



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL**

**“USO DEL MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS, PARA ESTIMAR  
VARIACIÓN EN PRECIOS DE VIVIENDAS PRODUCTO DE NUEVAS LÍNEAS  
DE METRO”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**JAVIER HUMBERTO RIVAS QUESADA**

**PROFESOR GUIA:**

CARLOS AGUIRRE NUÑEZ

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:**

EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA

MARCELA MUNIZAGA MUÑOZ

SANTIAGO DE CHILE

2015

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL  
POR: JAVIER HUMBERTO RIVAS QUESADA  
FECHA: 13/05/2015  
PROFESOR GUÍA: CARLOS AGUIRRE NUÑEZ**

## **“USO DEL MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS, PARA ESTIMAR VARIACIÓN EN PRECIOS DE VIVIENDAS PRODUCTO DE NUEVAS LÍNEAS DE METRO”**

En general, las viviendas que por su ubicación tienen mejores accesos tienen un valor de mercado superior respecto a viviendas de características similares con peores accesos. Esta diferencia se debe a los menores costos de transporte hacia los principales mercados laborales y comerciales de una ciudad. Por esta razón, las inversiones en infraestructura pública de transporte, como por ejemplo la construcción de una nueva línea de metro, se capitalizan total o parcialmente en el precio de las viviendas.

Este trabajo estudia empíricamente el impacto en el precio de las viviendas que tuvo la construcción de la nueva línea 3 del metro en la comuna de Ñuñoa de Santiago de Chile. En particular, dado que la nueva línea se anunció en Octubre del 2010, se estima el aumento en el precio de las viviendas ocurrido en el momento del anuncio de la construcción de la nueva línea 3 y se estudia la relación entre el precio de las viviendas y la distancia de estos a la estación.

Utilizando una base de datos, proporcionada por la empresa Inciti, que contiene todas las transacciones de compra y venta de viviendas realizadas en las inmediaciones de la línea 3 en Ñuñoa entre Enero de 2008 y Febrero de 2014. Los datos indican que para los departamentos cercanos a la estación existe un aumento en el precio promedio de un 15,3%, lo mismo sucede con los departamentos a una distancia media de las estaciones, donde en promedio el valor aumenta un 12,6%. Para los departamentos más lejanos a la estación también existe un aumento en los precios, pero el aumento en el valor promedio es mucho menor, de tan solo un 2,5%.

El análisis de la modelación hedónica muestra que, tras el anuncio las viviendas aumentaron su valor en 159 U.F. más un aumento de 70 U.F. por año. Sin embargo el modelo general muestra que no existe relación estadísticamente significativa entre la distancia a la estación y el precio de las viviendas. Al comparar la modelación por estaciones los resultados muestran que la estación Ñuñoa tiene la mayor variación de precio tras el anuncio.

*Quisiera agradecer a toda la gente que me acompañó durante este periodo de formación universitaria, sobre todo a mis padres, hermanos, a mi polola y a todos mis amigos, que me apoyaron en los buenos y los malos momentos.*

*Junto con esto agradezco también a Carlos Aguirre Núñez, quien amablemente aceptó guiarme en la confección de este trabajo como profesor guía y a Marcelo Bauza, Director Ejecutivo de Inciti, que proporcionó la base de datos necesaria para llevar a cabo la investigación. Sin ellos no hubiese sido posible realizar este trabajo.*

# Tabla de Contenido

TABLA FIGURAS.....	iv
CAPÍTULO 1: INTRODUCCION .....	1
1.1 Motivación .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Estructura y alcance de los capítulos.....	2
Capítulo 2: Revisión bibliográfica .....	2
Capítulo 3: Modelación y Análisis de Datos .....	2
Capítulo 4: Resultados .....	3
Capítulo 5: Conclusiones .....	3
CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Antecedentes .....	4
2.2 Modelo Hedónico .....	5
2.3 Metro de Santiago .....	7
2.4 Ñuñoa.....	10
CAPÍTULO 3: MODELACION .....	12
CAPÍTULO 4: RESULTADOS .....	15
4.1 Resultados Generales .....	15
4.2 Estación Irarrázaval.....	25
4.3 Estación Monseñor Eyzaguirre .....	27
4.4 Estación Ñuñoa .....	29
4.5 Estación Chile – España.....	31
4.6 Estación Diagonal Oriente .....	33
4.7 Estación Plaza Egaña .....	35
4.8 Resultados Comparados .....	37
CAPITULO 5: CONCLUSIONES .....	39
BIBLIOGRAFIA .....	41
ANEXO A: TABLAS DE CORRELACIONES.....	42

## **TABLA FIGURAS**

Figura 2. 1 “Plano de la red de Metro de Santiago, incluye líneas en construcción” .....	9
Figura 2. 2 “Plano Regulador comunal de Ñuñoa” .....	10
Figura 2. 3 “Plano Regulador Comunal de Ñuño, Zona línea 3 de metro” .....	11
Figura 2. 4 “Tipo de vivienda, comuna de Ñuñoa” .....	11
Figura 2. 5 “Ingreso promedio, comuna de Ñuñoa” .....	11
Figura 4. 1 “Distribución precio por año” .....	16
Figura 4. 2 “Media de precio por año” .....	16
Figura 4. 3 “Precio por estación” .....	17
Figura 4. 4 “Precio por estación, situación antes y después de anuncio” . .....	17
Figura 4. 5 “Cantidad de ventas por año y por estación” .....	18
Figura 4. 6 “Precio por zona Plan Regulador Comunal” .....	19
Figura 4. 7 “Grafico distancia – precio, regresión lineal” .....	20
Figura 4. 8 “Regresión lineal, distancia metro antes del anuncio y precio”. .....	20
Figura 4. 9 “Regresión lineal, distancia metro después del después y precio”. .....	20
Figura 4. 10 “Grafico distancia – precio, curva suavizada” .....	20
Figura 4. 11 “Distribución distancia vs precio” .....	21
Figura 4. 12 “Tabla Promedios, t test” . .....	22
Figura 4. 13 “Modelo hedónico general” .....	23
Figura 4. 14 “Distribución de precio por distancia, estación Irarrázaval” .....	25
Figura 4. 15 “Grafico distancia – precio, estación Irarrázaval” .....	25
Figura 4. 16 “Modelo Hedónico, estación Irarrázaval”. .....	26
Figura 4. 17 “Distribución precio por distancia, estación Monseñor Eyzaguirre” .....	27
Figura 4. 18 “Grafico distancia – precio, estación Monseñor Eyzaguirre” .....	27
Figura 4. 19 “Modelo Hedónico, Monseñor Eyzaguirre”. .....	28
Figura 4. 20 “Distribución precio por distancia, estación Ñuñoa” .....	29
Figura 4. 21 “grafico distancia – precio, estación Ñuñoa” .....	29
Figura 4. 22 “Modelo Hedónico Precio, estación Ñuñoa” .....	30
Figura 4. 23 “Distribución precio por distancia, estación Chile España” .....	31
Figura 4. 24 “Grafico distancia - precio, estación Chile España” .....	31
Figura 4. 25 “Modelo hedónico, estación Chile - España”. .....	32
Figura 4. 26 “Distribución precio por distancia, estación Diagonal Oriente” .....	33
Figura 4. 27 “Grafico distancia - precio, estación Diagonal Oriente” .....	33
Figura 4. 28 “Modelo precio hedónico, estación Diagonal Oriente”. .....	34
Figura 4. 29 “Grafico distancia – precio, estación Plaza Egaña” .....	35
Figura 4. 30 “Modelo Hedónico Precio” .....	36
Figura 4. 31 “Resultados modelos comparados” .....	37
Figura 4. 32 “Grafico, precio promedio por intervalo de distancia.” .....	38

Tabla A. 1 “Matriz de correlaciones, modelo general parte 1 de 2” .....	42
Tabla A. 2 “Matriz de correlaciones, modelo general parte 2 de 2” .....	43
Tabla A. 3 “Matriz de correlaciones, estacion Irarrázaval” .....	43
Tabla A. 4 “Matriz de correlaciones, estación Monseñor Eyzaguirre” .....	44
Tabla A. 5 “Matriz de correlaciones, estación Ñuñoa” .....	44
Tabla A. 6 “Matriz de correlaciones, estación Chile España” .....	45
Tabla A. 7 “Matriz de correlaciones, estación Diagonal Oriente” .....	45
Tabla A. 8 “Matriz de correlaciones, estación Plaza Egaña” .....	46

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCION

## 1.1 Motivación

Santiago ha experimentado en las últimas décadas una fuerte expansión tanto en su población, como en su extensión. El año 2013 fue finalmente aprobado por la Contraloría General de la República el Plano Regulador de la Región Metropolitana en el que se sumaran 10 mil hectáreas al límite urbano, lo que representa un aumento de un 9% del área urbana. Los motivos de este aumento se basan en que se estima que Santiago aumente su población en 1,6 millones de habitantes al 2030<sup>1</sup>. A su vez el parque automotriz también sigue creciendo, la venta de autos nuevos la Región Metropolitana llegó a más de 1,7 millones de vehículos el 2013, lo que equivale a un alza de 7,7% respecto del año anterior<sup>2</sup>.

Ante el continuo aumento del tamaño de la ciudad, su cantidad de habitantes y vehículos circulando, se producen mayores dificultades para que la gente se desplace por la ciudad. Por ende se puede esperar que aquellas viviendas que le provean mayores posibilidades para desplazarse de manera eficiente y segura a sus dueños, serán valoradas positivamente por el mercado, lo que se traduce en un aumento en el precio respecto a las otras viviendas que no poseen esta característica.

Esto se debe a que la valoración que los compradores le entregan a una vivienda en particular, en este caso los bienes raíces, depende de una serie de características implícitas en el bien, por lo que es de esperar que si alguno de los atributos con los cuales cuenta una vivienda se vean modificados, se genere un cambio en el precio de los inmuebles.

El Metro de Santiago es uno de los sistemas de transporte mejor evaluados por los habitantes de la ciudad, el cual a través de los años se ha desarrollado para ampliar sus líneas de servicios con el fin de conectar comunas periféricas de la capital, integrando nuevos usuarios a este sistema de transporte público, satisfaciendo la necesidad de un desplazamiento eficiente a los distintos centros laborales, comerciales y de servicios públicos y privados.

Particularmente, la aparición de las nuevas líneas 3 y 6 del Metro, que conecta comunas periféricas con el Centro, han contribuido a revalorar sectores de la capital que antes estaban desprovistos de este sistema de transporte público.

Con lo expuesto anteriormente, la relevancia del presente estudio radica en determinar el efecto empírico sobre el precio de viviendas, que genera la construcción de nuevas Líneas de

---

<sup>1</sup> Fuente: <http://www.latercera.com/noticia/nacional/2013/11/680-552098-9-contraloria-aprueba-plan-regulador-y-gran-santiago-crece-en-10-mil-hectareas.shtml>

<sup>2</sup> Fuente: Informe anual de Medio Ambiente 2014, Instituto Nacional de Estadísticas.

Metro en la ciudad de Santiago. Y en medir el cambio en el tiempo de la valorización que le dan los compradores de viviendas a la cercanía de esta a una estación del Metro.

## **1.2 Objetivos**

El Objetivo de este trabajo es aplicar el método de precios hedónico para estimar los determinantes de precio, en proyectos inmobiliarios en el área urbana de Santiago, considerando parámetros relativos a las características propias, ubicación y externalidades de proyecto.

En particular busca estimar el impacto sobre el precio de las viviendas, que se genera en las zonas aledañas a las nuevas estaciones de la Línea 3 del Metro, en la comuna de Ñuñoa. Luego determinar si existe relación entre la distancia a la estación y el precio. Junto con esto estimar el efecto que se produce en cada estación de la zona de estudio, y compararlos entre si de manera de verificar si todas las estaciones se ven influenciadas de la misma manera tras la llegada del metro.

Por ultimo analizar cómo ha cambiado la valorización por parte del mercado, de los distintos atributos modelados, comparando los resultados obtenidos con modelos realizados con anterioridad en Santiago.

## **1.3 Estructura y alcance de los capítulos**

### **Capítulo 2: Revisión bibliográfica**

En este capítulo se revisan la bibliografía y datos necesarios para llevar a cabo la investigación, en el primer subcapítulo se encuentra una revisión de trabajos previos que se han realizado para estudiar los determinantes de precio de viviendas en general y en particular el efecto de nuevas estaciones de metro tanto en Chile como el extranjero. En el segundo subcapítulo se aborda el “Modelo de Precios Hedónico”, método ocupado para estimar los determinantes del precio de viviendas. El tercer subcapítulo trata sobre el Metro de Santiago, sus características principales y datos sobre las nuevas líneas en construcción. Por ultimo en el cuarto subcapítulo se encuentran datos y estadísticas de la comuna de Ñuñoa, comuna donde se realizara el estudio.

### **Capítulo 3: Modelación y Análisis de Datos**

En este capítulo se determinan las variables a incluir en el modelo, para caracterizar de la mejor manera posible los departamentos a analizar, teniendo en cuenta la información de que se dispone. Una vez definidas las variables se calcula su valor, para cada uno de los



departamentos y así construir la base de datos con que se modelara. Por último se presenta una serie de análisis de los datos que se obtuvieron.

#### **Capítulo 4: Resultados**

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de la base de datos construida, primero se encuentran gráficos y tablas que muestran la relación entre cada una de las variables explicativas (Identificadas y calculadas en el capítulo anterior) y la variable dependiente (Precio). Luego se encuentran los resultados del análisis multivariable, ocupando la modelación hedónica, tanto para el conjunto total de datos como para cada estación. Finalmente en este capítulo se comparan los resultados obtenidos entre cada estación.

#### **Capítulo 5: Conclusiones**

En este capítulo se presentan las conclusiones del trabajo desarrollado y algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

## CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Antecedentes

La metodología más empleada para cuantificar el impacto en el precio de bienes inmuebles es el uso del modelo de Precios Hedónicos (Ridker y Hening, 1967), herramienta ampliamente utilizada al momento de analizar o tratar de responder las variaciones de precios de viviendas, en relación a sus atributos (físicos, accesibilidad y características socioeconómicas del vecindario, por ejemplo).

Los estudios que miden de alguna forma el impacto de mejoras de transporte sobre el precio de viviendas, difieren en el enfoque exacto con que abordan el problema, pero la idea general es emplear información empírica para implementar un modelo que analice las variaciones de precios entre antes y después del fenómeno estudiado, utilizando un grupo de viviendas afectadas y otro grupo como control, en el cual los efectos de la mejora en accesibilidad no deberían observarse. Dentro de estas investigaciones, la variable dependiente es el precio de transacción, mientras que las variables explicativas son los atractivos propios de las viviendas, el entorno y la cercanía a la mejora en acceso, la cual se mide según las posibilidades de cada autor, siendo comúnmente utilizada la distancia en línea recta a la estación más cercana.

En esta línea existen numerosos trabajos que han relacionado el valor de las propiedades con la cercanía a estaciones de metro u otro sistema de transporte en base a rieles, teniendo como ejemplo los que tratan el sistema BART (Bay Area Rapid Transit) en San Francisco, el cual cuenta con el mayor número de documentos que estudian sus impactos (Diaz, 1999), de acuerdo a los cuales se ha demostrado que los precios de arriendo de viviendas cercanas al BART son mayores que aquellas que están más alejadas, diferencia que depende de las características propias de la edificación (número de dormitorios, baños, tamaño, etc.) y del área en estudio, lo cual ayuda a demostrar que los beneficios en las valoraciones de propiedades varían de acuerdo al sector de la ciudad.

A pesar de los aportes de la teoría económica, en general, no hay evidencia consistente con respecto a la relación entre la cercanía a la mejora de transporte y el valor de las propiedades (Palmucci, 2005). Varias investigaciones hechas en Estados Unidos a distintos sistemas de trenes llegan a resultados mixtos, como es el caso del estudio de viviendas unifamiliares dentro de 21 millas alrededor de estaciones del sistema de Metrorail en Miami, Florida (Gatzlaff, 1993), donde en un estudio de ventas de propiedades entre 1971 (13 años antes de la inauguración de la línea, en 1984) y 1990 las viviendas cercanas a las estaciones fueron transadas en un 5% más que aquellas ubicadas en otros lugares de Miami, pero también se encontraron diferencias en los precios al aproximarse a la línea. Otro estudio que analizó el sistema de transporte de Atlanta, Bowes (2001) aplica un modelo hedónico bajo el cual concluye que las propiedades dentro de un cuarto de milla (400 metros aproximadamente) de la estación de trenes se venden en un 19% menos que propiedades más allá de 3 millas de la estación. Sin embargo propiedades que están entre 1 milla y 3 millas de la estación de trenes tienen un valor significativamente alto comparado con aquellas más lejanas. Los resultados de este estudio sugieren que las

propiedades que están muy cerca de las estaciones son afectadas por las externalidades negativas, pero aquellas ubicadas en una distancia intermedia están por sobre éstas y el beneficio del acceso de transporte proporcionado por la estación. Además, el premio pagado por estar cerca (pero no excesivamente) a las estaciones es mayor en el estrato de vecindarios con altos ingresos que en los de bajos ingresos. Este resultado contradice a Nelson (1992) y sugiere que aquellas personas con mayores ingresos valoran más el hecho de tener una estación cercana, puesto que su costo de oportunidad de viajar es más alto.

En el caso del Metro de Santiago de Chile, existen investigaciones que intentan explicar la variación del precio de las propiedades producto de mejoras en accesibilidad, Anderson (1997), cuantifican la capitalización en el precio de terrenos colindantes a las líneas 1 y 2 del metro de Santiago, pero sólo para estaciones de La Cisterna, San Miguel, Las Condes, Providencia, Santiago, Estación Central y Lo Prado, realizando un análisis ex-post del precio de terrenos. Para ello consideran como variables explicativas el acceso a comercio, la distancia a la estación de metro más cercana y a la avenida principal. Palmucci (2005), realiza una investigación donde estima la capitalización anticipada de la nueva línea 4 sobre el precio de viviendas mediante la utilización de regresiones hedónicas, adaptando el modelo general de renta del suelo presentado por Alonso (1964), y a su vez la literatura relacionada con la evaluación de programas sociales, identificando el cambio promedio en el precio de las viviendas. Los resultados de las estimaciones indicaron la existencia de un efecto de capitalización anticipada en el precio de los departamentos de entre 3,3 % y 4,4 % después del anuncio de la construcción de la línea 4 (mayo de 2001), y entre un 4,4 % y 5,7 % después del proyecto de ingeniería básica (octubre 2001). La distribución de estos efectos no es homogénea, sino que varía con la distancia a la estación de metro más cercana. El trabajo realizado por Aguirre (2008), sobre el “Impacto en el precio de departamentos nuevos del anuncio de la línea 4 del ferrocarril metropolitano de Santiago de Chile”. Afirma que la aparición de la línea 4 del Metro de Santiago tiene un efecto positivo en el precio de los departamentos nuevos, de acuerdo a los resultados del modelo, el mayor impacto sucede con el anuncio de la ubicación de las futuras estaciones (ingeniería básica), presentando valores promedios que van desde el 2,62% al 3,57% para aquellos departamentos ubicados dentro de los 2.000m de trayectoria a cualquiera de ellas, mientras que por el anuncio de la construcción los departamentos aumentan su precio entre 0,85% y 1,16%, correspondiendo en ambos casos a las comunas de Providencia y Macul, respectivamente. Luego, el impacto promedio de la nueva línea está entre el 3,47% 4,73%

## **2.2 Modelo Hedónico**

La idea sobre la cual se basa el modelo, es que un bien raíz está constituido por un conjunto de atributos, entonces su precio de mercado se puede explicar como un agregado de los precios individuales de cada atributo. Mediante las herramientas que nos entrega la Estadística (Econometría), es posible cuantificar la contribución de cada uno de los atributos analizados al valor global.

En otras palabras, el modelo permite identificar la importancia relativa de cada atributo en el valor asignado por el mercado a un bien raíz, mediante lo cual es posible determinar cómo cambiará dicho valor al variar la cantidad y calidad en que se encuentra presente cada uno de estos atributos, y consecuentemente, predecir precios.

El modelo crea una función de precio, cuyos parámetros sean los atributos del bien raíz a analizar. La aplicación estándar del método se ocupa la siguiente ecuación del precio:

$$P = f(I, V, U, Z, E) \quad (1)$$

Donde P corresponde al precio del bien raíz, el cual será determinado por la función  $f$ .

Los argumentos se agrupan en cinco grandes categorías:

- $I$ : Características inherentes al inmueble (Superficie del terreno, superficie construida, arquitectura y diseño, calidad de materiales, etc.).
- $V$ : Características del vecindario (Nivel socioeconómico, seguridad, tipo de residentes, etc.)
- $U$ : Características de ubicación del bien raíz (Área residencial comercial o industrial, distancia geográfica y accesibilidad)
- $Z$ : Características determinadas por la ubicación del bien raíz en el plano regulador.
- $E$ : Externalidades presentes en el entorno (Áreas Verdes, contaminación, etc.).

La forma funcional  $f$  en (1) no necesariamente corresponde a una expresión lineal, debido a que la relación entre el precio y las variables explicativas suele no serlo. Es decir, a medida que aumenta la cantidad de un atributo, por ejemplo la superficie, la magnitud del impacto sobre el precio final no se calcula como una razón constante. La experiencia empírica demuestra que la relación entre el precio y las variables explicativas tiende a adoptar formas funcionales logarítmicas (por ejemplo, el impacto de cambios en la superficie sobre el precio tiende a decaer a medida que aumenta significativamente la superficie).

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 * X_{1i} + \beta_2 * X_{2i} + \dots + \beta_n * X_{ni} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Donde  $x_{ki}$  son los atributos a modelar de la  $i$ -ésima de la vivienda. Estos son los argumentos de la función por tanto conocidos y  $b_k$  son los parámetros asociados al atributo  $x_k$ . Y  $\varepsilon_i$  un error aleatorio. Al expresar la ecuación de precios de esta manera se puede crear una base de datos con los bienes raíces ya vendidos, de los cuales se conoce su precio y sus atributos. Luego aplicando regresiones logarítmicas conocemos los parámetros asociados a cada atributo, los cuales indican el aporte de cada argumento al precio. Para validar la elección de dicho modelo se emplearán los estadígrafos  $R^2$  ajustado,  $t$  de Student y el test de Fisher (F), basados en las pruebas más comunes en las investigaciones citadas.

A partir de una ecuación hedónica es posible elaborar un modelo de determinación y simulación de precios que permite, entre otras cosas, determinar cuánto valora el mercado el cambio en alguna característica del proyecto (por ejemplo una nueva estación de metro). Para ello, se estima el precio en ausencia de la característica y luego se la compara con aquél que la incorpora. El diferencial entre ambas predicciones representa la valorización que según el modelo debiera experimentar el bien raíz producto de la ejecución del proyecto.

Es así como se pretende determinar cuál es la Valorización por parte del mercado la creación de nuevas líneas del Metro, y así conocer si la disminución de tiempos de viajes que genera el metro, se ven reflejados en un alza en los precios de las viviendas aledañas a las estaciones de Metro.

Un problema siempre presente en regresiones de modelos hedónicos es el de la multicolinealidad entre las variables explicativas del precio de la vivienda. En general, es esperable que casas grandes también tengan muchos dormitorios, y varios baños, y estén ubicadas en buenos barrios, y estén construidas con mejores materiales, etc. Asimismo, es muy posible que las viviendas que no tengan agua ni alcantarillado también se encuentren en barrios marginales, y sean más pequeñas, y tengan menos dormitorios, y estén construidas con materiales de menor calidad. El resultado de este fenómeno es que tiende a existir asociación entre las variables, por lo que las muestras obtenidas de un universo cualquiera tenderán a mostrar altos grados de multicolinealidad, es decir, de correlación o asociación, entre varias de las variables que contengan.

Una forma de manejar el problema de la multicolinealidad es utilizar componentes principales de las variables correlacionadas. Estos componentes principales pueden ser entendidos como una transformación de los datos que resume la información contenida en un conjunto de variables con algún grado de correlación entre ellas en un reducido número de factores no correlacionados entre sí, y que mantiene una importante proporción de la variabilidad existente en el conjunto original de variables.

## **2.3 Metro de Santiago**

En el año 1969 se diseñó para Santiago una red de metro como eje articulador del sistema de transporte de Santiago. Dicho plan tenía siete líneas de metro que se construirían de acuerdo a la evolución de la demanda. En 1975 comenzó a funcionar el primer tramo Moneda – San Pablo, correspondiente a la Línea 1. Posteriormente, la Línea 1 se extendió hasta la Escuela Militar en 1980 y se construyeron las Líneas 2, 5 y 4, que comenzaron a operar en 1987, 1997 y 2007 respectivamente.

El metro tiene un rol primordial como articulador del sistema de transporte, por lo que el plan Transantiago considera inversiones importantes para mejorar y extender la red de metro. En

este contexto es que en el 2011 se anuncia la construcción de las Líneas 3 y 6 contemplan 28 nuevas estaciones con lo que se beneficiará a cinco comunas nuevas: Huechuraba, Conchalí, Independencia, Cerrillos y Pedro Aguirre Cerda y sumarán en conjunto unos 129 millones de viajes al año. La estructura de la red, incluyendo las nuevas líneas y estaciones se muestra en la figura 2.1.

De esta forma, la Línea 3 contempla un trazado de 22 km de extensión con un total de 18 estaciones, las que se emplazarán desde el norte de la ciudad, uniendo Américo Vespucio Norte con Independencia, pasando por el centro de Santiago, siguiendo por Avenida Matta, Irrazaval, Tobalaba hasta llegar más allá de la Plaza Egaña. Beneficia directamente a 6 comunas y a cerca de 660 mil personas. Por su parte, la Línea 6 considera 10 estaciones en un trazado de 15,3 km. Que conectarán el sector poniente de Santiago uniendo Cerrillos y Providencia, y cruzando sectores como Franklin, Ñuble, el Estadio Nacional y el eje Pedro de Valdivia. Ambos proyectos tienen un costo de US\$ 2.758 millones y está contemplado que Línea 6 comience a operar a mediados de 2016 mientras que Línea 3 lo hará, en su primera etapa, en 2017 finalizando todo el proyecto durante el año 2018. Una vez que estén operativas las nuevas Líneas, la Red de Metro tendrá una extensión de 140 km. Conectando 26 Comunas de la capital con 136 estaciones. Y ya se encuentra en estudio la ampliación de las actuales líneas 3 y 2 hacia Quilicura y San Bernardo respectivamente.

En particular este trabajo se desarrolla en el segmento de la Línea 3 que se construye en la comuna de Ñuñoa, este tramo comprende seis estaciones ubicadas en el eje Irrazaval desde el Parque Bustamante hasta la Plaza Egaña, estas estaciones son:

**Irrazaval:** Estación ya existente, pertenece a la Línea 5 por lo que en el futuro será estación de combinación. Ubicada en Irrazaval esquina General Bustamante.

**Monseñor Eyzaguirre:** Nueva estación, ubicada en Irrazaval esquina Monseñor Eyzaguirre.

**Ñuñoa:** Nueva estación, esta estación será combinación con la línea 6, también en construcción. La estación está ubicada en la intersección de Irrazaval esquina Pedro de Valdivia.

**Chile-España:** Estación nueva, ubicada en Irrazaval esquina Chile-España.

**Diagonal Oriente:** Estación nueva, ubicada en Irrazaval esquina Diagonal Oriente.

**Plaza Egaña:** Estación ya existente, y será la futura combinación de la línea 3 con la línea 4, la estación se encuentra ubicada en la plaza del mismo nombre.

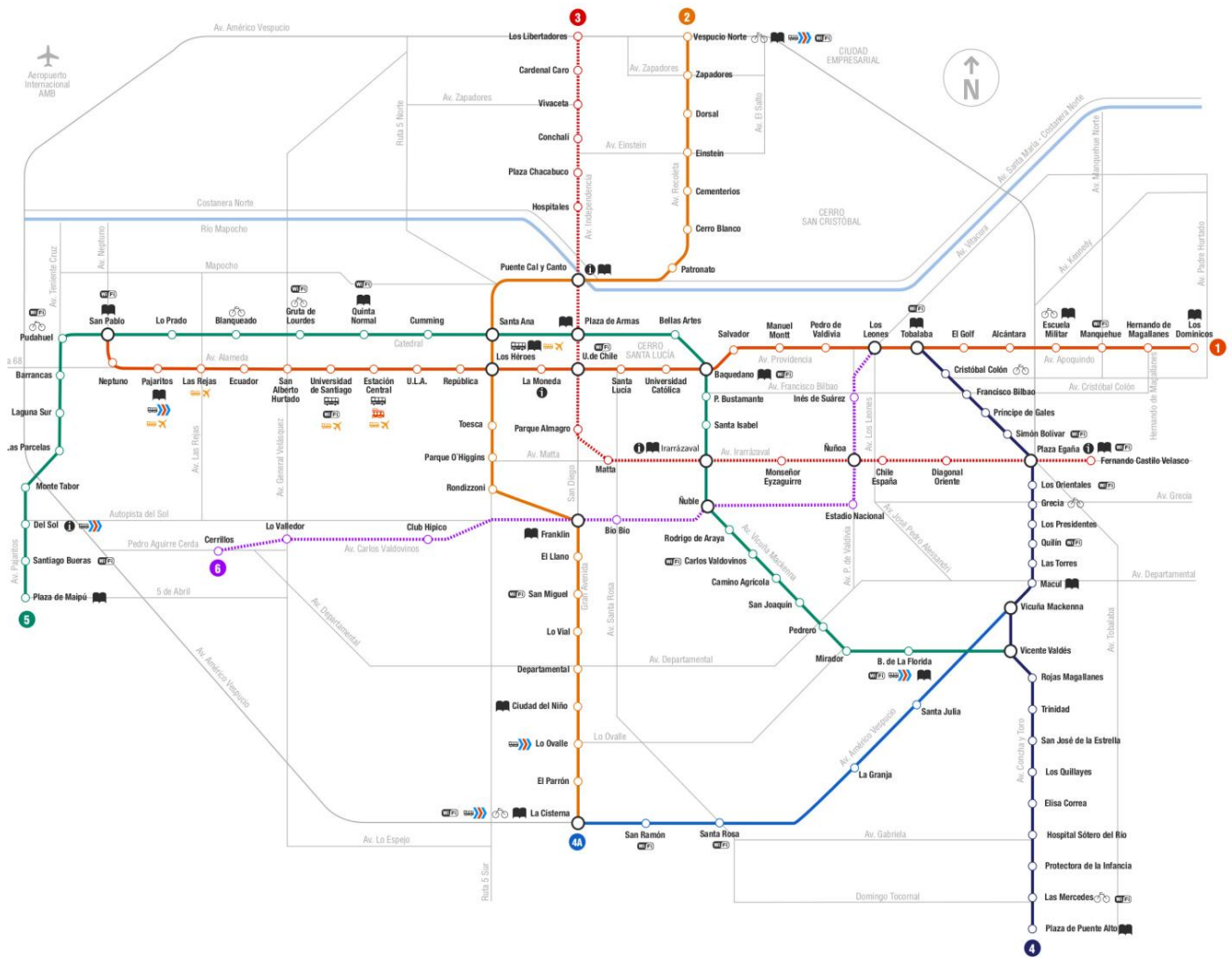


Figura 2. 1 “Plano de la red de Metro de Santiago, incluye líneas en construcción”  
Fuente: “Metro de Santiago”.

## 2.4 Ñuñoa

El estudio se enfocó en un sector de la nueva Línea 3, el que cruza la comuna de Ñuñoa, por lo que se analizara brevemente las características generales de la comuna.

La primera característica a abordar es el Plano Regulador comunal, este fue aprobado el año 2007. En este plan se definieron 20 zonas. Dentro de las cuales se encuentra la Zona 1ª, en rojo en la Figura 2.2. Esta zona comprende el Eje Irarrázaval, que es el mismo eje por donde pasa la nueva línea de metro. En esta zona están permitidas las construcciones de mayores alturas y densidades de la comuna, luego esta la Zona Z2 (Rosado en el mapa), que delimita las zonas aledañas a las avenidas transversales que cruzan Irarrázaval (Av. Pedro de Valdivia, Av. Antonio Varas, Av. Chile – España y Av José Pedro Alessandri). En la Zona Oriente de la comuna se ve la Zona 4m (Azul), donde la altura máxima de construcción esta muy limitada por lo que hay pocos edificios y los existentes fueron construidos hace varios años atrás. La Zona Poniente se encuentran las Zonas Z3a y Z3b (Celeste y café respectivamente). Estas zonas tienen una mayor altura máxima de construcción, pero densidades medias.

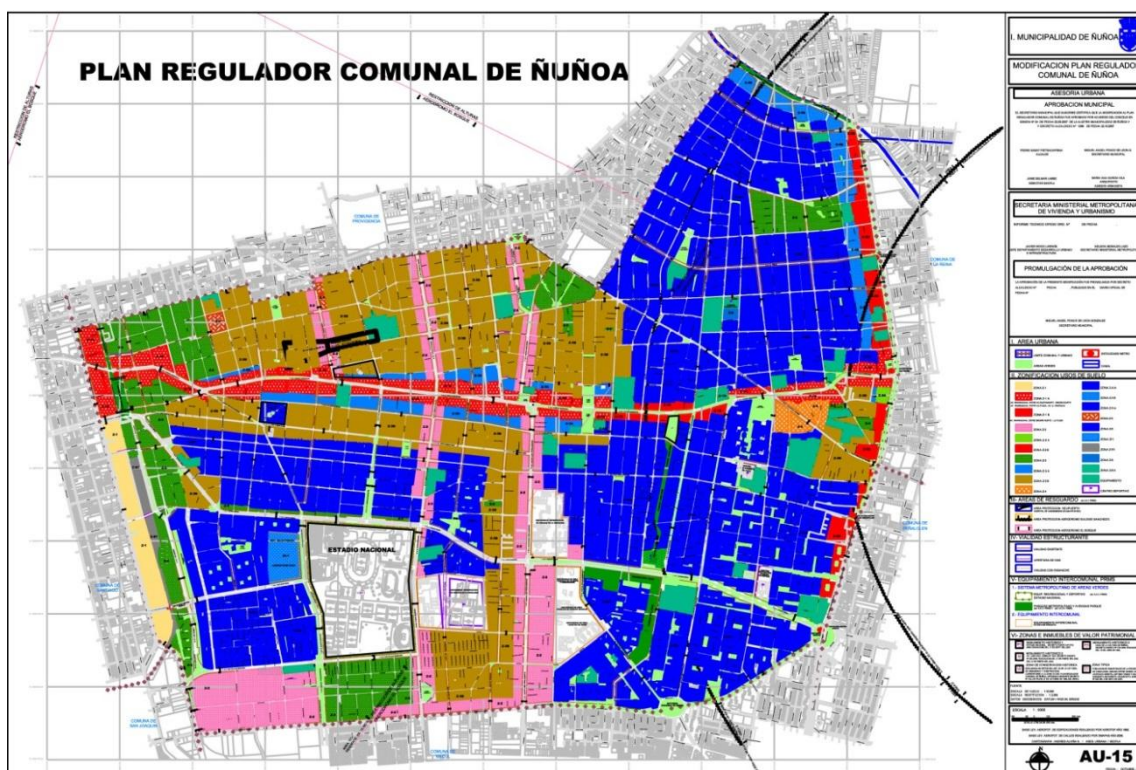


Figura 2. 2“Plano Regulador comunal de Ñuñoa”.

Fuente: Municipalidad de Ñuñoa.



En la figura 2.4 se presenta un acercamiento a sector de Ñuñoa donde se encuentran ubicadas las estaciones del análisis.



*Figura 2. 3 "Plano Regulador Comunal de Ñuño, Zona línea 3 de metro"*

Fuente: Municipalidad de Ñuñoa.

En la figura 2.4 se encuentra la tabla que muestra la distribución de tipo de vivienda en la Comuna, se observa que al 2009 el 58% de las viviendas de la comuna son departamentos, y el porcentaje de viviendas tipo departamentos a aumentado sistemáticamente desde el 2003 a 2009.

Tipo de Vivienda	2003	2006	2009	% según 2009
Casa	21.551	18.426	20.907	41,85
Departamento	27.965	27.312	28.942	57,94
Pieza	155	0	103	0,21
Otro Tipo	0	300	0	0
Total	49.671	46.038	49.952	100

*Figura 2. 4 "Tipo de vivienda, comuna de Ñuñoa"*

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), Ministerio de Desarrollo Social.

Por último se tiene la Figura 2.5 que muestra de ingresos promedio por hogares, de esta tabla se observa que la comuna de Ñuñoa posee ingresos por sobre la media del País, y por sobre la media de la región.

Ingresos Promedios	2003	2006	2009	Región	País
Ingreso autónomo	1.059.354	1.430.379	1.249.592	995.759	735.503
Subsidio monetario	1.135	1.941	5.641	12.724	18.792
Ingreso monetario	1.060.489	1.432.320	1.255.232	1.008.483	754.295

*Figura 2. 5 "Ingreso promedio, comuna de Ñuñoa"*

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), Ministerio de Desarrollo Social.

## CAPÍTULO 3: MODELACION

Para realizar el estudio se accedió a una base de datos proporcionada por la empresa Inciti, esta empresa recopila desde el conservador de Bienes raíces todas las transacciones de viviendas en Santiago desde el año 2008 hasta comienzos del 2014.

Con dichos datos la empresa realizó una base de datos con las transacciones que se realizaron en una franja de 800 metros (400m hacia el norte y 400m al sur) del eje Irarrázaval entre Av. Vicuña Mackenna y Av. Ossa. En este eje es en el que se construye cuatro nuevas estaciones de metro, pertenecientes a la nueva Línea 3 del metro, y se conectarán con las estaciones ya existentes Estación Irarrázaval y Estación Plaza Egaña.

La base de datos contiene el precio de venta con que se inscribió la propiedad en el Conservador de Bienes Raíces (expresado en Unidades de Fomento), la dirección del departamento e indica si la venta incluyó bodega y estacionamiento. También indica la fecha en que fue inscrita la propiedad. En total se cuenta con 5.162 transacciones.

Con la dirección de los departamentos se calculó la distancia a la estación de Metro más cercana, la distancia a la Plaza Ñuñoa y se buscó su zona en el Plano regulador Municipal. Finalmente se crearon una variables Binarias, en la que se indica si la inscripción se realizó antes (0) o después del Anuncio (1) de la construcción de la nueva línea y su trazado.

Es importante señalar que la base de datos proporcionada lamentablemente no contiene el tamaño de cada departamento. Esta es una gran limitante al implementar el modelo, ya que existe una clara e importante relación entre el área de los departamentos y el precio de estos, por lo que de no existir esta variable le agrega un nivel alto de incertidumbre al modelo y disminuye su capacidad predictiva. De todas maneras es posible realizar el modelo y poder sacar conclusiones respecto a las variables existentes y su comportamiento.

En resumen las variables con que se dispone para modelar son las siguientes:

- Inherentes al inmueble: Estacionamiento y Bodega. Variables binarias indican la presencia "1" o ausencia "0" de la variable.
- Características del vecindario: Estación más cercana. Seis variables binarias, una por cada estación.
- Ubicación de bien raíz: Zona plano regulador. Ocho variables binarias, una para cada zona del Plano Regulador.
- Externalidades: Distancia estación de Metro y Anuncio. La variable distancia a metro esta expresada en metros, mientras que la variable Anuncio es binaria.

A continuación se muestran algunos gráficos que representan los datos de la Base. En la figura 3.1 se encuentra el gráfico de la cantidad de departamentos vendidos (inscritos) por año. En este gráfico se observa que a partir del año 2010 la cantidad de departamentos vendidos aumento significativamente respecto a los años anteriores (año en que se anuncia el trazado de las nuevas líneas de metros), del año 2014 únicamente se tiene datos de los primeros meses, lo que explica la menor cantidad de datos que se tienen.

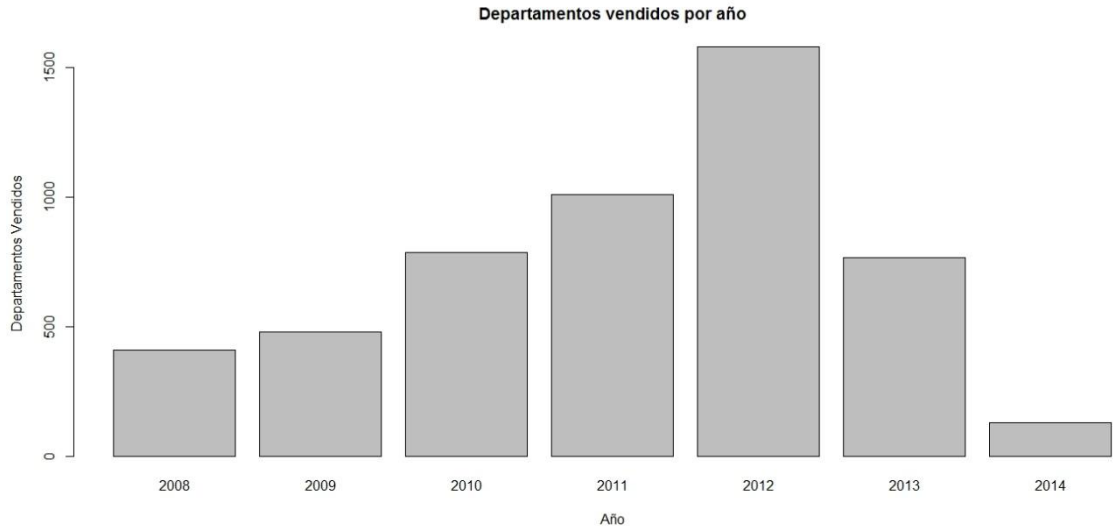


Figura 3. 1 “Departamentos vendidos por año”

En la figura 3.2 se observan la cantidad de departamentos, entre los años 2008 a 2014, vendidos por zona del Plano Regulador Comunal. En este gráfico se observa que en las zonas Z1a, Z3a y Z3b, concentran gran parte de los departamentos vendidos.

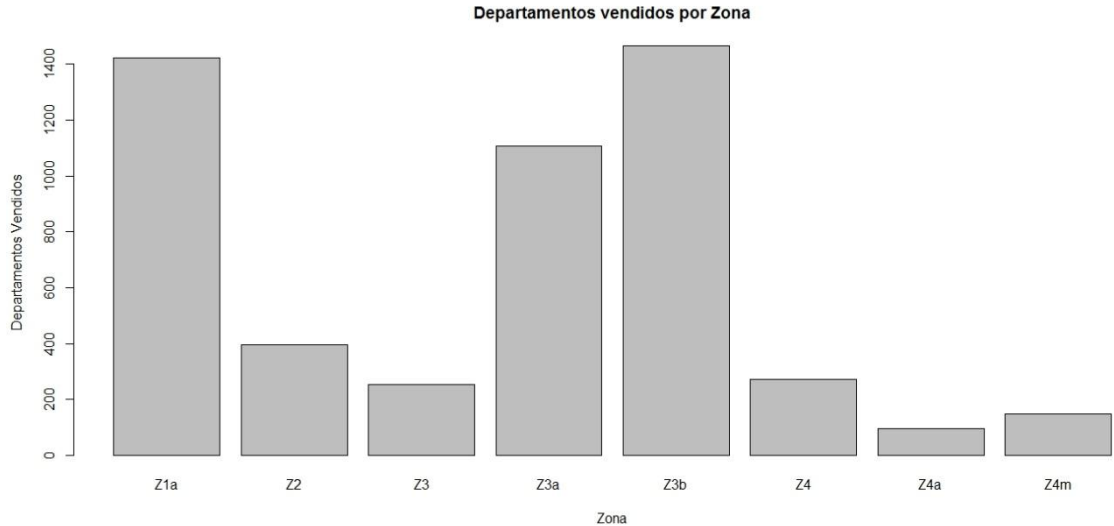


Figura 3. 2 “Departamentos vendidos por zona de plano regulador, años 2008 a 2014”

Luego en la figura 3.3 se observa el histograma de los valores de precio que hay en la base. En el grafico se muestra que la mayor concentración de precios se ubica entre las 2.500 a 3.000 U.F. Luego la frecuencia de precios se reduce tanto para valores mayores como menores. La distribución se carga ligeramente hacia los valores menores.

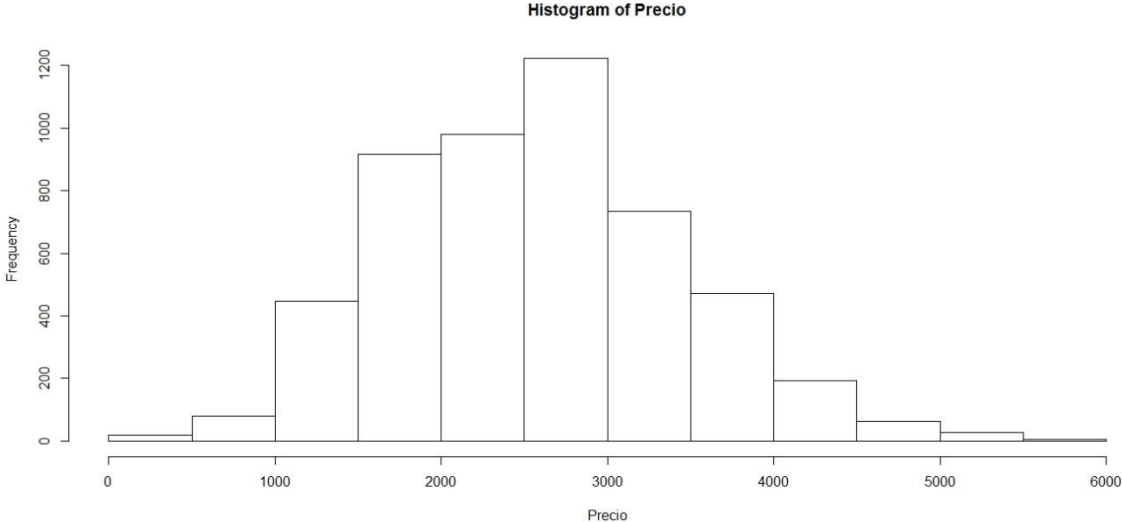


Figura 3. 3“Histograma de precio venta departamentos, años 2008 a 2014”

Finalmente en la figura 3.4 se tiene el grafico de cantidad de departamentos vendidos por estación. El grafico muestra que las estaciones Monseñor Eyzaguirre, Ñuñoa y Chile España son las que más se vendieron departamentos, mientras que las estaciones Plaza Egaña e Irarrázaval son las estaciones con menos departamentos vendidos en el periodo de tiempo a analizar, y a la vez son las estaciones que ya cuentan con estación de Metro.

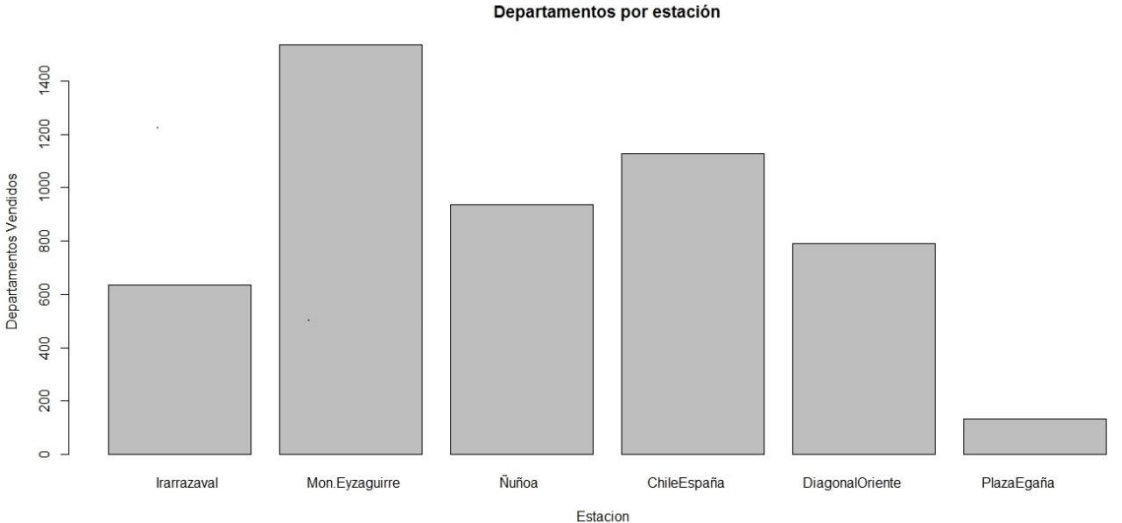


Figura 3. 4“Departamentos vendidos por Estación, años 2008 a 2014”

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS

El análisis de los resultados, se subdividió en dos etapas. En la primera se estudió los resultados al modelar el total de los registros de la base de datos, para así analizar cómo se vio afectado el precio de los departamentos en todo el eje Irrarázaval luego del anuncio de la construcción de la nueva línea del Metro. Con este análisis se observó cómo interactúan las distintas variables con el precio de manera global, y comparar el comportamiento por estación. Finalmente se realiza la modelación hedónica global para conocer cómo interactúan en su conjunto las distintas variables.

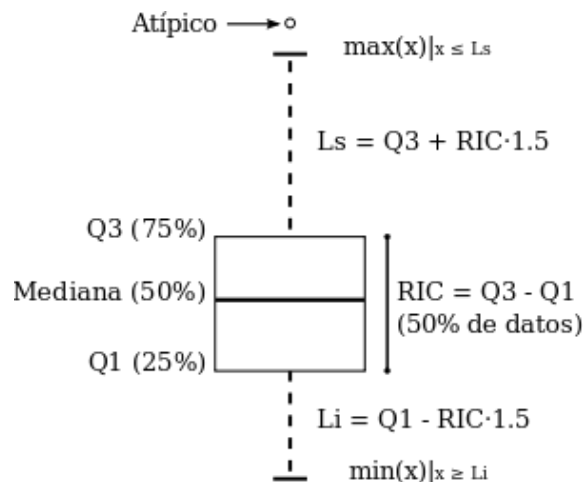
En la segunda etapa se realiza un análisis similar al anterior, pero esta vez dividido por estaciones, de manera conocer el comportamiento particular que se da en cada estación. Al igual que en el análisis global, por cada estación se realizara un modelo de Precios Hedónico.

### 4.1 Resultados Generales

En esta sección se muestra y analiza los resultados obtenidos del conjunto de todos los datos de la base. Primero se estudia la relación entre las distintas variables independientes del modelo con la variable dependiente, el precio.

En la figura 4.2 se grafica la distribución<sup>3</sup> de precio de departamentos por año de venta. Mientras que la figura 4.3 muestra una tabla con el valor medio por año, y el intervalo de significancia para la de diferencia de media, calcula usando la función notch del programa R project.

<sup>3</sup> Para graficar las distribuciones se ocupa la función Boxplot que ofrece el programa R Project, este grafico muestra la mediana de la muestra, el primer y tercer quintil. La Figura 4.1 muestra el diagrama de los valores graficados con la función Boxplot.



“Diagrama del grafico de caja (boxplot)”

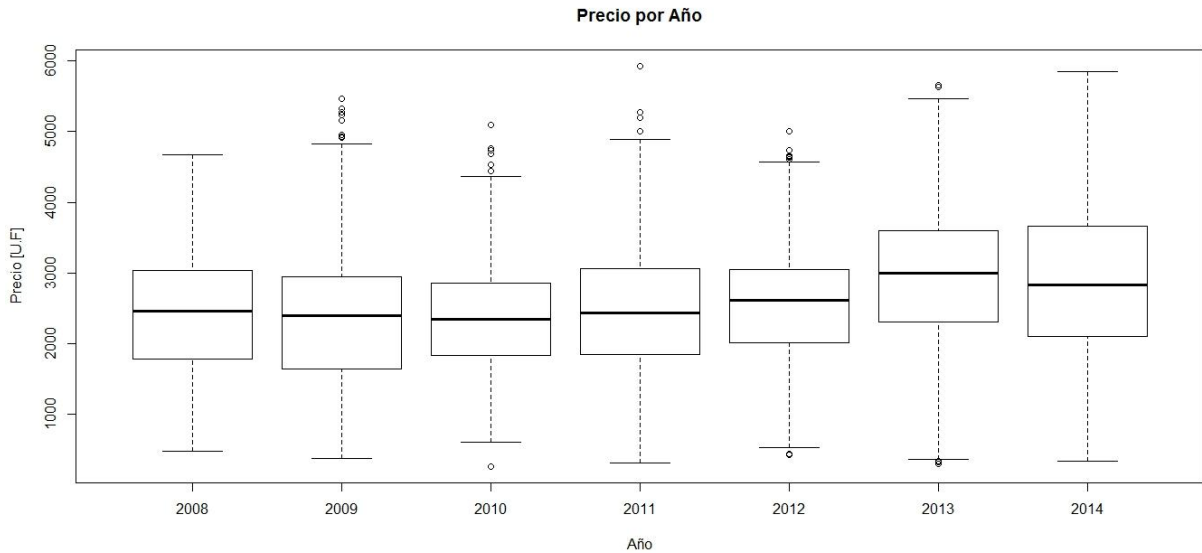


Figura 4. 1 “Distribución precio por año”

Dato	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Media	2455	2400	2347	2431	2620	2993	2829
Límite superior Intervalo Confianza	2.357	2.306	2.290	2.370	2.579	2.919	2.614
Límite superior Intervalo Confianza	2.553	2.494	2.404	2.492	2.661	3.067	3.045

Figura 4. 2 “Media de precio por año”

En las figuras 4.1 y 4.2, se puede observar que entre los años 2008 y 2010 no existe variación estadísticamente significativa de la media de los precios de departamentos, luego del año 2010 hasta el 2013 se produce un aumento en la media estadísticamente significativa, luego del año 2013 a 2014 vemos una pequeña disminución en la media. Estos resultados son consistentes con la hipótesis, de que tras el anuncio de la construcción de la línea del metro el precio de los departamentos aumenta, hasta que se estabilizan al traspasar toda la plusvalía de la nueva línea de Metro a los precios. En la figura 4.2 también se observa que el los valores del primer quintil de los departamentos se mantiene relativamente constante en los años, mientras que el quinto quintil si aumenta su valor considerablemente a partir del anuncio en el 2010. Esto significa que al igual que antes del anuncio de la nueva línea de metro, cerca del 20% de los departamentos más económicos se transaron por menos de 2.000 UF, mientras que los departamentos más caros si han aumentado su precio.

La distribución del precio de los departamentos por futura estación, se muestra en la figura 4.3. Mientras que en la figura 4.4 se grafica la distribución de precios por estación, divididos en antes y después del anuncio de construcción.

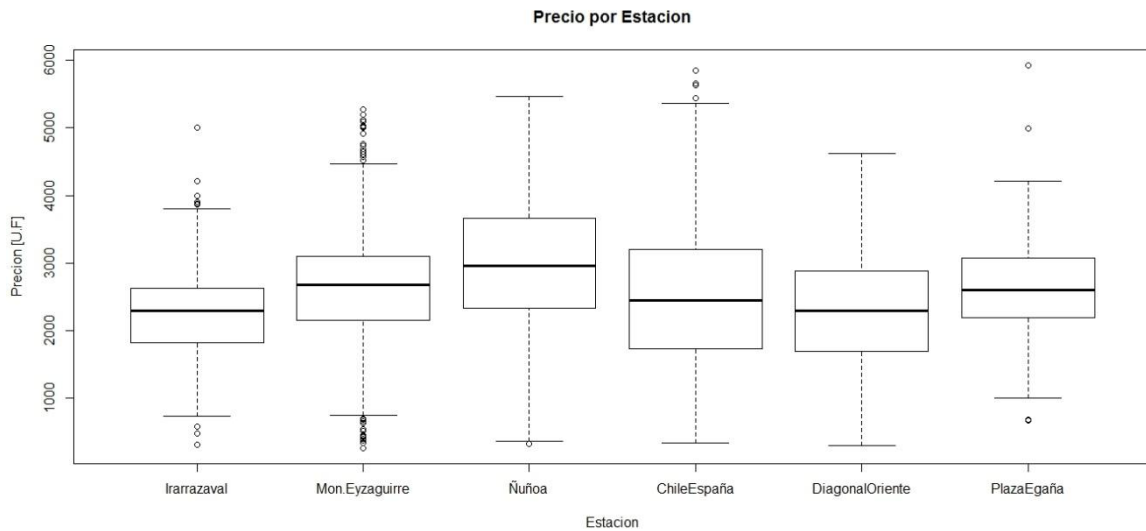


Figura 4. 3 "Precio por estación".

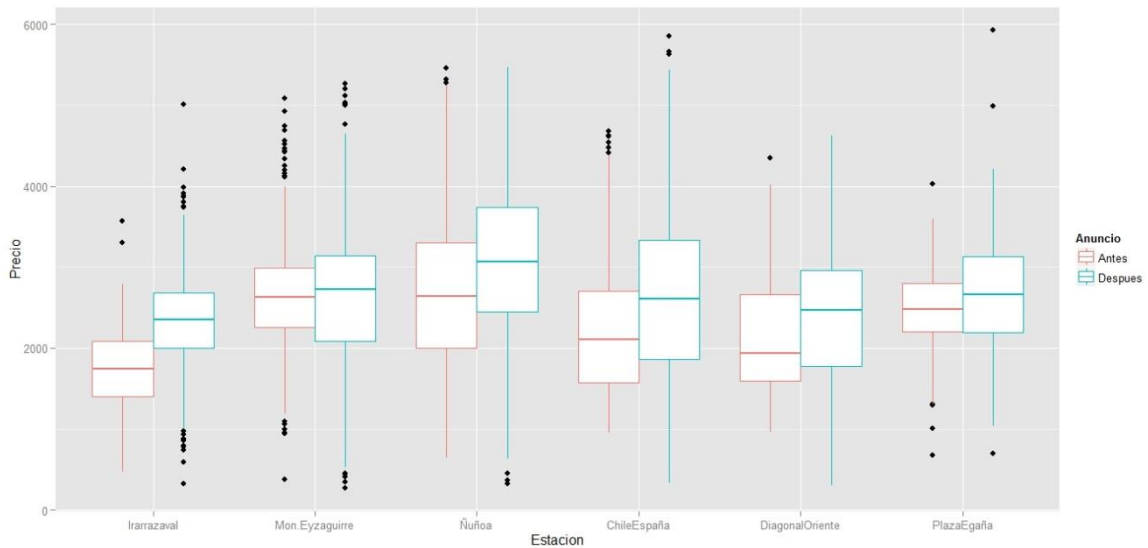


Figura 4. 4 "Precio por estación, situación antes y después de anuncio".

En las figuras 4.3 y 4.4 se observa que cada estación tiene diferentes medias, los mayores precios se encuentran en la estación Ñuñoa y a medida que se alejan de esta los precios tienden a disminuir. La figura 4.4 también muestra que si bien en todas las estaciones existe un aumento en el precio de los departamentos, este aumento no es homogéneo para todas las estaciones.

En la figura 4.5 se muestran datos combinados de cantidad de departamentos vendidos por año por cada. En el eje x se tienen las diferentes estaciones, en el eje y esta el año de venta, el área de cada uno de los rectángulos representa la cantidad de departamentos vendidos en aquella estación ese año.

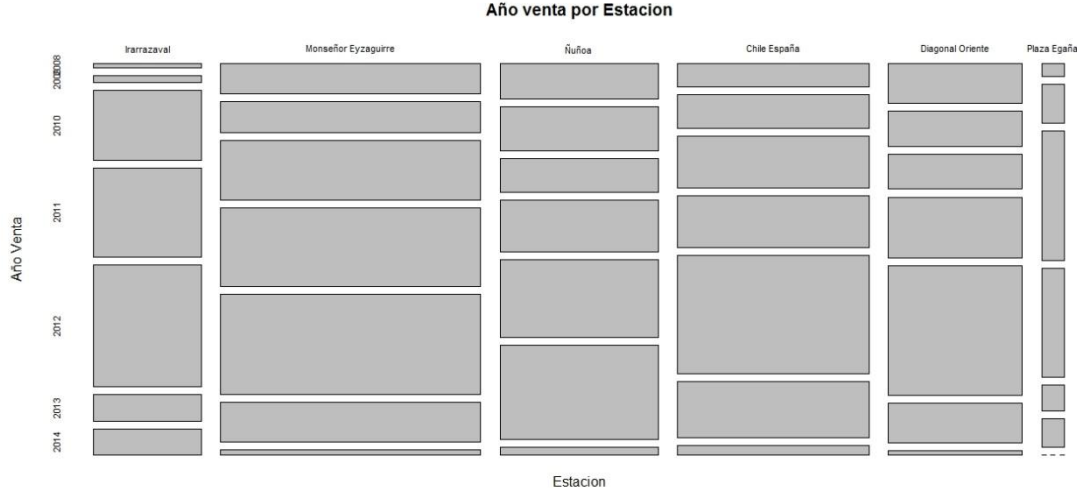


Figura 4. 5 “Cantidad de ventas por año y por estación”

La figura 4.5 muestra como a partir del año 2011 la cantidad de departamentos vendidos aumenta considerablemente, especialmente en las Estaciones Monseñor Eyzaguirre, Ñuñoa y Chile España, que son las estaciones más distantes a las líneas de metro ya construida. De este aumento de departamentos vendidos por año podemos descartar que el aumento en el precio de los departamentos se deba a una disminución en la oferta de departamentos en la zona, como se podría esperar por ley de oferta-demanda de la economía clásica.

Como se mencionó en el capítulo 2, en la comuna de Ñuñoa existen distintas zonas establecidas en el Plano Regulador Municipal. En el sector del análisis existen ocho distintas zonas del plano regulador, en la figura 4.6 se muestra la distribución de precio por zonas.



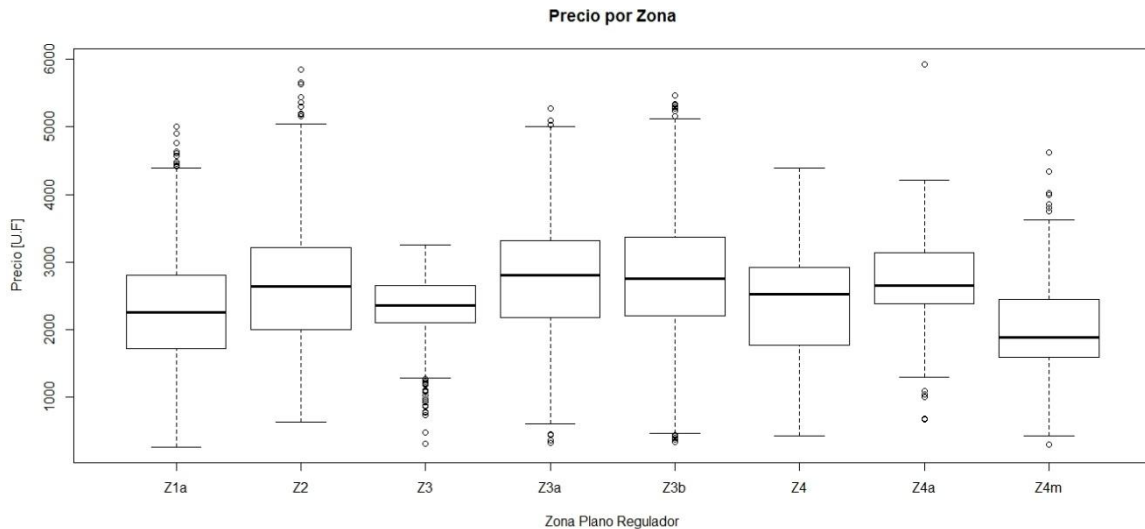


Figura 4. 6 “Precio por zona Plan Regulador Comunal”

De la figura 4.6 se observa que no existe gran diferencia entre el precio medio entre cada zona, las medias más bajas están en la zona Z1a, que corresponde al eje Irarrázaval y la zona Z4m. Esto nos indica que la zona más próxima a Irarrázaval tiende a tener menor valor que el resto de las zonas. Las razones que explican esta situación son que el efecto negativo sobre el precio que produce la congestión, ruido, seguridad y otras externalidades negativas que producen las grandes avenidas como Irarrázaval, tienden a contrarrestar el efecto positivo de la estación del metro. Junto con esto el plano regulador permite en esta zona la construcción mayores alturas y densidades por lo que los edificios en esta zona tienden a ser más altos y tienen más departamento por piso, cualidades que por lo general disminuyen el valor de los departamentos.

Los sectores que poseen las medias de precios más altos son las zonas Z3a y Z3b, estas zonas se extienden al norte y el sur de Irarrázaval entre el Parque Bustamante y la plaza Ñuñoa, se encuentran cerca de las estaciones pero en calles interiores más pequeñas, lo que es un resultado esperado por lo revisado en la bibliografía.

A continuación se prosigue con el análisis entre la distancia a la estación de metro más cercana con el precio. La figura 4.8 muestra el gráfico distancia estación vs precio, divididas por las ventas realizadas antes del anuncio y aquellas realizadas después de este. Junto con estos datos se graficaron las recta más representativa de los datos (Regresión lineal), y una sombra sobre esta que muestra el error estándar, los datos de las regresiones se encuentran en las figuras 4.9 y 4.10. El segundo gráfico muestra una curva suavizada por R (ocupando el método GMA).

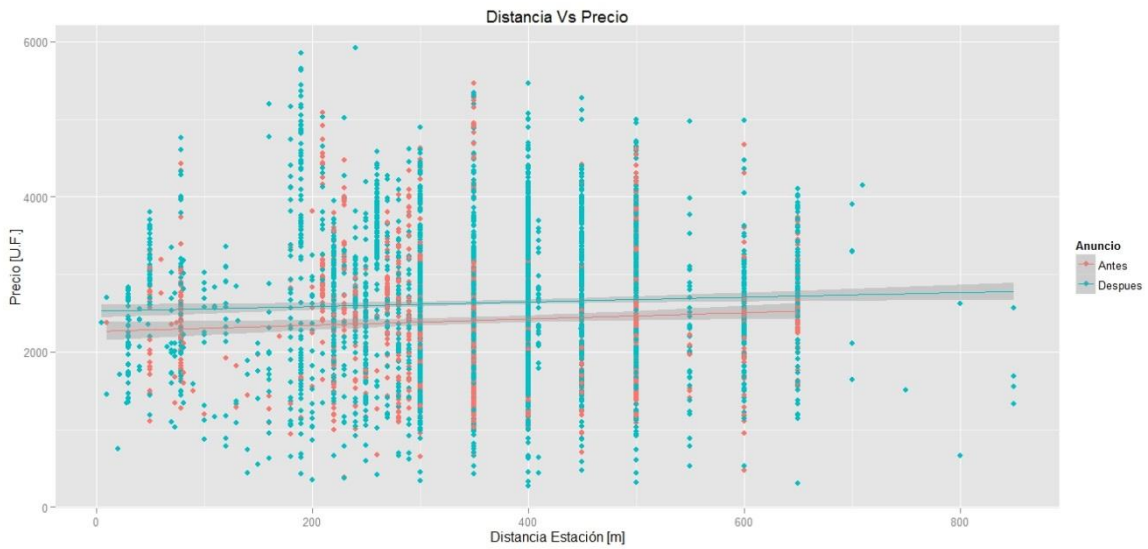


Figura 4. 7 “Grafico distancia – precio, regresión lineal”

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	R <sup>2</sup>
(Intercept)	22.656	61,101	37,075	<2e-16	
Dist. Metro Antes	0,402	0,159	2,525	0.0117	0,003755

Figura 4. 8 “Regresión lineal, distancia metro antes del anuncio y precio”.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	R <sup>2</sup>
(Intercept)	25.266	431,283	58,584	<2e-16	
Dist. Metro Despues	0,300	0,111	2,707	0,00683	0,001693

Figura 4. 9 “Regresión lineal, distancia metro despues del despues y precio”.

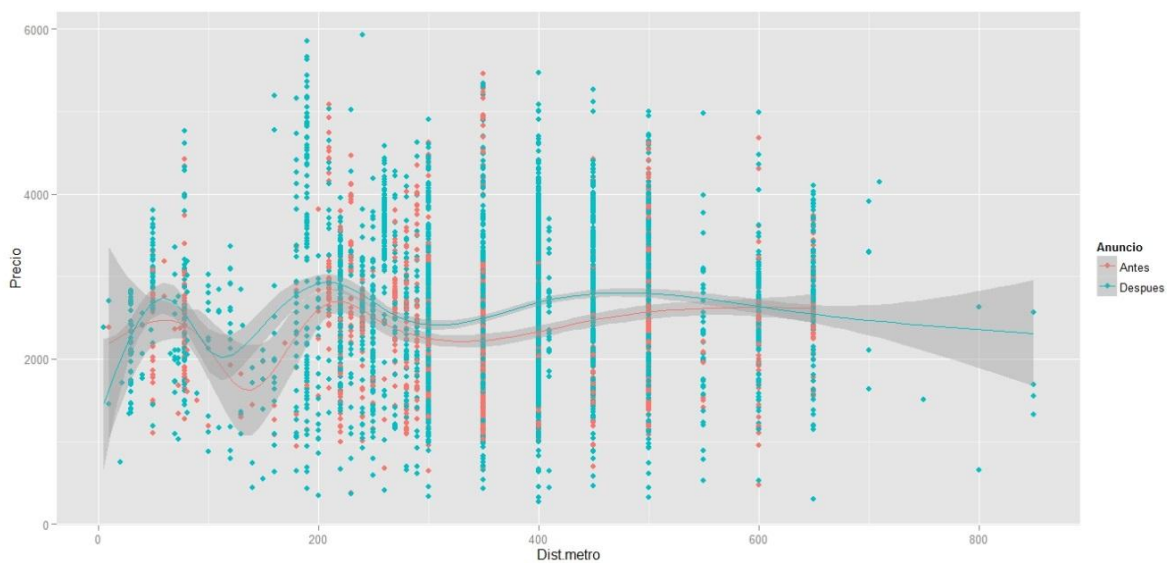


Figura 4. 10 “Grafico distancia – precio, curva suavizada”

De las tablas de las figuras 4.8y 4.9 podemos observar que si bien las rectas son poco predictivas del precio ( $R^2$  bajo), estas rectas si son significativas ( $P < 0,05$  por lo que se rechaza hipótesis alternativa: no existe relación entre precio y distancia al metro).

Al analizar las pendientes de las rectas de las regresiones lineales vemos que ambas son positivas, esto significa que a medida que aumenta la distancia a la Estación, el valor tiende a aumentar también. Ahora al comparar las pendientes antes y después del anuncio vemos que la pendiente disminuye, esto significa que los departamentos que están más cerca a la estación aumentaron su valor en mayor medida que los departamentos más lejanos luego del anuncio.

En la figura 4.10 se observa que ambas curvas suavizada (antes y después) posee tres máximos locales, el primero cercano a los 80 m, el segundo alrededor de los 220 [m] y un tercero cercano a los 500 m. al comparar las curva antes y después vemos que tienen un comportamiento similar, pero la curva de valores de después del anuncio es más alta y está ligeramente desplazada hacia la izquierda (valores menores en la distancia).

Otra manera en que la bibliografía (Bowes 2001 y Palmuci 2005) realiza el análisis es agrupar los datos de distancia en tres conjuntos, los que se encuentran cerca de la estación (Distancia metro < 200 m), luego los que están a una distancia media (200m < Dist. Metro < 500m), y los que están lejos de lejos de las estaciones (Dist. Metro > 500m). En el siguiente grafico se muestra la distribución de precio por cercanía a estación, antes y después del anuncio.

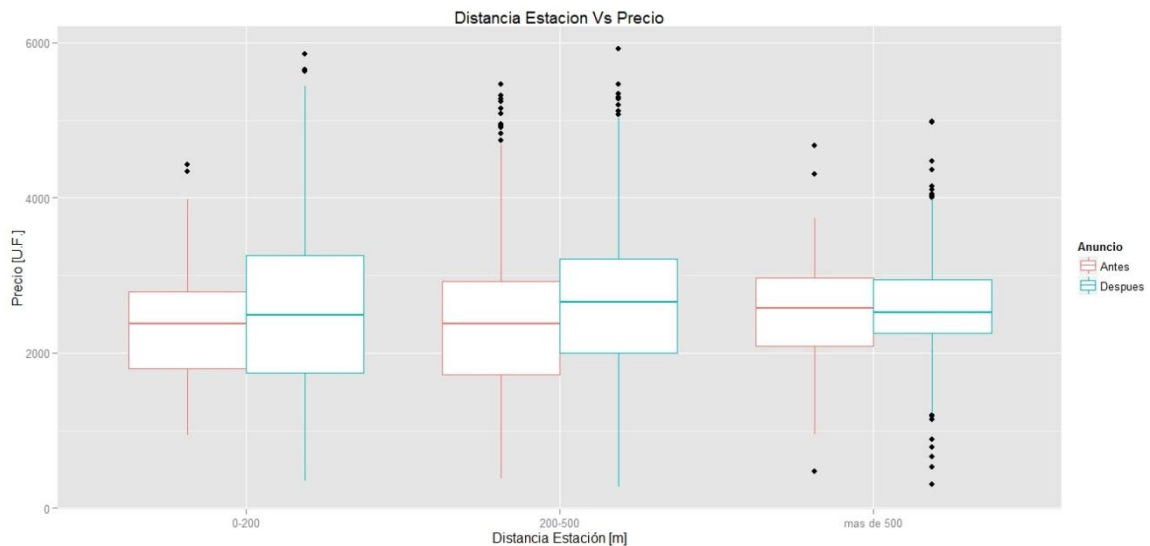


Figura 4. 11 “Distribución distancia vs precio”

En la figura 4.11 se observa que la media de los departamentos más cercanos a la estación aumenta en menor medida que los departamentos a una distancia media, mientras que los más lejanos su media disminuye levemente la media.

Estos resultados concuerdan con nuestra hipótesis y resultados de otros estudios (Bowes 2001 y Palmuci 2005), que indican que por una parte los departamentos más cercanos a se ven influenciados positivamente por la nueva estación de metro, pero por otra la cercanía a la estación conlleva una serie de externalidades negativas que contrarrestan el efecto de la estación de metro. Los departamentos que se encuentran ubicados a una distancia media no se ven afectados por las externalidades negativas de la cercanía de estación, por lo que su valor aumenta de mayor manera que las viviendas cercanas. Por último los departamentos que se encuentran más lejanos a las estaciones no se ven afectados ni positivo ni negativamente por la estación, por lo que su media se mantiene.

Distancia	Antes				Después				test t	
	Prom	Std. Des	Max	Min	Prom	Std. Des	Max	Min	t	p value
0 – 200	2.311	699	4.423	944	2.665	1.159	5.850	428	- 3,81	8,46E-08
200 – 499	2.332	848	5.459	380	2.626	852	5.925	265	- 9,17	2,20E-16
500 +	2.629	767	4.675	476	2.686	807	5.000	303	- 1,09	0,137

Figura 4. 12 “Tabla Promedios, t test”.

En la figura 4.12 se tienen los valores promedio de precio por distancia antes y después del anuncio, para comparar los promedios, antes y después del anuncio, se realizó un t-test con los datos de por segmento de distancia antes y después del anuncio, los resultados indican que para los departamentos cercanos a la estación existe un aumento en el precio de los departamentos, con significancia sobre el 99% aumentando un 15,3% el valor promedio, lo mismo sucede con los departamentos a una distancia media de las estaciones, donde en promedio el valor aumenta un 12,6%. Para los departamentos más lejanos a la estación también existe un aumento en los precios, pero el aumento en el valor promedio es mucho menor, un 2,5% y tiene un nivel de significancia en el t test baja a un 87%.

Una vez que se han analizado el efecto por separado de cada variable en el precio, se realiza el análisis en conjunto de las variables, para esto se utilizó el modelo de Precios Hedónicos.

Para evitar la multicolinealidad entre los “dummy” de las estaciones y de las zonas del plano regulador, eliminamos una de estas variables del modelo, para dejarlas como variables de control. La zona Z1a es la zona de control, mientras que la estación Irarrázaval es la variable de control de las estaciones.

Coefficients				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	- 138.800	25.120	-5,527	3,41E-08
Anuncio	158,90	46,90	3,388	0,00071
Año	69,97	12,51	5,595	2,32E-08
Bodega	117,60	31,74	3,705	0,000214
Estacionamiento	436,20	26,61	16,393	2,00E-16
Dist.metro	- 0,02	0,10	-0,209	0,834459
Mons.Eyzaguirre	234,70	53,32	4,401	1,10E-05
Nunoa	444,70	59,17	7,514	6,71E-14
Chile.Espana	84,70	51,85	1,634	0,102414
Diagonal.Oriente	154,40	57,43	2,688	0,007218
Plaza.Egaña	-51,48	133,20	-0,386	0,699166
Z2	280,50	49,86	5,625	1,95E-08
Z3	-221,60	66,94	-3,311	0,000937
Z3a	32,58	42,71	0,763	0,445649
Z3b	275,80	40,98	6,728	1,90E-11
Z4	-178,70	63,37	-2,819	0,004833
Z4a	553,50	150,80	3,671	0,000244
Z4m	-220,50	75,44	-2,923	0,003479

Residual standard error: 775.6 on 5141 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,4088
Adjusted R-squared: 0,4062
F-statistic: 79.8 on 17 and 5141 DF
p-value: < 2.2e-16

*Figura 4. 13 “Modelo hedónico general”*

Tanto las variables Bodega, Estacionamiento, Año y Anuncio son positivas, por lo que aumenta el valor del precio al tener Bodega, estacionamiento, a medida que pasan los años y tras el anuncio, que son los datos esperado. Los coeficientes indican que el precio de los departamentos aumento 159 U.F. tras el anuncio, y junto con esto cada año el precio de los departamentos aumentó en 70 U.F. El coeficiente de la variable estacionamiento indica que un departamento aumenta su valor 436 U.F. Este valor está dentro de lo esperado, teniendo en cuenta que el valor de los estacionamientos para edificios nuevos fluctúa entre los 300 y 500 U.F. situación similar sucede con las bodegas en que los precios fluctúan entre las 100 a 300 U.F. para la venta de departamentos nuevos y el coeficiente está dentro de este rango (Fuente: Portal Inmobiliario).

En cuanto al coeficiente de la variable distancia al metro es negativo, indicando que disminuye el valor de los departamentos al disminuye el valor de estos. Sin embargo no tiene nivel significativo por lo que no se puede concluir nada de este dato estadísticamente significativo

respecto a la relación precio distancia. Los coeficientes relacionados a las estaciones son todos positivos, salvo la estación Plaza Egaña, esto nos indica que estas estaciones aportan mayor valor al precio que la estación Irarrázaval que es la de control. La estación que más aporta al valor de los departamentos es la estación Ñuñoa, que a su vez es combinación entre las líneas 3 y 6, por lo que tanto tendrá la mejor conectividad.

El modelo en general tiene un  $R^2$  bajo, por lo que tiene bajo nivel de predictividad, sin embargo el nivel de significancia alto.

## 4.2 Estación Irarrázaval

La figura 4.14 muestra la distribución del precio por distancia, mientras que la figura 4.15 se grafica la distancia contra el precio, junto con esto se graficó la regresión lineal de los puntos. Aun cuando la estación Irarrázaval (que forma parte de la 25 línea 5), ya existía antes del anuncio, de igual manera graficamos la situación antes vs después del anuncio, para conocer como se vio afectada la cercanía de la estación luego del anuncio.

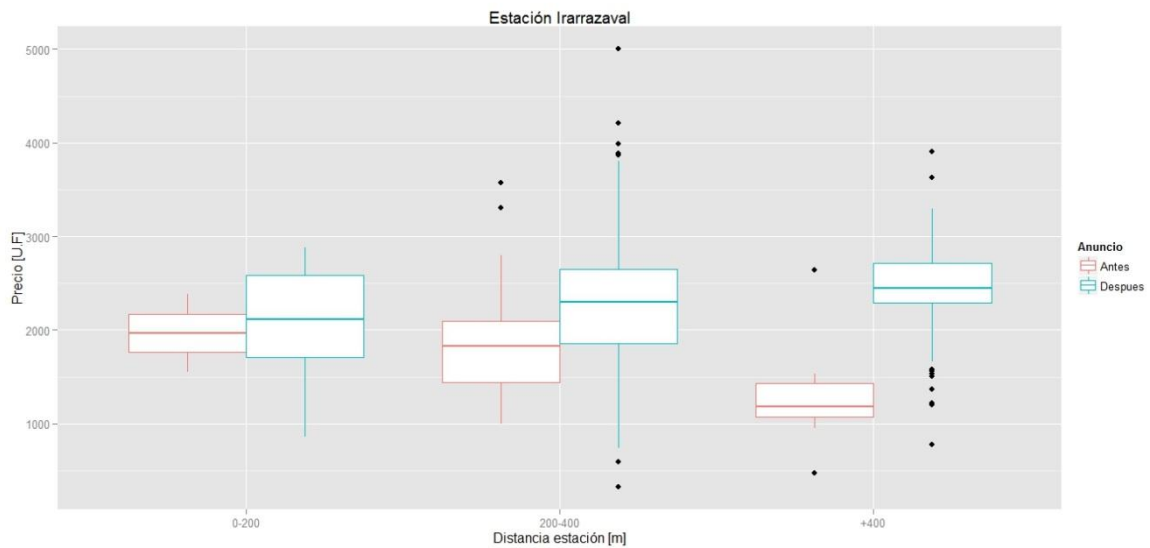


Figura 4. 14 “Distribución de precio por distancia, estación Irarrázaval”

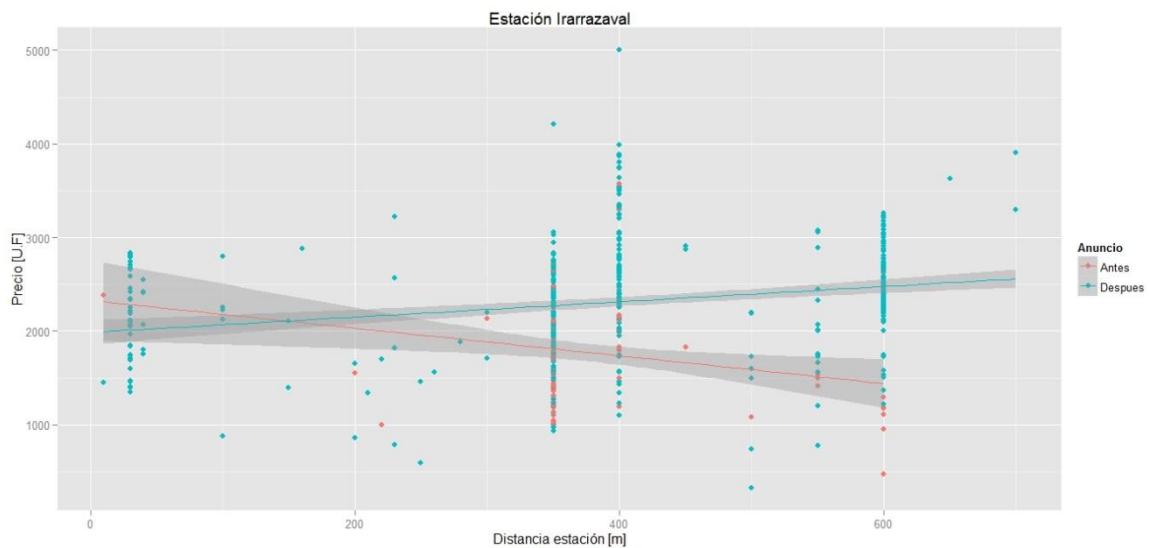


Figura 4. 15 “Grafico distancia – precio, estación Irarrázaval”

De ambos gráficos se observa que ocurrió un cambio de tendencia entre la situación pre y post anuncio, en un principio a medida que los departamentos se alejaban de la estación, disminuye su valor. Después del anuncio, cambia esta tendencia, mientras los departamentos más cercanos a la estación aumentan levemente de valor, los departamentos más alejados el aumento es significativo. Esto se puede explicar que como el efecto de nueva estación no se aplica en esta estación, los departamentos más cercanos no ven variados sus precios de manera significativa. Sin embargo la nueva Línea de metro aumenta la conectividad de esta estación, esto produce que aumente la demanda por departamentos en la zona, lo que conlleva que se desarrollen más y mejores proyectos en la zona aumentando el valor de estos. Por la concentración de puntos en distancias fijas se aprecia como luego del anuncio aumento considerablemente la venta de departamentos, sobre todo en áreas más lejanas a la estación.

A continuación en la figura 4.16 se muestran los resultados de la modelación hedónica, con las siguientes variables para predecir el precio.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-159.500	39.930	-3,994	7,27E-05
Año	80,23	19,85	4,043	5,93E-05
Bodega	147	59,03	-2,483	0,01329
Estacionamiento	429	57,60	7,455	3,00E-13
Dist. Metro	0,52	0,16	3,235	0,00128
Z3	-1.005	539,90	-3,342	0,00088
Z3b	-194	184,70	-1,052	0,29301

Residual standard error: 538,6 on 627 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,4253
Adjusted R-squared: 0,4179
F-statistic: 30,39 on 6 and 627 DF
p-value: < 2,2e-16

*Figura 4. 16 "Modelo Hedónico, estación Irarrázaval".*

Los coeficientes relacionados al año, bodega y estacionamientos, son positivos y con un alto nivel de significancia, y están dentro de los rangos esperados. El coeficiente de distancia al metro es positivo y significativo, lo que implica que por cada metro de distancia aumenta en 0,5 U.F. el valor de los departamentos.



### 4.3 Estación Monseñor Eyzaguirre

La figura 4.17 muestra la distribución del precio por distancia, mientras que la figura 4.18 se grafica la distancia contra el precio, junto con esto se graficó la regresión lineal de los puntos.

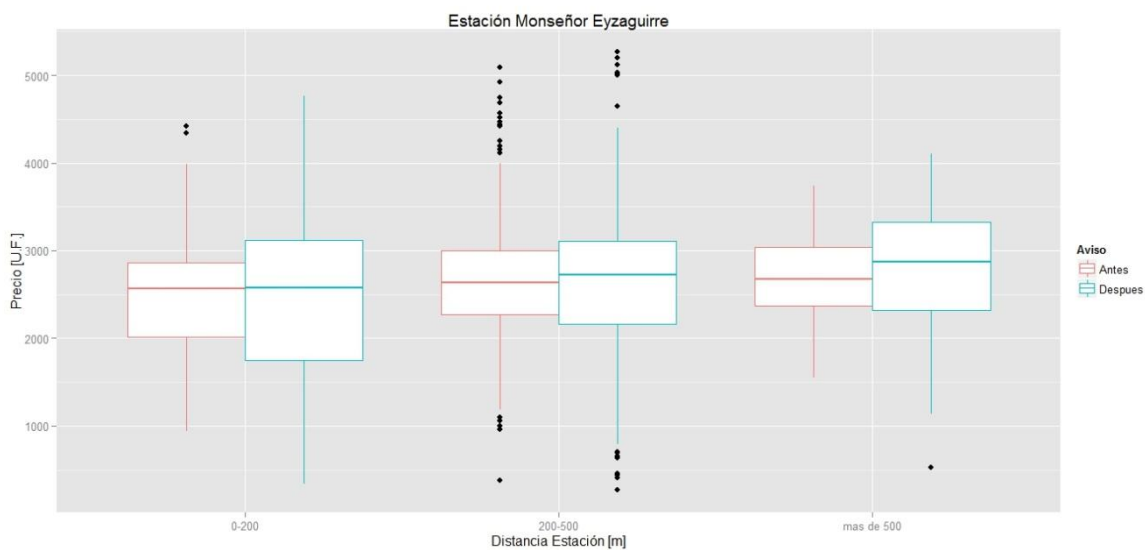


Figura 4. 17 “Distribución precio por distancia, estación Monseñor Eyzaguirre”

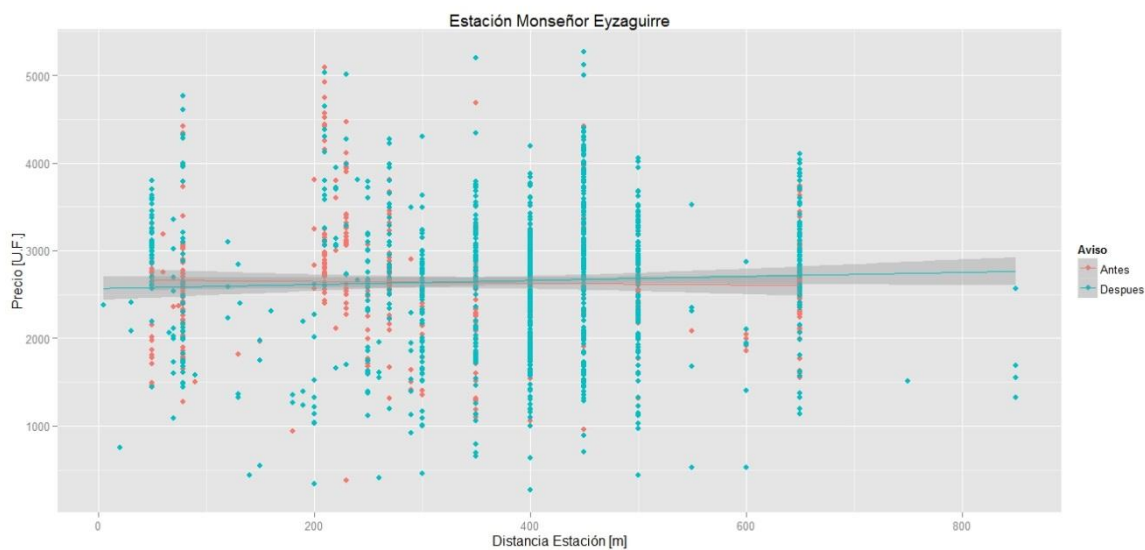


Figura 4. 18 “Grafico distancia – precio, estación Monseñor Eyzaguirre”

De la figura 4.18 se puede observar que en esta estación no variaron significativamente los precios de Departamentos entre antes y después del anuncio. Sin embargo cambio levemente la pendiente de la regresión lineal, que pasó de negativa a positiva. se puede ver como se existe una gran concentración de departamentos vendido luego del anuncio , especialmente en las distancias más alejadas de la estación.

En la figura 4.19, se encuentran los resultados de la modelación Hedónica, con las siguientes variables para predecir el Precio.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2146,53	60,79	35,312	<2,00E-16
Anuncio	100,66	45,03	2,235	0,025545
Bodega	110,25	57,41	1,921	0,054981
Estacionamiento	335,34	47,6	7,045	2,79E-12
Dist.metro	-0,1294	0,1317	-0,982	0,3261
Z2	319,79	72	4,442	9,57E-06
Z3a	247,55	59,77	4,142	3,64E-05
Z3b	213,91	55,32	3,867	0,000115

Residual standard error: 728,6 on 1.527 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,3075
Adjusted R-squared: 0,31121
F-statistic: 24,11 on 8 and 1527 DF
p-value: < 2,2e-16

Figura 4. 19 "Modelo Hedónico, Monseñor Eyzaguirre".

Los signo de los coeficientes de Bodega, anuncio y estacionamientos son positivos como se esperaba, estas variables tienen un alto nivel de significancia. Al modelar por las variables anuncio y año juntas las variables son poco significativas, por lo cual se modelo solo con la variable anuncio.

Del modelo se observa que el coeficiente de distancia al metro es negativo, lo que implica que a medida que los departamentos se alejan de la estación disminuye su valor, con un nivel de significancia de cercana al 70%. Los coeficientes relacionados a la zona del Plano regulador poseen signos positivos, lo que indica que tienen un valor mayor al de la zona de control (Z1a).

## 4.4 Estación Ñuñoa

La figura 4.20 muestra la distribución del precio por distancia, mientras que la figura 4.21 se grafica la distancia contra el precio, junto con esto se graficó la regresión lineal de los puntos. Esta estación será combinación de la línea 3 con la línea 6, por lo que será la que tenga la mayor mejora en accesibilidad.

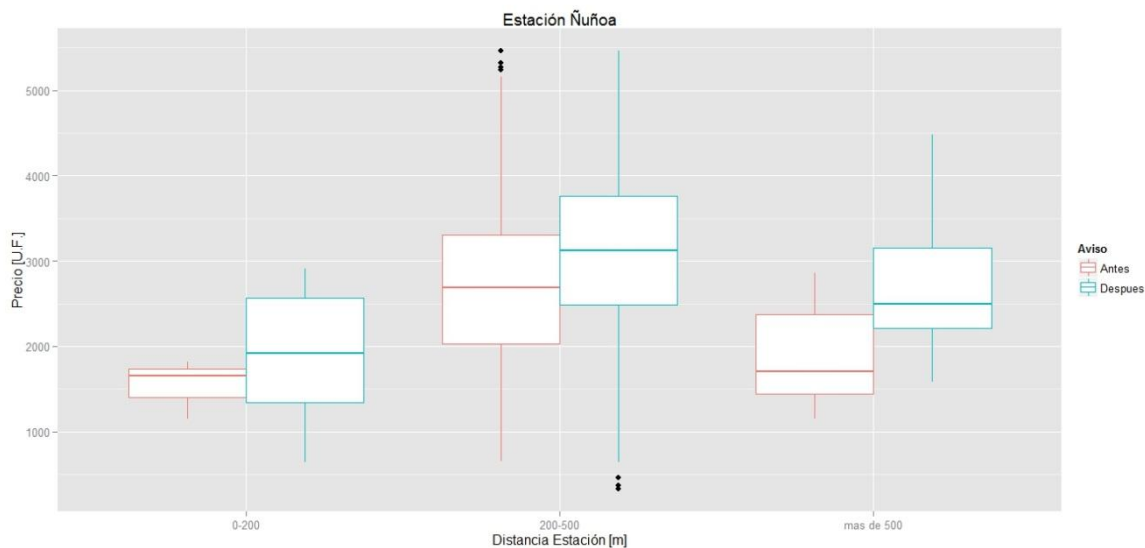


Figura 4. 20 “Distribución precio por distancia, estación Ñuñoa”

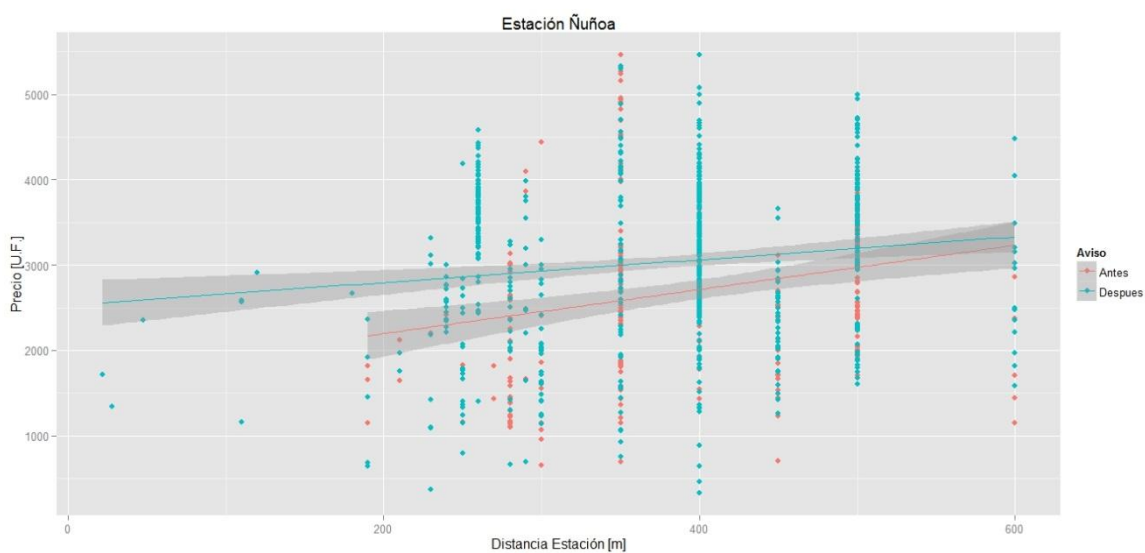


Figura 4. 21 “grafico distancia – precio, estación Ñuñoa”

De la figura 4.20 se observa que en general el precio de los departamentos aumentaron en todas las zonas luego del anuncio de la construcción de la línea, en la figura 4.21 se tiene que las pendientes de regresiones lineales son ambas son positivas, pero la recta de después del anuncio está por sobre la recta de antes el anuncio y disminuye su pendiente. Esto implica que antes del anuncio los departamentos más lejanos al lugar de la futura estación eran más caros que aquellos más cercanos. Luego del anuncio de la estación los departamentos más cercanos aumentaron en mayor medida que los departamentos más lejanos, aun así no se alcanza a revertir la tendencia.

En la figura 4.22 se encuentra los resultados de la modelación hedónica para la estación Ñuñoa, para las variables.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2394,56	168,05	14,249	<2,00E-16
Anuncio	523,09	65,92	7,935	6,05E-15
Bodega	331,04	76,13	4,348	1,52E-05
Estacionamiento	403,60	59,19	6,818	1,66E-11
Dist.metro	0,05	0,35	0,131	0,296116
Z1a	-910,02	246,23	-3,696	0,000232
Z2	-795,13	121,37	-6,552	9,43E-11
Z3a	-467,15	70,56	-6,62	6,05E-11

Residual standard error: 820,4 on 928 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,3506
Adjusted R-squared: 0,3504
F-statistic: 45,62 on 7 and 928 DF
p-value: < 2.2e-16

Figura 4. 22 “Modelo Hedónico Precio, estación Ñuñoa”.

De la Figura 4.22 se tiene que los coeficientes de estacionamiento, bodega y aviso son positivos con un alto nivel de significancia, que son los valores esperados para estas variables. La variable año fue excluida del modelo, ya que al modelarla junto con la variable anuncio las variables no son significativas.

El coeficiente de la modelación para la variable de distancia al metro es positiva, aunque con una pequeña pendiente, este valor tiene una baja significancia, por lo que no se pudo llegar a una conclusión estadísticamente relevante. Por último los coeficientes por zona tienen todos los mismos signos, y se observa que la zona que menos le agrega valor al precio de los departamentos es la zona Z1a. Para modelar se cambió la variable de control a Z3b, ya forma que de otra los coeficientes no son significativos.

## 4.5 Estación Chile - España

La figura 4.23 primer grafico muestra la distribución del Precio por estratificación en la distancia de la estación Chile-España, mientras que la figura 4.24 grafica la distancia contra el precio, junto con esto se graficó la regresión lineal de los puntos, junto a la sombra indicando el error estándar de la regresión.

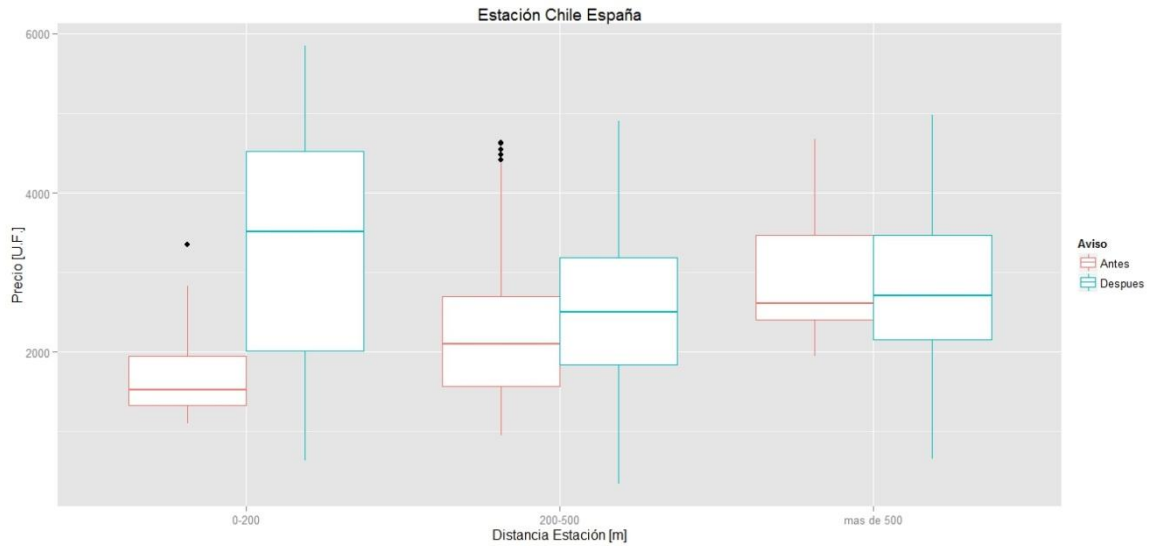


Figura 4. 23 “Distribución precio por distancia, estación Chile España”

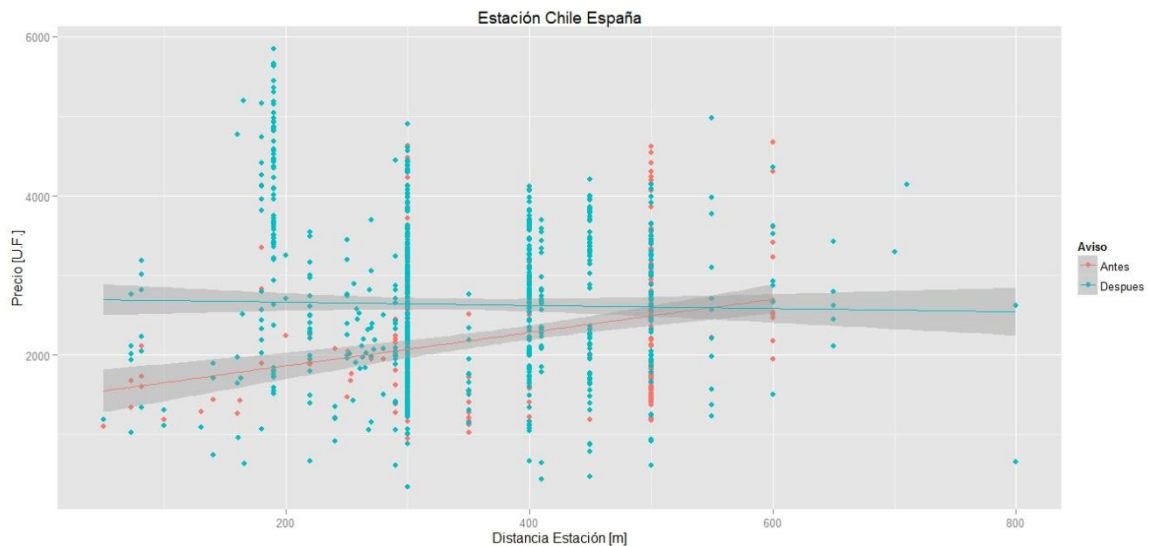


Figura 4. 24 “Grafico distancia - precio, estación Chile España”

Analizando la figura 4.23 se observa un claro cambio en las tendencias, antes del anuncio a medida que los departamentos se alejan de la futura estación el precio aumenta su valor, luego del anuncio aumenta considerablemente el precio de los departamentos cercanos a la estación, mientras que los lejanos su precio se mantiene. En la figura 4.24 la regresión lineal cambia de signo luego del anuncio pasando de positiva a negativa.

El resultado de la modelación hedónica para la estación Chile-España y sus respectivas variables se encuentran en la figura 4.25.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2.068	138,44	14,94	<2,00E-16
Aviso	522,38	60,42	8,65	<2,00E-16
Bodega	180,19	69,54	2,59	0,00969
Estacionamiento	503,00	60,43	8,32	2,46E-16
Dist. Metro	0,55	0,38	1,45	0,14868
Z1a	-570,76	85,01	-6,71	3,01E-11
Z3a	-925,08	110,82	-8,35	<2,00E-16
Z3b	-425,21	118,57	-3,59	0,00035
Z4m	-845,95	319,04	-2,65	8,13E-03

Residual standard error: 851,5 on 1118 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,4459
Adjusted R-squared: 0,4398
F-statistic: 40,51 on 9 and 1118 DF
p-value: < 2,2e-16

Figura 4. 25 “Modelo hedónico, estación Chile - España”.

En la figura 4.25 se muestra que tanto los coeficientes del año, anuncio, de estacionamiento, bodega y año son positivos con un alto nivel de significancia y sus valores se encuentran dentro de lo esperado. El coeficiente de la modelación para la distancia al metro es positiva, aunque cercana a cero (El precio de los departamentos aumenta 0,6 UF por cada metro que se aleja de la estación, con un nivel de significancia cercano al 88%). Para modelar las variables de zona se dejó la zona Z2 como variable de control, todos los coeficientes son negativos y significativos. Esto muestra que la zona que más aporta al precio es la zona Z2, mientras que las que menos aportan son las zonas Z4m y Z3a.

Para esta estación se introdujo una nueva variable la Plaza Ñuñoa, el coeficiente para esta variable es negativo lo que indicaría que los departamentos más cercanos a esta tienen valores más altos, sin embargo tiene un bajo nivel de significancia por lo que finalmente no se incluyó en el modelo.

## 4.6 Estación Diagonal Oriente

En la figura 4.26 se grafica la distribución del precio por distancia, mientras que la figura 4.27 se grafica la distancia contra el precio, junto con esto se graficó la regresión lineal de los puntos, junto a la sombra indicando el error estándar de la regresión.

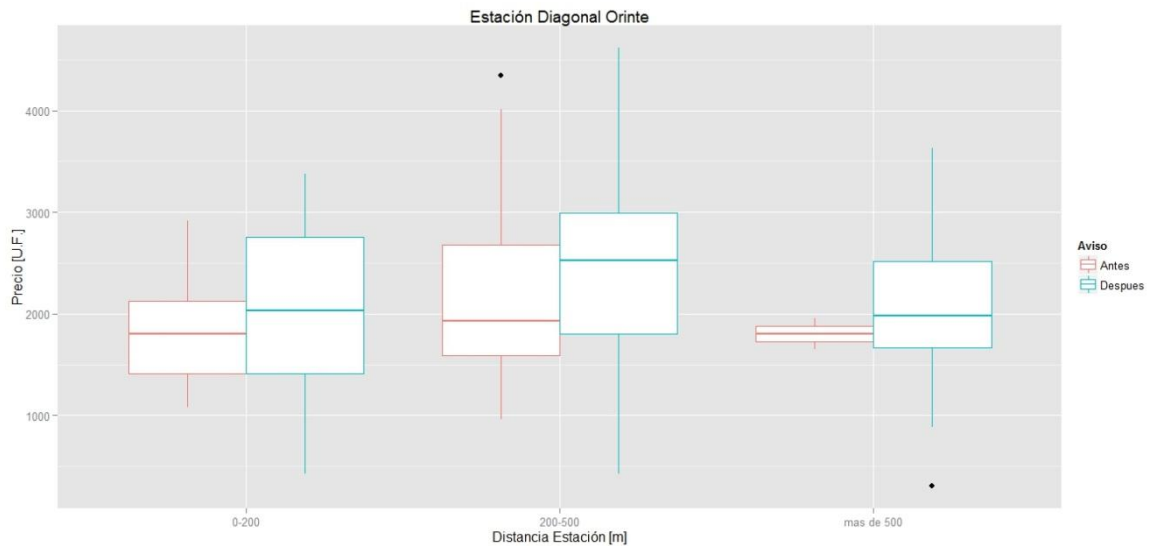


Figura 4. 26 “Distribución precio por distancia, estación Diagonal Oriente”

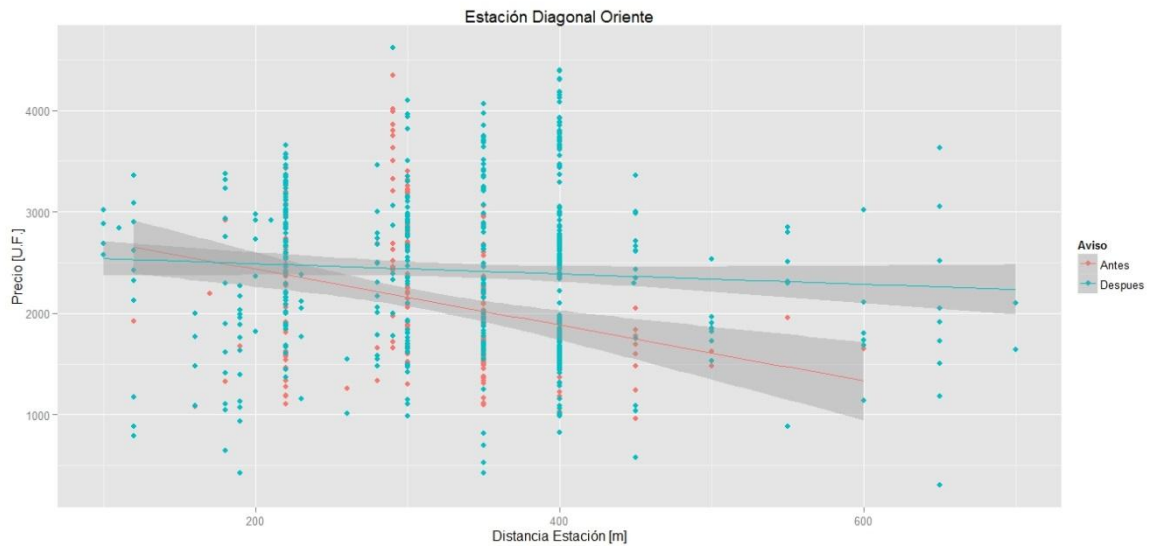


Figura 4. 27 “Grafico distancia - precio, estación Diagonal Oriente”

En la figura 4.26 se ve que existe un aumento del precio de los departamentos tanto lejanos como los cercanos, luego del anuncio. De La figura 4.27 se observa que en ambos casos las rectas de regresión lineal poseen pendiente negativa lo que indica que a medida que los departamentos se distancian de la estación los precios bajan, esta tendencia disminuye luego del anuncio del anuncio pero la situación no se revierte.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1918	156,658	12,249	< 2,00E-16
Anuncio	431,02	66,5951	6,472	1,70E-10
Bodega	184,70	84,5685	2,184	0,0293
Estacionamiento	367,28	78,7919	4,661	3,69E-06
Dist.metro	-0,73	0,3202	-2,305	0,0214
Z1a	112,23	73,4614	1,528	0,127
Z4m	-13,18	88,793	-0,148	0,882

Residual standard error: 736,8 on 785 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,3423
Adjusted R-squared: 0,3357
F-statistic: 21,7 on 6 and 785 DF
p-value: < 2,2e-16

Figura 4. 28 “Modelo precio hedónico, estación Diagonal Oriente”.

Los coeficientes presentados en la figura 4.28, relacionados a las variables de bodega, estacionamiento y anuncio son positivos según lo esperado. Mientras que la variable de Año es poco significativa por lo cual se eliminó del modelo. El coeficiente que acompaña a la variable de distancia al metro es negativa con un nivel de significancia del 98%, por lo que se puede concluir que a medida que los departamentos se alejan de la estación estos disminuyen su precio en cerca de 0,7 U.F. por metro. Para modelar los coeficientes de zona, se ocupó la zona Z4 como control, la zona Z1a aumenta el valor respecto a la variable de control. Y la zona Z4m disminuye el valor comparado a la zona de control.



## 4.7 Estación Plaza Egaña

La figura 4.29 grafica la relación distancia – precio, junto con esto se graficó la regresión lineal de los puntos, junto a la sombra indicando el error estándar de la regresión. Para esta estación se poseen pocos datos por lo que no se agregó un gráfico de distribución.

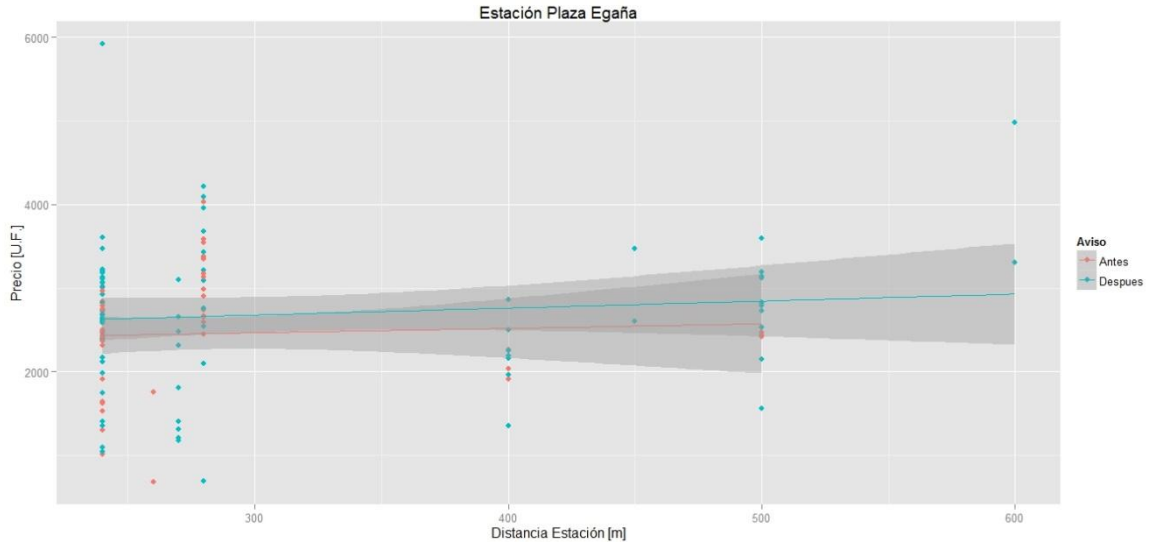


Figura 4. 29 “Grafico distancia – precio, estación Plaza Egaña”

Al revisar la figura 4.31 se ve que la regresión lineal observamos que tanto la recta antes como la de después del aviso tienen pendiente positiva y similar, esto implica que tras el anuncio el aumento en los precios de los departamentos de manera homogénea para todos los departamentos, independiente de su distancia al metro. Hay que recalcar que esta estación ya se encuentra operativa, por lo que el anuncio de la nueva línea de metro aumenta la conectividad de la estación, a diferencia del resto que significa la construcción de una nueva estación.

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	- 106.900	130.300	-0,82	0,41372
Año	53,69	64,89	0,827	0,40963
Bodega	- 618,20	173,10	-3,572	0,000504
Estacionamiento	487,40	148,70	3,278	0,001355
Dist.metro	7,10	1,90	3,729	0,00029
Z1a	- 1.075	275,50	-3,904	0,000154
Z3b	- 1.717	421,00	-4,079	8,00E-05

Residual standard error: 744,4 on 125 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,3563
Adjusted R-squared: 0,3465
F-statistic: 6,241 on 7 and 125 DF
p-value: < 2,28e-6

*Figura 4. 30 "Modelo Hedónico Precio".*

Los coeficientes del modelo son positivos para el año, el estacionamiento y la distancia al metro, el coeficiente de la variable de bodega es negativo, lo cual no es un resultado esperado. Todos los coeficientes de las zonas tienen el mismo signo negativo, por lo cual aportan menos al precio que la variable de control. En cuanto al coeficiente relacionado con la distancia al metro, indica que los precios aumentan al alejarse de la estación.

## 4.8 Resultados Comparados

En la figura 4.33 se encuentra el resumen de los coeficientes de la modelación de cada una de las estaciones.

Variables	Estaciones					
	Irarrázaval	Mons. Eyzaguirre	Ñuñoa	Chile España	Diagonal Oriente	Plaza Egaña
(Intercept)	-159.500	2.146	2.394	2.068	1918	-106.900
Anuncio	--	101	523,09	522,38	431,02	--
Año	80,23	--	--	--	--	53,69
Bodega	147	110	331	180	184,7	-618,2
Estacionamiento	429	335	403,6	503	367,28	487,4
Dist. Metro	0,52	-0,13	0,05	0,55	-0,73	7,1
Z1a	Control	Control	-910	-522	112	-1.075
Z2	--	319	-795	Control	--	--
Z3	-1005	--	--	--	--	--
Z3a	--	247	-467	-363	--	--
Z3b	-194	213	Control	-425	Control	-1.717
Z4	--	--	--	--	--	Control
Z4m	--	--	--	-845	-13,18	--

Figura 4. 31 “Resultados modelos comparados”

De la figura 4.33 se observa que el anuncio de la construcción de la línea de Metro le genero mayor plusvalía en la estación Ñuñoa (que será combinación de dos líneas en construcción, por lo que será la estación que tiene una mayor mejora en conectividad). Para las estaciones Irarrázaval y Plaza Egaña, la variable de anuncio de la construcción de la nueva línea, que implica una mejorara la conectividad de estas estaciones, no es significativa desde el punto de vista estadístico. Pero la variable año si es significativa en estos casos y positiva por lo que se tiene un aumento en el precio en el tiempo.

En cuanto a las variables de bodega y estacionamiento se observan coeficientes similares en todos los modelos y estos se encuentran dentro de los rangos esperados, en comparación con el precio de venta para los departamentos nuevos.

La variable distancia al metro, presenta coeficientes entre -1 y 1 U.F./m. para todas las estaciones salvo, Plaza Egaña. Esto indica que para algunas estaciones se aumentara el valor al acercarse a las estaciones, mientras que otras el valor disminuirá al acercarse. Con esto se observa que no se puede establecer una relación entre distancia a estación y precio.

Por ultimo las variables representativas de las zonas indican que el precio por zona varia para cada estación, y una zona que es la más económica en una estación puede ser la más cara en otra estación.

La figura 4.34 muestra el precio promedio de los departamentos, por intervalos de distancia de 50 metros, para cada estación.

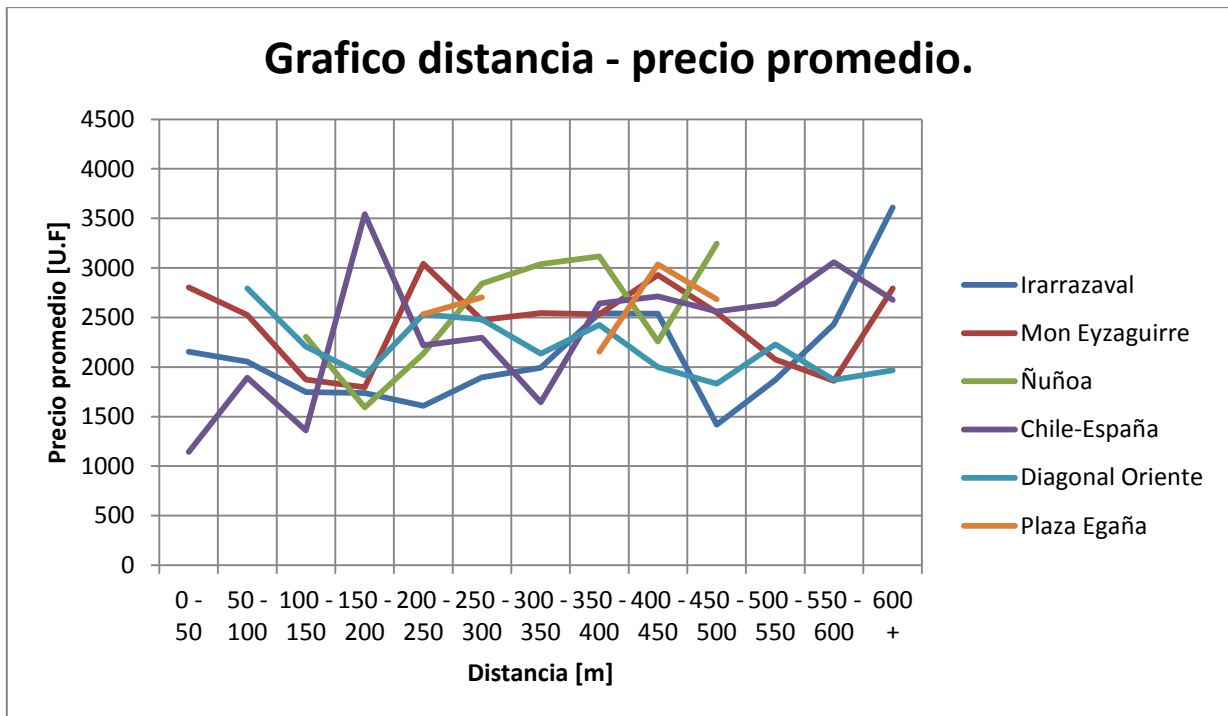


Figura 4. 32 “Grafico, precio promedio por intervalo de distancia.”

De la figura 4.34 se observa que en cuanto al promedio de precio por intervalo de distancia, no existe relación distancia precio para cada estación en particular ni se observa un comportamiento común entre estaciones.

## CAPITULO 5: CONCLUSIONES

En primer lugar en base a los resultados expuestos en el capítulo anterior se pudo asegurar que luego del anuncio de la construcción de la nueva línea de Metro, el valor de los departamentos próximos al eje Irarrázaval de la comuna de Ñuñoa aumentaron su valor en general, tanto para el modelo general como los modelos por estaciones indicaron que la variable anuncio aporta positivamente al precio del inmueble. La estación en que el impacto del anuncio de la construcción del metro es mayor es la estación Ñuñoa, esta al ser esta la estación de combinación de las dos nuevas líneas es la estación que tiene la mayor mejora en conectividad, por lo que se esperaba que esta mejora se vea reflejado en el precio de departamentos. Junto con esto la estación Ñuñoa tiene la mejor valoración por parte del mercado, por lo que al tener el mayor impacto tras el anuncio se condice con lo expresado por Bowes (2001) y Nelson (1992) que sugiere que aquellas personas con mayores ingresos valoran más el hecho de tener una estación cercana, puesto que su costo de oportunidad de viajar es más alto. Por otra parte para las estaciones Plaza Egaña e Irarrázaval la variable de anuncio no tiene significancia estadística, aun así aumentan de valor en el tiempo, la variable relativa al año de venta es positiva, este aumento es inferior al efecto del anuncio para el resto de las estaciones.

En cuanto a la relación entre la distancia y precio, se obtienen resultados disímiles, mientras que en el modelo General, y los modelos de la Estación Monseñor Eyzaguirre y la Estación Diagonal Oriente, indican que al disminuir la distancia a la estación aumenta el precio de los departamentos, los demás modelos indican lo contrario, que al aumentar la distancia también aumenta el valor de los departamentos. Los coeficientes calculados para la distancia al metro son bastante pequeños (entre -1 y 1 UF/m) lo que indica que no existe gran influencia de la distancia a la estación al precio del departamento. La significancia de la variable distancia a metro en el modelo general es muy baja ( $p = 0,83$ ), sin embargo en la modelación por estaciones la variable es mucho más significativa desde un  $p = 0,32$  hasta  $p = 0,001$ .

Es posible notar que en general en todos los modelos la zona que menos aporta al precio de los departamentos es la zona Z1a, que son los departamentos que se ubican en la Av. Irarrázaval, (Descontando la zona Z4m, que es una zona de viejos departamentos tipo Block con poco equipamiento y mantenimiento). Este se puede explicar por las externalidades negativas que generan las grandes avenidas como contaminación de aire y acústica, congestión, etc. Y a que esta zona el plano regulador permite construir en mayor altura y con mayores densidades, características propias de cada proyecto que le restan valor al inmueble.

Otro efecto que es posible observar es el aumento en la cantidad de departamentos vendidos tras el anuncio de la construcción. El aumento en la oferta de departamentos y el aumento del precio de venta nos indican un fuerte aumento en la demanda por conseguir una vivienda en el sector, según los principios de Economía clásica.

Las demás variables modeladas, por lo general se comportaron según lo esperado. Tanto las bodegas como el estacionamiento aumentan el valor de los departamentos, y los coeficientes se encuentran dentro de los rangos en que se venden las bodegas y estacionamientos de los departamentos nuevos (Fuente: Portal Inmobiliario). En cuanto al coeficiente de la variable de año de venta también es positiva, por lo que además del impacto tras el anuncio, el precio de los departamentos aumenta según el año de venta.

En cuanto a los modelos, no siempre se obtuvieron los resultados esperados y esto se pueden deber a problemas con la modelación. Los modelos se vieron afectados principalmente por dos razones, la primera y más importante fue la falta de información respecto a la superficie de los departamentos, y sus demás características inherentes como número de piezas, baños, terraza, etc. Por lo que se le agrega un nivel alto de incertidumbre al modelo, que no es capaz de discriminar entre dos departamentos de un mismo edificio, o incluso de departamentos de distintos edificios que se encuentran cerca. Esto sin embargo esto no impide poder ver tendencias en el modelo, respecto a las variables modeladas. Y por otra parte al alto nivel de correlación que presentan algunas variables, por ejemplo la variable anuncio y el año de venta.

Los modelos tuvieron valores de  $R^2$  entre 0,25 y 0,45, esto implica que con las variables modeladas es posible de explicar entre un 25% y un 45% del precio de los departamentos. Si bien este es un valor bajo en cuanto a la predicción, los modelos resultaron todos significativos estadísticamente hablando, con valores de  $p < 0,01$  para todas las modelaciones. Por lo general modelos que incluyen las variables de tamaño y cantidad de dormitorios alcanzan valores de  $R^2$  cercanos al 0,9. Por lo que se espera que estas variables aporten cerca del 50% del precio respecto a este modelo.

## BIBLIOGRAFIA

- A. Baranzini, J Ramirez, C. Schaerer, P. Thalmann (2008). "Hedonic Methods in Housing Markets". Springer Science+Business Media.
- C. Aguirre (2008). "Impacto en el precio de departamentos nuevos del anuncio de la Línea 4 del ferrocarril metropolitano de Santiago de Chile." *X Coloquio Internacional de Geocrítica*, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008.
- D. Bowes (2001). "Identifying the impacts of rail transit stations on residential property values". *Journal of Urban Economics*, 2001, número 50, páginas 1-25.
- F. Figueroa y G. Lever; (1990). "Determinación Hedónica del Valor de Mercado de los Terrenos Urbanos en el Gran Santiago". *Trabajos del Encuentro de Economistas de Chile*, Punta de Tralca.
- F. Figueroa y G. Lever; (1992); "Determinación del precio de mercado de los terrenos en el área urbana de Santiago". *Cuadernos de economía*, año 29, N°86 pp 99-113 (Abril 1992), Universidad Católica de Chile.
- D. Paredes (2006). "Precios Hedónicos de Vivienda: Enfoque Espacial y Temporal"
- G. Lever; (2002) "Valoración de Inmuebles Inducida por Espacios Públicos." *Primera Etapa Áreas Verdes*. Ministerio de la Vivienda.
- D. Bowes (2001). "Identifying the impacts of rail transit stations on residential property values". *Journal of Urban Economics*, 2001, número 50, páginas 1-25.
- G. Palmucci (2005). "Capitalización de infraestructura pública en el precio de las viviendas: el caso del metro de Santiago". Santiago, Chile. Cámara Chilena de la Construcción.
- D. Gatzlaff (1993). "Uncertainty, Efficiency of Development Patterns, and Growth Controls," *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 1993, Vol. 6, No. 2, pp. 147-155.

## ANEXO A: TABLAS DE CORRELACIONES

	Anuncio	Año	Bodega	Chile España	D Plaza Ñuñoa	Diagonal Oriente	Dist metro	Irarra	LnPre	Mons Eyzag	Nunoa
Anuncio	1,000	0,811	-0,247	0,000	-0,010	-0,006	0,030	0,080	0,102	-0,023	-0,019
Año	0,811	1,000	0,014	0,035	-0,033	-0,032	-0,013	0,085	0,142	-0,066	0,023
Bodega	-0,247	0,014	1,000	0,004	-0,062	0,016	0,077	-0,075	0,255	-0,001	0,057
Chile.España	0,000	0,035	0,004	1,000	-0,645	-0,225	-0,051	-0,198	-0,044	-0,344	-0,249
D.Plaza.Ñuñoa	-0,010	-0,033	-0,062	-0,645	1,000	-0,046	0,177	0,755	-0,070	0,258	-0,241
Diag.Oriente	-0,006	-0,032	0,016	-0,225	-0,046	1,000	-0,105	-0,159	-0,108	-0,277	-0,200
Dist.metro	0,030	-0,013	0,077	-0,051	0,177	-0,105	1,000	0,123	0,068	0,020	0,057
Irrazaval	0,080	0,085	-0,075	-0,198	0,755	-0,159	0,123	1,000	-0,124	-0,244	-0,176
LnPrecio	0,102	0,142	0,255	-0,044	-0,070	-0,108	0,068	-0,124	1,000	0,073	0,163
Mons.Eyza	-0,023	-0,066	-0,001	-0,344	0,258	-0,277	0,020	-0,244	0,073	1,000	-0,307
Nunoa	-0,019	0,023	0,057	-0,249	-0,241	-0,200	0,057	-0,176	0,163	-0,307	1,000
Park	-0,090	0,068	0,671	0,001	-0,066	0,004	0,095	-0,055	0,323	-0,021	0,088
Plaza.Egaña	-0,042	-0,061	-0,030	-0,086	0,066	-0,069	-0,080	-0,061	0,007	-0,106	-0,077
Precio	0,117	0,168	0,244	-0,026	-0,108	-0,116	0,054	-0,151	0,961	0,057	0,195
Z1a	-0,036	-0,093	-0,169	0,083	0,134	0,191	-0,351	0,261	-0,167	-0,156	-0,276
Z2	-0,040	-0,005	-0,061	0,117	-0,088	-0,123	-0,104	-0,108	0,031	0,088	-0,003
Z3	0,103	0,100	0,059	-0,120	0,438	-0,094	0,281	0,605	-0,065	-0,148	-0,107
Z3a	0,103	0,154	0,171	-0,133	-0,188	-0,223	-0,121	-0,196	0,107	0,181	0,338
Z3b	-0,122	-0,125	0,018	0,136	-0,121	-0,267	0,399	-0,224	0,133	0,153	0,123
Z4	0,117	0,110	0,120	-0,123	0,004	0,547	0,015	-0,087	-0,020	-0,152	-0,110
Z4a	-0,061	-0,073	-0,021	-0,072	0,056	-0,058	-0,114	-0,051	0,014	-0,089	-0,064
Z4m	-0,005	-0,002	-0,130	-0,069	-0,045	0,379	0,033	-0,065	-0,117	-0,112	-0,081

Tabla A. 1 "Matriz de correlaciones, modelo general parte 1 de 2".



	Park	Plaza. Egaña	Precio	Z1a	Z2	Z3	Z3a	Z3b	Z4	Z4a	Z4m
Anuncio	-0,090	-0,042	0,117	-0,036	-0,040	0,103	0,103	-0,122	0,117	-0,061	-0,005
Año	0,068	-0,061	0,168	-0,093	-0,005	0,100	0,154	-0,125	0,110	-0,073	-0,002
Bodega	0,671	-0,030	0,244	-0,169	-0,061	0,059	0,171	0,018	0,120	-0,021	-0,130
Chile.Espana	0,001	-0,086	-0,026	0,083	0,117	-0,120	-0,133	0,136	-0,123	-0,072	-0,069
D.Plaza.Ñuñoa	-0,066	0,066	-0,108	0,134	-0,088	0,438	-0,188	-0,121	0,004	0,056	-0,045
Diag.Oriente	0,004	-0,069	-0,116	0,191	-0,123	-0,094	-0,223	-0,267	0,547	-0,058	0,379
Dist.metro	0,095	-0,080	0,054	-0,351	-0,104	0,281	-0,121	0,399	0,015	-0,114	0,033
Irrazaval	-0,055	-0,061	-0,151	0,261	-0,108	0,605	-0,196	-0,224	-0,087	-0,051	-0,065
LnPrecio	0,323	0,007	0,961	-0,167	0,031	-0,065	0,107	0,133	-0,020	0,014	-0,117
Mon.Eyzag	-0,021	-0,106	0,057	-0,156	0,088	-0,148	0,181	0,153	-0,152	-0,089	-0,112
Nunoa	0,088	-0,077	0,195	-0,276	-0,003	-0,107	0,338	0,123	-0,110	-0,064	-0,081
Park	1,000	-0,054	0,329	-0,184	-0,053	0,092	0,162	0,028	0,104	-0,056	-0,100
Plaza.Egaña	-0,054	1,000	0,005	-0,073	-0,047	-0,037	-0,085	-0,024	-0,038	0,837	-0,028
Precio	0,329	0,005	1,000	-0,193	0,047	-0,080	0,116	0,145	-0,023	0,015	-0,108
Z1a	-0,184	-0,073	-0,193	1,000	-0,178	-0,140	-0,322	-0,388	-0,144	-0,084	-0,106
Z2	-0,053	-0,047	0,047	-0,178	1,000	-0,066	-0,151	-0,182	-0,067	-0,039	-0,050
Z3	0,092	-0,037	-0,080	-0,140	-0,066	1,000	-0,119	-0,143	-0,053	-0,031	-0,039
Z3a	0,162	-0,085	0,116	-0,322	-0,151	-0,119	1,000	-0,329	-0,122	-0,071	-0,090
Z3b	0,028	-0,024	0,145	-0,388	-0,182	-0,143	-0,329	1,000	-0,147	-0,086	-0,109
Z4	0,104	-0,038	-0,023	-0,144	-0,067	-0,053	-0,122	-0,147	1,000	-0,032	-0,040
Z4a	-0,056	0,837	0,015	-0,084	-0,039	-0,031	-0,071	-0,086	-0,032	1,000	-0,023
Z4m	-0,100	-0,028	-0,108	-0,106	-0,050	-0,039	-0,090	-0,109	-0,040	-0,023	1,000

Tabla A. 2 "Matriz de correlaciones, modelo general parte 2 de 2".

	Año	Bodega	Dist.metro	LnPrecio	Park	Precio	Z1a	Z3	Z3b
Año	1,0000	0,2079	-0,1760	0,2734	0,3470	0,2536	-0,1311	0,1320	-0,0008
Bodega	0,2079	1,0000	0,3335	0,2544	0,6828	0,2349	-0,2006	0,2042	-0,0103
Dist.metro	-0,1760	0,3335	1,0000	0,1859	0,3802	0,2080	-0,2651	0,2579	0,0358
LnPrecio	0,2734	0,2544	0,1859	1,0000	0,4263	0,9668	-0,4413	0,3998	0,1817
Park	0,3470	0,6828	0,3802	0,4263	1,0000	0,4261	-0,3192	0,3147	0,0257
Precio	0,2536	0,2349	0,2080	0,9668	0,4261	1,0000	-0,4272	0,3730	0,2343
Z1a	-0,1311	-0,2006	-0,2651	-0,4413	-0,3192	-0,4272	1,0000	-0,9710	-0,1430
Z3	0,1320	0,2042	0,2579	0,3998	0,3147	0,3730	-0,9710	1,0000	-0,0978
Z3b	-0,0008	-0,0103	0,0358	0,1817	0,0257	0,2343	-0,1430	-0,0978	1,0000

Tabla A. 3 "Matriz de correlaciones, estacion Irrazaval".

	Año	Aviso	Bodega	Dist. metro	LnPrec	Park	Prec	Z1a	Z2	Z3a	Z3b	Z3a	Z3b
Año	1,000	0,803	0,011	0,119	0,037	0,068	0,074	-0,132	-0,107	0,183	-0,005	0,183	-0,005
Aviso	0,803	1,000	-0,291	0,110	-0,017	-0,089	0,013	0,041	-0,111	0,148	-0,102	0,148	-0,102
Bodega	0,011	-0,291	1,000	0,045	0,266	0,693	0,245	-0,253	-0,126	0,291	-0,004	0,291	-0,004
Dist.metro	0,119	0,110	0,045	1,000	0,031	0,010	0,020	-0,279	0,085	-0,207	0,358	-0,207	0,358
LnPrecio	0,037	-0,017	0,266	0,031	1,000	0,293	0,955	-0,157	0,033	0,126	-0,023	0,126	-0,023
Park	0,068	-0,089	0,693	0,010	0,293	1,000	0,302	-0,174	-0,117	0,282	-0,062	0,282	-0,062
Precio	0,074	0,013	0,245	0,020	0,955	0,302	1,000	-0,174	0,011	0,139	-0,008	0,139	-0,008
Z1a	-0,132	0,041	-0,253	-0,279	-0,157	-0,174	-0,174	1,000	-0,160	-0,315	-0,360	-0,315	-0,360
Z2	-0,107	-0,111	-0,126	0,085	0,033	-0,117	0,011	-0,160	1,000	-0,249	-0,285	-0,249	-0,285
Z3a	0,183	0,148	0,291	-0,207	0,126	0,282	0,139	-0,315	-0,249	1,000	-0,560	1,000	-0,560
Z3b	-0,005	-0,102	-0,004	0,358	-0,023	-0,062	-0,008	-0,360	-0,285	-0,560	1,000	-0,560	1,000

Tabla A. 4 "Matriz de correlaciones, estación Monseñor Eyzaguirre".

	Año	Aviso	Bodeg	Dist. metro	LnPre	Park	Precio	Z1a	Z2	Z3a	Z3b
Año	1,000	0,858	0,080	-0,199	0,212	0,107	0,230	0,019	-0,167	0,452	-0,376
Aviso	0,858	1,000	-0,171	-0,112	0,144	-0,073	0,154	0,077	-0,164	0,317	-0,254
Bodega	0,080	-0,171	1,000	0,027	0,278	0,611	0,273	-0,160	-0,205	0,264	-0,121
Dist.metro	-0,199	-0,112	0,027	1,000	0,175	0,029	0,150	-0,169	-0,264	-0,343	0,532
LnPrecio	0,212	0,144	0,278	0,175	1,000	0,324	0,961	-0,105	-0,270	0,004	0,166
Park	0,107	-0,073	0,611	0,029	0,324	1,000	0,341	-0,111	-0,178	0,171	-0,053
Precio	0,230	0,154	0,273	0,150	0,961	0,341	1,000	-0,111	-0,266	-0,004	0,174
Z1a	0,019	0,077	-0,160	-0,169	-0,105	-0,111	-0,111	1,000	-0,034	-0,121	-0,097
Z2	-0,167	-0,164	-0,205	-0,264	-0,270	-0,178	-0,266	-0,034	1,000	-0,290	-0,233
Z3a	0,452	0,317	0,264	-0,343	0,004	0,171	-0,004	-0,121	-0,290	1,000	-0,835
Z3b	-0,376	-0,254	-0,121	0,532	0,166	-0,053	0,174	-0,097	-0,233	-0,835	1,000

Tabla A. 5 "Matriz de correlaciones, estación Ñuñoa".

	Año	Aviso	Bod	D Plaza Ñuñoa	Dist metro	LnPr	Park	Prec	Z1a	Z2	Z3a	Z3b	Z4m
Año	1,000	0,825	-0,034	-0,255	-0,241	0,226	-0,044	0,256	0,015	0,245	-0,060	-0,146	-0,011
Aviso	0,825	1,000	-0,258	-0,302	-0,179	0,155	-0,173	0,176	0,016	0,129	-0,014	-0,094	-0,019
Bodega	-0,034	-0,258	1,000	0,054	0,032	0,247	0,643	0,243	-0,064	0,046	-0,076	0,096	-0,101
D.Plaza.Ñuñoa	-0,255	-0,302	0,054	1,000	0,162	-0,032	0,109	-0,026	0,235	-0,028	-0,132	-0,106	-0,109
Dist.metro	-0,241	-0,179	0,032	0,162	1,000	0,064	0,099	0,026	-0,443	-0,436	-0,061	0,769	0,035
LnPrecio	0,226	0,155	0,247	-0,032	0,064	1,000	0,333	0,967	-0,131	0,154	-0,184	0,150	-0,073
Park	-0,044	-0,173	0,643	0,109	0,099	0,333	1,000	0,339	-0,147	0,055	-0,047	0,148	-0,079
Precio	0,256	0,176	0,243	-0,026	0,026	0,967	0,339	1,000	-0,143	0,216	-0,190	0,121	-0,066
Z1a	0,015	0,016	-0,064	0,235	-0,443	-0,131	-0,147	-0,143	1,000	-0,288	-0,258	-0,593	-0,061
Z2	0,245	0,129	0,046	-0,028	-0,436	0,154	0,055	0,216	-0,288	1,000	-0,140	-0,323	-0,033
Z3a	-0,060	-0,014	-0,076	-0,132	-0,061	-0,184	-0,047	-0,190	-0,258	-0,140	1,000	-0,289	-0,030
Z3b	-0,146	-0,094	0,096	-0,106	0,769	0,150	0,148	0,121	-0,593	-0,323	-0,289	1,000	-0,069
Z4m	-0,011	-0,019	-0,101	-0,109	0,035	-0,073	-0,079	-0,066	-0,061	-0,033	-0,030	-0,069	1,000

Tabla A. 6 "Matriz de correlaciones, estación Chile España".

	Año	Aviso	Bode	Dist. metro	Prec	Park	Prec	Z1a	Z3	Z3b	Z4	Z4m
Año	1,000	0,862	-0,059	0,193	0,122	0,005	0,160	-0,383	-0,022	0,045	0,376	0,031
Aviso	0,862	1,000	-0,192	0,140	0,138	-0,091	0,165	-0,345	0,022	0,022	0,360	-0,001
Bodega	-0,059	-0,192	1,000	0,028	0,241	0,740	0,236	-0,026	-0,044	0,029	0,318	-0,360
Dist.Me	0,193	0,140	0,028	1,000	-0,085	0,051	-0,077	-0,505	0,044	0,044	0,299	0,279
LnPreo	0,122	0,138	0,241	-0,085	1,000	0,282	0,966	0,040	0,005	0,017	0,110	-0,191
Park	0,005	-0,091	0,740	0,051	0,282	1,000	0,285	-0,084	-0,037	0,034	0,326	-0,294
Precio	0,160	0,165	0,236	-0,077	0,966	0,285	1,000	0,011	-0,002	0,013	0,126	-0,172
Z1a	-0,383	-0,345	-0,026	-0,505	0,040	-0,084	0,011	1,000	-0,034	-0,034	-0,689	-0,444
Z3	-0,022	0,022	-0,044	0,044	0,005	-0,037	-0,002	-0,034	1,000	-0,001	-0,026	-0,017
Z3b	0,045	0,022	0,029	0,044	0,017	0,034	0,013	-0,034	-0,001	1,000	-0,026	-0,017
Z4	0,376	0,360	0,318	0,299	0,110	0,326	0,126	-0,689	-0,026	-0,026	1,000	-0,337
Z4m	0,031	-0,001	-0,360	0,279	-0,191	-0,294	-0,172	-0,444	-0,017	-0,017	-0,337	1,000

Tabla A. 7 "Matriz de correlaciones, estación Diagonal Oriente".

	Año	Bodega	Dist. metro	LnPre	Park	Precio	Z1a	Z3b	Z4a
Año	1,000	- 0,295	0,295	0,104	- 0,095	0,137	0,215	0,231	- 0,334
Bodega	- 0,295	1,000	0,159	- 0,086	0,597	- 0,104	- 0,283	0,131	0,045
Dist.metro	0,295	0,159	1,000	0,115	0,269	0,099	- 0,164	0,904	- 0,725
LnPrecio	0,104	- 0,086	0,115	1,000	0,174	0,954	- 0,205	0,027	0,094
Park	- 0,095	0,597	0,269	0,174	1,000	0,158	- 0,169	0,242	- 0,121
Precio	0,137	- 0,104	0,099	0,954	0,158	1,000	- 0,197	- 0,013	0,126
Z1a	0,215	- 0,283	- 0,164	- 0,205	- 0,169	- 0,197	1,000	- 0,151	- 0,443
Z3b	0,231	0,131	0,904	0,027	0,242	- 0,013	- 0,151	1,000	- 0,820
Z4a	- 0,334	0,045	- 0,725	0,094	- 0,121	0,126	- 0,443	- 0,820	1,000

*Tabla A. 8 “Matriz de correlaciones, estación Plaza Egaña”.*