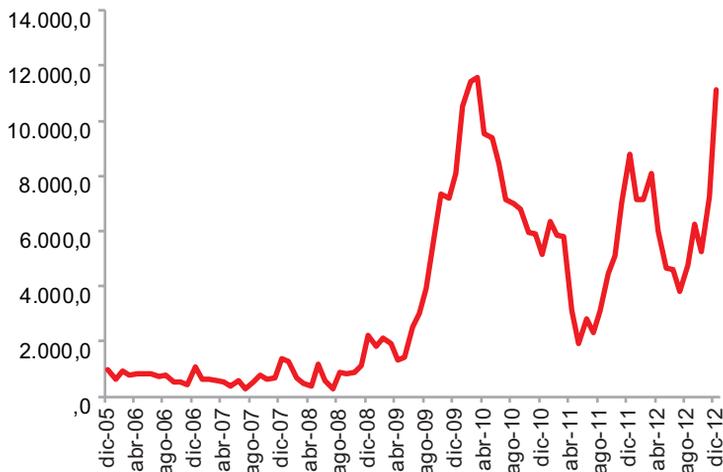
Nota: (p) preliminar

### ***b) Exceso de liquidez y bajas tasas de interés***

La variable que monitorea el Banco Central de Bolivia (BCB) es la liquidez del sistema financiero, la cual es aproximada a partir del

excedente de encaje legal<sup>4</sup>. Desde el 2009 esta variable presenta mayor volatilidad pero con una tendencia creciente (Gráfico 4).

**Gráfico 4: EXCEDENTE DE ENCAJE LEGAL**  
(En miles de millones de Bs)

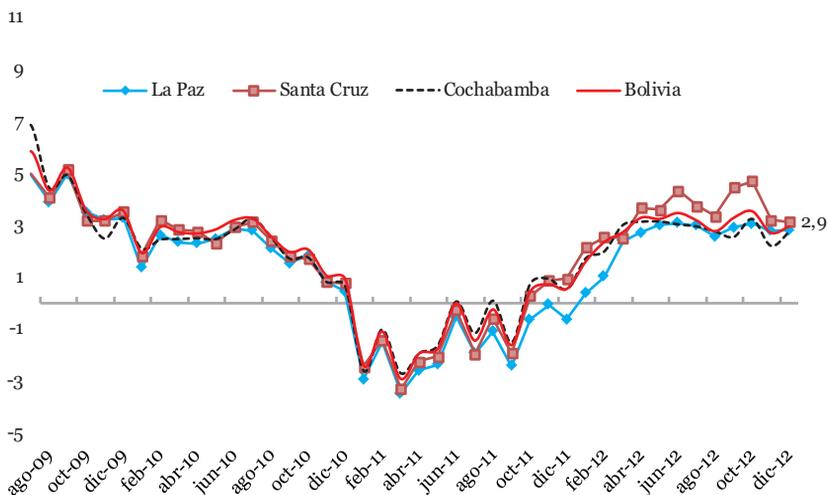


Fuente: Elaboración propia con datos del BCB

Por tanto, esta liquidez podría ser canalizada hacia el sector inmobiliario, más aun si se experimentara una reducción de las tasas de interés hipotecarias. Por el contrario, se puede observar que a nivel nacional, las tasas de interés reales para los créditos hipotecarios de vivienda en moneda nacional (MN) tuvieron un comportamiento con tendencia al alza desde finales de 2010, aunque en términos reales partió de valores negativos. En el eje troncal (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz), las tasas de interés reales revelaron un comportamiento similar a la nacional (Gráfico 5). En efecto, en el último año las tasas de interés reales de créditos hipotecarios en MN se han incrementado y se han mantenido alrededor de 3 %.

4 El excedente de encaje legal es igual a la diferencia entre el encaje constituido y el requerido.

**Gráfico 5: TASAS DE INTERÉS REALES EN MN DE CRÉDITOS HIPOTECARIOS DE VIVIENDA DE BOLIVIA Y DEL EJE TRONCAL (En porcentaje)**

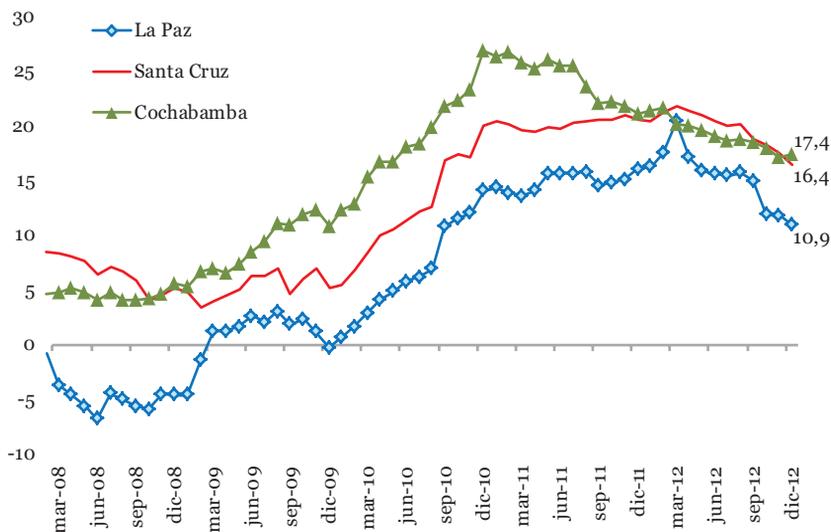


Fuente: Elaboración propia con datos del BCB

**c) Una débil regulación crediticia que permite un acceso indiscriminado a créditos destinados a este sector**

El ingreso real de las personas ha venido subiendo en años recientes, en particular desde 2006, incrementado los ahorros de las familias y aumentando las posibilidades de ser sujetos de mayores créditos hipotecarios. En efecto, la cartera hipotecaria de vivienda se concentró en las ciudades del eje troncal ya que representaron en promedio el 80% del total en 2012. Al examinar el crédito hipotecario de viviendas en el eje troncal se puede observar que ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, pero también se evidencia que este crecimiento ha tendido a desacelerarse. La desaceleración fue más pronunciada en el caso de La Paz y Cochabamba (Gráfico 6).

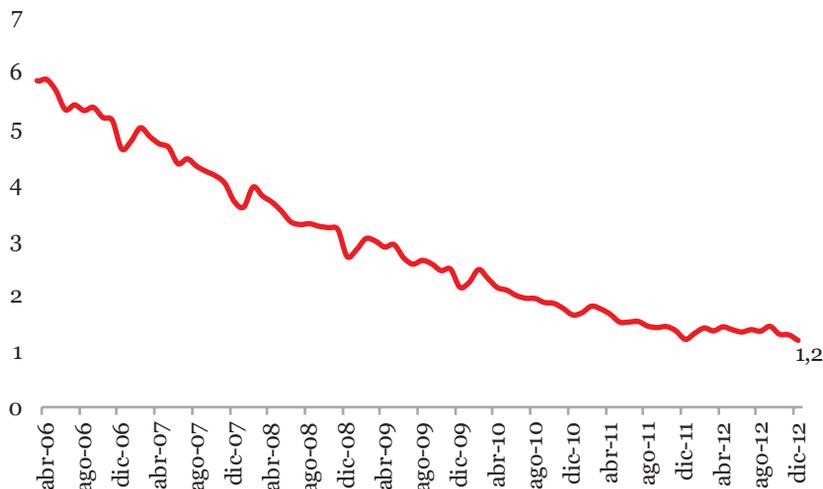
**Gráfico 6: EVOLUCIÓN DEL CRÉDITO HIPOTECARIO DE VIVIENDA EN LAS CIUDADES DEL EJE TRONCAL**  
(Variaciones a doce meses, en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con datos del BCB

Un aspecto a resaltar es que el crecimiento de la cartera hipotecaria de vivienda fue acompañado de una menor pesadez, la cual se situó en 1,2% a diciembre de 2012 (Gráfico 7). Este comportamiento podría ser interpretado como que el sistema financiero se mantiene solvente en medio de la bonanza del sector inmobiliario. No obstante hay que considerar que estos créditos son de largo plazo y que las condiciones económicas actualmente son favorables.

**Gráfico 7: PESADEZ DEL CRÉDITO HIPOTECARIO DE VIVIENDA  
(En porcentaje)**



Fuente: Elaboración propia con datos del BCB

#### ***d) Expectativa creciente de los precios de inmuebles por especulación***

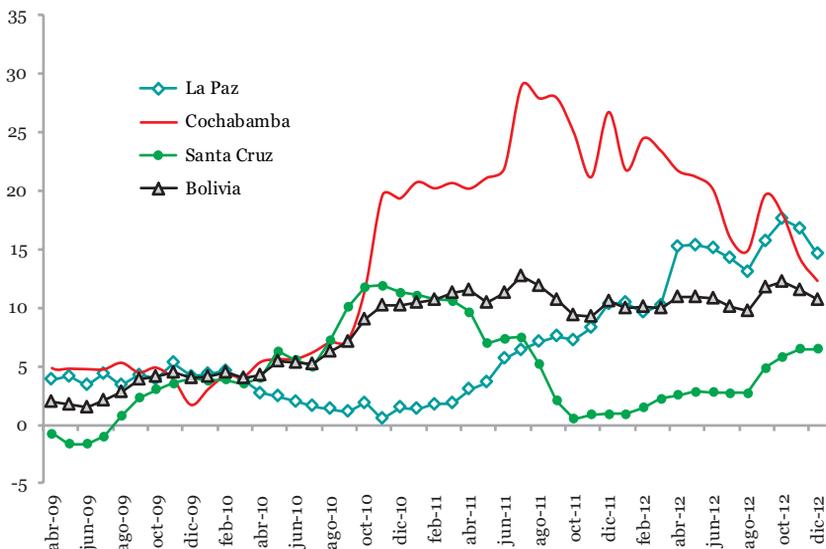
Si bien el tema de las expectativas y su rol en el proceso especulativo en los precios de las viviendas se abordarán en más detalle en el marco teórico y práctico, es importante examinar el comportamiento de algunas variables relacionadas con el sector, como son los alquileres y los costos de construcción.

La relación del comportamiento de los alquileres con una posible burbuja en el sector inmobiliario, radica en el hecho de que precios de inmuebles más altos (por fundamentos o por especulación) provoca que los propietarios de estos activos los alquilen a un mayor valor, lo cual a su vez se transmite por factores especulativos, a otros inmuebles cuyo precio no se ha modificado. Por otra parte, un incremento en los alquileres puede impulsar a algunos agentes a demandar estos activos en condición de propietarios, y de esta forma generar presiones adicionales en los precios.

Por otro lado, los costos de construcción tienen una relación directa con el precio de los activos inmobiliarios. Un incremento excesivo en el precio final de estos bienes con respecto a los costos de construcción podría proporcionar argumentos a favor de la ocurrencia de una burbuja. También existe la posibilidad que se genere un proceso especulativo e incrementos no justificados en los costos de construcción por la simple creencia de un ambiente de *boom* en el sector inmobiliario.

En el caso de Bolivia la variación interanual del IPC-Alquiler de vivienda ha seguido una tendencia hacia el alza. Por departamento, su evolución fue diferenciada y con tendencia reciente a la baja con excepción de Santa Cruz. En contraste La Paz exhibió una tendencia más pronunciada al alza y Cochabamba a la baja (Gráfico 8).

**Gráfico 8: IPC-ALQUILER DE VIVIENDA DE BOLIVIA Y POR CIUDADES**  
(Variaciones a doce meses, en porcentaje)

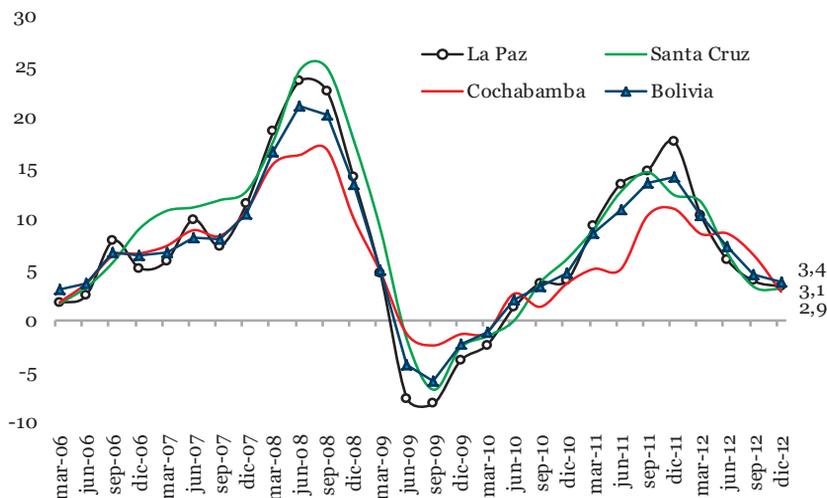


Fuente: Elaboración propia con datos del INE

Por el lado de los costos, en La Paz, Santa Cruz y Cochabamba el Índice de Costos de Construcción (ICC) hasta finales de 2012, reflejó un comportamiento a la baja luego de un importante incremento

hasta fines de 2011. Pese a la volatilidad generalizada del ICC en las regiones, llama la atención las tasas interanuales de crecimiento que en algunos casos, como en el 2008, alcanzaron variaciones superiores al 25% (Gráfico 9).

**Gráfico 9: ÍNDICE DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN (ICC)  
DE BOLIVIA Y DE LAS CIUDADES DEL EJE TRONCAL**  
(Variaciones a doce meses, en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia con datos del INE

Claramente la mayoría de las variables examinadas reflejan un comportamiento muy favorable en los últimos años en el sector inmobiliario en Bolivia y en las ciudades del eje troncal. Se ha evidenciado un mayor crecimiento de la actividad de la construcción, especialmente en el sector privado: existe una tendencia creciente de los permisos de construcción y la liquidez, y los créditos hipotecarios han experimentado un crecimiento notable. Pero también se evidencia que la pesadez de los créditos hipotecarios ha experimentado una caída consecutiva y en los últimos años se ha registrado un incremento en las tasas reales. El comportamiento de estas variables refleja la bonanza en el sector inmobiliario, pero no permite concluir nada acerca de la ocurrencia de una burbuja inmobiliaria, cuestión que se continuará analizando en las siguientes secciones.

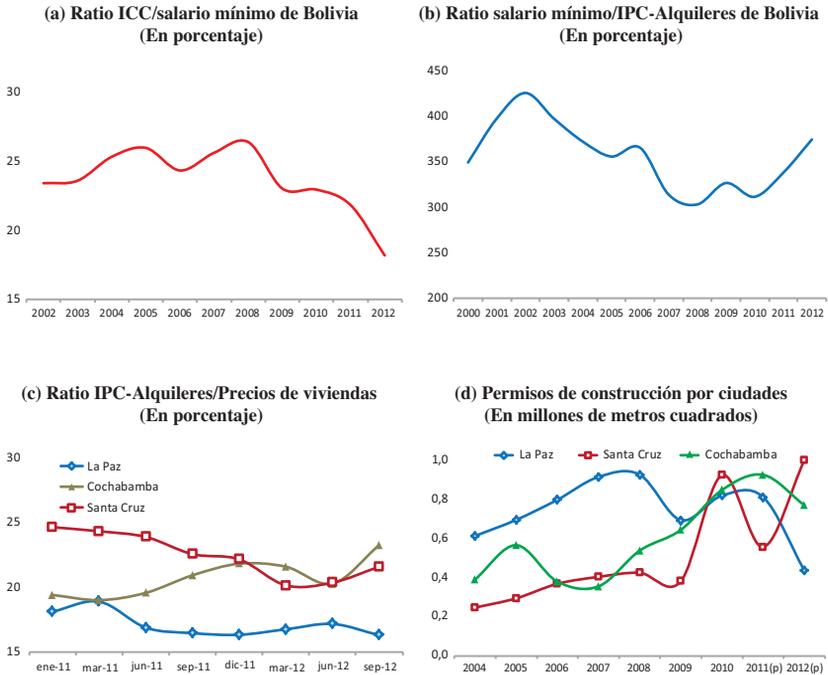
## *II.2. Indicadores simples de la presencia de burbujas inmobiliarias*

La academia ha prestado mucha atención a este tema en los últimos años. Las herramientas simples que se consideran como las más apropiadas para intentar detectar la presencia o no de una burbuja en los activos inmobiliarios, son los siguientes ratios: a) costo de construcción/salario nominal, b) salario nominal/alquileres y c) alquileres/precio venta.

Salvo algunos ajustes y empleo de algunas variables alternativas por la carencia de datos para aquellas comúnmente empleadas en la literatura, el Gráfico 10 muestra la evolución de estos indicadores:

- a) **Costo de construcción/salario nominal:** Este ratio muestra como evolucionaron los costos de la construcción (ICC) respecto al salario nominal (salario mínimo). Una reducción en este indicador mostraría que el incremento en el poder adquisitivo de la población es superior a los costos de construir una vivienda, lo cual generaría una presión de demanda adicional en el mercado inmobiliario. El cálculo del indicador señala que en los últimos años se han ido abaratando los insumos de construcción respecto a los salarios de los bolivianos, lo que induciría a una mayor dinámica en el sector de construcción.
- b) **Salario nominal/alquileres:** Este indicador muestra la relación entre los salarios de los bolivianos (salario mínimo) y los alquileres (IPC-Alquiler de viviendas). Una caída en este indicador señalaría que los alquileres estarían incrementándose más que el poder adquisitivo de los agentes, medido por su salario lo cual presentaría indicios de una sobre-reacción en algunos precios relacionados con el sector inmobiliario. La tendencia creciente de este indicador mostraría lo contrario, es decir, que los salarios crecieron a un ritmo mayor que los alquileres, por lo que los ciudadanos bolivianos cuentan con una mayor capacidad de pago.

**Gráfico 10: INDICADORES DE PRESENCIA DE UNA BURBUJA INMOBILIARIA**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y del BCB

Nota: (p) preliminar

IPC alquiler de viviendas: considera el índice normalizado trimestral con base 2008=100

Precio de vivienda: Información trimestral según metodología descrita en el Apéndice A.1

Salario mínimo nacional: Información anual desde 2000

Índice de costos de construcción (ICC): Información anual desde 2002

Permisos de construcción: Información anual por metro cuadrado desde 2004

**c) Alquileres/precios de inmuebles:** Este coeficiente busca medir la rentabilidad que obtiene un agente económico al adquirir un inmueble para luego alquilarlo. Un incremento de este indicador señala que los alquileres aumentan más de lo que suben los precios de los inmuebles, es decir, es más rentable adquirir inmuebles para alquilar a terceros, como es el caso de Cochabamba y Santa Cruz en el último trimestre. Sin embargo, pese a esta condición los permisos de construcción en Cochabamba han caído y únicamente se experimenta un incremento en Santa Cruz.

Cuando el indicador disminuye no sería rentable adquirir inmuebles para alquilar, por tanto, debería disminuir la demanda por propiedades. Este es el caso de La Paz donde se descartaría que existan expectativas de que aumente el precio de las viviendas ya que también redujeron los permisos de construcción en esta ciudad.

Con el simple análisis de estos indicadores no se obtienen conclusiones cerradas, lo que motiva la necesidad de continuar explorando el mercado inmobiliario mediante la aplicación de otras técnicas de evaluación como el análisis de cointegración y la aproximación del componente especulativo que se utiliza en las siguientes dos secciones de manera teórica y empírica.

### III. Marco teórico

A continuación se expone un modelo teórico que fundamenta el comportamiento del precio de las viviendas en el largo plazo tomando como base fundamental el desarrollado por Idrovo y Lennon (2013).<sup>5</sup>

En esa línea, la demanda por vivienda puede originarse en dos fuentes: la primera se fundamenta en una demanda de servicios de vivienda, por la cual las personas habitan la vivienda y así satisfacen una necesidad; y la segunda, la demanda del *stock* de vivienda, en la cual las personas adquieren una vivienda para conservarla como activo que genera un alquiler o renta.<sup>6</sup> Esta segunda fuente se constituye en el marco teórico principal para el desarrollo de la parte práctica de la sección IV.

#### III.1. Demanda por servicio de vivienda

El mercado inmobiliario presenta algunas características propias del sector, particularmente del lado de la oferta. En ese sentido, sea  $O_s$  el flujo de oferta de vivienda que depende fundamentalmente del *stock* inmobiliario ( $S$ ), y que se asume es inelástica a sus factores de corto

5 A su vez estos autores destacan y citan los trabajos de López (2005), Poterba (1984), Topel y Rosen (1988) y Mankiw y Weil (1989) como precursores en esta línea de investigación y que modelan la dinámica del precio de la vivienda al considerarla como un activo.

6 Cabe destacar que el *stock* residencial está compuesto por viviendas preexistentes y las nuevas construidas

plazo<sup>7</sup>, lo que descansa en la idea de que el *stock* de nuevas viviendas es marginal respecto al *stock* existente. La consecuencia de ello es que la oferta de viviendas está determinada sólo por el *stock* de viviendas:

$$O_s = O_s(S) \quad (1)$$

La demanda de viviendas es similar a la de algún otro bien o servicio. En ese sentido, sea  $D_s$  la demanda de vivienda, la cual es explicada por las siguientes variables en términos reales: el ingreso de las familias ( $y$ ), la tasa de interés de los créditos hipotecarios ( $r$ ) y la renta o alquiler del inmueble ( $R$ ) (que como Idrovo y Lennon, 2013 señalan, representa la disposición a pagar por unidad de vivienda o la medida de valoración marginal de la vivienda, condicional al servicio que ésta ofrece).

Este conjunto de variables vendrían a ser los determinantes fundamentales de la demanda por viviendas. Sin embargo, no deben descartarse otros factores como los demográficos (número de hogares, tamaño de los hogares, población económicamente activa, etc.) que pueden incidir en la trayectoria de largo plazo del precio de las viviendas. También pueden considerarse algunas variables que midan el costo de oportunidad de realizar o no un gasto en la adquisición de una vivienda. En particular, es común encontrar en los trabajos empíricos, variables como las tasas de los depósitos a plazo fijo e incluso podría pensarse en algunos casos en la dirección del tipo de cambio nominal ya que puede ser un factor que impulse la demanda por activos inmobiliarios.<sup>8</sup>

Por lo expuesto, la función de demanda de largo plazo para el mercado de viviendas puede expresarse genéricamente de la siguiente manera:

$$D_s = D_s(R, y, r, x') \quad (2)$$

donde  $x$  es un vector de variables exógenas que contiene a las variables demográficas, las que miden el costo de oportunidad u otras explicativas en el modelo.

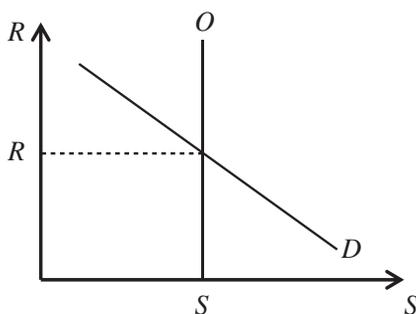
7 Esta idea es desarrollada por Mankiw (2002).

8 En el caso de Bolivia hasta el año 2005 se experimentaba una depreciación continua pero gradual de la moneda nacional frente al dólar, que junto a un nivel elevado de dolarización de créditos y depósitos en el sistema financiero hacía rentable mantener activos en ME.

De las ecuaciones (1) y (2) que representan a la oferta y demanda se encuentra la renta o alquiler real de equilibrio ( $\bar{R}$ ), el cual es condicional a los valores de las variables exógenas del modelo. En ese sentido,  $\bar{R}$  refleja la disposición a pagar o la valoración marginal por el servicio que ofrece cada unidad de *stock* de vivienda:

$$D_S = O_S \Rightarrow \bar{R} = R(\bar{S}, y, r, x') \quad (3)$$

**Gráfico 11: EQUILIBRIO EN EL MERCADO DE VIVIENDA COMO SERVICIO**



Fuente: Extraído de Idrovo y Lennon (2013)

### ***III.2. Demanda de vivienda como activo***

En el caso de la demanda de vivienda como activo se asume que un agente/inversionista adquiere una determinada cantidad de inmuebles (*stock* de viviendas) para ofrecerlos en alquiler<sup>9</sup>. Bajo este escenario, el equilibrio del mercado de la vivienda como activo se genera cuando el agente encuentra indiferencia entre comprar una vivienda para alquilarla o para habitarla.

Idrovo y Lennon (2013) plantean que la condición de equilibrio en el mercado de viviendas satisface la igualdad entre la valoración marginal de la vivienda (o alquiler generado por cada unidad de *stock*) y el costo marginal de uso del *stock* residencial (producto del precio real de la vivienda ( $P$ ) y el costo real unitario de uso del *stock* residencial ( $\Phi$ )):

9 Estos ingresos vendrían a ser el dividendo o flujo de la inversión realizada.

$$R(S, y, r, x') = \Phi P \quad (4)$$

En cuanto al costo marginal de uso del *stock* residencial, López (2005) define el costo real unitario ( $\Phi$ ) como una combinación lineal de las contribuciones a la propiedad (+), tasa de interés neta de impuestos (+), costo de depreciación de la vivienda y los gastos de mantención de la misma (+), los subsidios que reducen el costo de uso del capital (-) y la inflación agregada (-)<sup>10</sup>. Este conjunto de variables que conforman el costo marginal de uso del *stock* residencial serán denotados con  $\omega$ .

Adicionalmente, se considera dentro de este costo marginal las expectativas de ganancia de capital  $\frac{E(\dot{P}/z')}{P}$ , contenido en el valor esperado del crecimiento futuro del precio real de la vivienda, condicional al conjunto de información  $z$  que conoce el agente o inversionista. En consecuencia, el costo marginal de uso del *stock* residencial estará determinado por la siguiente expresión:

$$\Phi = \omega - \frac{E(\dot{P}/z')}{P} \quad (5)$$

La ecuación (6), en línea con Van den Noord (2005), muestra que en equilibrio el cociente teórico entre el precio y alquiler debe ser igual al inverso del costo de uso del capital. Es decir, mientras menor es el costo de uso del capital inmobiliario, mayor es el ratio precio-alquiler.

$$\frac{P}{R(S, y, r, x')} = \frac{1}{\Phi} \quad (6)$$

Además de la ecuación anterior se concluye que, manteniendo todo lo demás constante, si los agentes esperan que el valor de la vivienda aumente, las ganancias de capital tenderían a incrementarse, lo que a su vez generaría mayor demanda por viviendas, y con ello un aumento del precio real relativo al valor del alquiler. Esta situación generaría una burbuja especulativa, puesto que la valoración marginal del inmueble no sigue la dinámica de sus fundamentos.

<sup>10</sup> Los signos (+) y (-) representan la relación directa o inversa con el costo marginal de uso del *stock* residencial.

Empero, esta divergencia entre el precio de vivienda y el valor de uso de la misma podría ser explicada también por *shocks* de variables de política fiscal<sup>11</sup>. Entonces un aumento del ratio precio-alquiler no necesariamente estaría mostrando la ocurrencia de una burbuja especulativa, debido a que este ratio podría estar respondiendo a cambios en los fundamentos, procesos especulativos que pueden dar lugar a una burbuja inmobiliaria, o a una combinación de ambos.

### III.3. Determinación de la dinámica en los precios

Combinando las ecuaciones (5) y (6) y considerando el supuesto de que los agentes tienen expectativas racionales, es decir  $\frac{E(\dot{P}/z')}{P} = \frac{\dot{P}}{P}$  es posible despejar  $\dot{P}$  y plantear una expresión para la dinámica del precio real de la vivienda de corto plazo, la cual es capturada por la siguiente ecuación diferencial que refleja la dinámica del precio real de la vivienda:

$$\dot{P} = \omega P - R(S, y, r, x') \quad (7)$$

Por otro lado, la dinámica del *stock* residencial ( $\dot{S}$ ) es modelada como la diferencia entre la inversión bruta ( $IB$ ) y la depreciación del capital preexistente ( $\delta S$ ). Por su parte, se asume que la inversión bruta depende del precio de la vivienda y del costo de los factores productivos ( $C_c$ ) en el proceso de la construcción<sup>12</sup>. Por tanto, se emplea la siguiente ecuación diferencial para el capital residencial para modelar la dinámica de corto plazo:

$$\dot{S} = IB(P, C_c) - \delta S \quad (8)$$

Las ecuaciones (7) y (8) forman un sistema implícito de ecuaciones diferenciales que con valores iniciales de los fundamentos podría generar la dinámica de corto plazo y la convergencia al estado estacionario en el largo plazo. Para obtener las relaciones de equilibrio

11 Idrovo y Lennon (2013) señalan como ejemplo, una disminución de los impuestos derivados de la adquisición de una vivienda o un aumento de los subsidios habitacionales, o simplemente, un aumento de la inflación, o algún evento catastrófico que modifica al alza el costo de depreciación y mantención de las viviendas.

12 Estos costos incluyen la mano de obra, materiales de construcción y el precio del terreno.

se considera que en el largo plazo no hay pérdida ni ganancia de capital ( $\dot{P} = 0$ ) y la generación del nuevo *stock* residencial (inversión bruta) sólo logra compensar el *stock* depreciado y el crecimiento demográfico de la demanda ( $\dot{S} = 0$ ). Por tanto, dado el nivel de *stock*  $\bar{S}$ , el precio que vacía el mercado inmobiliario sería  $\bar{P}$ .

$$\bar{P} = \frac{1}{\omega} R(\bar{S}, y, r, x') \quad (9)$$

$$\bar{S} = \frac{1}{\delta} IB(\bar{P}, C_c) \quad (10)$$

La ecuación (9) muestra que el precio depende inversamente del nivel de *stock* residencial, es decir, *ceteris paribus*, la disposición a pagar por una vivienda se ve reducida en la medida que las viviendas son menos escasas. La ecuación 10 que representa a la oferta, señala que, *ceteris paribus*, una caída en el precio de la vivienda reduce la rentabilidad o ganancia de capital, por lo que se construyen menos casas al caer la inversión bruta residencial.

Aplicando una aproximación lineal de Taylor de primer orden a las ecuaciones (9) y (10), se tiene:

$$\bar{P} = \frac{1}{\omega} (\alpha_0 + \alpha_1 \bar{S} + \alpha_2 y + \alpha_3 r + x' \Lambda_p + v_p) \quad (11)$$

$$\bar{S} = \frac{1}{\delta} (\beta_0 + \beta_1 \bar{P} + \beta_2 C_c + v_s) \quad (12)$$

Si se reemplaza la ecuación (12) en la (11) y se despeja  $\bar{P}$  se obtiene una expresión que relaciona el precio de la vivienda con sus fundamentos:

$$P = \frac{\delta \alpha_0 + \alpha_1 \beta_0}{\omega \delta - \alpha_1 \beta_1} + \frac{\alpha_1 \beta_2}{\omega \delta - \alpha_1 \beta_1} C_c + \frac{\delta \alpha_2}{\omega \delta - \alpha_1 \beta_1} y + \frac{\delta \alpha_3}{\omega \delta - \alpha_1 \beta_1} r + \frac{\delta}{\omega \delta - \alpha_1 \beta_1} x' \Lambda_p + \frac{\alpha_1 v_s + \delta v_p}{\omega \delta - \alpha_1 \beta_1} \quad (13)$$

Reparametrizando la ecuación (13) se obtiene la (14) para que los coeficientes que acompañan a las variables fundamentales puedan ser estimados en forma reducida por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MICO).<sup>13</sup>

$$P = \gamma_0 + \gamma_1 y + \gamma_2 r + \gamma_3 C_c + x' \Theta + \mu \quad (14)$$

13 Los nuevos parámetros contiene implícitamente aquellos del mercado financiero y de política fiscal nombrados con anterioridad

donde:  $\gamma_0 = \frac{\delta\alpha_0 + \alpha_1\beta_0}{\omega\delta - \alpha_1\beta_1}$ ;  $\gamma_1 = \frac{\delta\alpha_2}{\omega\delta - \alpha_1\beta_1}$ ;  $\gamma_2 = \frac{\delta\alpha_3}{\omega\delta - \alpha_1\beta_1}$ ;  $\gamma_3 = \frac{\alpha_1\beta_2}{\omega\delta - \alpha_1\beta_1}$ ;  $\Theta = \frac{\delta}{\omega\delta - \alpha_1\beta_1} \Lambda_p$ ;

$$\mu = \frac{\alpha_1 v_s + \delta v_p}{\omega\delta - \alpha_1\beta_1}$$

A partir de la información estadística de las variables fundamentales puede estimarse la ecuación (14) y probar si esta relación cointegra, es decir, si existe una relación de largo plazo entre el precio de las viviendas y los fundamentos considerados en el modelo teórico.

Los signos esperados de los coeficientes, junto con una breve explicación de la razón de esta conjetura es expuesta en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1: MODELO TEÓRICO Y RELACIONES ESPERADAS SOBRE EL PRECIO DE VIVIENDAS**

Símbolo	Variable	Signo del coeficiente	Justificación
$y$	Ingreso	(+)	Mayores ingresos incrementan la disposición a pagar por los servicios de vivienda, lo que incrementaría el precio de estas.
$r$	Tasa de interés hipotecaria	(-)	Un aumento de la tasa de interés implicaría un mayor pago por el crédito hipotecario, lo que a su vez desincentiva la demanda de viviendas con la consecuente reducción en su precio.
$C_c$	Costos de construcción	(+)	Mayores costos asociados a la construcción de viviendas se transfieren en parte al precio final de la vivienda, más aun cuando existe una alta demanda por bienes inmuebles.
$x$	Tasas de interés de los Depósitos a Plazo Fijo (DPF)	(-)	Un incremento en la tasa de interés de los DPF incrementa el costo de oportunidad de los recursos. Al reducirse la demanda por activos inmobiliarios el incremento mencionado hace que los precios de estos se contraigan.
	Tipo de cambio nominal	(-)	Una apreciación nominal en una economía financieramente dolarizada implica un costo de oportunidad lo que puede impulsar la demanda por activos inmobiliarios con el consecuente incremento en sus precios.

Nota: Se resume que  $\mu$  es una perturbación estocástica del modelo, con media cero y varianza constante; que de existir cointegración en el modelo, este debiera ser estacionario.

El cuadro anterior también incluye en “x” a dos variables que miden el costo de oportunidad de los recursos que podrían ser invertidos en

viviendas. Estas variables nacen de una conjetura en la economía boliviana que será testeada en el modelo empírico desarrollado en la siguiente sección.

## IV. Resultados

### IV.1. Descripción de las variables empleadas

En el Cuadro 2 se detalla las variables macroeconómicas que se emplearán en el análisis acerca del comportamiento del precio real de vivienda, las cuales han sido derivadas en el modelo teórico y que además es frecuente encontrarlas en la literatura económica sobre el tema.<sup>14</sup>

**Cuadro 2: VARIABLES DEL MODELO TEÓRICO Y EMPÍRICO DE DETERMINACIÓN DEL PRECIO DE LAS VIVIENDAS**

Variables del modelo teórico	Simbología	Variables del modelo empírico	Fuente
Precio real de la vivienda	$P$	Índice real de precios de vivienda	BCB*
Factores de demanda:			
Renta	$y$	Producto Interno Bruto real per cápita	INE
Tasa de interés real	$r$	Tasa de interés hipotecaria promedio	BCB
Otras variables	$X$	Tasa de interés DPF promedio	BCB
		Tipo de cambio nominal	BCB
Factores de Oferta:			
Costos del sector construcción	$C_c$	Índice de Costos de Construcción (ICC)	INE

Fuente: Elaboración propia

Nota: (\*) La serie de precio nominal de las viviendas fue deflactado por el autor, así como la ampliación de la muestra hacia atrás siguiendo algunas técnicas econométricas y relaciones con permisos de construcción y alquileres. Finalmente, la información corresponde al periodo T3-2002 - T3-2012 por lo que se cuenta con 41 observaciones.

La primera variable es el Índice Real de Precios de Vivienda (IRPV), obtenida a partir de la consulta y seguimientos de esta variable

<sup>14</sup> La mayor parte de las variables fueron construidas para Bolivia y para cada una de las ciudades consideradas.

en los periódicos del eje troncal (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz): precios de las viviendas/departamentos con una estructura similar y en lo posible en el mismo radio urbano. A partir de esta recopilación se estimó el precio por metro cuadrado y se construyó el índice nominal del precio de las viviendas, el cual a su vez fue deflactado por el IPC para obtener el indicador en términos reales. Una explicación más detallada sobre la construcción del IRPV es expuesta en el Apéndice A.1.

Por el lado de la demanda, se considera el PIB real per cápita, a partir de la información provista por el INE del PIB y la población. Esta última variable fue trimestralizada, puesto que no se cuenta con información de población en esta frecuencia. También se considera la tasa de interés hipotecaria promedio en términos reales con la información provista por el BCB. Esta información fue calculada a partir de un promedio aritmético de las tasas del sistema financiero y es también deflactada por el IPC para contar con la variable en términos reales. Así mismo de acuerdo a las variables identificadas en trabajos empíricos, se incluyó las tasas reales de los DPF, ya que son consideradas como un costo de oportunidad de los recursos. Esta variable también es obtenida como un promedio del sistema financiero y deflactada con el IPC.

Finalmente, por el lado de la demanda se incluye otra variable que se cree puede ser considerada un costo de oportunidad de los recursos: el tipo de cambio nominal de bolivianos por dólar estadounidense, que hasta 2005 tuvo una tendencia a la depreciación de la moneda nacional, lo cual protegía en cierta forma el poder adquisitivo de los ahorros. Por esta razón, estos recursos (depósitos en el sistema) estaban constituidos en moneda extranjera (dólares). Desde 2006 se ha observado una apreciación de la moneda nacional ocasionando que los agentes conviertan sus activos financieros de dólares a bolivianos. Sin embargo, en algunos casos se tiene la conjetura de que parte de los grandes ahorristas podrían haber cambiado sus activos en dólares por activos inmobiliarios.

Finalmente, por el lado de la oferta se considera a los costos de construcción medido a partir del Índice de Costos de Construcción

(ICC) que elabora el INE y que comprende el precio del cemento, ladrillos, pintura y servicios de albañilería. Esta variable está disponible en frecuencia trimestral y para todas las ciudades de Bolivia.

#### ***IV.2. Análisis de cointegración entre el precio real de las viviendas y sus determinantes***

Los aumentos observados en el precio de las viviendas durante los últimos años en Bolivia, ha generado distintas opiniones en la economía acerca de la posibilidad de estar gestándose una burbuja especulativa.

Bajo esa inquietud, en esta sección se probará empíricamente, y de acuerdo al marco teórico expuesto en la sección III, si la bonanza en el sector inmobiliario reflejado en un incremento continuo en el nivel de precio de las viviendas, responde a una conducta especulativa, o simplemente es parte de una fase expansiva de los factores de demanda o temas de oferta inmobiliaria. En ese sentido, si la evolución del precio de las viviendas responde al comportamiento de sus fundamentos se rechazaría la hipótesis de posible ocurrencia de una burbuja inmobiliaria.

Para comenzar con el análisis se contrastará la existencia de raíz unitaria en cada una de las variables para así poder identificar el orden de integración de cada una de ellas. Los resultados de la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado a las variables probadas en el modelo (IRPV, ICC, PIB real per cápita, tasas de interés reales de los créditos hipotecarios y de los DPF), indican que estas no son estacionarias, es decir, tienen raíz unitaria.

Seguidamente se realizó un análisis de cointegración considerando las series no estacionarias mencionadas.<sup>15</sup> De acuerdo al test de Johansen se procuró identificar cuáles variables son fundamentos en la determinación de los precios de vivienda. El Apéndice A.2 presenta la Prueba de la Traza (*Trace test*) y la prueba del Máximo Valor Propio (*Maximum Eigenvalue test*) que indican la existencia

---

15 En el Apéndice A.2 se presentan los test de raíz unitaria según Dickey-Fuller Aumentado (DFA).

de una ecuación de cointegración (al 5% de significancia)<sup>16</sup> entre el logaritmo del indicador de precio real de vivienda, el logaritmo del PIB real per cápita, la tasa de interés real hipotecaria promedio y el logaritmo de los costos de construcción para Bolivia y para las ciudades consideradas. Cabe remarcar que quedaron al margen de esta relación de largo plazo la tasa de interés real promedio de los DPF y las variaciones del tipo de cambio nominal, descartándose algunas conjeturas que se tenían al respecto.

El Cuadro 3 muestra la ecuación de cointegración donde se aprecia que los signos de las variables fundamentales del precio de las viviendas son coherentes con lo esperado, basadas en la teoría económica, y expuestas en el marco teórico del presente documento.

Específicamente, se evidencia que a nivel país la mayor incidencia sobre el precio, la tienen los costos de construcción. Al respecto se señala que este hallazgo guarda relación con el fuerte incremento que han experimentado los precios de los materiales de construcción como el hierro, cemento y ladrillo y en especial los servicios de albañilería. Este último puede estar asociado al notable incremento del salario mínimo nacional que ha experimentado la economía boliviana en los últimos años.

Asimismo, el PIB real per cápita, que en cierta medida captura la tendencia del ingreso de los hogares, afecta de manera directa a la demanda y al precio de las viviendas. Finalmente, la tasa promedio de créditos hipotecarios afecta negativamente a los precios de las viviendas pero de manera marginal. Sobre este último punto se estaría identificando la importancia del efecto renta, puesto que un aumento (disminución) del costo del crédito, disminuye (aumenta) la disposición a pagar por el servicio de una vivienda.

---

16 Con excepción de la prueba del Máximo Valor Propio para Santa Cruz que es significativa al 10%.

**Cuadro 3: RELACIÓN DE LARGO PLAZO ENTRE EL IRPV Y SUS VARIABLES FUNDAMENTALES**

Descripción	Bolivia	La Paz	Cochabamba	Santa Cruz
Primera observación	2002T3	2002T3	2002T3	2002T3
Última observación	2012T3	2012T3	2012T3	2012T3
Número de observaciones	40	40	40	40
<b>Constante</b>	-0,73 ***	-6,43 *	-3,98 *	-4,49 *
Error Estándar	(0,42)	(0,52)	(0,73)	(0,80)
<b>Ln(PIB per cápita)</b>	0,36 *	0,78 *	0,27 ***	0,27 ***
Error Estándar	(0,11)	(0,14)	(0,15)	(0,14)
<b>Ln(ICC)</b>	0,49 *	0,96 *	1,40 *	1,50 *
Error Estándar	(0,16)	(0,21)	(0,19)	(0,13)
<b>Tasa de interés hipotecaria</b>	-0,002 ***	-0,005 *	-0,065 *	-0,082 *
Error Estándar	(0,00)	(0,00)	(0,02)	(0,02)

Nota: \*, \*\* y \*\*\* significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente. La variable dependiente es el logaritmo del IRPV.

A nivel regional no existen diferencias significativas respecto de los resultados nacionales. Se destaca que en la ciudad de La Paz los ingresos tienen una incidencia más importante sobre el precio de las viviendas que el resto de las ciudades. Por otra parte, las tasas de interés hipotecarias son más relevantes en el caso de Cochabamba y Santa Cruz así como los costos de construcción.

### *IV.3. Metodología alternativa para la identificación de burbuja especulativa en el mercado inmobiliario*

#### *IV.3.1. Aspectos teóricos sobre la identificación de burbuja especulativa*

Para la detección de burbujas inmobiliarias, al igual que en otros trabajos, se emplean como guía los de Levin y Wright (1997a, 1997b), que testean la presencia de un proceso especulativo en el mercado inmobiliario del Reino Unido. La metodología consiste en el supuesto de que la especulación es un determinante del precio real de la vivienda. En ese sentido, Levin y Wright (L-W, de aquí en adelante), plantean un conjunto de variables cuantitativas de especulación que toma como base la persistencia en el crecimiento histórico del precio de las viviendas.

Una vez definidas las variables, estas son incorporadas como un determinante más del IRPV en el modelo de cointegración estimado

en la sección anterior. L-W parten del supuesto de que las burbujas especulativas son determinadas por la expectativa de que los precios de viviendas se incrementarán en un futuro cercano, más allá de lo que señalan sus fundamentos. Por tanto, no existirá una conducta especulativa a gran escala o burbuja de precios si no está presente la “creencia” de que los precios van a subir en adelante.

Entonces el trabajo sobre la especulación de L-W plantea la siguiente interrogante: ¿qué determina la creencia de que los precios eventualmente podrán cambiar?<sup>17</sup>, lo cual propone el reto de testear la significancia del componente especulativo del mercado inmobiliario de Bolivia y su importancia para explicar los períodos de sobrevaloración de la vivienda, después de controlar el efecto de sus fundamentos. Formalmente y con el empleo de estadística se testea la siguiente hipótesis nula: la conducta pasada del precio real de viviendas no tiene efecto en las expectativas de los agentes sobre las futuras ganancias de capital, que a su vez retroalimentarían las fluctuaciones del IRPV observado.

El modelo de L-W señala que en el mercado inmobiliario, el precio de las viviendas considera dos aspectos: la disposición a pagar asociada al beneficio de adquirir una vivienda para habitarla ( $P_t^D$ ), que en sí viene a ser el pago por el uso de la vivienda; y el segundo componente del precio es la expectativa de ganancia/pérdida de capital ( $G_t$ ), debido a la expectativa de cambio del precio en el siguiente período. Formalmente, el modelo presenta la siguiente estructura:

$$IRPV_t = P_t^D + G_t \quad (15)$$

La disposición a pagar por el uso de la vivienda está directamente relacionada con la renta y tasa de interés, que son los fundamentos del modelo teórico y empírico (análisis de cointegración)<sup>18</sup>. Sin embargo, para no omitir alguna variable explicativa del precio de las viviendas

17 La respuesta puede ser abordada por el lado de la demanda, que bajo la óptica neoclásica señala que en el corto plazo, los cambios observados y esperados en el precio, provienen de los cambios observados y esperados en las condiciones de demanda. Por el lado de la oferta, L-W suponen que ésta es inelástica al precio, debido en parte a la característica de alta durabilidad de las viviendas.

18 Cada una de estas variables que presentamos más adelante, es incluida en el modelo de regresión como un determinante del IRPV, adicional a las variables fundamentales comprobada su significancia estadística en la sección anterior.

por el lado de la demanda u oferta, se incluirán todas las variables que cointegran según el modelo de la sección anterior, es decir:

$$P_t^D = \gamma_0 + \gamma_1 y_t + \gamma_2 r_t + \gamma_3 C_{C_t} \quad (16)$$

Por otro lado, el valor presente de las expectativas de ganancia (pérdida) de capital por especular en el mercado inmobiliario ( $G_t$ ), el cual está basado en la creencia de que el precio de las viviendas aumentaría (disminuiría) en el siguiente período, debe considerar la posible retroalimentación del precio del mercado inmobiliario. Por tanto la forma explícita de  $G_t$  debe considerar los cambios pasados en el  $IRPV$ .

En el siguiente cuadro las dos primeras especificaciones siguen a L-W para estimar el valor presente de las expectativas de ganancia (pérdida) de capital con la salvedad que las originales consideran información mensual y en este trabajo se cuenta con información trimestral, teniendo que realizar los ajustes necesarios. Por otra parte, también se presenta una medida alternativa de expectativa de ganancias de capital propuesta por Bellod (2007) en su estudio aplicado al mercado inmobiliario de España.

**Cuadro 4: VARIABLES QUE ESTIMAN EL VALOR PRESENTE DE LAS EXPECTATIVAS DE GANANCIA (PÉRDIDA) DE CAPITAL EN EL MERCADO INMOBILIARIO**

Variable	Especificación matemática	Descripción
$G_t$	$G_{1t}^{l-w} = \frac{g_{t-4}}{1+r_t} = \frac{\frac{IRPV_{t-4} - 1}{IRPV_{t-8}}}{1+r_t}$	Expectativa basada en el cambio anual del precio observado un año atrás
	$G_{2t}^{l-w} = \frac{g_{t-1}}{1+r_t} = \frac{\frac{IRPV_{t-1} - 1}{IRPV_{t-5}}}{1+r_t}$	Expectativa que considera el cambio anual del precio registrado un trimestre atrás
	$G_{1t}^B = \frac{IRPV_t}{IRPV_{t-4}} - 1 - r_t$	Expectativas "miopes" fundadas en la brecha entre el crecimiento anual del precio real de vivienda (retorno del activo) y la tasa de interés de deuda hipotecaria (costo del activo), ambos indicadores observados un trimestre atrás. Entonces este indicador captura el hecho de que los agentes toman decisiones de acuerdo a la discrepancia entre la expectativa de cambio de los precios (al ser "miopes", de acuerdo al último valor observado) y la tasa de interés de créditos hipotecarios

Nota: La formulación original de estos indicadores consideraba información mensual. Por tanto en este documento se los adaptó a una frecuencia trimestral.

Es así que el precio real de vivienda agrega los dos componentes antes mencionados, que de acuerdo a la especificación econométrica contendrá las variables fundamentales (oferta y demanda) y la variable que recoge las expectativas de ganancia de capital:

$$\ln (IRPV)_t = \gamma_0 + \gamma_1 \ln(y_t) + \gamma_2 r_t + \gamma_3 \ln(C_t) + \gamma_4 G_t + \mu_t \quad (17)$$

Una interpretación sencilla a los resultados de las regresiones puede ser revisada en Levin y Wright (1997a, 1997b). Empero de manera sencilla los autores señalan que “*si la implicancia del componente especulativo en la evolución del precio real de vivienda supera a la participación de las variables fundamentales, entonces no se descarta la presencia de una burbuja inmobiliaria*”. [Traducción libre de Levin y Wright, 1997a].

### ***IV.3.1. Aspectos prácticos sobre la identificación de burbuja especulativa***

La ecuación (17) será estimada por mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E) para subsanar los problemas de endogeneidad en el modelo, siguiendo la especificación de largo plazo hallada en la sección IV.2. La razón para emplear MC2E radica en el hecho de que las variables que procuran capturar el valor presente de las expectativas de ganancia (pérdida) de capital en el mercado inmobiliario son calculadas a partir del mismo índice de precios reales de viviendas, por lo cual podrían presentarse problemas de endogeneidad al estimar la ecuación 17.<sup>19</sup>

El modelo *M1*, que incluye una de las variables *proxy* de ganancia de capital  $G_t$  (*L-W*) de Levin y Wright, definida en base a los precios observados un año atrás, es probada para Bolivia y las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, encontrándose que no es significativa para explicar el precio de las viviendas, salvo para La Paz, pero con un signo no esperado (negativo). Por tanto, en este caso evaluando a este indicador no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de especulación.

19 Mayores detalles sobre la metodología empleada pueden ser revisados en Idrovo y Lennon (2013, pp. 23 y 24) y en Levin y Wright (1997a).

De la misma manera, en el modelo  $M3$  que considera el indicador  $G_3(B)$  se evidencia que este indicador resultó ser no significativo para las tres ciudades capitales, excepto para Bolivia, pero al igual que en el modelo  $M1$ , muestra un signo que expresa una relación inversa con el precio de las viviendas, elemento que no va en línea con lo esperado.

Sin embargo, a partir de la estimación del modelo  $M2$  se muestra que existe una respuesta positiva, aunque marginal en el precio de los inmuebles a cambios en las expectativas de ganancia de capital observados un trimestre atrás, en relación a los otros fundamentos. Este resultado es evidente en el caso de Bolivia y las ciudades de La Paz y Santa Cruz, descartándose la significación de este indicador en el modelo para Cochabamba (Cuadro 5).

**Cuadro 5: VECTOR DE CORRECCIÓN DE ERRORES (T2-2002 a T2-2012)**

Descripción	BOLIVIA			LA PAZ			COCHABAMBA			SANTA CRUZ		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
<b>Constante</b>	-0,64	-0,55	-0,70 ***	-5,84 *	-5,85 *	-5,56 *	-3,89 *	-4,37 *	-4,25 *	-4,81 *	-5,02 *	-3,80 **
Error Estándar	(0,65)	(0,35)	(0,41)	(0,69)	(0,62)	(0,70)	(1,23)	(0,93)	(0,96)	(1,92)	(1,49)	(1,70)
<b>Ln(PIB per cápita)</b>	0,39 **	0,18 ***	0,26 **	0,56 *	0,74 *	0,70 *	0,23	0,30	0,33	0,75	0,68	0,60
Error Estándar	(0,17)	(0,10)	(0,13)	(0,19)	(0,16)	(0,17)	(0,27)	(0,20)	(0,21)	(0,35)	(0,27)	(0,30)
<b>Ln(ICC)</b>	0,42 ***	0,77 *	0,67 *	1,32 *	0,98 *	1,01 *	1,54 *	1,38 *	1,32 *	1,60 *	1,49 *	1,59 *
Error Estándar	(0,23)	(0,15)	(0,19)	(0,30)	(0,25)	(0,25)	(0,32)	(0,24)	(0,25)	(0,31)	(0,24)	(0,26)
<b>Tasa de interés hipotecaria</b>	-0,004	-0,001	0,006 **	-0,20 *	-0,13 *	-0,19 *	-0,010 ***	-0,002	-0,002	-0,01 **	-0,01 *	-0,02 *
Error Estándar	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,05)	(0,04)	(0,07)	(0,01)	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,00)	(0,01)
<b>G1 (L-W)</b>	-0,021			-1,641 *			-4,083			-1,915		
Error Estándar	(0,36)			(0,58)			(2,89)			(1,41)		
<b>G2 (L-W)</b>		0,09 ***			0,04 **			0,60			0,18 **	
Error Estándar		(0,05)			(0,02)			(0,63)			(0,03)	
<b>G3(B)</b>			-0,07 *			-0,004			0,17			-1,34
Error Estándar			(0,04)			(0,07)			(0,77)			(0,97)
Adjusted R-squared	0,917	0,965	0,96	0,968	0,976	0,975	0,931	0,959	0,96	0,938	0,964	0,957
J-statistic	14,141	25,141	27,88	11,284	22,982	20,496	14,599	24,496	23,79	6,372	6,635	3,208
Prob(J-statistic)	0,015	0,025	0,00	0,257	0,006	0,015	0,103	0,004	0,00	0,272	0,249	0,668
F-statistic	91	93	224	249	358	351	112	207	221	126	238	207
Prob(F-statistic)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Instrument rank	10	10	14	14	14	14	14	14	13	10	10	10
Number of observations	33	36	37	33	36	37	33	36	37	33	36	37

Nota: \* \*\* y \*\*\* significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente. La variable dependiente es el logaritmo del IRPV. Se emplearon como variables instrumentales los rezagos de las variables exógenas del modelo en logaritmos: precios de las viviendas, PIB per cápita, Índice de Costos de Construcción y tasa de interés hipotecaria.

Con este último hallazgo no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de especulación en el mercado inmobiliario, pero su incidencia en el precio de las viviendas es poco relevante respecto del grado de participación que se desprende de las variables fundamentales, en particular para Bolivia y La Paz. Sin embargo, para el caso de Santa Cruz su incidencia es un tanto más relevante, lo que mostraría un indicio leve de especulación en el mercado inmobiliario y además que este hecho estaría correlacionado con el comportamiento de los precios más recientes respecto de eventos de hace un año o más, similar a lo encontrado por Bellod (2007) en su hipótesis de las expectativas “miopes”.

## V. Conclusiones

La economía boliviana ha experimentado un importante crecimiento económico desde mediados de los años 2000 hasta la actualidad. Este dinamismo ha venido acompañado por un *boom* en el sector inmobiliario, caracterizado por un incremento continuo en el nivel de precios de estos activos. Este comportamiento plantea la interrogante sobre la posible existencia de una burbuja en el mercado inmobiliario, debido en parte al temor de colapso económico que su presencia ha generado en muchas economías a lo largo de la historia.

Al respecto, se señala que existe una burbuja cuando los precios de los activos se elevan a niveles inconsistentes con los fundamentos económicos de un mercado. También está asociada a un comportamiento no racional de los agentes, que adquieren activos en función de un aumento del precio esperado a futuro y no en función del rendimiento corriente que ofrecen. Estos elementos fueron formalizados en el marco teórico del presente documento siguiendo la línea de López (2005), Poterba (1984), Topel y Rosen (1988), Mankiw y Weil (1989) e Idrovo y Lennon (2013) *op. cit.*

En este contexto, el objetivo de esta investigación ha sido testear empíricamente la hipótesis de la existencia de burbujas especulativas en el mercado inmobiliario de Bolivia y de las tres principales ciudades capitales (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz). Para ello, se utilizan dos

metodologías comúnmente empleadas en la literatura sobre el tema: el análisis de cointegración y el método de Levin y Wright (1997a, 1997b) para estimar la importancia del componente especulativo en el precio de las viviendas.

Sin embargo, una de las principales limitaciones para realizar un trabajo de esta naturaleza en Bolivia, fue el no contar con una serie estadística de los precios de las viviendas, dado que no existe institución pública o privada que estime y publique esta variable. Por tanto, uno de los aportes más allá de las observaciones y limitaciones que se reconocen en el documento, es la estimación de un índice de precios de activos inmobiliarios para el periodo 2002-2012 que sigue, aunque no fielmente, la metodología de estimación del BCB empleado en su reciente Informe de Estabilidad Financiera.

Con la estimación del precio de las viviendas se realizó el análisis de cointegración que prueba la hipótesis nula de “no cointegración” que viene a ser en términos prácticos una confirmación a la existencia de una burbuja inmobiliaria. El documento prueba que la evolución de largo plazo del precio real de las viviendas ha estado en torno a su equilibrio, el cual está determinado por variables fundamentales, que para el caso de Bolivia y sus tres ciudades principales, son el PIB real per cápita, la tasa de interés real promedio de créditos hipotecarios y los costos de construcción. Se destaca la mayor importancia de los costos de la construcción, los cuales engloban al costo del cemento, ladrillos, pintura y servicios de albañilería, en la determinación de los precios de las viviendas (véase Apéndice A.3).

El método de Levin y Wright emplea un *set* de variables cuantitativas que mide la especulación a partir del crecimiento histórico del precio de las viviendas y en el que también se recomienda el indicador propuesto por Bellod. Estas variables son incluidas como variables explicativas, una por vez, en la regresión junto con las variables fundamentales. En ese sentido, la implicancia del componente especulativo en la evolución del precio real de vivienda es la de proporcionar indicios acerca de la presencia de una burbuja inmobiliaria. Los resultados muestran que no hay suficiente evidencia para aseverar la gestación de una burbuja

inmobiliaria generalizada, ya que las variables fundamentales del precio de las viviendas son más relevantes que las medidas propuestas para capturar la especulación. Es más, en la mayoría de los casos estas variables resultaron ser estadísticamente no significativas en los modelos.

Sin embargo, se debe señalar que una de las variables que mide las expectativas de ganancia de capital observadas un trimestre atrás (segundo índice) resultó ser significativa para el caso de Bolivia, La Paz y Santa Cruz, pero su correlación respecto a la contribución de los otros fundamentos es menor, por lo que tampoco provee suficiente evidencia para confirmar la presencia de una burbuja en esos casos.

Finalmente, se debe aclarar que si fuera posible detectar inequívocamente una burbuja, la misma nunca llegaría a existir. Por tanto, el presente documento debe ser visto como un primer diagnóstico sobre el tema, del cual han surgido nuevas líneas de investigación e inquietudes, en especial en el mercado de factores de producción, relacionados con los costos de construcción, por su importancia en la determinación del precio de las viviendas. Además, se debe considerar que la metodología aquí expuesta incorpora una relación de largo plazo entre el precio de las viviendas y sus determinantes, por lo que no supone la posibilidad de la ocurrencia de burbujas en el corto plazo como en estudios recientes sobre el tema.

Algo que tampoco forma parte del objetivo de este estudio, es contrastar si el mayor dinamismo de la actividad económica de los últimos años, ha sido retroalimentado por una especie de “sobreoptimismo» de las expectativas del mercado, sobre todo en un contexto internacional de elevada liquidez de algunas economías desarrolladas versus las medidas de política monetaria adoptadas por economías emergentes, situación que en alguna medida podría estar incentivando el *carry trade* en los inversionistas internacionales. En este sentido, la evolución del sector inmobiliario amerita constante seguimiento e investigación dada su relevancia para toda la economía.

## Referencias bibliográficas

Bellod, J. F. (2007). "Crecimiento y especulación inmobiliaria en la economía española", *Revista Principios, Estudios de Economía Política*, No 8, pp. 59-82

Gómez-González, J., J. Ojeda-Joya, C. Rey-Guerra, N. Sicard (2013). "Testing for Bubbles in Housing Markets: New Results Using a New Method", Banco de la República, Borradores de Economía, Nro. 753

Hendry, D.F. (1994). "Econometric modelling of house prices in the United Kingdom", in Hendry, D.F. and K.F. Wallis (Eds.), *Econometrics and quantitative economics*, Blackwell Publishers, New York, pp. 212-252

Idrovo B. (2009), "Un modelo de oferta y demanda de viviendas nuevas en Chile", Minuta No 62 CEC, Cámara Chilena de la Construcción

Idrovo, B. y J. Lennon (2013). "Una aplicación de métodos de detección de burbuja inmobiliaria: caso Chile", MPRA Paper No. 44741, March

Levin, E. and R. Wright (1997a). "The impact of speculation on house prices in the United Kingdom", *Economic Modelling*, 14 (4), pp. 567-585

Levin, E. and R. Wright (1997b). "Speculation in the Housing Market?", *Urban Studies*, 34, pp. 1419-1437

Lira, P. (2013). "Perú: ¿Boom o burbuja inmobiliaria?", disponible en <http://blogs.gestion.pe/deregresoalobasico/2013/09/peru-boom-o-burbuja-inmobiliaria.html>, recuperado el 20 de septiembre

Lopez, M. A. (2005), "Precios inmobiliarios, renta y tipos de interés en España", Instituto de Estudios Fiscales (Ministerio de Economía y Hacienda), Papel de trabajo No 7/05

Mankiw, G.(2003). *Macroeconomics*, 5<sup>th</sup> edition, Worth Publishers, United States

Mankiw, N. G. and D. N. Weil (1989). "The baby boom, the baby bust, and the housing market", *Regional Science and Urban Economics*, 19 (2), pp. 235-258

Muellbauer, J. and A. Murphy (1997). "Booms and Busts in the UK Housing Market", *The Economic Journal*, 107 (445), pp. 1701 - 1727

Naredo, J. M. (2010). "El modelo inmobiliario español y sus consecuencias", *Boletín CF+S* 44, pp. 13-27

Organisation for Economic Co-operation and Development (2005). "Recent house price developments: the role of fundamentals", in *OECD Economic Outlook*, 78, pp. 123 - 154

Poterba, J. (1984). "Tax Subsidies to Owner-Occupied Housing: An Asset-Market Approach", *The Quarterly Journal of Economics*, 99 (4), pp. 729 - 752

Topel, R. and S. Rosen, (1988). "Housing Investment in the United States", *Journal of Political Economy*, 96 (4), pp. 718 - 740

Van den Noord, P. (2005). "Tax incentives and house price volatility in the Euro Area: theory and evidence", *Économie internationale*, 101, pp. 29-45

## APÉNDICES

### APÉNDICE A.1.

#### Estimación referencial del índice de precios de las viviendas

El BCB recopila información de precios de viviendas (propiedad horizontal y casas) para las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz a través de información de la oferta de inmuebles para la venta, publicada en medios de prensa sobre la cual se estima el precio por metro cuadrado.<sup>20</sup>

Esta información ha sido recopilada del periódico La Razón para el caso de La Paz, Los Tiempos para el de Cochabamba y El Deber para el de Santa Cruz, para el periodo 2011-2012, con un número importante de observaciones que totalizaron aproximadamente 4.083 datos a nivel nacional (Cuadro A.1.1).

**Cuadro A.1.1: NÚMERO DE OBSERVACIONES POR CIUDAD**

	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Total
Nro. de observaciones	1.397	1.326	1.360	4.083

La selección de la muestra consideró algunas características o atributos tales como zona (metropolitana), tamaño (superficie) y tipo (departamento). Dado que de todas formas se cuenta con muestras pequeñas y heterogéneas, se utiliza el método de la mediana consistente en encontrar el dato ubicado en la posición media de cada muestra, luego de haber ordenado la misma de menor a mayor.<sup>21</sup>

Adicionalmente, para completar la serie con un número adecuado de observaciones y así poder realizar pruebas estadísticas y econométricas, se pasó a correlacionar la serie de precios de viviendas obtenida con el IPC alquileres y el número de permisos de construcción.

<sup>20</sup> Los resultados de esta metodología son presentados en el Informe de Estabilidad Financiera del BCB de diciembre de 2013 (pág. 30 y 31) referente a precios por metro cuadrado de casas y departamentos de las 3 principales ciudades capitales.

<sup>21</sup> Se recolectó una muestra de tamaño 40 en promedio de cada domingo (en total 34 domingos).

Posteriormente, a partir de una regresión lineal simple entre la serie de precio de la vivienda y las dos variables mencionadas se extendió la muestra hacia atrás hasta el 2002.

A manera de ejemplo, se presentan algunos resultados de la metodología para el caso de la ciudad de La Paz. En inicio señalar que la correlación entre el índice estimado de precio de viviendas con el IPC alquileres y permisos de construcción es 0,87 y 0,95, respectivamente. Posteriormente, por medio de la regresión simple (Cuadro A.1.2) se obtienen los coeficientes que permitirán ampliar la muestra hacia atrás.<sup>22</sup>

**Cuadro A.1.2: REGRESIÓN ENTRE PRECIO ESTIMADO DE LAS VIVIENDAS CON EL IPC ALQUILERES Y PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN**

Variable	Coficiente	Error Estandar	Estadístico t	Prob.
Constante	-911,357	417,0197	-2,185405	0,0806
IPC Alquileres	6,885349	2,701949	2,54829	0,0514
Permisos de construcción	-0,000114	9,53E-05	-1,199157	0,2842
@Trend	-22,45763	11,86219	-1,893211	0,1169

Fuente: Elaboración propia con datos del INE

Cabe aclarar que esta serie es una estimación que considera, por una parte la metodología del BCB, y por otra, aplicaciones del autor para ampliar la muestra. Se reconoce que esta información cuenta con limitaciones, pero puede ser considerada al no contar con una fuente de información alternativa sobre el tema en Bolivia.

<sup>22</sup> Este ejercicio fue replicado para las tres ciudades capitales

## APÉNDICE A.2.

### Prueba de raíz unitaria - ADF

#### A.2.1 Variables del modelo original

BOLIVIA				
Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
Ln(Precios de inmuebles) <sup>(1)</sup>	0.214864	-4.730777**		I(1)
Ln(PIB per cápita) <sup>(2)</sup>	0.085656	-2.513291**		I(1)
Ln(ICC) <sup>(1)</sup>	-3.171476	-3.887262*		I(1)
Tasa de interés hipotecaria <sup>(2)</sup>	-1.323751	-5.867702**		I(1)
Tasa de DPP <sup>(2)</sup>	-1.935849	-5.071740**		I(1)

Nota: (\*\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -3.53 al 5% y -4.21 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(2) con valores críticos de -1.95 al 5% y -2.63 al 1%

LA PAZ				
Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
Ln(Precios de inmuebles) <sup>(1)</sup>	-2.828665	-6.733034**		I(1)
Ln(PIB per cápita) <sup>(2)</sup>	2.207777	-6.594905**		I(1)
Ln(ICC) <sup>(2)</sup>	3.318034	-3.721740**		I(1)
Tasa de interés hipotecaria <sup>(2)</sup>	-1.735015	-5.773365**		I(1)
Tasa de DPP <sup>(2)</sup>	-1.848346	-5.424080**		I(1)

Nota: (\*\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -3.53 al 5% y -4.21 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(2) con valores críticos de -1.95 al 5% y -2.63 al 1%

COCHABAMBA				
Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
Ln(Precios de inmuebles) <sup>(1)</sup>	1.841462	-6.886022*		I(1)
Ln(PIB per cápita) <sup>(1)</sup>	-0.142023	-4.476274*		I(1)
Ln(ICC) <sup>(2)</sup>	3.292124	-3.004176**		I(1)
Tasa de interés hipotecaria <sup>(2)</sup>	-1.440035	-5.992618**		I(1)
Tasa de DPP <sup>(2)</sup>	-0.878231	-6.355734**		I(1)

Nota: (\*\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -3.53 al 5% y -4.21 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(2) con valores críticos de -1.95 al 5% y -2.63 al 1%

SANTA CRUZ				
Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
Ln(Precios de inmuebles) <sup>(1)</sup>	8.534824	-2.427201*		I(1)
Ln(PIB per cápita) <sup>(2)</sup>	0.072005	-2.582297**		I(1)
Ln(ICC) <sup>(2)</sup>	2.119789	-2.676396**		I(1)
Tasa de interés hipotecaria <sup>(2)</sup>	-1.407714	-6.827683**		I(1)
Tasa de DPP <sup>(2)</sup>	-1.314295	-6.813500**		I(1)

Nota: (\*\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -3.53 al 5% y -4.21 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(2) con valores críticos de -1.95 al 5% y -2.63 al 1%

## A.2.2 Variables que estiman el valor presente de las expectativas de ganancia (pérdida) de capital en el mercado inmobiliario

### BOLIVIA

Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
G1 <sup>(1)</sup>	-3.600400	-3.422463**		I(1)
G2 <sup>(2)</sup>	-0.568217	-5.535870**		I(1)
GB <sup>(3)</sup>	-2.304419	-4.958644*		I(1)

Nota: \*(\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -2.64 al 5% y -1.95 al 1%

(2) con valores críticos de -2.64 al 5% y -1.95 al 1%

(3) con valores críticos de -4.24 al 5% y -3.54 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

### LA PAZ

Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
G1 <sup>(1)</sup>	-2.287853	-6.332755**		I(1)
G2 <sup>(2)</sup>	-2.434493	-5.896766**		I(1)
GB <sup>(3)</sup>	-1.679821	-6.375599**		I(1)

Nota: \*(\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -4.28 al 5% y -3.56 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(2) con valores críticos de -4.25 al 5% y -3.54 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(3) con valores críticos de -4.24 al 5% y -3.54 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

### COCHABAMBA

Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
G1 <sup>(1)</sup>	-2.598976	-6.222378**		I(1)
G2 <sup>(2)</sup>	0.105114	-4.476688**		I(1)
GB <sup>(3)</sup>	-1.858688	-6.912751**		I(1)

Nota: \*(\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -4.28 al 5% y -3.56 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(2) con valores críticos de -3.63 al 5% y -2.95 al 1% con intercepto

(3) con valores críticos de -4.24 al 5% y -3.54 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

### SANTA CRUZ

Variable	$X_t$	$\Delta X_t$	$\Delta^2 X_t$	Orden I(d)
G1 <sup>(1)</sup>	-1.992529	-4.107051*		I(1)
G2 <sup>(2)</sup>	-1.871402	-5.074933**		I(1)
GB <sup>(3)</sup>	-1.436499	-5.765261**		I(1)

Nota: \*(\*\*) denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación de 5% (1%)

(1) con valores críticos de -4.28 al 5% y -3.56 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(2) con valores críticos de -3.63 al 5% y -2.95 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

(3) con valores críticos de -4.24 al 5% y -3.54 al 1% con presencia de tendencia e intercepto

## APÉNDICE A.3

### Prueba de cointegración

#### BOLIVIA

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None *	0,53	47,36	40,17	0,01
At most 1	0,31	18,90	24,28	0,21
At most 2	0,10	4,99	12,32	0,57
At most 3	0,03	1,13	4,13	0,34

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None *	0,53	28,47	24,16	0,01
At most 1	0,31	13,90	17,80	0,18
At most 2	0,10	3,86	11,22	0,65
At most 3	0,03	1,13	4,13	0,34

#### LA PAZ

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None *	0,48	43,12	40,17	0,02
At most 1	0,28	17,71	24,28	0,27
At most 2	0,11	5,01	12,32	0,57
At most 3	0,01	0,34	4,13	0,62

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None *	0,48	25,41	24,16	0,03
At most 1	0,28	12,71	17,80	0,25
At most 2	0,11	4,66	11,22	0,53
At most 3	0,01	0,34	4,13	0,62

**COCHABAMBA**

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None *	0,67	75,41	54,08	0,00
At most 1	0,45	32,26	35,19	0,10
At most 2	0,14	8,72	20,26	0,76
At most 3	0,07	2,85	9,16	0,61

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None *	0,67	43,15	28,59	0,00
At most 1 *	0,45	23,54	22,30	0,03
At most 2	0,14	5,87	15,89	0,80
At most 3	0,07	2,85	9,16	0,61

**SANTA CRUZ**

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None *	0,43	43,27	40,17	0,02
At most 1	0,35	21,07	24,28	0,12
At most 2	0,09	4,33	12,32	0,66
At most 3	0,01	0,59	4,13	0,50

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
None	0,43	22,20	24,16	0,09
At most 1	0,35	16,74	17,80	0,07
At most 2	0,09	3,74	11,22	0,67
At most 3	0,01	0,59	4,13	0,50