

XIII  
CCTT  
2019

XIII CONGRESO COLOMBIANO  
DE TRANSPORTE Y TRÁNSITO  
CARTAGENA DE INDIAS

# Una aproximación al diseño de ciclo-infraestructura a partir de las percepciones

---

Barrero G<sup>1</sup>, Rodríguez-Valencia A<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Cartagena de Indias, Colombia  
26-28 de Junio de 2019  
Organizadores



- Las ciudades estimulan el uso de la bicicleta como modo de transporte para combatir la congestión, la emisión de gases de efecto invernadero y mejorar la salud y la calidad de vida de los ciudadanos.

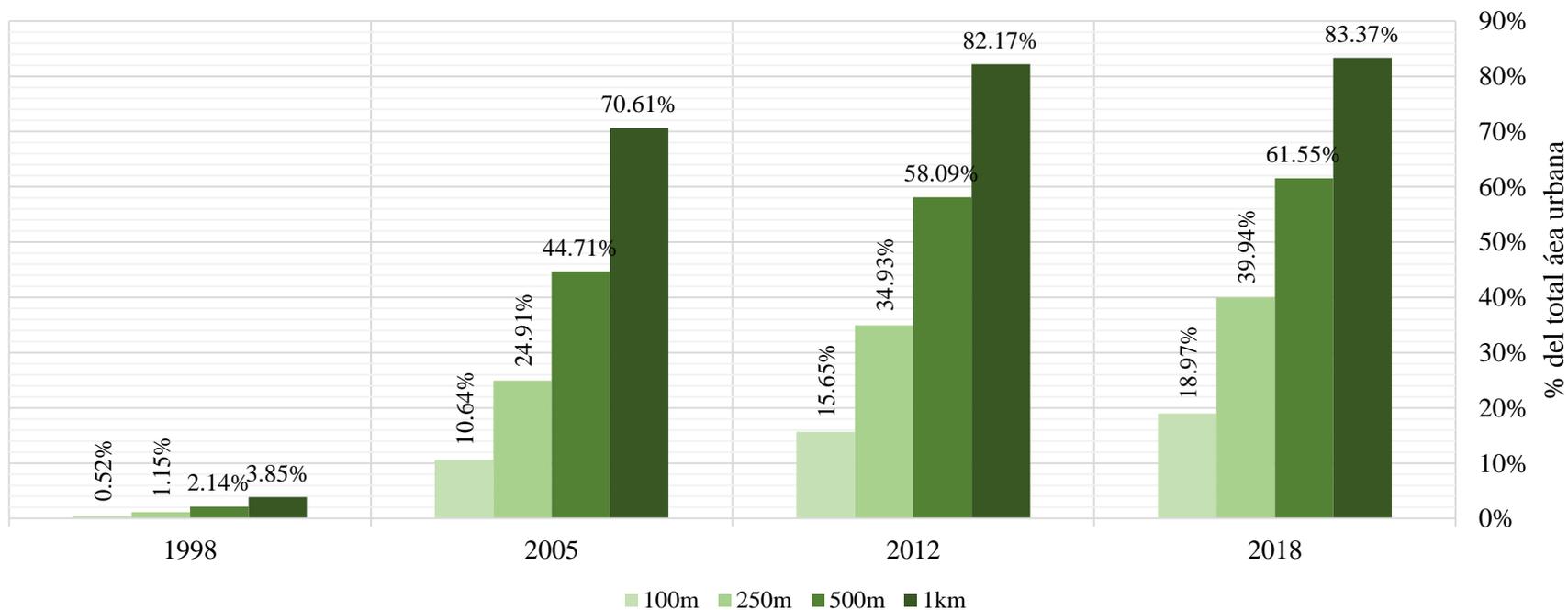


Calle 26 – Ciclorruta en Portal El Dorado. Foto tomada en 2018. Fuente: propia.

% del total área urbana [%]

**Buffer**

Año	100m	250m	500m	1km
1998	0.52%	1.15%	2.14%	3.85%
2005	10.64%	24.91%	44.71%	70.61%
2012	15.65%	34.93%	58.09%	82.17%
2018	18.97%	39.94%	61.55%	83.37%



Cobertura de ciclorrutas en Bogotá. Información obtenida en 2019. Fuente: Grupo SUR.

# Situación a evaluar

- Bogotá ha avanzado significativamente en la implementación de este tipo de infraestructura.
- “Estamos construyendo ciclo-infraestructura para el 5% de los ciudadanos que ya está usando la bicicleta, mientras que deberíamos construir para que el otro 95% quiera usar la bicicleta” – Darío Hidalgo
- Entonces, ¿Cómo estamos diseñando la ciclo-infraestructura?

# Revisión de Literatura

48 documentos (guías y manuales)  
para el diseño de infraestructura

45 documentos internacionales

3 documentos nacionales

- Guía de Ciclo-infraestructura para Ciudades Colombianas (2016),
- Cartilla de Andenes de Bogotá (1998-2015) ,
- Manual de Planeación y Diseño para Administración del Tránsito y el Transporte (2005)

- El 63% incluye a los usuarios en el proceso de planificación de la nueva infraestructura.
- Ninguno utiliza percepciones de usuarios más allá de encuestas sobre destinos, la satisfacción con la infraestructura existente y la posibilidad de utilizar la bicicleta como medio de transporte.

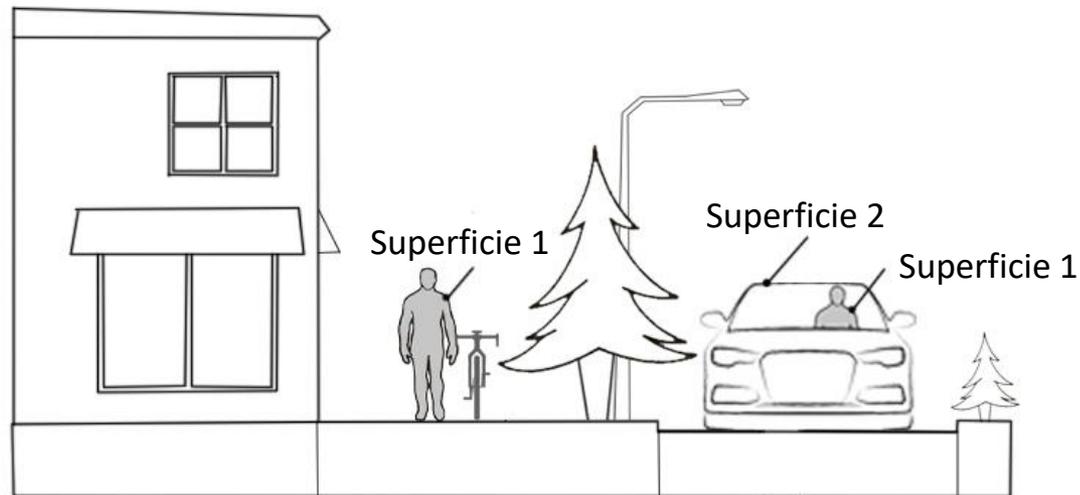
# Revisión de Literatura

	(Antonakos, 1995)	(Jensen, 2007)	(Elias, 2011)	(Pikora et al., 2003)	(Landis et al., 1997)	(Harkey, 1998)	(NCHRP, 2008)
<b>Método</b>	OPM	Lineal	Lineal	Cualitativo (Delphi con Expertos)	Lineal	Lineal (Bicycle Compatibility Index)	Lineal
<b>Variable Dependiente</b>	Nivel de Servicio*	Satisfacción	Nivel de Servicio*	Cycling for recreation	Comfort	Nivel de Servicio*	Nivel de Servicio*
Ancho de infraestructura		✓	✓	✓			
Calidad de pavimento	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Demarcación de carril				✓	✓		
Densidad de accesos					✓	✓	
Distancia a peatones		✓		✓			
Distancia del tráfico		✓	✓		✓	✓	✓
Experiencia	✓						
Número de carriles en vía		✓	✓		✓	✓	✓
Paradas de bus		✓					
Tráfico pesado			✓		✓		✓
Presencia de andén		✓				✓	
Tipo de infraestructura	✓	✓		✓			
Separador que divide ambos sentidos						✓	
Vehículos parqueados		✓	✓	✓			✓
Velocidad promedio	✓	✓				✓	✓

\*El Nivel de Servicio planteado está relacionado con Confort, Conveniencia y Libertad de Maniobrabilidad

# Revisión de Literatura

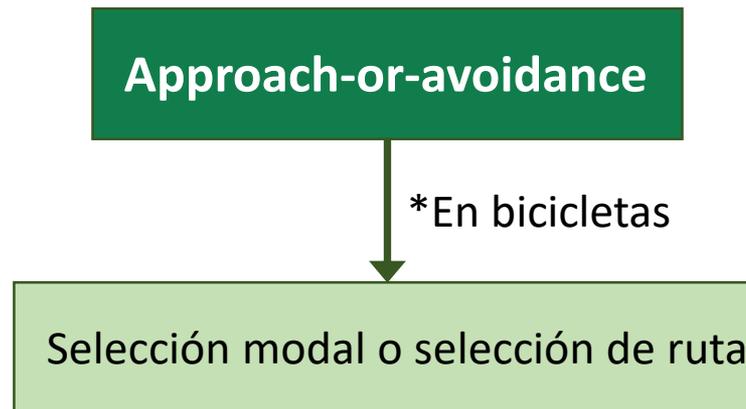
Los ciclistas, a diferencia de los usuarios de automóviles, están directamente expuestos al entorno circundante, lo que implica la adquisición sensorial de información a través de estímulos.



- El proceso de percepción nos permite experimentar el mundo que nos rodea (Schreuder, van Erp, Toet, y Kallen, 2016).
- Pine & Gilmore (1998) distinguió claramente entre entregas tangibles (bienes), entregas intangibles (servicios) y entregas memorables (experiencias).
- El diseño de espacios públicos urbanos para ciclistas (y peatones) puede concebirse como un escenario (experiencia).

# Revisión de Literatura

- El modelo Merhabian-Russell, un modelo de psicología del ambiente desarrollado en 1972, explica que las emociones por los estímulos externos terminan en respuestas comportamentales (Bakker, van der Voordt, Vink, & de Boon, 2014; Schreuder et al., 2016).



# Cuestionamientos iniciales

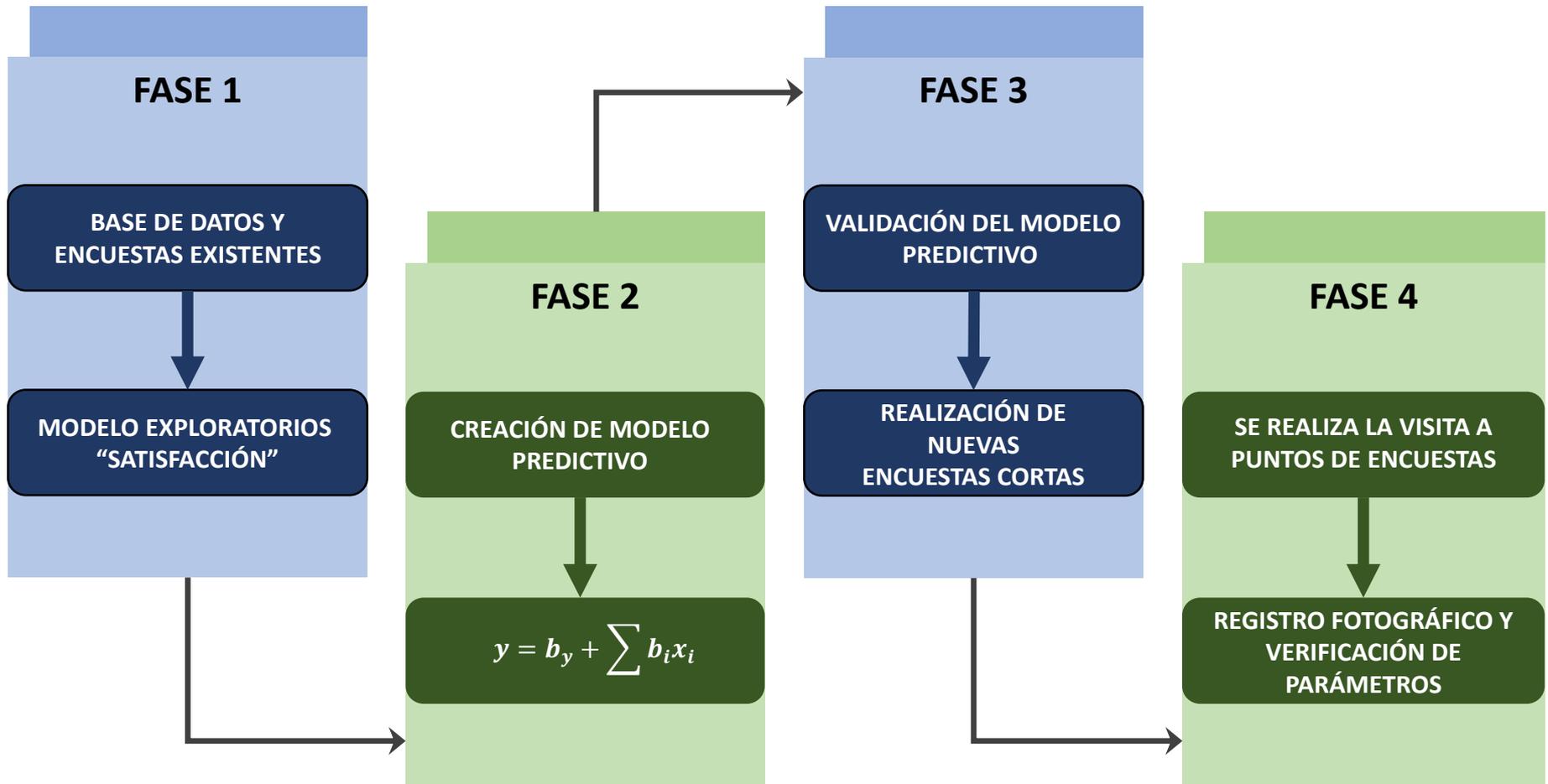
---

- ¿El diseño de la ciclo-infraestructura debería ir más allá de requerimientos geométricos?
- ¿Podrían las percepciones, de los usuarios, sobre los atributos de la infraestructura ser una fuente valiosa de información para un mejor diseño?

- Con el fin de entender la calidad del servicio percibida, este estudio busca explorar y evaluar el diseño de la ciclo-infraestructura a través de las percepciones de los ciclistas.

## Consideración:

- No se pretende sustituir las metodologías de Nivel de Servicio, si no proveer evidencia de la potencial importancia que tiene preguntarle a los usuarios para diseñar este tipo de ambientes urbanos.



## Percepción del Servicio de la Infraestructura

1	<b>Servicio de Infraestructura</b>	Rate (1 to 5) the service provided by this bicycle infrastructure
2	<b>Pavimento</b>	Rate (1 to 5) the pavement this bicycle infrastructure
3	<b>Señalización</b>	Rate (1 to 5) the road signs in this bicycle infrastructure
4	<b>Semaforización</b>	Rate (1 to 5) the street lights in this bicycle infrastructure
5	<b>Contaminación por tráfico</b>	When riding bicycle in this infrastructure, the traffic pollution bothers me (1 to 5)
6	<b>Arborización</b>	I like the arborization in this infrastructure (1 to 5)
7	<b>Tramo atractivo</b>	Generally, I use this street and avoids parallel streets (1 to 5)
8	<b>Ruido</b>	When riding bicycle in this infrastructure, the noise bothers me (1 to 5)
9	<b>Presencia de otros ciclistas</b>	I like using this infrastructure because others cyclists use it (1 to 5)
10	<b>Evita calzada vehicular</b>	When using this street, I'd rather use the bike dedicated lane (1 to 5)
11	<b>Placer</b>	It is pleasant when riding bicycle in this infrastructure (1 to 5)
12	<b>Seguridad contra accidentes</b>	I feel safe, regarding accidents, when using this infrastructure (1 to 5)
13	<b>Muchos ciclistas</b>	The crowd of cyclists prevents me from using the infrastructure (1 to 5)
14	<b>Conflictos con el tráfico peatonal</b>	The pedestrians traffic bothers me (1 to 5)
15	<b>Seguridad personal</b>	I feel safe, regarding crime safety, when using this infrastructure (1 to 5)

\* 434 encuestas con una tasa de respuesta del 36%

# Comprobación de Variables

	QoS – Mínimos Cuadrados					QoS - Probit					QoS - Logit				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	Signif.	Estimate	Std. Error	Wald Z	Pr(> Z )	Signif.	Estimate	Std. Error	Wald Z	Pr(> Z )	Signif.
<b>Pavimento</b>	0.376	0.040	9.376	0.000	***	0.482	0.054	8.940	0.000	***	0.930	0.103	9.010	0.000	***
<b>Señalización</b>	0.096	0.040	2.405	0.017	*	0.131	0.051	2.580	0.010	**	0.227	0.093	2.450	0.015	*
<b>Semaforización</b>	0.134	0.037	3.633	0.000	***	0.169	0.047	3.600	0.000	***	0.293	0.085	3.450	0.001	***
<b>Contaminación por tráfico</b>	-0.032	0.033	-0.979	0.328		-0.041	0.043	-0.960	0.339		-0.070	0.075	-0.930	0.350	
<b>Arborización</b>	0.017	0.033	0.519	0.604		0.028	0.042	0.670	0.502		0.064	0.073	0.870	0.382	
<b>Ruido</b>	0.006	0.031	0.198	0.843		0.010	0.040	0.250	0.804		0.022	0.070	0.320	0.751	
<b>Presencia de otros ciclistas</b>	0.009	0.033	0.267	0.790		0.016	0.042	0.390	0.696		0.041	0.073	0.550	0.579	
<b>Evita calzada vehicular</b>	0.071	0.033	2.157	0.032	*	0.083	0.042	1.990	0.046	*	0.156	0.073	2.140	0.032	*
<b>Placer</b>	0.174	0.044	3.968	0.000	***	0.220	0.056	3.910	0.000	***	0.366	0.101	3.620	0.000	***
<b>Seguridad contra accidentes</b>	0.100	0.038	2.642	0.009	**	0.130	0.048	2.720	0.007	**	0.227	0.086	2.620	0.009	**
<b>Muchos ciclistas</b>	0.025	0.034	0.734	0.463		0.031	0.045	0.700	0.485		0.038	0.076	0.500	0.615	
<b>Conflictos con el tráfico peatonal</b>	-0.027	0.030	-0.887	0.376		-0.033	0.039	-0.850	0.397		-0.034	0.069	-0.490	0.623	
<b>Seguridad personal</b>	-0.029	0.031	-0.947	0.344		-0.037	0.039	-0.940	0.348		-0.068	0.069	-0.980	0.325	
<b>R2 Ajustado</b>	<b>0.4306</b>														

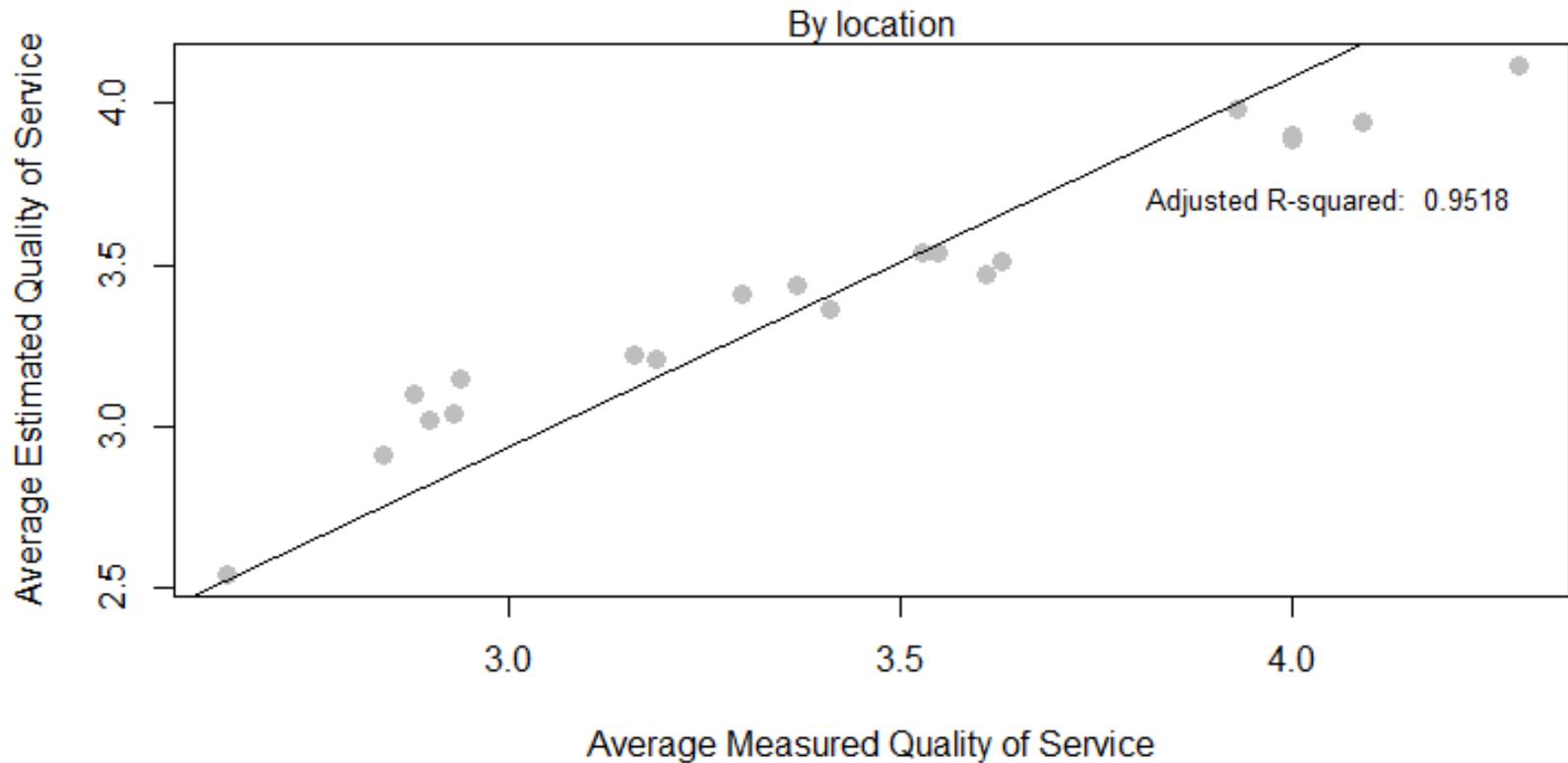
	QoS – Calidad del Servicio				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	Signif.
<b>(Intercept0)</b>	0.144	0.203	0.709	0.479	
<b>Pavimento</b>	0.371	0.040	9.350	0.000	***
<b>Placer</b>	0.172	0.041	4.222	0.000	***
<b>Semaforización</b>	0.120	0.036	3.328	0.001	***
<b>Señalización</b>	0.106	0.039	2.735	0.007	**
<b>Seguridad contra accidentes</b>	0.101	0.037	2.760	0.006	**
<b>Evita Calzada Vehicular</b>	0.061	0.032	1.907	0.057	.
<b><i>R<sup>2</sup> Ajustado</i></b>	<b>0.4309</b>				
<b><i>Significancia</i></b>	'***' para $p < 0.001$ '**' para $0.001 < p < 0.01$ '*' para $0.01 < p < 0.05$ '.' para $0.05 < p < 0.1$ '-' para $p > 0.1$				

# Validación del modelo

	Lugares	N (Encuestas)	Promedio 'QoS' medido (S)	Promedio 'QoS' estimado (Ŝ)	Error
1.	Cra 11 - CII 95	17	4.29 (0.59)	4.12 (0.39)	0.17
2.	Cra 7 - CII 16	40	3.30 (1.04)	3.41 (0.61)	-0.11
3.	Av. Cali - CII 24	32	2.88 (0.87)	3.10 (0.50)	-0.22
4.	Cra 13 - CII 45	29	2.93 (1.10)	3.04 (0.60)	-0.11
5.	Av. Boyacá - CII 134	40	3.63 (0.87)	3.51 (0.51)	0.12
6.	Av. Boyacá - CII 53	22	2.64 (1.26)	2.54 (0.38)	0.10
7.	Alameda Porvenir	25	3.16 (1.21)	3.22 (0.48)	-0.06
8.	Av. Suba - Calle 93	18	3.61 (1.14)	3.47 (0.63)	0.14
9.	Centro Mayor	31	3.55 (1.12)	3.54 (0.69)	0.01
10.	CII 13 - Tv 42	54	3.41 (1.22)	3.36 (0.56)	0.05
11.	Cra 19 - CII 136	11	4.09 (0.70)	3.94 (0.39)	0.15
12.	Cubo Colsubsidio	11	4.00 (1.00)	3.89 (0.56)	0.11
13.	Estación Banderas	33	2.94 (1.32)	3.15 (0.58)	-0.21
14.	Portal Américas	33	3.19 (1.16)	3.21 (0.60)	-0.02
15.	Portal El Dorado	21	4.00 (0.89)	3.90 (0.48)	0.10

Lugares de Validación					
16.	CII 60 - Cra 13	31	2.84 (0.78)	2.91 (0.53)	-0.07
17.	Cra 11 - CII 76	30	3.37 (1.22)	3.44 (0.88)	-0.07
18.	Cra 16 - CII 53	30	3.93 (0.94)	3.98 (0.47)	-0.05
19.	Cra 19 - CII 106	30	3.53 (0.82)	3.54 (0.61)	-0.01
20.	Cra 86 - CII 33 Sur	30	2.90 (1.30)	3.02 (0.58)	-0.12

## MEASURED 'QOS' PLOTTED AGAINST ESTIMATED 'QOS'



# Visitas de campo

	LOWEST SCORE	AVERAGE SCORE	HIGHEST SCORE
Pavement	 <p>L_06 [Av. Boyacá – Cll 53] 1.95</p>	 <p>L_17 [Cra 11 – Cll 76] 3.13</p>	 <p>L_01 [Cra 11 – Cll 95] 4.29</p>

- La percepción del usuario sobre el pavimento no está relacionada exclusivamente con la condición de la superficie, si no con otras características relacionadas!

# Visitas de campo

	LOWEST SCORE	AVERAGE SCORE	HIGHEST SCORE
Road Signs	 <p>L_16 [CII 60 – Cra 13] 2.48</p>	 <p>L_05 [Av. Boyacá – CII 134] 3.08</p>	 <p>L_11 [Cra 19 – CII 136] 4.18</p>
Street Lights	 <p>L_06 [Av. Boyacá – CII 53] 2.86</p>	 <p>L_16 [CII 60 – Cra 13] 3.68</p>	 <p>L_18 [Cra 16 – CII 53] 4.50</p>

- Los ciclistas asocian las semaforización de alta calidad con el tráfico de bicicletas ininterrumpido.

# Visitas de campo

	LOWEST SCORE	AVERAGE SCORE	HIGHEST SCORE
<b>Avoids Vehicle Lane</b>	 <p>L_14 [Portal Américas] 3.64</p>	 <p>L_02 [Cra 7 – Cll 16] 4.20</p>	 <p>L_01 [Cra 11 – Cll 95] 4.82</p>
<b>Pleasure</b>	 <p>L_06 [Av. Boyacá – Cll 53] 3.09</p>	 <p>L_02 [Cra 7 – Cll 16] 3.98</p>	 <p>L_15 [Portal El Dorado] 4.76</p>

- Se espera un puntaje de placer más alto cuando el viaje se realiza de acuerdo con las expectativas del ciclista.

# Implicaciones de diseño

- Esta investigación ha demostrado que los usuarios tienen una constructo amplio del pavimento, que implica otros elementos, como la pintura en las vías y la presencia de rampas.
- La señalización parece estar asociada con la percepción de un espacio mejor organizado.
- La semaforización no se asocia exclusivamente con la existencia de intersecciones señalizadas, si no con ciclorrutas ininterrumpidas en largos tramos.
- Paisajismo, tratamientos de fachadas, espacios limpios y mobiliario urbano generan un ambiente placentero elevando el QoS (Choi et al., 2015; Kim, Park, & Lee, 2014; Priscila Pacheco, 2015).

- Las percepciones de los usuarios son poderosas para identificar factores que explican la QoS y para predecirla en infraestructuras de bicicletas.
- El pavimento y el placer resultan ser los más significativos.
- Para los usuarios, el significado de los atributo va más allá de la función principal del elemento o el significado semántico.
- A través de una encuesta de 1 minuto, es posible predecir el QoS. Algo que se puede realizar durante un aforo cualquiera.
- Se trata del caso Bogotá, es posible que en otra ciudad, con características sociales y culturales diferentes, las variables sean distintas.

*Si existe un norte para Bogotá con respecto al uso de las bicicletas y hemos alcanzado una cobertura tan amplia en la ciudad, ¿es posible evolucionar en el proceso?*

**GRACIAS**

[ga.barrero192@uniandes.edu.co](mailto:ga.barrero192@uniandes.edu.co), [alvrodri@uniandes.edu.co](mailto:alvrodri@uniandes.edu.co)

Twitter: @GrupoSUR\_UAndes

