
Bid-auction framework for microsimulation of location choice with endogenous real estate prices.

**Ricardo Hurtubia
Francisco Martínez
Michel Bierlaire**

**XV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte
Octubre, 2011
Santiago**

Motivación

- Evolución de los modelos de uso de suelo :
 - Agregados → Desagregados
 - Equilibrio → Microsimulación
- Market clearing / distribución de la localización:
 - Bid-auction
 - Choice
- Enfoque Bid: precios determinados endógenamente. Generalmente implementado en modelos agregados y/o de equilibrio (e.g. MUSSA)
- Enfoque Choice : simple de implementar en microsimulación (e.g. UrbanSim). Requiere precios hedónicos

Motivación

- Enfoque Bid-auction aplicado a microsimulación:
 - Estimación
 - Máxima log-verosimilitud de las probabilidades de localización
 - Ajuste de la máxima postura a los precios observados?
 - Simulación
 - Determinación de precios sin resolver un equilibrio
 - Dinámicas intertemporales, ajuste a las condiciones de mercado
 - Localización frente a exceso de oferta, exceso de demanda

Outline

1. Motivación
2. Enfoque Bid-auction para la localización de agentes
3. Método (simulación)
4. Método (estimación)
5. Aplicación, Bruselas
6. Discusión
7. Investigación a futuro

Enfoque Bid-auction

- Alonso, 1964; Ellickson, 1981
- Supuestos:
 - Bienes inmuebles son transados en remates
 - Disposición a pagar de los agentes por distintas alternativas (B_{hi}) es una variable latente
 - El mejor postor gana el remate y ocupa la vivienda
 - El valor de la máxima postura determina el precio o renta de la vivienda.
 - o, en presencia de estocasticidad, el valor esperado de la máxima postura

Enfoque Bid-auction

- Probabilidad de que un agente h sea el mejor postor para una alternativa i (Ellickson, 1981):

$$P_{h/i} = \frac{\exp(\mu B_{hi})}{\sum_{g \in H} \exp(\mu B_{gi})}$$

- Valor esperado de la máxima postura:

$$r_i = \frac{1}{\mu} \ln \left(\sum_{g \in H} \exp(\mu B_{gi}) \right) + C$$

Método propuesto

- Basado en bid-auction
- Supuestos:
 - En cada período
 - Bienes inmobiliarios son transados en remates simultáneos
 - Agentes ofrecen su disposición a pagar (postura)
 - Agentes ajustan el nivel de sus disposición a pagar, reaccionando a las condiciones del mercado (percibidas mediante precios observados)
 - Los agentes son miopes respecto a la disposición a pagar de otros agentes y a los posibles estados futuros del mercado

Método propuesto

- Función de postura (disposición a pagar)

$$B_{hi}^t = b_h^t + b_{hi}^t$$

Bid adjustment
(utility level) Willingness to pay for
attributes, externalities
(hedonic component)

$$b_{hi}^t = f(z_i^{t-1}, x_h^t, \beta) \longrightarrow \text{estimated via max log-likelihood, assuming } b_h^t = 0$$

Método propuesto

- Ajuste de la postura:
 - Cada agente buscando localizarse trata de ganar, en promedio, al menos un remate:

$$\sum_{i \in S} P_{h/i}^t = \sum_{i \in S} \frac{\exp(b_h^t + b_{hi}^t)}{\sum_{g \in H} \exp(B_{gi}^t)} = 1 \quad * \quad \forall h$$

Pero... los agentes no observan las ofertas de otros postores. La única fuente de información son los precios en períodos pasados

S : choice set of dwellings/locations

H : choice set of households

* $\mu = 1$

Método propuesto

- Ajuste de la postura:

$$\sum_{i \in S} P_{h/i}^t = \sum_{i \in S} \frac{\exp(b_h^t + b_{hi}^t)}{\sum_{g \in H} \exp(B_{gi}^{t-1})} = 1$$

\swarrow

$$\sum_{g \in H} \exp(B_{gi}^{t-1}) = \exp(r_i^{t-1})$$

* Esta expresión es sólo para el cálculo de b_h . En la aplicación, las probabilidades mantienen la estructura original

Método propuesto

- En cada período (sin resolver problema de punto fijo):

$$b_h^t = -\ln\left(\sum_{i \in S} \exp(b_{hi}^t - r_i^{t-1})\right)$$

- En el período base (punto fijo?):

$$b_h^0 = -\ln\left(\sum_{i \in S} \exp(b_{hi}^0 - \hat{r}_i)\right)$$

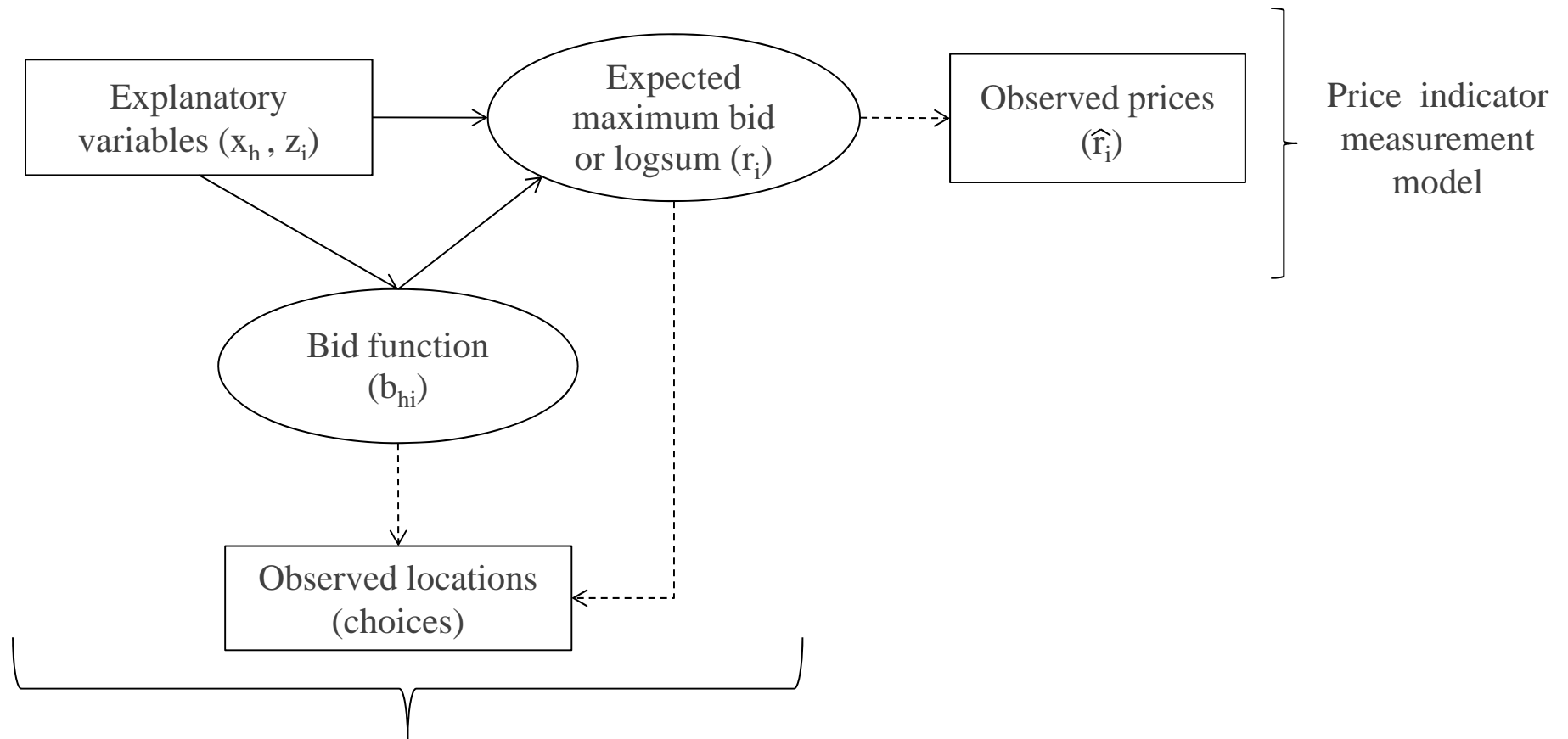
Has to be estimated

Observed prices at
the base year

Método (estimación)

- Los parámetros deben permitir reproducir tanto la distribución espacial de agentes como los precios.
- El valor esperado de la máxima postura es una variable latente, al igual que la postura
- Los precios observados se pueden usar como indicadores para ajustar la ecuación estructural de la máxima postura (la logsuma)

Método (estimación)



Standard Logit choice model

* Inspired by the Generalized Random Utility Model (Walker and Ben-Akiva, 2002)

Método (estimación)

- Ecuación estructural para las rentas/precios

$$r_i = \frac{1}{\mu} \ln \left(\sum_{g \in H} \exp(\mu B_{gi}) \right)$$

- Ecuación de “medición” de las rentas

$$\hat{r}_i = a + \gamma \cdot r_i$$

$$\sim N(0, \sigma) \Rightarrow f(\hat{r}_i | r_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\hat{r}_i - a - \gamma \cdot r_i}{2\sigma^2}\right)$$

- Func. verosimilitud:

$$L = \prod_{i \in S} \left(\prod_{h \in C_i} (P_{h/i} \cdot f(\hat{r}_i | r_i))^{y_{hi}} \right)$$

Aplicación: Bruselas

- Datos recolectados para un proyecto financiado por la Unión Europea (SustainCity)
 - Censo 2001 (datos agregados por zona)
 - Encuesta a hogares 1999 (~1300 obs)
 - Precios promedio de transacciones inmobiliarias por tipo de vivienda y comuna (1985- 2008)
- 1267997 hogares, 1274701 viviendas
- 157 comunas
- 4975 zonas
- 4 tipos de vivienda
 - Casa aislada
 - Casa semi-pareada
 - Casa pareada
 - Departamento

Aplicación: Bruselas

- Bid function specification:

$$b_{hvi} = \beta_{surf} \cdot surf_{vi} \cdot \ln(N_h) + \beta_{sup} \cdot Q_i^{sup} \cdot N_h^{sup} + \beta_{house} \cdot \lambda_{vi}^{house} \cdot N_h + \\ \beta_{trans} \cdot Y_i^{trans} \cdot \gamma_h^{cars=0} + \beta_{trans2} \cdot Y_i^{trans} \cdot \gamma_h^{cars>1} + \beta_{comm} \cdot Y_i^{comm} \cdot \ln(N_h) + \\ \beta_{off} \cdot Y_i^{off} \cdot W_h + \beta_{green} \cdot Y_i^{green} \cdot W_h$$

- $surf_{vi}$: average surface of a residential unit in buildings type v in zone i (calculated from the census).
- N_h : number of individuals in a household.
- W_h : number of active individuals (workers) in a household
- N_h^{sup} : number of persons in the household who achieved a university degree as their maximum education level.
- Q_i^{sup} : percentage of the population in zone i with a superior level education-degree.
- Y_i^{trans} : measurement of the quality of public transport (accessibility)
- Y_i^{comm} , Y_i^{off} , Y_i^{green} : measurement of the presence of commerce, offices and public green areas

Aplicación: Bruselas

Table 1: Estimation results for Brussels

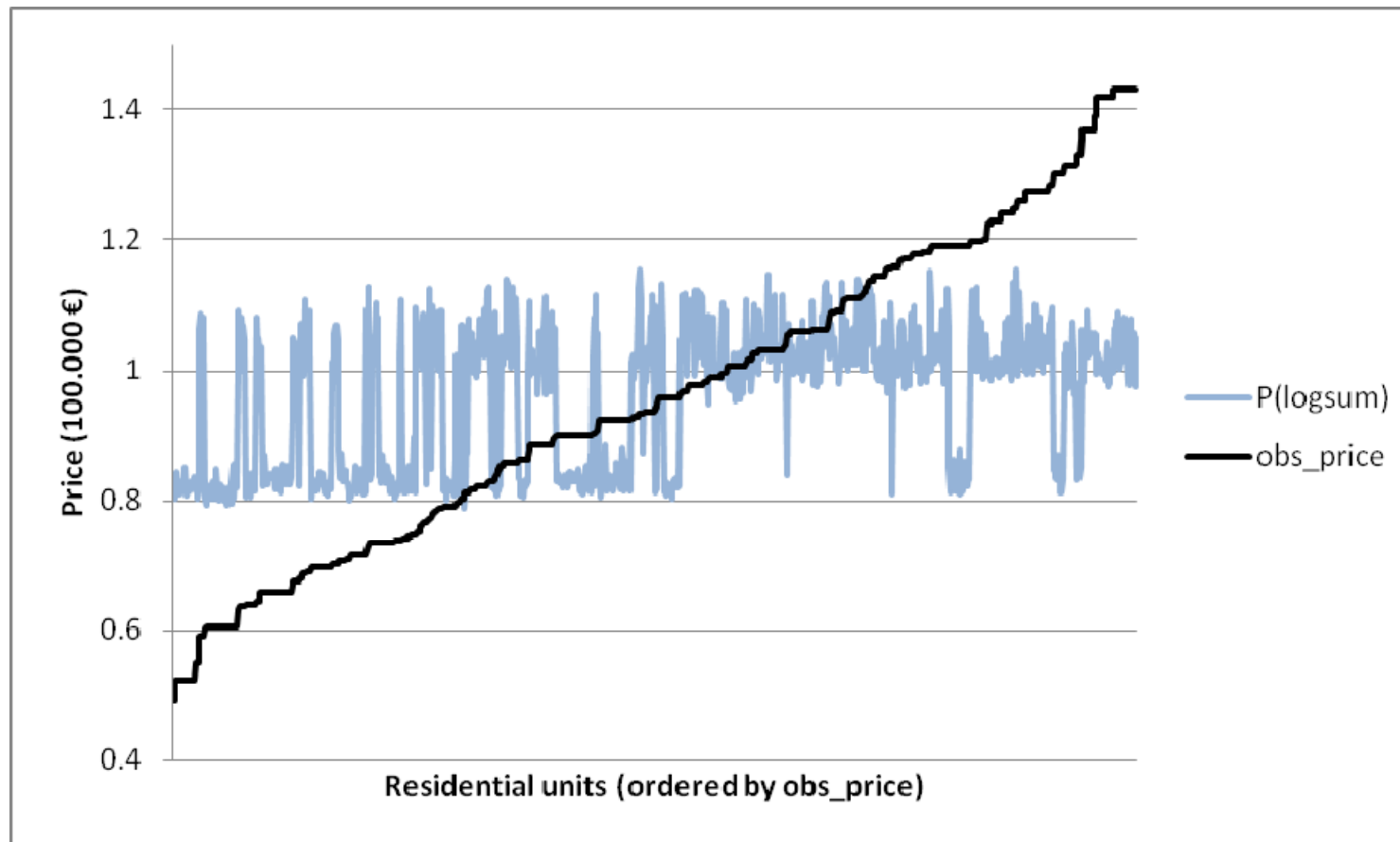
Parameter	Standard Logit			Logit with price indicator		
	Value	Std err	t-test	Value	Std err	t-test
β_{surf}	0.00698	0.00256	2.73	0.000225	0.000162	1.39*
β_{sup}	0.522	0.104	5.04	0.659	0.0721	9.14
β_{trans0}	0.317	0.135	2.35	0.637	0.0744	8.56
β_{trans2}	-0.438	0.151	-2.9	-0.428	0.0854	-5.02
β_{house}	0.439	0.0599	7.32	0.0459	0.00599	7.67
β_{comm}	-1.32	0.273	-4.82	-0.0118	0.0235	-0.5*
β_{green}	-0.336	0.0718	-4.68	0.152	0.0188	8.09
β_{off}	-0.16	0.0885	-1.81*	0.0738	0.0331	2.23
α	-	-	-	-32.3	4.24	-7.61
γ	-	-	-	2.3	0.301	7.66
σ	-	-	-	-2.12	0.0223	-94.88
Final Log-Likelihood	-7011.03			-6387.76 (7091.13**)		
Likelihood ratio-test	232.44			1478.97 (72.23**)		

*parameters not significant at the 95% level

** log-likelihood considering only the choice probabilities

Aplicación: Bruselas

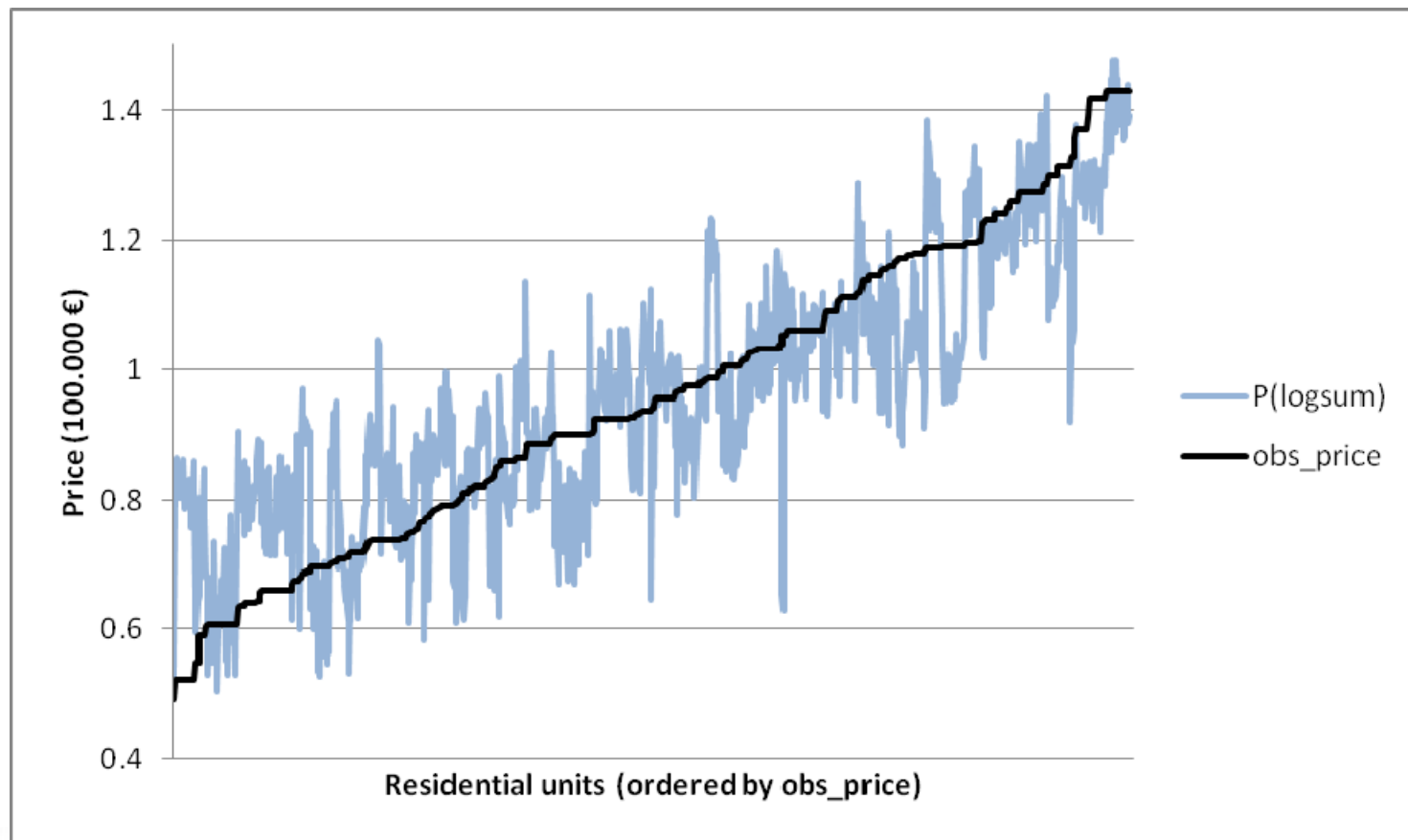
- Precios, Logit (+ regresión lineal)



$$R^2 = 0.20$$

Aplicación: Bruselas

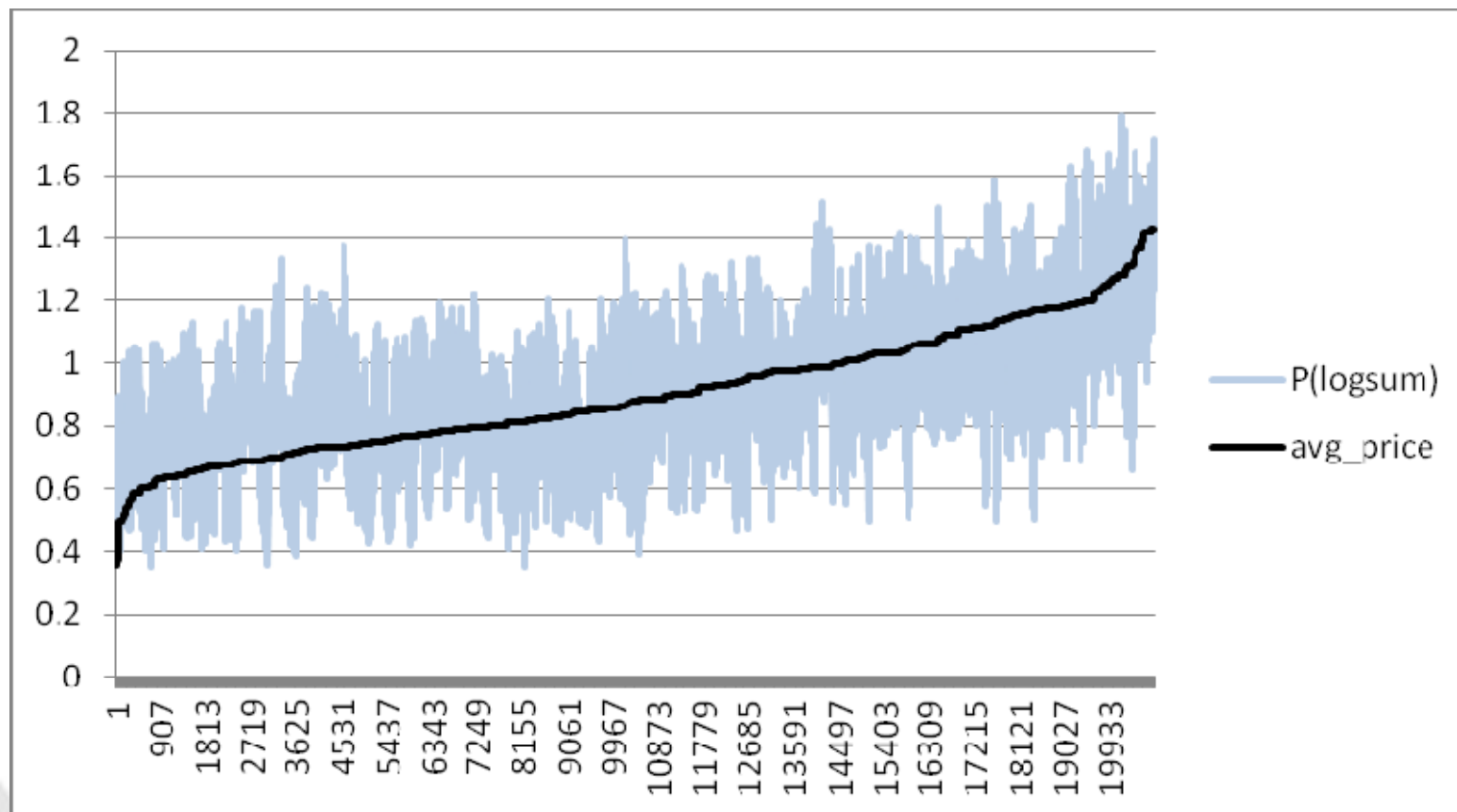
- Precios, modelo con indicadores (variable latente)



$R^2 = 0.74$

Aplicación: Bruselas

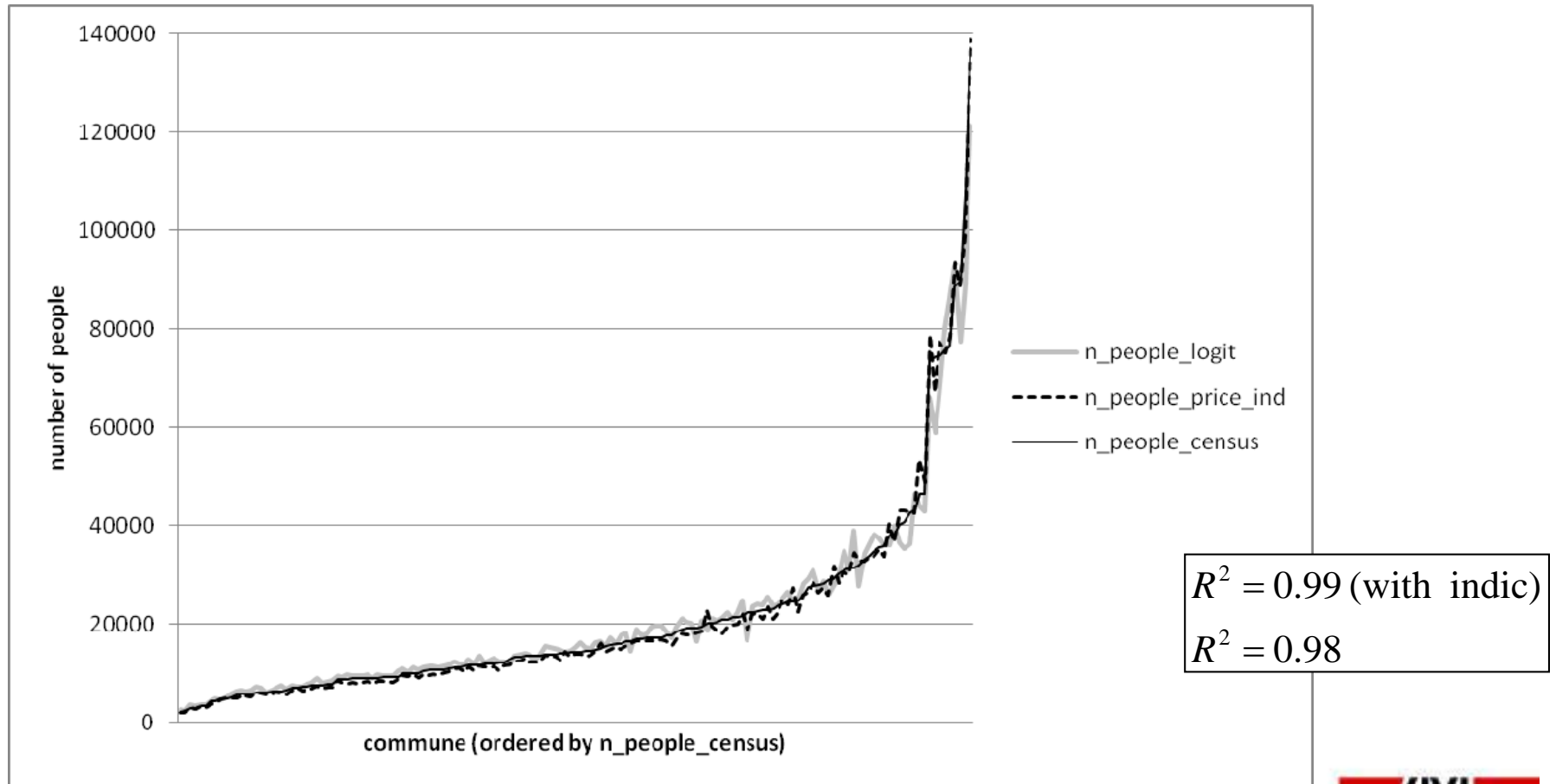
- Precios, modelo con indicadores (aplicado sobre toda la oferta inmobiliaria)



$$R^2 = 0.45$$

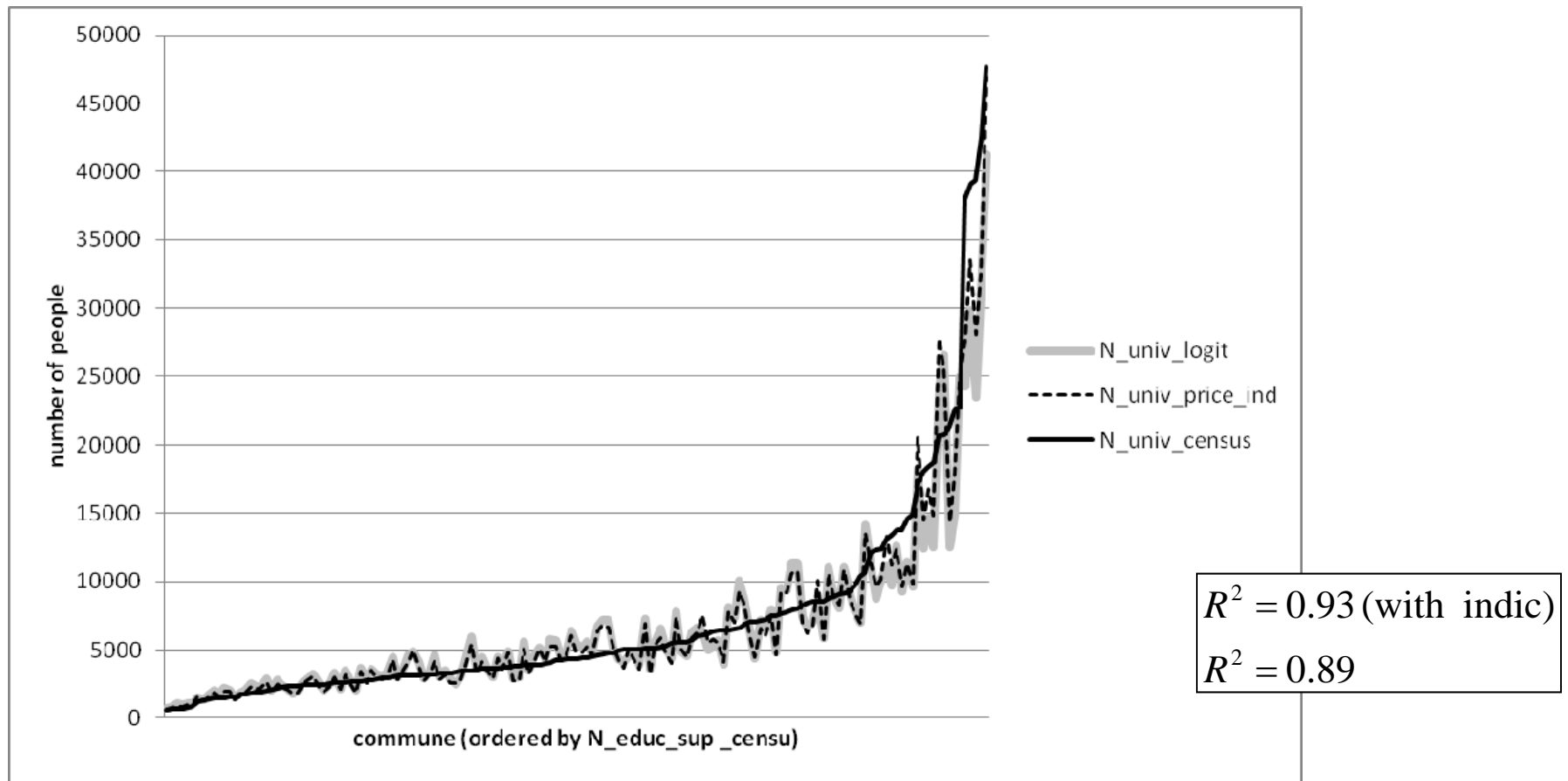
Aplicación: Bruselas

- Número de personas por comuna



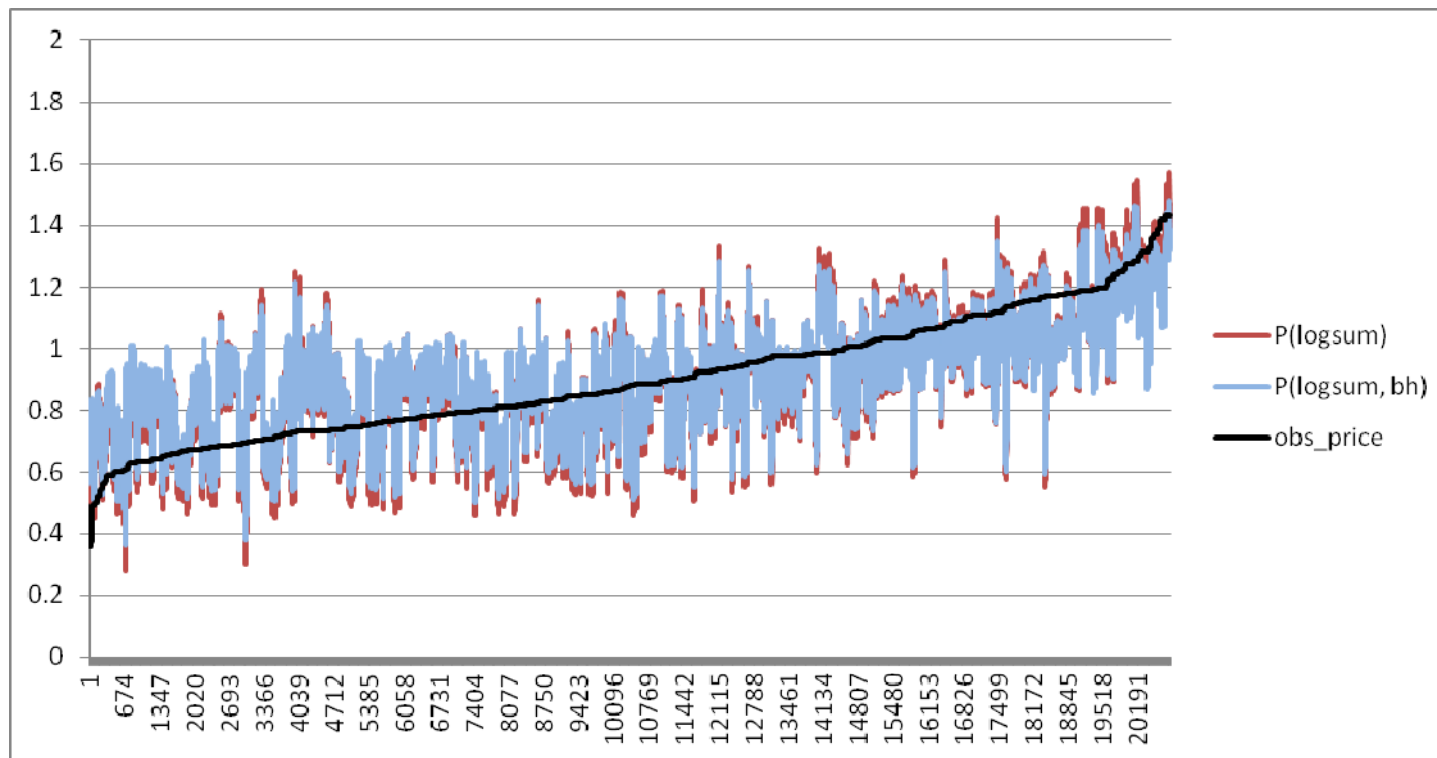
Aplicación: Bruselas

- Número de personas con título universitario por comuna



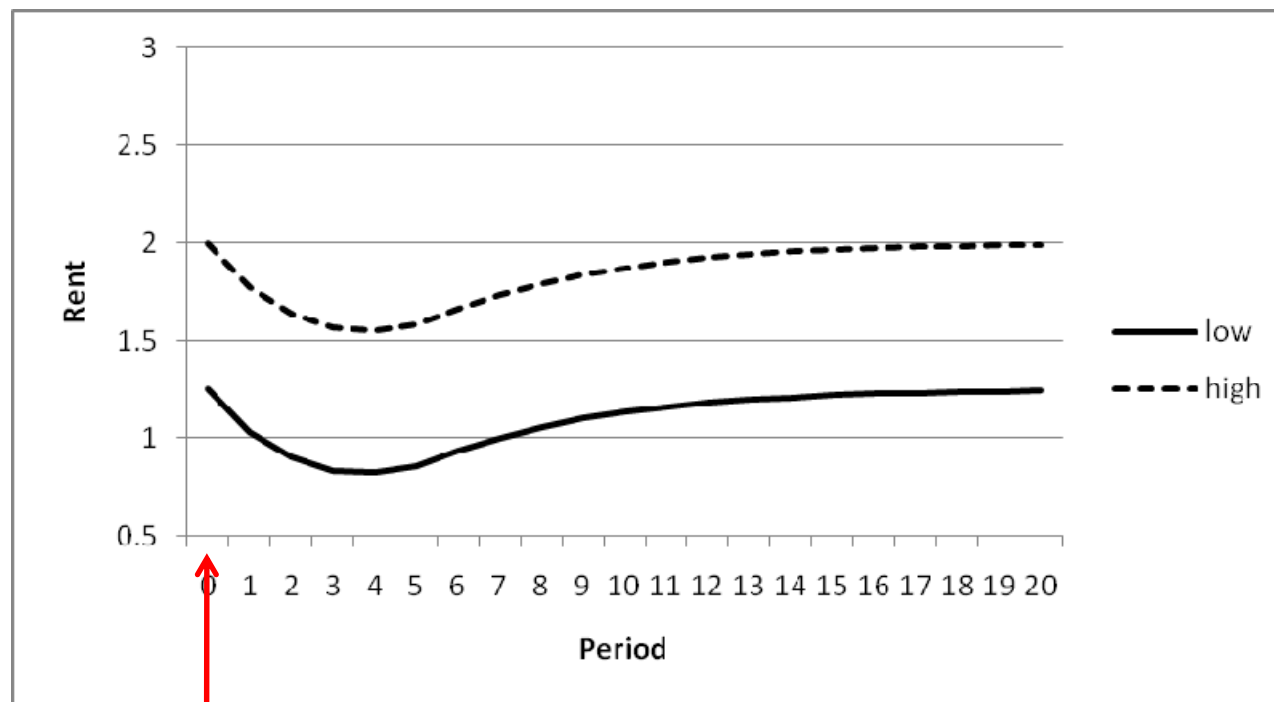
Aplicación: Bruselas

- En el período base, el cálculo de b_h mejora levemente la predicción de precios y localización



Simulación (resultados con datos sintéticos)

- Simulación de un escenario de exceso de oferta



Supply shock (increase)

Discusión

- Método para microsimulación de la localización utilizando enfoque bid
- Estimación genera parámetros que explican la localización y predicen precios simultáneamente para el periodo base
- Posturas reaccionan a cambios en el mercado y precios se ajustan sin necesidad de resolver un equilibrio
- Posibilidad de simular escenarios con exceso de oferta o exceso de demanda

Trabajo a futuro

- Estimación para otros casos de estudio (Zurich, datos individuales por transacción)
- Comparación con otros métodos econométricos
 - Hedonic prices (Rosen, 1974)
 - Modified Random Bidding (Lerman and Kern, 1983)
 - Two stage approach (Dubin and McFaden, 1984)
- Implementación del metodo de simulación para periodos futuros en Bruselas (UrbanSim?)
 - Determinación del choice set para el problema de localización?
- Validación

Gracias