

VALORACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA BAJO EL ENFOQUE DE UN MODELO HÍBRIDO EN UN CONTEXTO DE ELECCIÓN RESIDENCIAL

Luis Garzón-Pérez, Universidad Técnica del Norte, lagarzon@utn.edu.ec

Julián Arellana, Universidad del Norte, jarellana@uninorte.edu.co

Luis Bravo-Moncayo, Universidad de las Américas, luis.bravo@udla.edu.ec

Juan de Dios Ortúzar, Pontificia Universidad Católica de Chile, jos@ing.puc.cl

RESUMEN

El paisaje sonoro (ISO-12913, 2014) permite pasar del análisis del ruido a una interpretación y evaluación de los sonidos por medio de la especificación de variables acústicas positivas, las cuales pueden afectar en la elección de los individuos. Pese a la estandarización de procedimientos establecidos para la recolección de información, Mitchell et al., (2020) evidencian varias limitantes en el alcance de los procedimientos y protocolos considerados. Este estudio presenta una visión para la aplicación de un innovador experimento de preferencias declaradas y la especificación de modelos híbridos avanzados en elección discreta. Se analizan dos preguntas de investigación sobre la influencia de la sensibilidad como variable psicológica con respecto a una variable de la agradabilidad sonora. Además, la relación entre la agradabilidad y un constructo visual. Se estima una disposición de pago en el Distrito Metropolitano de Quito entre 0.65 a 3.32 (usd/dBA/mes) para reducir el nivel de presión sonora en un contexto residencial.

Palabras clave: paisaje sonoro, modelos híbridos, disposición al pago.

ABSTRACT

The soundscape (ISO-12913, 2014) enables to move from a classical noise analysis to an interpretation and evaluation of sounds through the specification of positive acoustic variables, which can affect the choice of individuals. Despite the standardization of procedures established to collect information, Mitchell et al., (2020) highlight several limitations in the scope of the proceedings and protocols involved. This study provides a vision for the application of an innovative stated preference experiment and the specification of advanced structures in discrete choice modelling. Two research questions arise, the influence between sensitivity as a psychological variable with the pleasantness of sound. As well, the relationship between pleasantness and tranquility as a visual construct. We estimated a willingness to pay between 0.65 to 3.32 (usd/dBA per month) in the Metropolitan District of Quito to reduce the sound pressure level in a residential context.

Keywords: soundscape, hybrid models, willingness to pay.

1 INTRODUCCIÓN

En la literatura se evidencia la falta de consensos para unificar criterios que permitan caracterizar y evaluar a los sonidos considerando el acompañamiento de otro tipo de variables presentes en los espacios públicos. Por esta razón, recientemente se ha definido y formalizado el marco teórico referencial del paisaje sonoro en una serie de documentos publicados en la ISO 12913-1, (2014) y la ISO12913-2, (2018). Esta teoría brinda una visión más amplia y compleja para la evaluación del entorno con énfasis en los sonidos, pero también en acompañamiento de otras variables no acústicas; y de esta manera, se aparta de los métodos clásicos de evaluación y modelación del ruido.

Lionello et al., (2020) en una extensiva revisión sistemática de la literatura señala que dentro de la especificación de los modelos tradicionalmente propuestos en la evaluación acústica urbana sólo importaba representar a los sonidos por medio de la variable "nivel de presión acústica - (LAeq)" o perceptualmente a través de la "molestia del ruido". Jeon et al., (2013) señalaron que estas dos formas, por sí mismas, son incapaces de modelar a los ambientes acústicos debido a la compleja interacción entre todos los sonidos que son interpretados perceptualmente. Así, Hong y Jeon, (2015) demostraron la heterogeneidad experiencial de las percepciones hacia las distintas fuentes sonoras para cada individuo; y bajo este concepto, las características positivas y negativas sonoras deberían reflejar una valoración monetaria diferente.

Jiang y Nellthorp (2020) desde una perspectiva de estudio del ruido ambiental como una externalidad del transporte, evidencian varios vacíos en las propuestas investigativas por la falta de estandarización metodológica. Sin embargo, Mitchell et al., (2020) y Jo et al., (2020) mencionan que pese a la publicación de la normativa en paisaje sonoro, la mayoría de los procedimientos experimentales propuestos, como la caminata sonora, se encuentran limitados por la falta de la estructuración de un diseño experimental y posteriormente en su aplicabilidad por los cuestionarios y protocolos que no pueden ser desarrollados de forma escalable y eficiente.

Huh y Shin, (2018), descubrieron que la heterogeneidad de los usos de suelo afecta en los valores de la disposición al pago (DAP) para la reducción del ruido, aún cuando pueden existir condiciones similares de la medición del nivel de presión sonora. Según Jiang y Nellthorp, (2020) esta distinción debería ser el punto de partida para la focalización de políticas en los espacios públicos contemplando los índices econométricos como la DAP.

Bajo el concepto teórico para la maximización de la utilidad, se presenta la metodología de experimentos de elección discreta (EED), los cuales proporcionan el procedimiento la estimación del valor monetario o la DAP para un atributo sonoro en diferentes contextos de elección (Li et al., 2009; Nunes et al., 2007).

En EED la práctica se realiza con datos de preferencia declarada (PD) y en la literatura se evidencian los esfuerzos realizados para el análisis de los resultados relativos a su aplicación, especialmente para la determinación de la DAP que permita la reducción de la molestia del ruido. Varios autores resaltan la importancia de analizar la variabilidad de la presión sonora bajo un enfoque de paisaje sonoro (Calleja et al., 2017; Lera-López et al., 2014; Merchan et al., 2014), pero estos estudios no se consideran los efectos de los sonidos de fondo como lo demuestra Yang y Kang, (2005).

La normativa en paisaje sonoro contiene una serie de recomendaciones metodológicas y protocolos que han sido definidas con el fin de estandarizar los procedimientos y obtener resultados que puedan ser comparables en el tiempo (Jiang y Nellthorp, 2020). Así, el protocolo de la caminata sonora hace uso de cuestionarios para la medición de indicadores, y evaluar los aspectos

46 relacionados al sonido en los sitios visitados in situ. Sin embargo, Mitchell et al., (2020) referencian
47 en la literatura la aplicación de diferentes enfoques metodológicos, y dentro de las cuales se
48 evidencia la necesidad de optar por otras prácticas que permitan una evaluación de una mayor
49 cantidad de sitios e individuos (Jo et al., 2020).

50 Bajo estas consideraciones y los vacíos encontrados en la literatura, este estudio tiene como
51 objetivo evaluar el paisaje sonoro bajo un contexto de elección residencial, para luego estimar la
52 DAP que tienen los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), en el Ecuador, que
53 permitan mejorar las condiciones acústicas y visuales urbanas. Para este fin se plantean las
54 siguientes preguntas de investigación:

55 *PR1. ¿Se relacionan la sensibilidad individual sonora con la agradabilidad en un contexto de*
56 *localización residencial?*

57 Aletta et al. (2016) hacen referencia a los descriptores como variables de tipo subjetivas, las cuales
58 se clasifican como acústicos y no acústicos, estas facilitan la medición de los efectos positivos y
59 negativos que perciben los individuos en el entorno urbano (Axelsson et al., 2010; Jeon et al.,
60 2011). Entre los descriptores acústicos más representativos dentro de la literatura de paisaje sonoro
61 se encuentran la molestia, agradabilidad, silencio, calidad del paisaje sonoro, entre otros.

62 Por otro lado, el grupo de descriptores no acústicos pueden relacionarse con la medición de las
63 características propias de los individuos como las medidas multisensoriales (Sun et al., 2018; Jeon
64 et al., 2011); y otras variables de tipo socioeconómicas y culturales (Kang y Zhang, 2003),
65 demográficas (Yu y Kang, 2009), y psicológicas (Schulte-Fortkamp, 2002) como la sensibilidad
66 individual (Park et al., 2018a).

67 Tse et al., (2012) en su aproximación de modelos de ecuaciones estructurales sugieren realizar una
68 medición de la sensibilidad auditiva, pero más bien se relaciona con una autodeclaración de la
69 capacidad auditiva de cada individuo. Pese a estos esfuerzos, aún no se ha estudiado a la
70 sensibilidad sonora como una reacción psicológica, cuando se presentan características sonoras
71 positivas y asociadas a los elementos del contexto urbano.

72 *PR2. ¿Se relaciona la percepción sonora de la agradabilidad con un constructo visual de la*
73 *tranquilidad en la localización residencial de una persona dado un cierto nivel de presión sonora?*

74 Las percepciones subjetivas no acústicas se relacionan con las características visuales de la
75 *tranquilidad* (Alessandro, et al., 2018; Watts & Marafa, 2017), la *calma* (AEMA, 2014) y la
76 *habitabilidad* (Rossetti et al., 2019; Foster et al., 2016). Estas percepciones están relacionadas con
77 la visión que tiene el individuo por el conjunto de elementos que configuran el paisaje sonoro, y
78 que son presentadas como variables cuantitativas referidas al flujo de personas, el flujo vehicular
79 y los espacios verdes. Cada una de estas modifica en mayor o menor medida las condiciones
80 sonoras y visuales de un lugar, y esta relación pretende descubrir en los individuos su reacción
81 frente a los espectros sonoros que fueron medidos con instrumentos.

82 Así, este estudio es desarrollado bajo el enfoque metodológico para la recolección de datos PD que
83 permitan la realización de experimentos EED bajo la consideración de condiciones controladas en
84 cuanto a escenarios y variables. Además, la flexibilidad para la aplicación de encuestas que puedan
85 ser escalables tanto en la observación de sitios también como en la cantidad de recopilación de la
86 muestra. En nuestro caso consideramos el enfoque de elección residencial, así el costo es
87 incorporado en la forma representada por el pago del alquiler o de los servicios para el
88 mantenimiento de un bien inmueble (Li et al., 2009; Arsenio et al., 2006).

89 Finalmente, en este trabajo se propondrá el uso de un modelo híbrido EED mediante la integración
90 de variables latentes de la teoría del paisaje sonoro. Esta estructura está conformada por un modelo

91 integrado de elección y un modelo de variables latentes (ICLV). El objetivo de esta formulación es
 92 profundizar en el análisis de variables no observables y explorar como las actitudes y percepciones
 93 modifican el proceso de decisión para la maximización aleatoria de la utilidad (RUM) (Morikawa,
 94 1999). Para medir consistentemente las variables latentes se utilizan indicadores que capturan las
 95 respuestas de los individuos a un conjunto de afirmaciones definidas en una escala definida. Los
 96 modelos ICLV son un enfoque bastante complejo de aplicación, pero se adecúan para pasar de una
 97 evaluación del “ruido” a la evaluación integral de los "sonidos" mediante la interpretación del
 98 paisaje sonoro. Para esta visión y como lo afirma Jiang y Nellthorp, (2020), todavía no se ha mirado
 99 la perspectiva de valoración econométrica del paisaje sonoro en entornos urbano.

100 La estructura general de este artículo está compuesta por cuatro capítulos, incluida esta sección
 101 introductoria que incluye una revisión literaria sobre el uso de la metodología de la valoración del
 102 ruido y la reciente aplicación bajo el enfoque del paisaje sonoro. En el segundo capítulo se
 103 menciona la metodología para el diseño de encuestas y posterior interpretación de datos con la
 104 especificación de modelos de ecuaciones estructurales (SEM) y modelos de elección discreta
 105 (EED). En el tercer capítulo se discuten y analizan los resultados sobre la validación de las
 106 preguntas de investigación planteadas; así como la estimación de los valores de la DAP para los
 107 factores y variables consideradas. El último capítulo se muestran las conclusiones y se brinda una
 108 visión para seguir investigando con la aplicación de experimentos EED.

109

110

1 2 METODOLOGÍA

2

3 El marco conceptual metodológico está compuesto en una primera etapa por el diseño experimental
 4 y la configuración del instrumento de encuesta. Luego se efectúa un análisis multivariado SEM por
 5 medio de la validación del modelo de medida y estructural. Finalmente, se exploran las diferentes
 6 formulaciones de modelos hasta llegar a las más avanzadas con especificaciones híbridas EED.

7

8

9 2.1 Diseño Experimental y Área de Estudio

10 En la Tabla 1 se describen las cinco variables de los entornos urbanos que fueron seleccionados.
 11 Mediante un diseño eficiente se definieron 36 espacios urbanos mostrados en la Figura 1 que
 12 representan la combinación de los diferentes niveles de los cinco atributos considerados. El
 13 experimento fue evaluado en un contexto de elección residencial, a razón de especificar y capturar
 14 el atributo del costo (Li et al., 2009; Galilea y Ortúzar., 2005). Mediante el uso del software
 15 NGENE (Choice Metrics, 2018) se determinó un diseño experimental eficiente que fue verificado
 16 por el uso del criterio del menor valor Dp-error (1.08,0.35).

17

18 Tabla 1. Descripción de atributos y niveles del experimento

Variables	Descripción	Niveles
Espacios Verdes (ev)	hectarea	Bajo (<1) - Alto (>1)
Flujo de personas (fp)	peaton/min	Bajo (<50) - Alto (>50)
Flujo Vehiculos (fv)	veh/h	Bajo (<900) - Alto (>900)
Nivel de presión Sonora (LAEq)	dBa	Bajo (<70) - Alto (>70)
Costos de arrendamiento (cost)	USD/mes	CA + 15% - CA + 25% - CA + 35%

19 Figura 1
20 Sitios y usos de suelo seleccionados

Contexto Urbano	Visualización	Contexto Urbano	Visualización	Contexto Urbano	Visualización
RECREACIONAL_1 Parque Bomberos.		RESIDENCIAL_1 California Alta de California.		RECREACIONAL_2 Parque Inglés.	
RESIDENCIAL_2 Real Audiencia de Moisés Luna Andrade.		COMERCIAL_1 Angamarca de Mariscal Sucre.		RECREACIONAL_3 Japón de Vicente Céspedes.	
COMERCIAL_2 Centro Comercial Atahualpa.		RECREACIONAL_4 Eloy Alfaro de Shiry.		COMERCIAL_3 6 de Diciembre de el Inca.	
RESIDENCIAL_3 Servellón Urbana de Arango.		RECREACIONAL_5 Parque República del Perú.		COMERCIAL_4 Chile de Av Pichincha.	
RECREACIONAL_6 Parque Gabriela Mistral.		COMERCIAL_5 García Moreno y Sucre.		RESIDENCIAL_4 Galo Plaza de Los Ampios.	
RESIDENCIAL_5 Galo Plaza Lazo de Humberto Marín.		RESIDENCIAL_6 Av La Piedad de Dr. José Fernández Salvador.		RESIDENCIAL_7 6 de Diciembre de Eloy Alfaro.	
COMERCIAL_6 García Moreno de Simón Bolívar.		COMERCIAL_7 Centro Comercial Atahualpa.		RESIDENCIAL_8 Amazonas de Holguín.	
RECREACIONAL_7 Parque Inglés.		COMERCIAL_8 Chile de Juan José Flores.		RECREACIONAL_8 Parque La Vicentina.	
COMERCIAL_9 Angamarca de Mariscal Sucre.		RECREACIONAL_9 Isla Isabela de San Cristóbal.		RESIDENCIAL_9 América de Naciones Unidas.	
COMERCIAL_10 Chile de Juan Pío Montufar.		RESIDENCIAL_10 Colón de Reina Victoria.		COMERCIAL_11 Entrada a Llano Chico.	
RESIDENCIAL_11 6 de diciembre de Eloy Alfaro.		COMERCIAL_12 Av Pedro Vicente Maldonado de Av. Morán Valverde.		RECREACIONAL_10 Parque La Carolina.	
RECREACIONAL_11 Parque Curumandá.		RECREACIONAL_12 Parque El Esjido.		RESIDENCIAL_12 Real Audiencia de Moisés Luna Andrade.	

21
22

23 **2.2 Diseño de la encuesta y recopilación de la información**

24 La primera etapa del procedimiento se refiere al diseño de la encuesta, para la cual se incluyó una
25 pregunta filtro se consultó a los jefes de hogar si estaban dispuestos a observar inmuebles de
26 arrendamiento disponibles en los sectores del norte, centro y sur del DMQ. Luego por medio de
27 una entrevista personal se consultó sobre el valor de renta mensual correspondiente al inmueble
28 donde se encuentran residiendo. Así, con esta información se construyó la pregunta de elección
29 residencial, y se complementa la explicación informando al encuestado sobre la existencia de un
30 inmueble de similares características al que dispone actualmente. Se aclara también que las
31 características internas responden a las necesidades de la familia y/o personales e inclusive cuenta
32 con un estacionamiento para las zonas del centro en donde existen bloques de calles peatonalizadas.
33 Finalmente, de forma hipotética se indicó que la ubicación de los inmuebles se encuentra a la misma
34 distancia y tiempo de su lugar de trabajo actual. De esta manera, el individuo evalúa su elección
35 residencial de acuerdo con la aceptabilidad del entorno exterior presentado en los sitios y asociados
36 a un costo que está acorde con su restricción de gasto actual.

37 La encuesta incluyó una sección con información sociodemográfica como la edad, el género, la
38 ocupación, la disponibilidad de seguro de vida, la ubicación de la vivienda e ingresos personales y
39 de su hogar. La siguiente sección incluyó los indicadores para la evaluación de la sensibilidad
40 individual al sonido. La última parte de la encuesta estuvo asistida por el uso de herramientas
41 virtuales de inmersión en audio y video. Así, los individuos observan varios sitios sin la necesidad
42 de realizar un desplazamiento in situ como el considerado en caminata sonora (ISO, 2014).

La segunda etapa del procedimiento se refiere a la aplicación para la recolección de encuestas con el uso de tabletas de alta resolución y condiciones inmersivas sonoras con audífonos profesionales. Se recopiló la información de un total de 543 participantes, quienes completaron los cuestionarios en un tiempo de 25 a 30 minutos. La muestra fue calculada a partir de la información poblacional del sector urbano del DMQ; y además de las proyecciones por sexo y edad. El detalle de la información de ingresos personales es presentado en la Tabla 2.

Tabla 2. Información sociodemográfica (n=543)

Variable Edad	Total	Estadísticos	Ingresos Jefe de Hogar	Costo arrendamiento mensual
26 – 35	225 (41%)	Promedio	993.32	350
36 – 45	132 (24%)	Mediana	1,000	330
46 – 55	108 (20%)	DesvStd	586.49	146.77
56 – 65	61 (12%)	min	400	150
65 – 70	17 (3%)	max	2,500	700

51

52

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2

3.1 Análisis de los componentes de medición y estructural

Este procedimiento aplica un análisis secuencial (Anderson y Gerbing, 1988) normalmente considerado en las estimaciones realizadas de los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) (Golob, 2003) y bajo este enfoque se explorará la validación de la pregunta de investigación *PR1* para las relaciones entre los constructo sonoro *agradabilidad* η_2 con respecto a una variable psicológica de la *sensibilidad* η_1 individual. Asimismo, para la pregunta de investigación *PR2*, se procederá a observar la influencia que existe entre la variable latente sonora y una visual de la *tranquilidad* η_3 .

El planteamiento para la estimación secuencial de las cargas y de los parámetros se lo efectúa mediante los análisis factorial exploratorio (EFA) y confirmatorio (CFA). Posteriormente se procede con el diseño de un modelos SEM-MIMIC para visualizar el comportamiento entre los componentes de medida y la parte estructural bajo el enfoque denominado de Múltiples Indicadores Múltiples Causas (MIMIC) (Joreskog y Goldberger, 1975).

El procedimiento EFA correspondió al análisis de factores por ejes principales con rotación varimax y el número de factores se definió según el planteamiento estadístico de (Bartlett, 1951). Los resultados obtenidos fueron verificados mediante el uso de varios criterios de adecuación y de representatividad muestral como el KMO (Kaiser, 1970; Cerny y Kaiser, 1977) con valores de bondad de ajuste aceptados superiores a (0.7).

Para el análisis de la *sensibilidad* individual η_1 se aplicó el método Kishikawa et al., (2009) mostradas en la Tabla 4. Luego del procedimiento EFA solo se validó el uso de cuatro indicadores **I1**, **I3**, **I5** e **I6**. La representación de la percepción acústica de los entornos se realizó mediante indicadores asociados a la **I10**.*agradabilidad* (Tarlao et al., 2021; Aumond et al., 2017b), **I11**.*calma* (Davies et al., 2013); y **I12**.*armonía* (Axelsson et al., 2010). Las variables subjetivas no acústicas se relacionan con las características visuales como la **I13**.*tranquilidad* concebida como un criterio para calificar las áreas en exteriores (Alessandro, et al., 2018; Watts & Marafa, 2017;

28 AEMA, 2014), **I14.habitabilidad** (Rossetti et al., 2019; Foster et al., 2016; Jeon et al., 2013), la
 29 **I15.seguridad** de las personas usando las calles (Ramírez et al., 2021; Iglesias et al., 2013) y la
 30 **I16.limpieza** en los espacios públicos que finalmente no resultó significativa.

31

32 Tabla 3. Preguntas de los descriptores acústicos y no acústicos

Preguntas escala Kishikawa	Preguntas de la percepción sonora	Preguntas de la percepción visual
I1. Los ruidos me despiertan fácilmente.	I10. Los sonidos en este lugar son agradables para escucharlos en los alrededores de un inmueble de vivienda.	I13. Me siento tranquilo y disfruto de las actividades mostradas en este lugar.
I2. Me acostumbro a la mayoría de los ruidos sin dificultad.	I11. Los sonidos de este lugar transmiten calma para las viviendas ubicadas en sus alrededores.	I14. Podría habitar en un inmueble ubicado en los alrededores de este lugar.
I3. Me resulta difícil relajarme en un lugar con ruido.	I12. Los sonidos de este lugar transmiten armonía para sus habitantes.	I15. En este lugar me siento seguro de la delincuencia.
I4. Soy bueno para concentrarme sin importar lo que ocurra a mi alrededor.		I16. No me gusta este lugar porque está sucio y descuidado.
I5. Me enfado con las personas que hacen ruido e impiden que concilie el sueño.		
I6. Tengo sensibilidad al ruido.		

33

34 El CFA (Long, 1983) permitió determinar la calidad del instrumento de medida aplicado para cada
 35 una de las variables latentes identificadas: *sensibilidad* η_1 , *agradabilidad* η_2 y *tranquilidad* η_3 . En
 36 este caso, se utilizó una escala Likert graduada de 5 puntos y se verificaron varios criterios
 37 estadísticos como el coeficiente alfa de Cronbach, (1951) para la fiabilidad del instrumento de
 38 medida (Nunnally y Bernstein, 1968). Adicionalmente, se exploraron criterios de fiabilidad
 39 compuesta CR (Fornell y Larcker, 1981) y la validez del instrumento de medida por medio del
 40 criterio de la varianza extraída promedio (AVE) (Bagozzi y Yi, 1988).

41

42 Tabla 4. Resultados CFA

CFI	TLI	GFI	AGFI	RMSEA	SRMR	WRMR
0.99	0.99	0.99	0.98	0.035	0.018	1.64
Variables Latentes		Sensibilidad	Agradabilidad	Tranquilidad		
CR		0.74	0.96	0.89		
AVE		0.51	0.89	0.73		
Cronbach's Alpha (α)		0.69	0.94	0.85		

43

44 Finalmente, como última parte del análisis secuencial, se obtuvieron los resultados del modelo
 45 MIMIC-SEM presentados en el Apéndice 1. De forma general, los parámetros estimados muestran
 46 un alto nivel de ajuste $\chi^2_{SB}=743.37$ $df=45$, $p < 0.05$. Asimismo, se observan que las medidas de
 47 pruebas de bondad de ajuste son satisfactorias (CFI=0.99, TLI=0.99, GFI= 0.99, AGFI=0.99,
 48 RMSEA=0.030) considerando los criterios recomendados en la literatura para modelos SEM
 49 (Amaya et al., 2021; Lucchesi et al., 2021). Adicionalmente, los R^2 de los indicadores y los
 50 constructos dentro del modelo varían entre 0.13 a 0.74 mostrando un ajuste de bajo a moderado.

51 La pregunta de investigación *PR1* fue respondida por medio de la validación del modelo SEM-
 52 MIMIC, el cual permitió descubrir las reacciones de la sensibilidad o la insensibilidad η_1 que tienen
 53 las personas frente a los estímulos sonoros en un contexto de elección residencial. Esta variable
 54 pudo ser medida por cuatro indicadores de los seis propuestos por Kishikawa et al., (2009).
 55 Además, se determinaron las variaciones de la sensibilidad individual dependiendo de las
 56 características sociodemográficas de las personas. Para la pregunta *PR2* sobre los constructos
 57 sonoros y visuales se observó que la *agradabilidad* η_2 fue medida de forma adecuada por los
 58 descriptores de los sonidos I10. *agradabilidad*, I11. *calma* and I12. *armonía*, y para la variable
 59 visual tranquilidad η_3 medida por los indicadores I13. *tranquilidad*, I14. *habitabilidad* y
 60 I15. *seguridad*. El mejor ajuste de las regresiones se obtuvo con el factor de la *agradabilidad* η_2
 61 sonora, validando el uso de los descriptores acústicos L_{10} y TVSL que capturan los niveles sonoros
 62 más elevados y las variaciones instantáneas del nivel sonoro, respectivamente. Para el factor
 63 asociado con la *tranquilidad* η_3 visual las variables que afectan en su evaluación se relacionan con
 64 *los flujos de personas* y *los espacios verdes* de los entornos urbanos. Suponemos que el efecto
 65 negativo capturado por la visualización de las personas en las calles es consecuencia de las
 66 restricciones de movilidad impuestas por la pandemia COVID-19, mientras que el flujo vehicular
 67 mantiene el efecto esperado para los tres usos de suelo considerados, pero resultó no ser
 68 estadísticamente significativa.

69

70

71 3.2 Función de Utilidad y Modelos de Elección Discreta

72 En esta segunda atapa se complementa la visión del análisis por medio de la estimación de los
 73 parámetros especificados en la función lineal indirecta y provenientes del diseño experimental:

74

$$75 V_i = \theta_{gz} \cdot gz + \theta_c \cdot c + \theta_{tf} \cdot tf + \theta_{laeq} \cdot l_{aeq} + \theta_{cost} \cdot cost \quad (1)$$

76

77 Se propusieron varios modelos DCE partiendo de especificaciones básicas, y por medio de este
 78 proceso se determinó la construcción final del modelo híbrido. Desde el enfoque DCE se estimaron
 79 primero dos modelos modelo multinomial (McFadden y Train, 2000) cuyos resultados se muestran
 80 en la Tabla 5. El MNL-1 contenía a las variables que fueron incluidas en el diseño experimental y
 81 el MNL-2 se adicionaron variaciones sistemáticas de los gustos. Posteriormente, se especificaron
 82 varios modelos mix logit con una formulación de estructuras más flexibles de parámetros aleatorios
 83 y varios tipos de distribuciones para la variable del nivel de presión sonora. De esta manera, se
 84 puede capturar posibles efectos de interacción entre alternativas y un mejor tratamiento para las
 85 observaciones provenientes de un mismo individuo; así como también las variaciones en los gustos
 86 (Brownstone y Train, 1999). De los resultados mostrados en la Tabla 5, el modelo Mixed Logit
 87 con parámetros aleatorios y una distribución log normal ML-3 para la variable del nivel de presión
 88 sonora fue la que presentó mejores estimadores de máxima verosimilitud en comparación con el
 89 resto de modelos.

90

91

92

93

94

95 Tabla 5. Resultados Modelos EED (n=543)

Model	MNL-1	MNL-2	ML-1 (Random) Normal	ML-2 (Random) Normal Trunc	ML-3 (Random) Lognormal
Atributes	Estimate (tes-t)	Estimate tes-t)	Estimate (tes-t)	Estimate (tes-t)	Estimate (tes-t)
asc_alternativa_1	N.A	NA	NA	N.A	N.A
asc_alternativa_2	0.11(1.13)	0.11(1.46)	0.16(1.78)	0.16(1.93)	0.18(2.03)
asc_alternativa_3	0.45(5.67)	0.45(5.67)	0.45(5.46)	0.45(5.49)	0.43(5.35)
Espacios_Verdes (ev)	0.62(8.53)	0.34(3.96)	0.26(2.77)	---	0.21(2.20)
Flujo Personas (fp)	-0.49(6.71)	-0.23(2.60)	-0.34(3.48)	-0.52(5.82)	-0.28(2.99)
Nivel Presión Sonora (laeq)	-0.444(3.63)	-0.195(2.41)	---	---	---
mu_NivelPresiónSonora_ (laeq)	---	---	-3.64(-10.45)	-2(NA)	-1.82(1.94)
sigma_NivelPresiónSonora_ (laeq)	---	---	5.66(11.26)	1,34(9.21)	-3.45(2.14)
Flujo Vehicular (fv)	-0.35(4.71)	---	---	---	---
Costo Arrendamiento (θ_{cost})	-0.002 (2.83)	-0.0043(5.06)	-0.008(7.28)	-0.013(15.75)	-0.007(7.25)
b_110	---	-0.07(6.94)	-0.08(8.37)	-0.09(9.10)	-0.08(7.76)
b_tvsl	---	-0.004(1.76)	-0.006(-2.78)	-0.0014(6.88)	-0.007(3.12)
FlujoPersonas x b_Adulto	---	-0.37(2.07)	---	---	-0.36(1.88)
FlujoPersonas x b_Ingreso_Medio	---	-0.371(1.77)	-0.34(1.68)	-0.31(1.64)	-0.37(1.79)
NivelPresionSonora x b_Ingreso_Alto	---	-0.699(2.16)	-0.42(1.67)	---	---
$l(\theta)$ Log Likelihood	1,671.31	1,651.35	1,604.82	1,666.94	1,624.78
AIC Parámetro Akaike	3,356.64	3,324.7	3,233.65	3,322.27	3,273.56
Número Parámetros Estimados	7	11	11	8	11
DAP (usd/dBa/hogar/mes)	3.17	0.65 - 3.32	2.03	2.19	1.56

96

97 Los modelos permiten identificar a las variables objetivas que afectan los entornos urbanos, pero
98 sin profundizar en la comprensión del proceso de decisión proveniente de los individuos. Por esta
99 razón, en la literatura se enfatiza sobre la conveniencia de explorar las relaciones más complejas
100 entre los predictores latentes y las elecciones individuales (Bolduc y Alvarez-daziano, 2010). Así,
101 al formular un modelo híbrido bajo el enfoque de paisaje sonoro se pretende explicar el proceso de
102 decisión de los individuos cuando seleccionan un determinado contexto de elección, por medio de
103 la comprensión de la medida de sus capacidades cognitivas acústicas y visuales; así como también
104 la influencia de la sensibilidad individual sonora. La discusión alrededor del uso de
105 especificaciones más avanzadas con modelos híbridos han sido variadas (Chorus y Kroesen, 2014);
106 sin embargo, como un criterio general se consideran las directrices efectuadas por Vij y Walker,
107 (2016). En nuestro caso aplicativo bajo el enfoque de paisaje sonoro es evidente la necesidad de
108 incluir el componente estructural y de medición ICLV; de esta manera es posible incluir a todos
109 los descriptores acústicos y no acústicos dentro de la función de utilidad y bajo el contexto de
110 elección residencial, de acuerdo con la siguiente especificación:

111

$$U_{iq} = \sum_k \theta_{ik} \cdot X_{ikq} + \sum_l \beta_{il} \cdot X_{ilq} + \varepsilon_{iq} \quad (2)$$

113

114 El modelo híbrido mostrado en la Tabla 7 fue constituido bajo el enfoque de paisaje sonoro está
 115 conformado por variables observables (*nivel de presión sonora, flujo personas, flujo vehicular,*
 116 *espacios verdes*) y no observables (*sensibilidad η_1 , agradabilidad η_2 , tranquilidad η_3*) que fueron
 117 utilizadas para conseguir las estimaciones de todos los parámetros.

118

119 Tabla 6. Resultados Modelos EED (n=543)

Modelo de elección	Estimate	S.E	t.rat.(0)	
asc_alternativa_1	0	NA	NA	
asc_alternativa_2	0.07	0.07	0.98	
asc_alternativa_3	0.28	0.07	3.90	
(θ_{laeq})_Nivel presión sonora_(laeq)	-0.33	0.13	2.55	
NivelPresinSonora x b_Ingreso_Medio	-0.54	0.20	2.75	
NivelPresiónSONora x b_Ingreso_Alto	-0.86	0.29	2.96	
β_3_VL3_Agradabilidad_η_3	0.59	0.09	6.47	
β_4_VL4_Tranquilidad_η_4	0.34	0.06	5.76	
(θ_{cost})Costo de Arrendamiento	-0.004	0.00	5.18	
Modelo Estructural	Estimate	S.E	t.rat.(0)	
β_3_VL3_Agradabilidad_η_3				
α_{31} _110	-0.11	0.005	22.73	
α_{32} _tvsl	-0.002	0.001	2.62	
β_4_VL4_Tranquilidad_η_4				
α_{41} _Espacios Verdes_(ev)	1.07	0.05	21.52	
α_{42} _Flujo Personas_(fp)	-0.79	0.04	19.29	
Modelo de Medición	Estimates	S.E	t.rat.(0)	
γ_{13} _agradabilidad_I10	1.36	0.06	22.22	
γ_{23} _calma_I11	1.40	0.06	22.54	
γ_{33} _armonía_I12	1.39	0.06	22.60	
γ_{14} _tranquilidad_I18	1.15	0.05	22.32	
γ_{24} _habitabilidad_I19	1.17	0.05	22.38	
γ_{34} _seguridad_I20	1.15	0.05	21.97	
$l(\theta)$	Parámetros Estimados	n	AIC	BIC
1639.86	114	543	88577.65	89192.76

120

121

122 Dentro de la componente de elección discreta se consideró únicamente a las variables observables
123 del costo de arrendamiento (*costo*) y el *nivel de presión sonora (laeq)*, y el resto de las variables
124 (*flujo personas, flujo vehicular y espacio verdes*) pasaron a formar parte de del componente
125 estructural ICLV como variables explicativas de los constructos latentes, excepto por el *flujo*
126 *vehicular*, ya que este atributo no resultó ser estadísticamente significativo.

127 Los resultados de la estimación de varios modelos híbridos, permitieron determinar que la
128 *sensibilidad η_1* individual definitivamente no resultó ser significativa. En términos de modelación
129 bajo el enfoque de paisaje sonoro las variables de la *agradabilidad η_2* y la *tranquilidad η_3*
130 presentan signos adecuados al igual que la significancia estadística, concordando con los hallazgos
131 encontrados en el modelo MIMIC-SEM. Para la interpretación de cada uno de los constructos
132 latentes se tomaron en cuenta a las variables socio demográficas de la edad y el nivel de ingresos
133 dentro del constructo latente de la tranquilidad.

134

135 **3.3 Valores subjetivos de los constructos del paisaje sonoro**

136 La estimación del valor monetario para los constructos latentes de la *agradabilidad* y la *tranquilidad*
137 son 147.5 (usd/mes) y 85 (usd/mes) respectivamente. El procedimiento de cálculo se efectúa a
138 partir de la determinación de la tasa marginal de sustitución entre los ingresos y la variable
139 expresada para el atributo seleccionado. La DAP del nivel de presión sonora es calculada por medio
140 de los parámetros estimados del modelo híbrido 1.17 (usd/dBA/mes). Las estimaciones de los
141 valores subjetivos para la variable del nivel de presión sonora son mostradas en la tabla 6 están en
142 línea con los umbrales de los valores determinados por Galilea and Ortuzar (2005).

143

144

1 **4 CONCLUSIONES**

2

3 Este es un primer estudio presentado desde una perspectiva econométrica para la determinación de
4 la DAP para percepciones relacionadas con Paisaje Sonoro y fue implementado bajo un novedoso
5 experimento de elección discreta, que permite identificar las variables no observables tanto
6 acústicas como visuales en un contexto residencial urbano. El marco metodológico fue estructurado
7 por medio de un enfoque teórico del paisaje sonoro y que permitió evaluar a los individuos sobre
8 las condiciones exteriores de varios entornos urbanos bajo un concepto de elección residencial en
9 el DMQ en el Ecuador.

10 La aplicación de una innovadora encuesta de preferencias declaradas, facilitó a los individuos
11 evaluar a todas las variables consideradas de la forma más objetiva posible. Los resultados
12 obtenidos demostraron que los videos en formato 360° para la proyección de los constructos
13 visuales y el uso de audífonos profesionales para la reproducción de los sonidos con características
14 inmersivas sonoras permiten una buena comprensión de la presentación de las variables por parte
15 de los individuos encuestados.

16 En términos de análisis de la pregunta de investigación *PRI* se determinó la influencia negativa de
17 la *sensibilidad η_1* hacia el factor de la *agradabilidad η_3* de los sonidos, y según lo considerado por
18 Stansfeld et al., (1993b), se confirma que la sensibilidad individual implica una susceptibilidad a
19 un rango más amplio de descriptores positivos como la *agradabilidad* y no solo asociada a la
20 molestia del ruido. La sensibilidad pudo ser medida por medio de cuatro de los seis indicadores
21 propuestos por Kishikawa et al., (2009).

22 Se obtuvieron altos niveles de rendimiento según los criterios medidos de las pruebas de bondad
23 de ajuste para los resultados de la especificación realizada para el primer modelo MIMIC-SEM. Se
24 validaron la segunda pregunta de investigación *PR2* que exploran las relaciones entre los tres
25 factores principales y su dependencia con las variables de tipo socioeconómico. El análisis del
26 componente estructural incluyó la asociación de variables explicativas como los niveles sonoros
27 medidos para el factor de la agradabilidad; y para el constructo visual se relacionaron variables
28 como *flujo de personas* y *flujo vehicular*. También se asociaron otras variables explicativas de tipo
29 *sociodemográfico*, aunque no se encontró ninguna relación conjunta que explique la dependencia
30 de una de ellas en cada factor.

31 La variable del costo fue satisfactoriamente representada por el valor de arrendamiento de un
32 inmueble y esto fue muy bien comprendido por parte de los individuos en un contexto de elección
33 residencial. Así, se pudo estimar la DAP para la reducción del nivel de presión sonora con un valor
34 conservador entre 0.65 a 3.32 (usd/dBA por mes). La DAP estimada para los descriptores acústicos
35 y no acústicos presentados en este trabajo son una primera visión de los análisis realizados en la
36 región de América Latina y se convierten en una fuente de comparación para futuros trabajos.

37

38

1 REEFERENCIAS

2

- 3 AEMA (2014) **Good practice guide on quiet areas**. European Environmental Agency.
- 4 Alessandro, F.D., Evangelisti, L., Guattari, C., Grazieschi, G., y Orsini, F. (2018) Influence of
5 visual aspects and other features on the soundscape assessment of a university external area.
6 **Building Acoustics**, 25, 3, 199–217.
- 7 Aletta, F., Kang, J., y Axelsson, Ö. (2016) Soundscape descriptors and a conceptual framework for
8 developing predictive soundscape models. **Landscape and Urban Planning**, 149, 65–74.
- 9 Anderson, J.C., y Gerbing, D.W. (1988) Structural Equation Modeling in Practice : A Review and
10 Recommended Two-Step Approach. **Psychological Bulletin**, 103, 3, 411–423.
- 11 Arsenio, A., Bristow, A.L., y Wardman, M. (2006) Stated choice valuation of traffic related noise.
12 **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 11, 1, 15–31.
- 13 Aumond, P., Can, A., Coensel, B. De, Botteldooren, D., y Ribeiro, C. (2017) Modeling Soundscape
14 Pleasantness Using perceptual Assessments and Acoustic Measurements Along Paths in Urban
15 Context. **Acta Acustica United with Acustica**, 103, January 2016, 430–443.
- 16 Axelsson, Ö., Nilsson, M.E., y Berglund, B. (2010) A principal components model of soundscape
17 perception. **Acoustical Society of America**, 128, 5, 2836–2846.
- 18 Bagozzi, R.P., y Yi, Y. (1988) On the evaluation of structural equation models. *Journal of the*
19 **Academy of Marketing Science**, 16, 1, 74–94.
- 20 Bartlett, M.S. (1951) The Effect of Standardization on a χ^2 Approximation in Factor Analysis.
21 **Biometrika**, 38, 3/4, 337.
- 22 Bertram, C., Meyerhoff, J., Rehdanz, K., y Wüstemann, H. (2017) Differences in the recreational
23 value of urban parks between weekdays and weekends: A discrete choice analysis. **Landscape and**
24 **Urban Planning**, 159, 5–14.
- 25 Bolduc, D., y Alvarez-daziano, R. (2010) The State-of-the-art and The State-of- practice. On
26 Estimation of Hybrid Choice Models. **Choice Modelling**, 259–287.

- 27 Brown, A.L., Kang, J., y Gjestland, T. (2011) Towards standardization in soundscape preference
28 assessment. **Applied Acoustics**, 72, 6, 387–392.
- 29 Brownstone, D., y Train, K. (1999) Forecasting new product penetration with flexible substitution
30 patterns. **Journal of Econometrics**, 89, 109–129.
- 31 Calleja, A., Díaz-balteiro, L., Iglesias-merchan, C., y Soliño, M. (2017) Urban Forestry y Urban
32 Greening Acoustic and economic valuation of soundscape : An application to the ‘ Retiro ’ Urban
33 Forest Park. **Urban Forestry y Urban Greening**, 27, May, 272–278.
- 34 Cerny, B.A., y Kaiser, H.F. (1977) A study of a measure of sampling adequacy for factor-analytic
35 correlation matrices. **Multivariate Behavioral Research**, 12, 1, 43–47.
- 36 Choice Metrics (2018) User Manual y Guide Reference. Australia.
- 37 Chorus, C.G., y Kroesen, M. (2014) On the (im-)possibility of deriving transport policy
38 implications from hybrid choice models. **Transport Policy**, 36, 217–222.
- 39 Cronbach, L.J. (1951) Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, 16, 3,
40 297–334.
- 41 Davies, W.J., Adams, M.D., Bruce, N., Cain, R., Carlyle, A., Cusack, P., Hall, D.A., Hume, K.I.,
42 Irwin, A., Jennings, P., Plack, C.J., y Pox (n.d.) Perception of soundscapes: An interdisciplinary
43 approach. **Acoustics Research Centre**, 44.
- 44 Fornell, C., y Larcker, D.F. (1981) Evaluating structural equation models with unobservable
45 variables. **Journal of Marketing Research**, February, 39–50.
- 46 Foster, S., Hooper, P., Knuiman, M., Bull, F., y Giles-Corti, B. (2016) Are liveable neighbourhoods
47 safer neighbourhoods? Testing the rhetoric on new urbanism and safety from crime in Perth,
48 Western Australia. **Social Science and Medicine**, 164, 150–157.
- 49 Galilea, P., y Ortúzar, J. de D. (2005) Valuing noise level reductions in a residential location
50 context. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 10, 4, 305–322.
- 51 Golob, T.F. (2003) Structural equation modeling for travel behavior research. **Transportation
52 Research Part B**, 37, 1–25.
- 53 Hong, J.Y., y Jeon, J.Y. (2015) Influence of urban contexts on soundscape perceptions: A structural
54 equation modeling approach. **Landscape and Urban Planning**, 141, 78–87.
- 55 Huh, S.Y., y Shin, J. (2018) Economic valuation of noise pollution control policy: does the type of
56 noise matter? **Environmental Science and Pollution Research**, 25, 30, 30647–30658.
- 57 Iglesias-merchan, C., Diaz-Balteiro, L., y Soliño, M. (2014) Noise pollution in national parks:
58 Soundscape and economic valuation. **Landscape and Urban Planning**, 123, 1–9.
- 59 Iglesias, P., Greene, M., y Ortúzar, J. de D. (2013) On the perception of safety in low income
60 neighbourhoods: using digital images in a stated choice experiment. **Choice Modelling**.193–210.
- 61 ISO (2014) ISO 12913-1: 2017 **Acoustics—Soundscape—Part 1: Definition and conceptual
62 framework**. International Organization for Standardization
- 63 ISO (2018) ISO/TS 12913-2:2018 – **Soundscape – Part 2: Data collection and reporting
64 requirements**. International Organization for Standardization
- 65 Jeon, J.Y., Hong, J.Y., y Lee, P. (2013) Soundwalk approach to identify urban soundscapes
66 individually. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 134, 1, 803–812.
- 67 Jeon, J.Y., Jik, L.P., Hong, J.Y., y Cabrera, D. (2011) Non-auditory factors affecting urban
68 soundscape evaluation. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 130, 6, 3761–3770.

- 69 Jiang, L., y Nellthorp, J. (2020) Valuing transport noise impacts in public urban spaces in the UK :
70 Gaps , opportunities and challenges. **Applied Acoustics**, 166, 107376.
- 71 Jo, H.I., Seo, R., y Jeon, J.Y. (2020) Soundscape assessment methods: Compatibility of
72 questionnaires and narrative interview based on ISO 12913-2. **Proceedings of 2020 International
73 Congress on Noise Control Engineering, INTER-NOISE 2020**
- 74 Joreskog, K.G., y Goldberger, A.S. (1975) Estimation of a Model with Multiple Indicators and
75 Multiple Causes of a Single Latent Variable. **Journal of the American Statistical Association**,
76 70, 351, 631.
- 77 Kaiser, H.F. (1970) A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35, 4, 401–415.
- 78 Kang, J., y Zhang, M. (2003) A cross-cultural study of soundscape in urban open public spaces.
79 **Proceeding of the Tenth International Congress on Sound and Vibration**, 10, 2703–2710.
80 Stockholm, Sweden.
- 81 Kishikawa, H., Matsui, T., Uchiyama, I., Miyakawa, M., Hiramatsu, K., y Stansfeld, S.A. (2009)
82 Noise sensitivity and subjective health: Questionnaire study conducted along trunk roads in
83 Kusatsu, Japan. **Noise and Health**, 11, 43, 111–117.
- 84 Lera-López, F., Sánchez, M., Faulin, J., y Cacciolatti, L. (2014) Rural environment stakeholders
85 and policy making: Willingness to pay to reduce road transportation pollution impact in the
86 Western Pyrenees. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 32, 129–
87 142.
- 88 Li, H.N., Chau, C.K., Tse, M.S., y Tang, S.K. (2009) Valuing road noise for residents in Hong
89 Kong. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 14, 4, 264–271.
- 90 Lionello, M., Aletta, F., y Kang, J. (2020) A systematic review of prediction models for the
91 experience of urban soundscapes. **Applied Acoustics**, 170, 107479.
- 92 Long, J.S. (1983) **Confirmatory factor analysis**. SAGE Publications Newbury Park.
- 93 Mitchell, A., Oberman, T., Aletta, F., y Erfanian, M. (2020) The Soundscape Indices (SSID)
94 Protocol: A Method for Urban Soundscape Surveys — Questionnaires with Acoustical and
95 Contextual Information. **Applied Sciences**, 10, March, 27.
- 96 Morikawa, T., Ben-akiva, M., y Mcfadden, D. (1999) Discrete choice models incorporating
97 revealed preferences and psychometrics data. **Econometric Models in Marketing**, 16, 29–55.
- 98 Nunes, P., Travisi, C.M., Foundation, V., Eni, F., y Mattei, E. (2007) Rail Noise - Abatement
99 Programmes : A Stated Choice Experiment to Evaluate the Impacts on Welfare. **Transport
100 Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal**, 27, 589–604.
- 101 Nunnally, J.C., y Bernstein, I.H. (1968) **Psychometric Theory**. 3rd Ed Vol. 5, Issue 3 McGraw-
102 Hill, New York.
- 103 Park, S.H., Lee, P.J., y Jeong, J.H. (2018) Effects of noise sensitivity on psychophysiological
104 responses to building noise. **Building and Environment**, 136, March, 302–311.
- 105 Ramírez, T., Hurtubia, R., Lobel, H., y Rossetti, T. (2021) Measuring heterogeneous perception of
106 urban space with massive data and machine learning: An application to safety. *Landscape and
107 Urban Planning*, 208, November 2020, 104002.
- 108 Rossetti, T., Lobel, H., Rocco, V., y Hurtubia, R. (2019) Explaining subjective perceptions of
109 public spaces as a function of the built environment: A massive data approach. **Landscape and
110 Urban Planning**, 181, October 2018, 169–178.

- 111 Schulte-Fortkamp, B. (2002) Soundscapes and living spaces sociological and psychological
112 aspects concerning acoustical environments. **Proceeding of Forum Acusticum**, 6.
- 113 Sun, K., Sanchez, G.M.E., De Coensel, B., Van Renterghem, T., Talsma, D., y Botteldooren, D.
114 (2018) Personal audiovisual aptitude influences the interaction between landscape and soundscape
115 appraisal. **Frontiers in Psychology**, 9, may, 1–15.
- 116 Tarlao, C., Steffens, J., y Guastavino, C. (2021) Investigating contextual influences on urban
117 soundscape evaluations with structural equation modeling. **Building and Environment**, 188,
118 October 2020, 107490.
- 119 Tse, M.S., Chau, C.K., Choy, Y.S., Tsui, W.K., Chan, C.N., y Tang, S.K. (2012) Perception of
120 urban park soundscape. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 131, 4, 2762–2771.
- 121 Vij, A., y Walker, J.L. (2016) How , when and why integrated choice and latent variable models
122 are latently useful. **Transport Research Part B**, 90, 192–217.
- 123 Viollon, S., Lavandier, C., y Drake, C. (2002) Influence of visual setting on sound ratings in an
124 urban environment. **Applied Acoustics**, 63, 5, 493–511.
- 125 Watts, G., y Marafa, L. (2017) Validation of the Tranquility Rating Prediction Tool (TRAPT):
126 comparative studies in UK and Hong 1, 67–74.
- 127 Yang, W., y Kang, J. (2005) Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. **Applied**
128 **Acoustics**, 66, 2, 211–229.
- 129 Yu, L., y Kang, J. (2009) Modeling subjective evaluation of soundscape quality in urban open
130 spaces: An artificial neural network approach. **The Journal of the Acoustical Society of America**,
131 126, 3, 1163–1174.

132
133

1 APÉNDICES

2

3 Apéndice 1 .

4 Resultados MIMIC-SEM

Modelo de Medida	Parámetros	S.E	z-value	St. All	R ²
SENSIBILIDAD					
I1. Despertar fácilmente	0.62	0.012	56.00	0.63	0.39
I3. Relajación	0.53	0.013	42.44	0.54	0.29
I5. Concentración	0.70	0.012	66.70	0.72	0.51
I6. Sensibilidad	0.70	0.012	64.07	0.71	0.50
AGRADABILIDAD					
I10. Agradabilidad	0.91	0.018	76.31	0.92	0.83
I11. Calma	0.95	0.019	74.07	0.96	0.90
I12. Armonía	0.92	0.018	75.94	0.93	0.85
TRANQUILIDAD					
I13. Tranquilidad	0.81	0.006	71.37	0.83	0.72
I14. Habitabilidad	0.87	0.007	70.20	0.90	0.82
I15. Seguridad	0.78	0.007	67.26	0.70	0.66

5

6

7 Apéndice 1. Continuación

Componente Estructural	Parámetros	S.E	z-value	St.All	R2	
SENSIBILIDAD (negativa)					0.13	
3ra Edad (x1)	0.55	0.11	4.98	0.07		
Ingreso Medio (x2)	-0.17	0.04	4.31	-0.08		
Ingreso Alto (x3)	-0.27	0.06	4.39	-0.09		
Centro_DMQ (x4)	0.12	0.04	3.23	0.06		
AGRADABILIDAD					0.14	
Sensibilidad (y0)	-0.11	0.02	6.61	-0.10		
Género (y1)	-0.14	0.03	4.48	-0.07		
L ₁₀ (y2)	-0.05	0.00	14.58	-0.35		
tvsl (y3)	-0.003	0.001	3.29	-0.05		
Norte_DMQ (y4)	-0.09	0.03	2.59	-0.04		
TRANQUILIDAD					0.74	
Agradabilidad (z0)	1.33	0.03	45.97	0.73		
Género (z1)	-0.08	0.05	2.16	-0.023		
Adulto (z2)	-0.26	0.06	4.68	-0.07		
Flujo de Personas (z3)	-0.07	0.02	4.66	-0.08		
Recreacional (z4)	0.30	0.09	3.31	0.07		
Comercial (z5)	-0.88	0.09	10.24	-0.22		
CFI	TLI	GFI	AGFI	RMSEA	SRMR	WRMR
0.99	0.99	0.99	0.99	0.030	0.018	1.9

8