



Munich Personal RePEc Archive

# **Expansion factor and bootstrap simulación: An application to the real estate sector**

Idrovo Aguirre, Byron

Cámara Chilena de la Construcción

28 July 2009

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/19370/>  
MPRA Paper No. 19370, posted 16 Dec 2009 14:20 UTC

# Expansión del Tamaño Muestral de las Venta y Stock Inmobiliario del Gran Santiago\*

Byron J. Idrovo\*\*

Noviembre 2009

## Resumen

El presente documento constituye un primer avance del método teórico para el cálculo del factor de expansión de las unidades de venta y stock inmobiliario, basado en la técnica de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) con simulación bootstrap.

**KEY WORDS:** Muestreo aleatorio simple, bootstrap, venta y Stock inmobiliario.

## 1. Introducción

Con el propósito de medir el pulso del mercado inmobiliario para la toma de decisiones de inversión en el rubro, la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) recaba información muestral de las promesas de venta de casas y departamentos nuevos –con periodicidad mensual y desagregada a nivel comunal. A partir de la estratificación por comunas se miden las unidades de ventas y stock inmobiliario del Gran Santiago, mientras que el agregado país se obtiene en base a las estadísticas regionales de vivienda. Esta información proviene de dos fuentes no excluyentes: A nivel comunal el número de proyectos inmobiliarios (o informantes) constituye una base de datos provista por una muestra de 79 empresas del rubro, situadas en su mayoría en el Gran Santiago; en cambio, a nivel regional los informantes son las Delegaciones Regionales de la CChC –encargadas de elaborar las estadísticas sectoriales de sus respectivas zonas geográficas.<sup>1</sup> Por otra parte, una de las características de los proyectos inmo-

---

\*Se agradece los valiosos comentarios del equipo de la Coordinación Económica de la Gerencia de Estudios de la CChC.

\*\*Economista de la Gerencia de Estudios de la CChC.

<sup>1</sup>Para evitar la doble contabilidad de proyectos, la Gerencia de Estudios de la CChC realiza permanentemente los respectivos cruces de proyectos informados

biliarios es que poseen un limitado período de duración que –bajo condiciones normales de la economía– son suplidos por nuevos planes de inversión que posteriormente se materializan en obras (nuevo stock disponible para la venta). En este sentido, es posible notar que tanto el universo como la muestra varían en el tiempo y por zona geográfica (comunas y regiones). Cabe mencionar, además, que la Cámara de la Construcción sólo dispone de una muestra de la población; por lo que, surge la necesidad de expandir la información muestral considerando la particularidad heterogénea de los datos.

Es así como el presente documento propone un método estadístico para el cálculo del factor de expansión de la muestra de ventas y stock inmobiliario. Dicho método está basado en la técnica de Muestreo Aleatorio Simple con simulación bootstrap (basada en la distribución empírica de los datos). La combinación de ambas herramientas de medición se explica por la falta de información sobre las características de media y varianza de la población de ventas y stock para cada observación mensual y por comuna, respectivamente. Las medidas poblacionales de tendencia central (media) y de dispersión (varianza) son aproximadas por sus símiles obtenidas de la simulación bootstrap con diez mil réplicas<sup>2</sup> –tomando en consideración la distribución conjunta de la información histórica disponible de viviendas para cada comuna.

Entre los principales hallazgos, destaca la fuerte relación de las ventas de departamentos nuevos entre la CChC y Realdata. Esto considerando la precedencia estadística de los datos de la Cámara versus las cifras de Realdata, ya que la primera son las promesas y la segunda las ventas materializadas.<sup>3</sup> La brecha en niveles (unidades) entre ambas fuentes de ventas tiende a cerrarse notablemente a partir de 2009, lo que se podría atribuir a las mejoras en el manejo estadístico de la información por parte de la CChC. Otra explicación posible de la mayor representatividad de la muestra, podría estar en la significativa contracción del universo en un período de recesión económica –particularmente, la proporción del universo constituido por proyectos relativamente chicos y que no forman parte de la muestra de la CChC. En todo caso, esto último ratifica empíricamente la representatividad de la muestra y la validez de los supuestos sobre la media y varianza poblacional a partir de las simulaciones basadas en la muestra.

---

<sup>2</sup>Chernick (1999, p. 114) recomienda un número de bloques (o repeticiones) de tamaño mayor o igual que 5000.

<sup>3</sup>Al respecto, cabe mencionar que la comparación considera un desplazamiento de tres meses hacia adelante de la serie expandida de las ventas de departamentos de la CChC, ya que la Cámara registra las promesas de ventas inmobiliarias, mientras que las estadísticas de Realdata corresponden a las ventas materializadas (basadas en las escrituras), las mismas que se registran con rezago.

## 2. Metodología

A continuación se presenta la metodología para expandir las ventas y el stock inmobiliario (casas y departamentos) a nivel de comunas del Gran Santiago. Una particularidad del método de expansión aquí propuesto es que controla por la volatilidad que podría resultar frente a una contracción (aumento) significativo de las ventas, lo que también podría ser generada por una salida (entrada) de nuevos informantes.

### 2.1. Expansión de las ventas inmobiliarias

Esta sección desarrolla un método alternativo para el cálculo del factor de expansión de las ventas inmobiliarias. En primer lugar, el cálculo del tamaño muestral ( $n$ ) –definido aquí como el número de informantes (proyectos) de ventas inmobiliarias– utiliza la técnica de Muestreo Aleatorio Simple (MAS). Conceptualmente, esta técnica considera los siguientes argumentos: error absoluto máximo ( $d$ ), que corresponde a la diferencia en valor absoluto entre la media poblacional de las unidades vendidas ( $\mu$ ) y su símil muestral ( $\bar{y}$ ); la varianza poblacional  $\sigma_\mu^2$  de tales unidades; y un nivel de confianza de la probabilidad de ajuste de medias ( $\gamma > 0$ ), lo que se refleja en la medida del factor de ajuste  $k_\gamma$  del error absoluto máximo. Formalmente, se tiene la siguiente expresión para el tamaño muestral:

$$n = \frac{\sigma_\mu^2}{\frac{\sigma_\mu^2}{N} + \frac{d^2}{k_\gamma^2}}$$

Por otra parte, el número de informantes de la muestra ( $n$ ) es un dato conocido por la CChC (pero no así el tamaño poblacional  $N$ ), ya que la institución no selecciona a las empresas inmobiliarias que informan los proyectos, sino que éstas eligen ser informantes por razones particulares. Así, de la Ecuación 1 es posible despejar el tamaño poblacional *teórico* (o número total de informantes de ventas inmobiliarias). En otras palabras, el  $N$  *teórico* supone que el tamaño muestral ( $n$ ) es aleatorio y representativo de la población.

$$N = \frac{\sigma_\mu^2}{\frac{\sigma_\mu^2}{n} - \frac{d^2}{k_\gamma^2}}$$

De lo anterior, se construye el factor de expansión ( $\Gamma$ ) como el inverso de la probabilidad clásica de ganar un informante, suponiendo que todos ellos metafóricamente pudieran ser colocados en una urna. En otras palabras, esta medida muestra el inverso de la proporción de los informantes (proyectos) que contiene la CChC versus el universo.

$$\Gamma = \left[ \frac{n}{N} \right]^{-1}$$

No obstante, la aplicación de esta técnica MAS al caso particular de las ventas inmobiliarias de la CChC, presenta las siguientes limitaciones:

- En estricto rigor, los informantes de ventas inmobiliarias no son seleccionados al azar. En este sentido, el tamaño muestral carece de aleatoriedad. Esto genera otro problema que es el de sesgo de selección. Sin embargo, en la práctica la CChC no selecciona ex-ante a las empresas inmobiliarias, sino que éstas eligen informar el estado de sus proyectos al momento de inscribirse como socias de la institución, por ejemplo. Así, se supondrá aleatoriedad en la muestra, ya que la selección es hipotéticamente ajena a la Cámara.
- Existe sólo una observación de unidades vendidas en cada instante de tiempo ( $t$ ) que corresponde al dato muestral con periodicidad mensual para cada comuna. Por lo tanto, no es posible disponer de un promedio de ventas para cada mes. No obstante, la técnica de simulación bootstrap permite generar réplicas de las observaciones mensuales considerando la distribución conjunta del proceso subyacente de los datos. De esto, es posible obtener la media a la que convergen las ventas inmobiliarias de cada mes, junto con su respectiva varianza. Finalmente, al no contar con una medida de varianza poblacional de ventas, ésta será sustituida por las varianzas derivadas del método de simulación bootstrap.

Formalmente, el cálculo del tamaño poblacional teórico para casas y departamentos en cada momento del tiempo y para cada comuna, parte de la siguiente expresión de probabilidad:

$$\gamma = P \left( |\bar{y}_{t,h,c}^B - y_{t,h,c}| \leq k_\gamma \right) \sqrt{\sigma_{y_{t,h,c}^B}^2}$$

donde  $\gamma$  es la medida de confianza (por ejemplo, 95 %);  $\bar{y}_{t,h,c}^B = \frac{\sum_{j=1}^J y_{t,h,c,j}}{J}$  es la media arrojada por el método de simulación bootstrap (B) con  $J$  repeticiones para cada momento del tiempo  $t$ , tipo de vivienda ( $h$ ) (casa o departamento) y comuna ( $c$ );  $y_t$  es la observación de ventas inmobiliarias en cada mes;  $\sigma^2$  es la varianza derivada de la simulación B y que sustituirá a la varianza poblacional desconocida; y  $k_\gamma$  corresponde al factor de ajuste del máximo error absoluto.

Continuando con el procedimiento para calcular  $N$ , se tiene:

$$\gamma = P \left( \left| \frac{\sum_{j=1}^J y_{t,h,c,j}}{J} - y_{t,h,c} \right| \leq k_\gamma \sqrt{\sigma_{y_{t,h,c}}^B} \right)$$

$$\frac{|\bar{y}_{t,h,c}^B - y_{t,h,c}|}{k_\gamma} = \sqrt{\sigma_{y_{t,h,c}}^B}$$

$$\sqrt{\sigma_{y_{t,h,c}}^B} \approx \frac{\sigma_{y_{t,h,c}}^B}{n_{t,h,c}} \left( 1 - \frac{n_{t,h,c}}{N_{t,h,c}} \right)$$

De lo anterior es posible despejar  $N$ , tal que:

$$N_{t,h,c} = \frac{\sigma_{y_{t,h,c}}^B}{\frac{\sigma_{y_{t,h,c}}^B}{n_{t,h,c}} - \frac{|\bar{y}_{t,h,c}^B - y_{t,h,c}|}{k_\gamma}}$$

Por lo tanto, el factor de expansión es:

$$\Gamma_{t,h,c} = \left[ \frac{n_{t,h,c}}{N_{t,h,c}} \right]^{-1}$$

Así, por ejemplo, las ventas de viviendas agregadas para el Gran Santiago  $Y_{GS}$  en el instante  $t$  se define como la suma ponderada de la muestra de casas y departamentos de cada comuna, donde la medida de ponderación es el factor de expansión  $\Gamma$ .

$$Y_t^{GS} = \sum_h \sum_c \Gamma_{t,h,c} y_{t,h,c} \quad t \in Z$$

Por último, cabe hacer la siguiente aclaración: dado que las estadísticas de ventas que registra la CChC están basadas en las promesas y no en las escrituras (ventas materializadas), el resultado de la expansión constituye, aunque parcialmente, un indicador adelantado de las unidades de vivienda transadas en el mercado (*leading indicator*). Esto es válido toda vez que el porcentaje de desistimientos sea relativamente pequeño.<sup>4</sup>

## 2.2. Expansión del nivel de stock inmobiliario

El stock de viviendas  $S_t \in \{S_i : i \in Z\}_{i=0}^t$  observado en el instante ( $t$ ) depende del nivel de stock observado en el período anterior ( $t-1$ ) y de la diferencia entre las unidades nuevas de stock ( $N_t$ ) que ingresan al mercado y las ventas inmobiliarias ( $y_t$ ) observadas en el momento ( $t$ ). Formalmente se tiene:

<sup>4</sup>Aproximadamente algo menos que el 10%

$$\left\{ \begin{array}{l} S_0 = [N_0 - y_0] \\ S_1 = S_0 + [N_1 - y_1] \\ S_2 = S_1 + [N_2 - y_2] \\ \vdots \\ S_t = S_{t-1} + [N_t - y_t] \\ \vdots \\ S_T = S_{T-1} + [N_T - y_T] \end{array} \right.$$

Por sustitución recursiva se llega a la siguiente expresión:

$$S_t = \sum_{t=0}^T [N_t - y_t]$$

Finalmente, el stock muestral es expandido con el mismo factor de cobertura de las ventas inmobiliarias ( $\Gamma_{t,h,c}$ ), debido a que el stock está en función de las ventas muestrales. Así el stock expandido de viviendas nuevas en cada instante de tiempo ( $t$ ) para cada tipo de vivienda ( $h$ ) y comuna ( $c$ ) sería:

$$\Gamma_{t,h,c} S_{t,h,c} = \sum_{t=0}^T \Gamma_{t,h,c} [N_{t,h,c} - y_{t,h,c}]$$

Por ejemplo, la expansión del stock de viviendas del Gran Santiago sería:

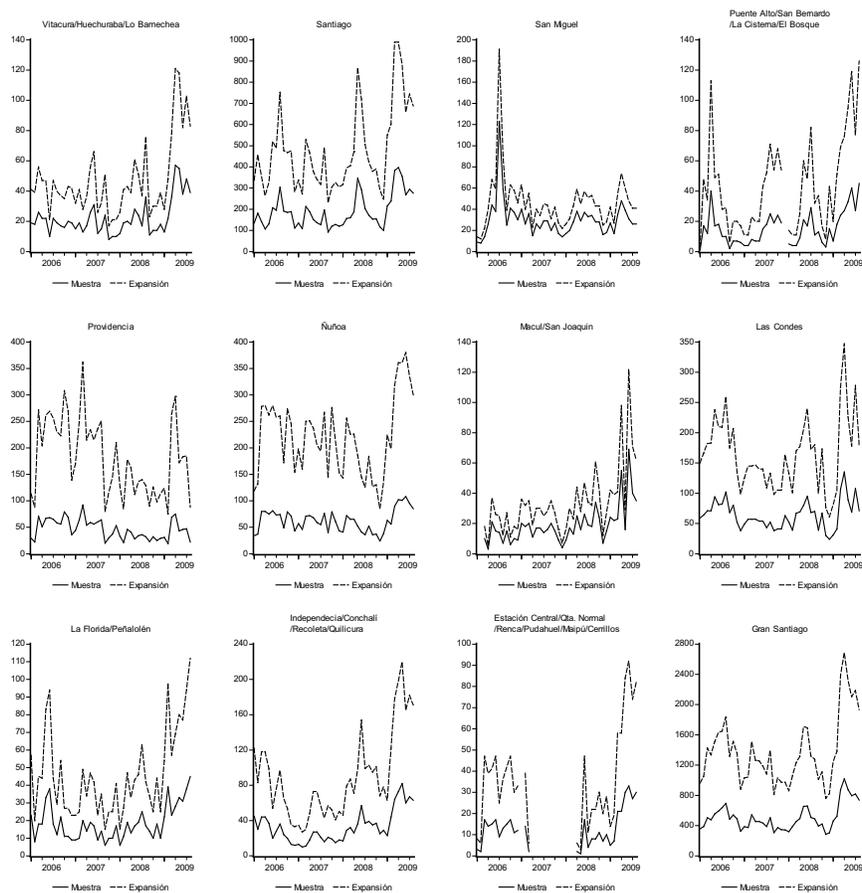
$$S_t^{GS} = \sum_h \sum_c \Gamma_{t,h,c} S_{t,h,c} \quad t \in Z$$

Finalmente, dado que el factor de expansión  $\Gamma_{t,h,c}$  es calculado a partir de las promesas de ventas –las cuales, en un escenario de bajas tasas de desistimientos, podrían anticipar los niveles realmente efectuadas–, se tiene que al igual que las ventas inmobiliarias el stock expandido y publicado por la CChC constituye un indicador adelantado del nivel de stock del mercado.

### 3. Niveles de venta y stock inmobiliario en el Gran Santiago: La aplicación metodológica

A continuación se presentan los resultados expandidos versus la muestra de las ventas y stock inmobiliario en el Gran Santiago con la metodología *MAS-Bootstrap* propuesta en la sección anterior. Para ello, se plantaron los siguientes supuestos:  $n = 1$  y un nivel de significancia del 10%; esto es ( $\gamma = 90\%$ ); y  $J=10.000$ , es decir, se generaron diez mil réplicas de cada observación de venta inmobiliaria, teniendo en consideración la distribución conjunta de los datos –esto es a contar de enero de 2006 hasta agosto de 2009.

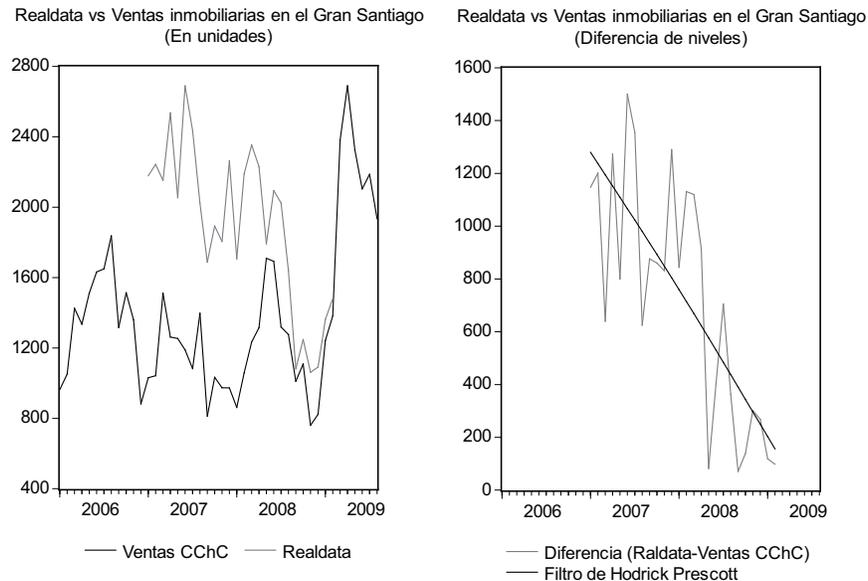
Figura 1: Ventas de departamentos nuevos por comuna y en el Gran Santiago: Expansión vs muestra (en unidades)



La Figura 2 destaca la fuerte relación de las ventas de departamentos nuevos entre la CChC y Realdata. Al respecto, cabe mencionar que la comparación considera un desplazamiento de tres meses hacia adelante de la serie expandida de las ventas de departamentos de la CChC, ya que la Cámara registra las promesas de ventas inmobiliarias, mientras que las estadísticas de Realdata corresponden a las ventas materializadas (basadas en las escrituras), que además se registran con rezago. Por otra parte, la brecha entre ambas fuentes de niveles de ventas tiende a cerrarse notablemente a partir de 2009, lo que se podría atribuir a las mejoras en el manejo estadístico de la información por parte de la CChC. Otra explicación posible de la mayor representatividad de la muestra, podría estar en la significativa contracción del universo

en un período de recesión económica –particularmente, la proporción del universo constituido por proyectos relativamente chicos y que no forman parte de la muestra de la CChC. En todo caso, esto último ratifica empíricamente la representatividad de la muestra y la validez de los supuestos sobre la media y varianza poblacional a partir de las simulaciones basadas en la muestra.

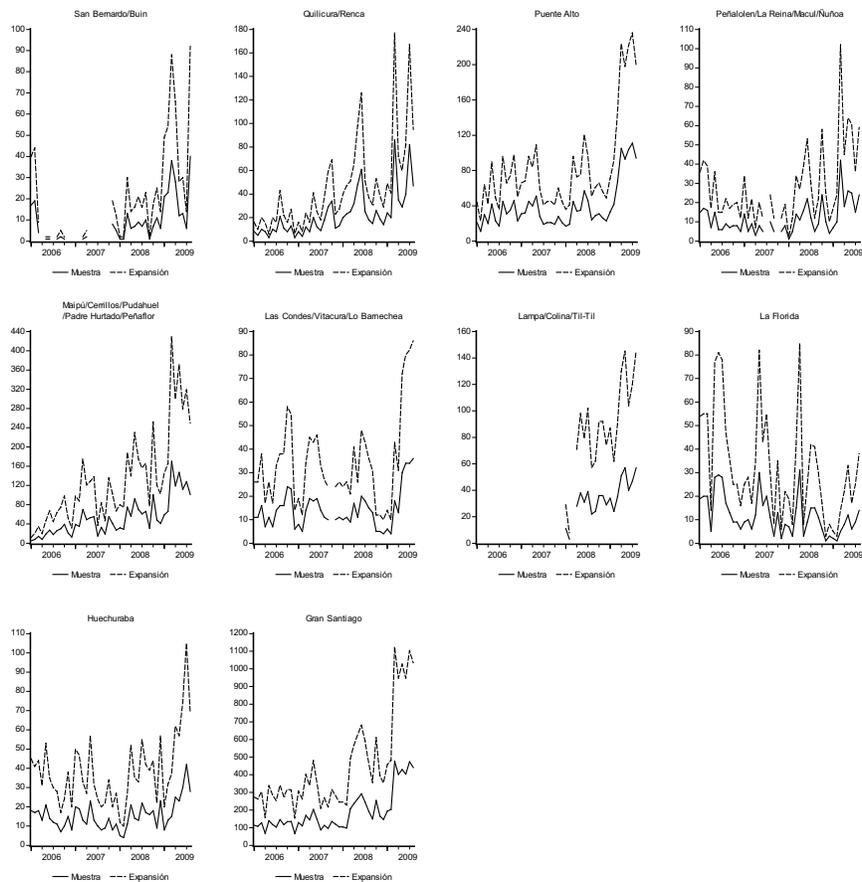
Figura 2: Ventas de departamentos nuevos en el Gran Santiago: Realdata vs expansión CChC (en unidades)



Durante la crisis de finales de 2008 y 2009 la amenazante contracción de la demanda por vivienda en un escenario de alto nivel de stock inmobiliario, limitó toda posibilidad de inversión y desarrollo de nuevos proyectos. No obstante, el agresivo estímulo de la política fiscal y monetaria, sumado a las masivas ofertas de las empresas inmobiliarias, evitaron que las ventas no sólo disminuyeran sino que aumentaran hasta cerrar el año 2009, probablemente, con una variación positiva respecto del nivel alcanzado en 2008. Con todo, estas medidas contribuyeron a reducir el stock existente, pero la inversión continuó debilitada. Así, se presume que las empresas más representativas del rubro (contenidas en la muestra de la CChC) lograron efectuar mayores ventas (por su mayor capacidad de aminorar costos para competir en el mercado) respecto de las empresas de menor tamaño –no contenidas en la muestra de la CChC–, lo que se refleja en una mayor representatividad de la muestra con relación al universo.

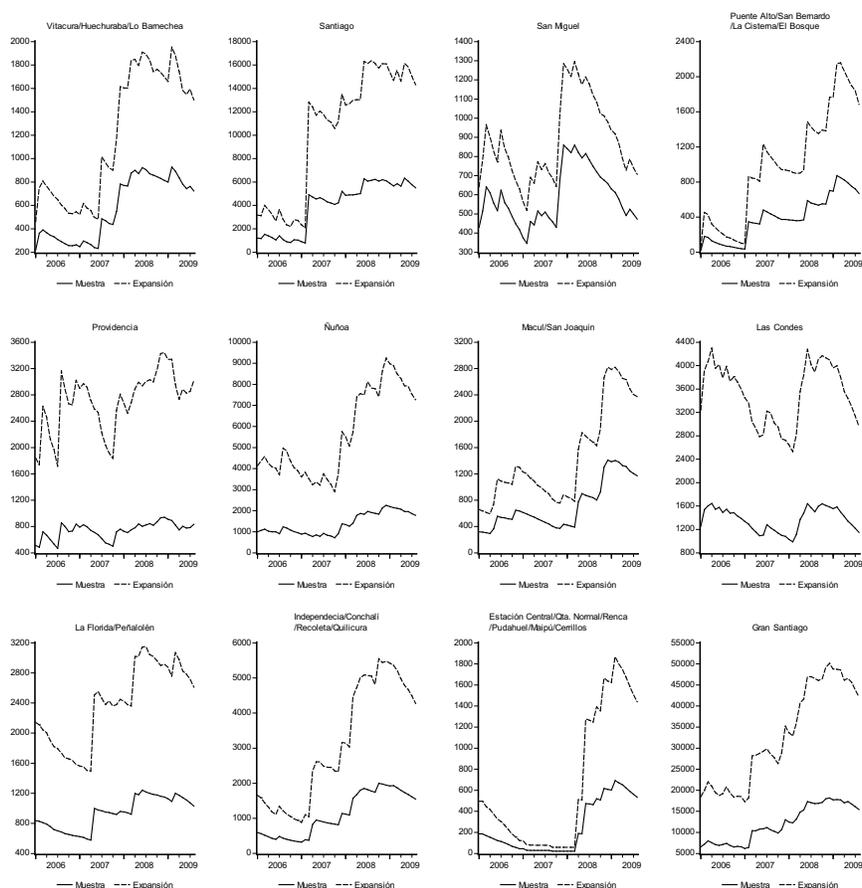
La Figura 3 presenta las ventas totales de casas nuevas –expandidas con la metodología propuesta en la Sección 2– y sus respectivas unidades muestrales para las comunas del Gran Santiago (GS). Particularmente, en agosto de 2009 la tasa de cobertura para el GS resultó 38,1%, según la metodología propuesta (versus el 38,7% de la metodología antigua), lo que refleja un nivel de venta de 1.934 unidades (versus 1.929 unidades basadas en la aplicación de la metodología antigua de la CChC).

Figura 3: Ventas de casas nuevas por comuna y en el Gran Santiago: Expansión vs muestra (en unidades)



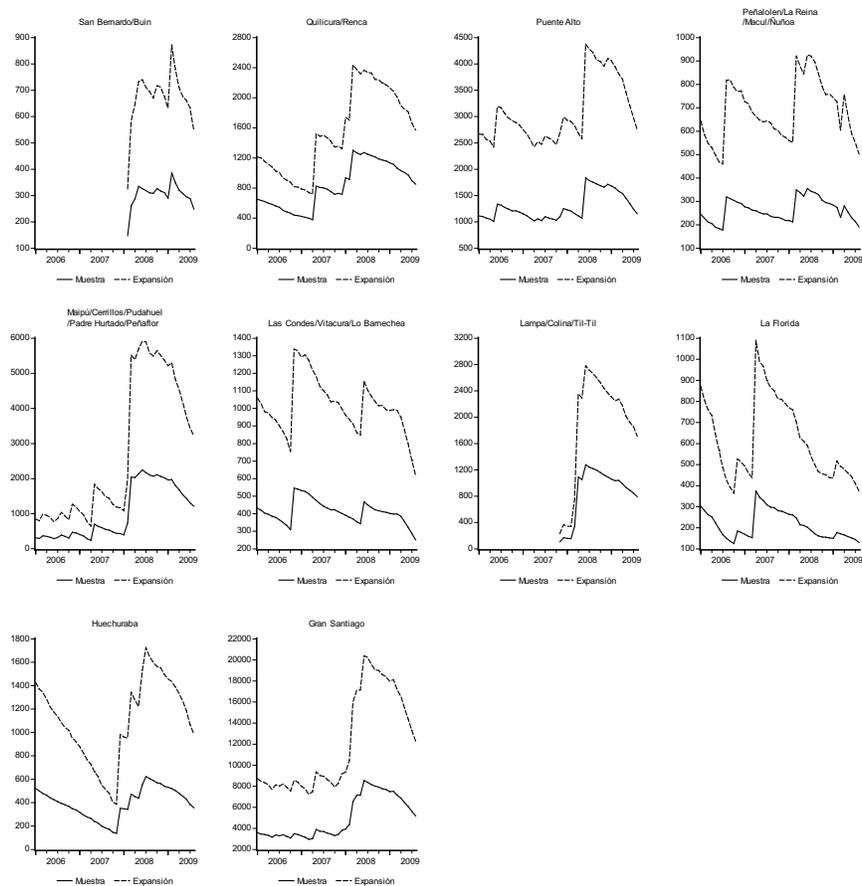
Por otra parte, la Figura 4 muestra los niveles de stock de departamentos nuevos –también expandidos con la metodología propuesta– junto a sus respectivos niveles muestrales para las comunas del Gran Santiago (GS). Durante agosto del presente año el nivel de stock resultante para el GS es 38.117 unidades, cifra menor que su símil obtenido con la metodología actual de la CChC (39.498 unidades).

Figura 4: Stock de departamentos nuevos por comuna y en el Gran Santiago: Expansión vs muestra (en unidades)



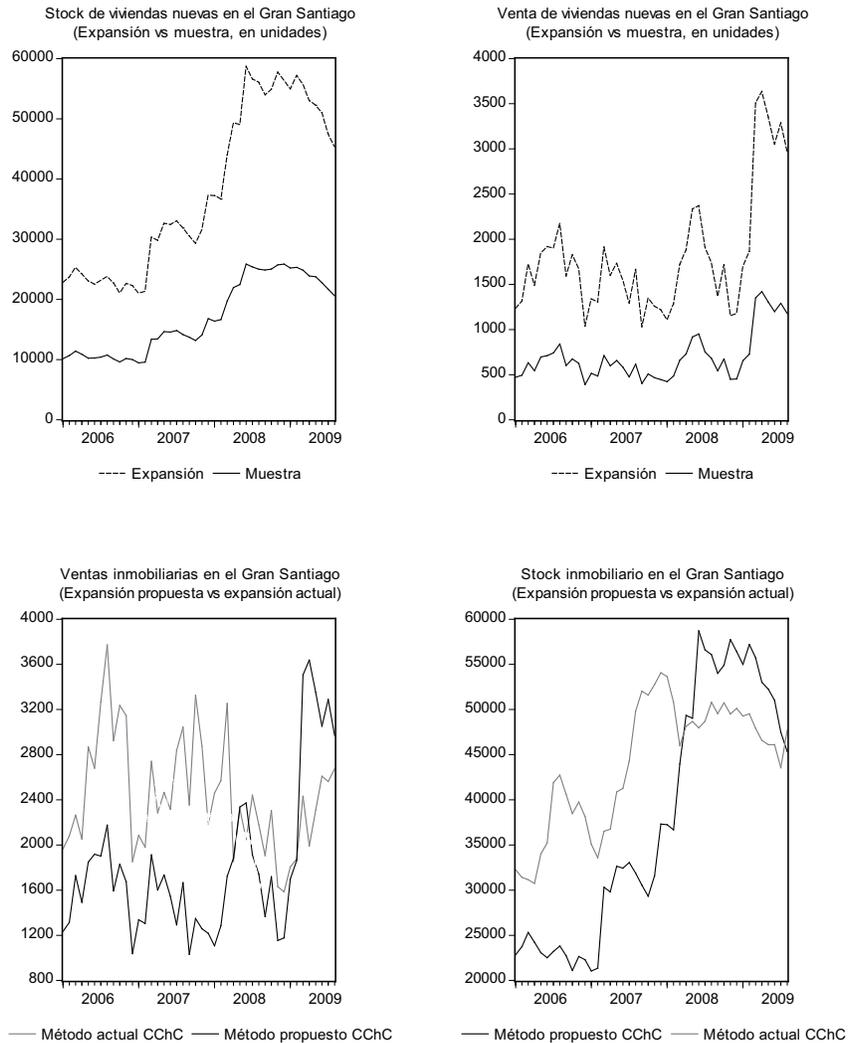
De igual forma, la Figura 5 muestra los niveles de stock de casas nuevas, expandidos en base a la metodología aquí propuesta y comparados con la muestra observada en las comunas del Gran Santiago (GS). Así, en agosto del año en curso el nivel de Stock de casas para el GS es 10.635 unidades, cifra menor que la obtenida en igual período con la metodología actual de la CChC (8.544 unidades).

Figura 5: Stock de casas nuevas por comuna y en el Gran Santiago: Expansión vs muestra (en unidades)



Con todo, durante agosto de 2009 los niveles de venta y stock de vivienda para el Gran Santiago son 2.969 y 48.752, respectivamente. Estas cifras no distan sustancialmente de las observadas en igual período tras aplicar la metodología antigua (2.688 unidades vendidas y 48.042 unidades de stock).

Figura 6: Venta y Stock de viviendas nuevas en el Gran Santiago: Expansión vs muestra (en unidades)



## 4. Conclusiones

El presente documento ha propuesto un método alternativo para el cálculo del factor de expansión de la muestra de ventas y stock inmobiliario. Este método está basado en la técnica de Muestreo Aleatorio Simple con simulación bootstrap (basada en la distribución empírica de los datos). La combinación de ambas herramientas de medición se explica por la falta de información sobre las características de media y varianza de la población de ventas y stock para cada observación mensual y por comuna, respectivamente. Las medidas poblacionales de tendencia central (media) y de dispersión (varianza) fueron aproximadas por sus símiles obtenidas de la simulación bootstrap con diez mil réplicas –tomando en consideración la distribución conjunta de la información histórica disponible de viviendas para cada comuna.

Entre los principales hallazgos, destacó la fuerte relación de las ventas de departamentos nuevos entre la CChC y Realdata –aquí se consideró la precedencia estadística de los datos de la Cámara versus las cifras de Realdata, ya que la primera son las promesas y la segunda las ventas materializadas. Es más, dicho análisis consideró un desplazamiento de tres meses hacia adelante de la serie expandida de las ventas de departamentos de la CChC, ya que la Cámara registra las promesas de ventas inmobiliarias, mientras que las estadísticas de Realdata corresponden a las ventas materializadas (basadas en las escrituras), las cuales se registran con rezago. La brecha en niveles (unidades) entre ambas fuentes de ventas tendió a cerrarse notablemente a partir de 2009, lo que se podría atribuir a las mejoras en el manejo estadístico de la información por parte de la CChC. Esto último ratificó empíricamente la representatividad de la muestra y la validez de los supuestos sobre la media y varianza poblacional a partir de las simulaciones basadas en la muestra.

## Referencias

- [1] Scheaffer, R. y McClave, J. “*Probability and Statistics for Enginners*”. Grupo Editorial Iberoamérica **1990**, Tercera Edición, pp. 219.
- [2] Greene, W. “*Análisis Económico*”. Prentice Hall **1998**, Tercera Edición, pp. 164.
- [3] Spiegel, M. “*Estadística*”. McGraw-Hill **1991**, Segunda Edición, pp. 186-191.

## 5. Anexo

Figura 7: Departamentos: Comparaciones de las coberturas antiguas versus las resultantes de la metodología actual para el período enero-junio de 2009 (en %)

Departamentos: Cobertura antigua								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
Vitacura/Huechuraba/Lo Barnechea	36,7	44,8	46,2	46,2	46,2	46,2	46,2	51,8
Santiago	28,7	28,7	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	35,5
San Miguel	25,9	25,9	25,7	25,7	25,7	27,6	27,6	32,0
Puente Alto/San Bernardo/La Cisterna/El Bosque	38,2	46,6	41,9	41,9	41,9	41,9	41,9	49,3
Providencia	21,7	21,7	18,5	18,5	18,5	19,1	19,1	30,1
Nuñoa	31,9	31,9	34,8	37,3	34,8	36,6	36,6	43,2
Macul/San Joaquín	34,4	36,3	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	49,5
Las Condes	43,4	44,1	48,1	48,9	48,1	48,1	48,1	54,1
La Florida/Peñalolén	42,7	42,7	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	53,7
Independencia/Conchalí/Recoleta/Quilicura Estación Central/Qta. Normal/Renca/Pudahuel/Maipú/Cerrillos	31,5	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	38,4
Cobertura Gran Santiago	29,9	30,7	33,4	33,7	34,1	33,8	33,8	38,7

Departamentos: Cobertura nueva								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
Vitacura/Huechuraba/Lo Barnechea	46,2	46,1	46,0	47,0	46,7	46,5	46,7	46,8
Santiago	39,1	39,7	38,7	40,1	40,2	40,7	39,5	40,1
San Miguel	64,5	64,1	64,4	65,1	64,7	65,2	64,0	64,1
Puente Alto/San Bernardo/La Cisterna/El Bosque	35,1	35,5	35,0	35,4	34,9	35,4	34,8	35,6
Providencia	25,1	25,4	26,1	25,2	25,0	25,1	25,4	25,0
Nuñoa	28,0	28,3	28,3	28,3	27,9	28,4	28,3	28,4
Macul/San Joaquín	56,7	56,5	56,3	56,3	55,9	56,6	56,4	56,0
Las Condes	38,3	39,4	38,9	38,9	39,4	38,8	38,9	39,4
La Florida/Peñalolén	40,6	40,0	40,2	40,5	41,4	40,2	40,2	40,3
Independencia/Conchalí/Recoleta/Quilicura Estación Central/Qta. Normal/Renca/Pudahuel/Maipú/Cerrillos	36,4	36,1	36,0	36,8	37,3	36,4	36,8	36,8
Cobertura Gran Santiago	37,1	37,9	36,7	37,9	37,7	37,8	37,4	38,1

Figura 8: Casas: Comparaciones de las coberturas antiguas versus las resultantes de la metodología actual para el período enero-junio de 2009 (en %)

Casas: Cobertura antigua								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
San Bernardo/Buin	43,3	49,3	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	50,6
Quilicura/Renca	58,0	58,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	67,3
Puente Alto	74,3	74,3	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	81,8
Peñalolen/La Reina/Macul/Ñuñoa	56,5	56,5	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	60,5
Maipú/Cerrillos/Pudahuel/Padre Hurtado/Peñaflor	47,1	52,2	52,2	52,2	52,2	52,2	52,2	54,9
Las Condes/Vitacura/Lo Barnechea	36,9	36,9	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	59,3
Lampa/Colina/Til-Til	40,9	40,9	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	40,0
La Florida	18,2	21,7	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	50,0
Huechuraba	66,0	66,0	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	69,8
Cobertura Gran Santiago	31,0	54,4	56,1	56,1	56,1	56,1	56,1	60,2

Casas: Cobertura nueva								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
San Bernardo/Buin	42,7	42,5	43,3	42,7	43,4	43,5	42,8	43,5
Quilicura/Renca	49,0	49,3	48,5	48,9	48,7	49,0	49,1	49,2
Puente Alto	46,5	46,0	46,1	47,0	47,1	46,8	47,1	47,1
Peñalolen/La Reina/Macul/Ñuñoa	41,6	40,8	41,3	40,3	40,7	41,1	41,2	40,4
Maipú/Cerrillos/Pudahuel/Padre Hurtado/Peñaflor	40,6	39,9	39,6	39,8	39,5	40,2	40,1	40,3
Las Condes/Vitacura/Lo Barnechea	41,9	41,8	41,9	42,5	41,8	42,4	41,5	42,1
Lampa/Colina/Til-Til	39,3	39,0	38,9	39,1	39,4	38,3	39,3	39,2
La Florida	36,8	36,8	36,8	36,8	36,5	35,9	36,3	36,5
Huechuraba	40,7	40,7	41,0	40,5	40,6	40,6	40,0	40,5
Cobertura Gran Santiago	42,4	42,1	42,3	42,4	41,8	42,6	42,9	42,6

Figura 9: Ventas de departamentos (en unidades): Nueva metodología versus la antigua (enero-junio de 2009)

Departamentos: Ventas antiguas								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
Vitacura/Huechuraba/Lo Barnechea	44	49	82	128	123	87	111	75
Santiago	760	871	1170	1199	1073	862	868	778
San Miguel	108	66	136	190	152	112	108	81
Puente Alto/San Bernardo/La Cisterna/El Bosque	18	43	64	69	84	103	64	91
Providencia	143	87	372	405	232	241	247	73
Ñuñoa	201	176	262	287	302	309	257	197
Macul/San Joaquín	73	66	56	137	39	171	98	71
Las Condes	76	95	204	258	172	133	227	131
La Florida/Peñalolén	54	101	51	62	77	71	81	84
Independencia/Conchalí/Recoleta/Quilicura Estación Central/Qta.	79	139	202	232	256	187	206	164
Normal/Renca/Pudahuel/Maipú/Cerrillos	76	97	278	267	371	418	300	183
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>1590</b>	<b>1788</b>	<b>2682</b>	<b>3081</b>	<b>2630</b>	<b>2463</b>	<b>2567</b>	<b>1929</b>

Departamentos: Ventas nuevas								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
Vitacura/Huechuraba/Lo Barnechea	28	48	78	121	118	82	103	83
Santiago	550	603	989	989	883	658	744	688
San Miguel	42	27	54	74	60	48	41	41
Puente Alto/San Bernardo/La Cisterna/El Bosque	20	51	69	76	95	119	77	126
Providencia	124	75	264	297	172	183	185	88
Ñuñoa	225	198	318	361	361	380	336	300
Macul/San Joaquín	42	39	41	98	29	122	71	62
Las Condes	81	104	275	347	226	178	278	180
La Florida/Peñalolén	54	98	57	69	80	77	94	112
Independencia/Conchalí/Recoleta/Quilicura Estación Central/Qta.	63	122	178	198	220	165	182	171
Normal/Renca/Pudahuel/Maipú/Cerrillos	14	19	58	58	84	92	74	82
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>1243</b>	<b>1382</b>	<b>2382</b>	<b>2689</b>	<b>2326</b>	<b>2104</b>	<b>2186</b>	<b>1934</b>

Figura 10: Ventas de casas (en unidades): Nueva metodología versus la antigua (enero-junio de 2009)

Casas: Ventas antiguas								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
San Bernardo/Buín	49	47	81	57	24	26	12	79
Quilicura/Renca	45	34	158	65	50	72	138	70
Puente Alto	51	65	99	150	143	143	149	115
Peñalolen/La Reina/Macul/Ñuñoa	18	23	72	43	53	43	34	40
Maipú/Cerrillos/Pudahuel/Padre Hurtado/Peñaflor	136	132	329	203	259	188	206	184
Las Condes/Vitacura/Lo Barnechea	16	11	45	38	77	81	81	61
Lampa/Colina/Til-Til	83	61	88	119	135	95	109	142
La Florida	0	5	16	22	22	19	13	28
Huechuraba	12	21	22	37	35	45	62	40
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>667</b>	<b>399</b>	<b>892</b>	<b>730</b>	<b>778</b>	<b>711</b>	<b>805</b>	<b>759</b>

Casas: Ventas nuevas								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
San Bernardo/Buín	49	54	88	66	28	30	14	92
Quilicura/Renca	49	41	177	72	60	82	167	95
Puente Alto	71	91	145	224	198	222	236	200
Peñalolen/La Reina/Macul/Ñuñoa	17	24	102	45	64	61	36	59
Maipú/Cerrillos/Pudahuel/Padre Hurtado/Peñaflor	145	166	430	299	372	279	319	250
Las Condes/Vitacura/Lo Barnechea	14	10	43	31	72	80	82	86
Lampa/Colina/Til-Til	87	62	90	130	145	104	120	145
La Florida	5	3	14	22	33	17	25	38
Huechuraba	20	32	37	62	57	74	105	69
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>457</b>	<b>482</b>	<b>1125</b>	<b>948</b>	<b>1027</b>	<b>948</b>	<b>1104</b>	<b>1035</b>

Figura 11: Niveles de Stock de departamentos: Nueva metodología versus la antigua (enero-junio de 2009)

Departamentos: Stock antiguo								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
Vitacura/Huechuraba/Lo Barnechea	2353	2269	2246	2242	2205	2130	1615	1440
Santiago	22318	22781	20650	20990	22086	21224	16400	15108
San Miguel	2673	2742	2817	2778	2739	2673	2071	1473
Puente Alto/San Bernardo/La Cisterna/El Bosque	1668	1701	1896	1911	1930	1827	1729	1429
Providencia	3569	3799	4483	4294	4812	4539	4179	2484
Ñuñoa	5982	6082	5757	5466	5852	5512	4935	4032
Macul/San Joaquín	3879	3764	3425	3327	3459	3288	2856	2296
Las Condes	2842	3026	2875	2850	2856	2723	2517	2067
La Florida/Peñalolén	2303	2259	2354	2369	2363	2292	2243	1912
Independencia/Conchalí/Recoleta/Quilicura Estación Central/Qta.	4880	4833	4842	4887	4860	4673	4606	3967
Normal/Renca/Pudahuel/Maipú/Cerrillos	8181	7920	8540	8644	8690	8273	6267	3291
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>56833</b>	<b>58142</b>	<b>55930</b>	<b>55669</b>	<b>56425</b>	<b>55040</b>	<b>49417</b>	<b>39498</b>

Departamentos: Stock nuevo								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
Vitacura/Huechuraba/Lo Barnechea	1421	1455	1504	1469	1440	1614	1588	1499
Santiago	11052	12484	13153	13548	13299	13204	13559	12661
San Miguel	623	656	672	652	736	722	735	694
Puente Alto/San Bernardo/La Cisterna/El Bosque	1929	1929	1962	1955	2014	1939	2023	1855
Providencia	2299	2468	2419	2745	2830	3040	2904	3137
Ñuñoa	5613	5822	5969	5970	6317	6170	6164	5843
Macul/San Joaquín	1981	1990	2053	1984	2097	2019	2015	1967
Las Condes	2571	2713	2952	2832	2747	2977	2874	2660
La Florida/Peñalolén	2194	2516	2515	2508	2450	2539	2554	2438
Independencia/Conchalí/Recoleta/Quilicura Estación Central/Qta.	3726	3811	3829	3824	4071	4191	4138	3966
Normal/Renca/Pudahuel/Maipú/Cerrillos	1418	1460	1456	1482	1512	1494	1479	1397
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>34828</b>	<b>37303</b>	<b>38487</b>	<b>38969</b>	<b>39513</b>	<b>39908</b>	<b>40032</b>	<b>38117</b>

Figura 12: Niveles de Stock de casas: Nueva metodología versus la antigua (enero-junio de 2009)

Casas: Stock antiguo								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
San Bernardo/Buin	508	651	624	592	594	568	568	556
Quilicura/Renca	1384	1507	1391	1376	1398	1326	1372	1117
Puente Alto	1684	1721	1740	1800	1800	1657	1624	1399
Peñalolen/La Reina/Macul/Ñuñoa	237	288	250	357	346	303	324	294
Maipú/Cerrillos/Pudahuel/Padre Hurtado/Peñaflor	2765	2823	2697	2753	2682	2494	2517	2119
Las Condes/Vitacura/Lo Barnechea	816	851	777	816	820	739	724	465
Lampa/Colina/Til-Til	2043	2072	2072	2088	2049	1953	1823	1848
La Florida	477	539	378	378	375	356	361	230
Huechuraba	713	715	704	703	713	668	591	516
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>17418</b>	<b>10775</b>	<b>10376</b>	<b>10615</b>	<b>10547</b>	<b>9837</b>	<b>9905</b>	<b>8544</b>

Casas: Stock nuevo								
	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09
San Bernardo/Buin	619	656	622	592	585	567	656	554
Quilicura/Renca	1459	1603	1527	1502	1529	1607	1532	1432
Puente Alto	2244	2324	2501	2427	2445	2473	2423	2223
Peñalolen/La Reina/Macul/Ñuñoa	250	362	417	446	439	411	432	381
Maipú/Cerrillos/Pudahuel/Padre Hurtado/Peñaflor	2368	2671	2562	3037	2974	2965	2905	2635
Las Condes/Vitacura/Lo Barnechea	405	440	603	635	656	646	666	570
Lampa/Colina/Til-Til	1768	1811	1857	1862	1806	1905	1883	1742
La Florida	277	288	296	307	293	306	317	277
Huechuraba	848	852	870	876	893	921	899	820
<b>Cobertura Gran Santiago</b>	<b>10237</b>	<b>11009</b>	<b>11256</b>	<b>11685</b>	<b>11621</b>	<b>11801</b>	<b>11713</b>	<b>10635</b>

## 6. Una forma indirecta de corregir el factor de expansión ( $\Gamma$ ) de comunas con muestras volátiles

Existen informantes que constantemente ingresan y salen de la muestra de la CChC, lo que genera mayor volatilidad en la muestra a nivel de comunas. Aquí se plantea una alternativa para enfrentar este inconveniente. Dada la definición matemática del tamaño poblaciones ( $N$ ) aplicada a la muestra de ventas inmobiliarias:

$$N(n) = \frac{\sigma^2}{\frac{\sigma^2}{n} - \frac{d^2}{\gamma_k^2}},$$

estamos interesados en identificar un  $n^*$  tal que para algún  $\varepsilon > 0$  se cumpla que

$$|N(n^*) - N^*| < \varepsilon, \quad n^* \in \left(0, \frac{\gamma_k^2 \sigma^2}{d^2}\right)$$

donde la restricción de *no negatividad* de  $N(\cdot)$  es:

$$\left(\frac{\sigma^2}{n} - \frac{d^2}{\gamma_k^2}\right) > 0$$

o lo que es lo mismo,

$$n < \frac{\gamma_k^2 \sigma^2}{d^2}$$

pero como  $n$  no puede ser negativo (ni nulo), se tiene el siguiente intervalo abierto

$$0 < n < \frac{\gamma_k^2 \sigma^2}{d^2}$$

Lo anterior requiere que definamos el valor  $N^*$ , el mismo que puede ser aproximado por los niveles de ventas inmobiliarias (basadas en las escrituras) y publicadas por Realdata –considerando el desfase existente con las observaciones de ventas de la CChC.

Por último, el factor de expansión sería:

$$\Gamma = \frac{N(n^*)}{n^*} \approx \frac{N^*}{n^*} \left\{ \begin{array}{l} = \\ < \end{array} \right\} \frac{N}{(n = 1)}$$

Figura 13: Venta de casas nuevas: Cobertura propuesta versus la cobertura antigua (con frecuencia trimestral)

