

Metodología basada en datos para la clasificación de vías: Level of Traffic Stress (LTS) en la ciudad de Bogotá

Jorge A. Huertas^a, Alejandro Palacio^a, Marcelo Botero^a, Germán A. Carvajal^a, Diana Higuera-Mendieta^d, Pablo A. Uriza^a, Thomas van Laake^b, Sergio A. Cabrales^a, Luis A. Guzmán^c, Olga L. Sarmiento^d, Andrés L. Medaglia^{a,*}

A: Centro para la Optimización y Probabilidad Aplicada (COPA), Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes, Colombia

B: Despacio

C: Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional (SUR), Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Colombia

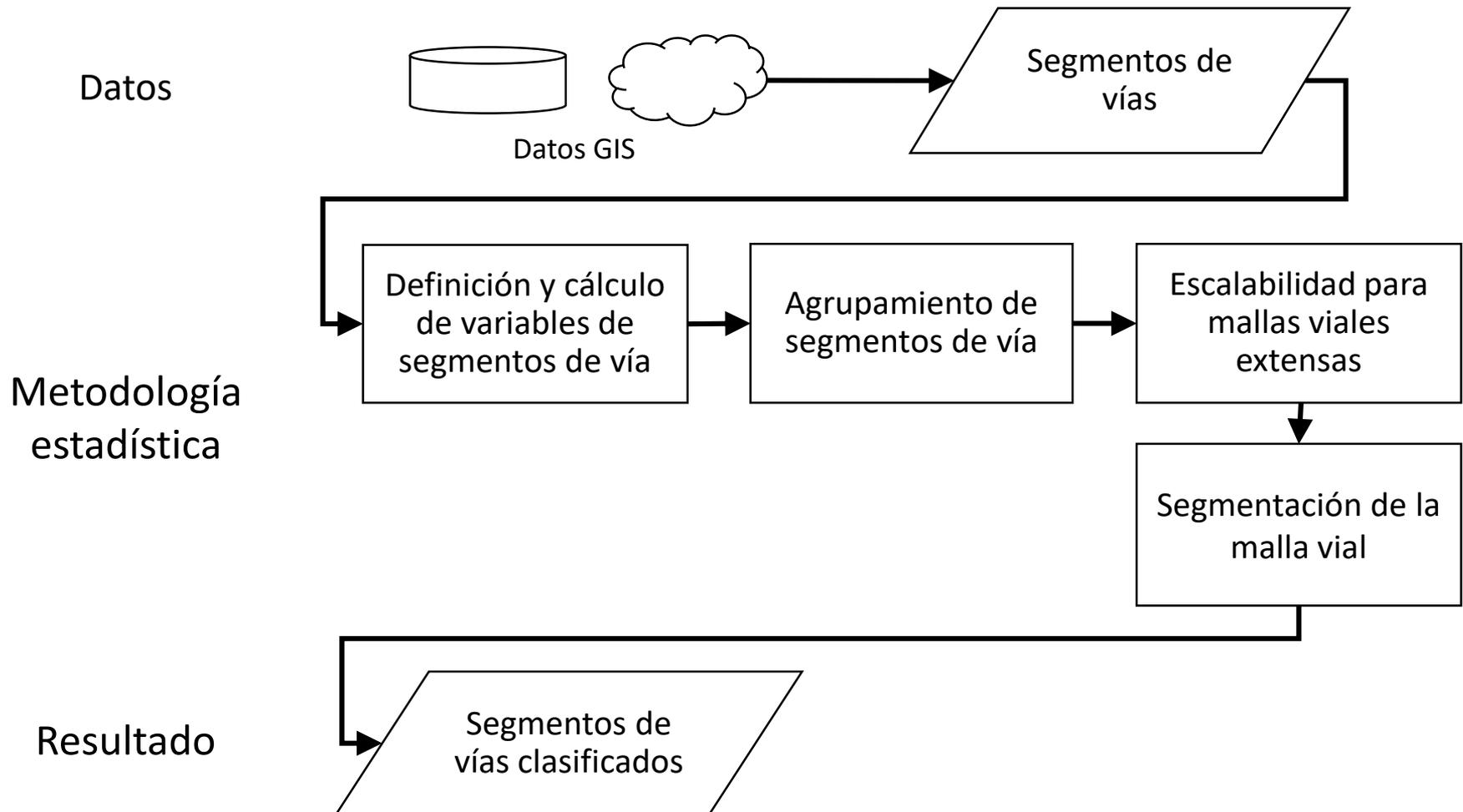
D: Grupo de Epidemiología de la Universidad de los Andes - Epiandes, Facultad de Medicina, Universidad de los Andes, Colombia

Cartagena de Indias, Colombia

26-28 de Junio de 2019

Organizadores

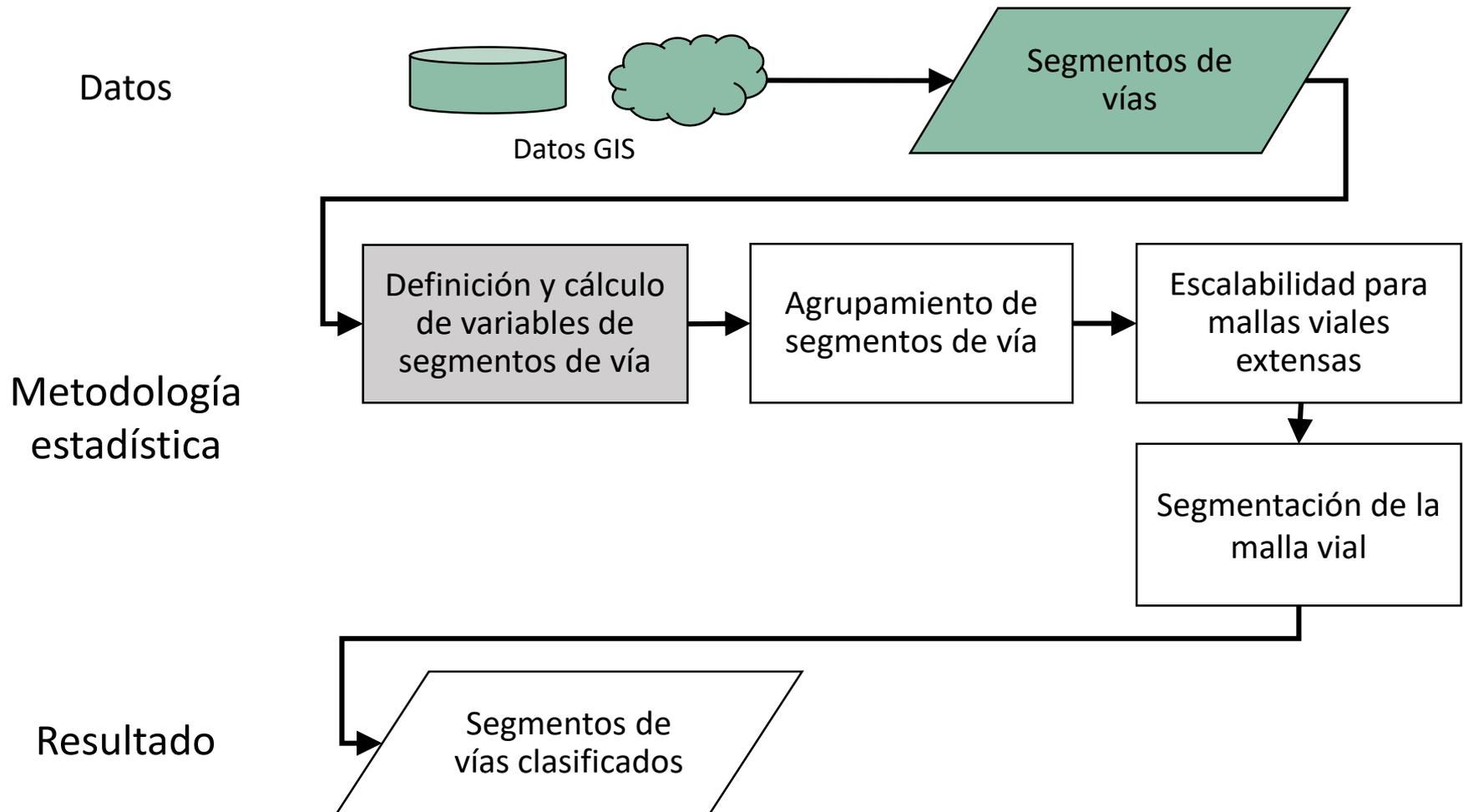
- Crear una metodología estadística para la segmentación de vías según sus características.
- Calcular el LTS para la ciudad de Bogotá (Caso de estudio).



Caso de estudio: LTS

El LTS indica el nivel de estrés que un ciclista experimenta dependiendo de las características de una vía.





Metodología-VARIABLES segmentos de vía

Ancho de la vía

Número de
carriles

Presencia de
infraestructura
para bicicletas

Presencia de
vehículos
pesados

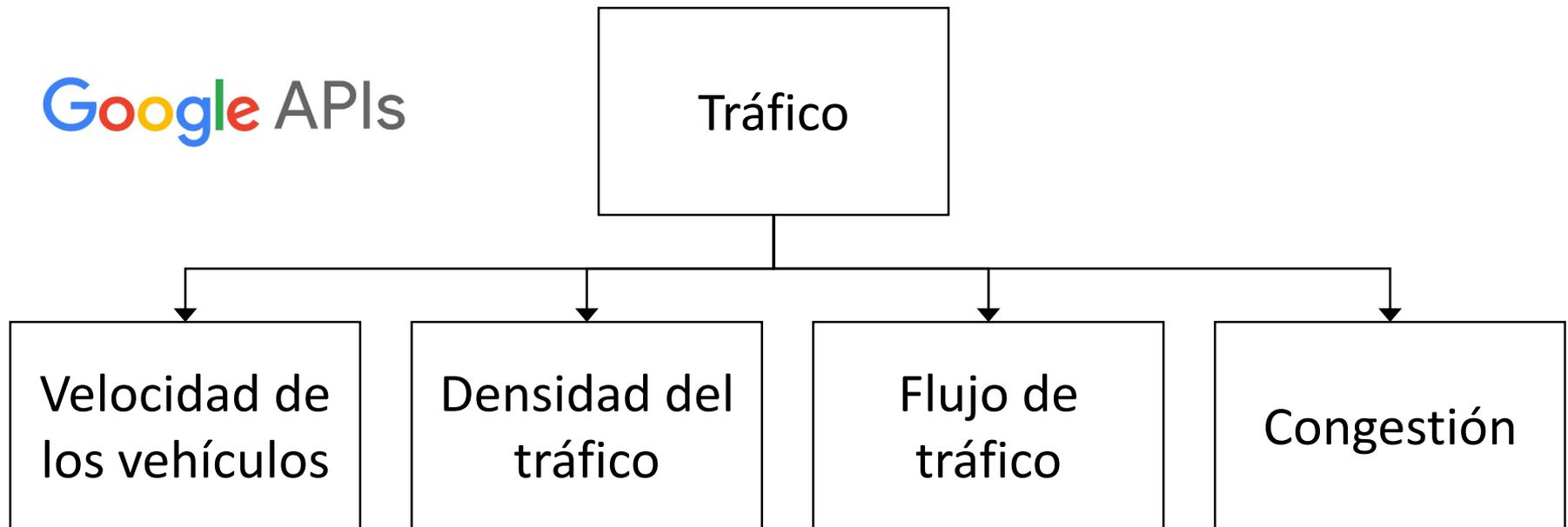
Velocidad

Tráfico

Davis (1978), Epperson (1994), Geelong Planning Committee and Hurnell (1979), Sorton and Walsh (1994), Landis (1996) Landis, Vattikuti, and Brannick (1997) , Harkey, Reinfurt, and Knuiman (1998) , Mekuria, Furth, and Nixon (2012) Winters et al. (2013), Mueller and Hunter-Zaworski (2014) , Mingus (2015), Krenn, Oja, and Titze (2015)

Metodología-VARIABLES segmentos de vía

Google APIs

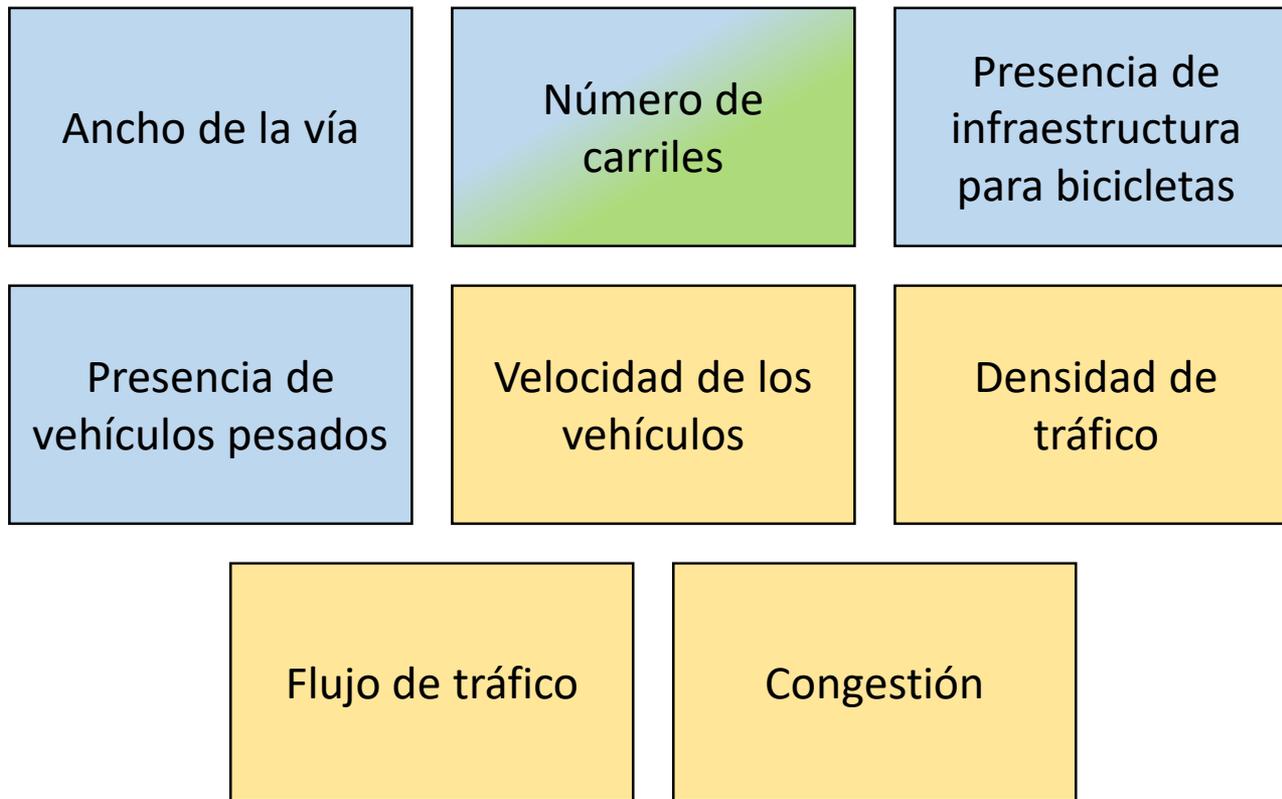


Variables dependientes de:

t : tiempo de tránsito promedio del segmento

t_0 : tiempo de tránsito en flujo libre

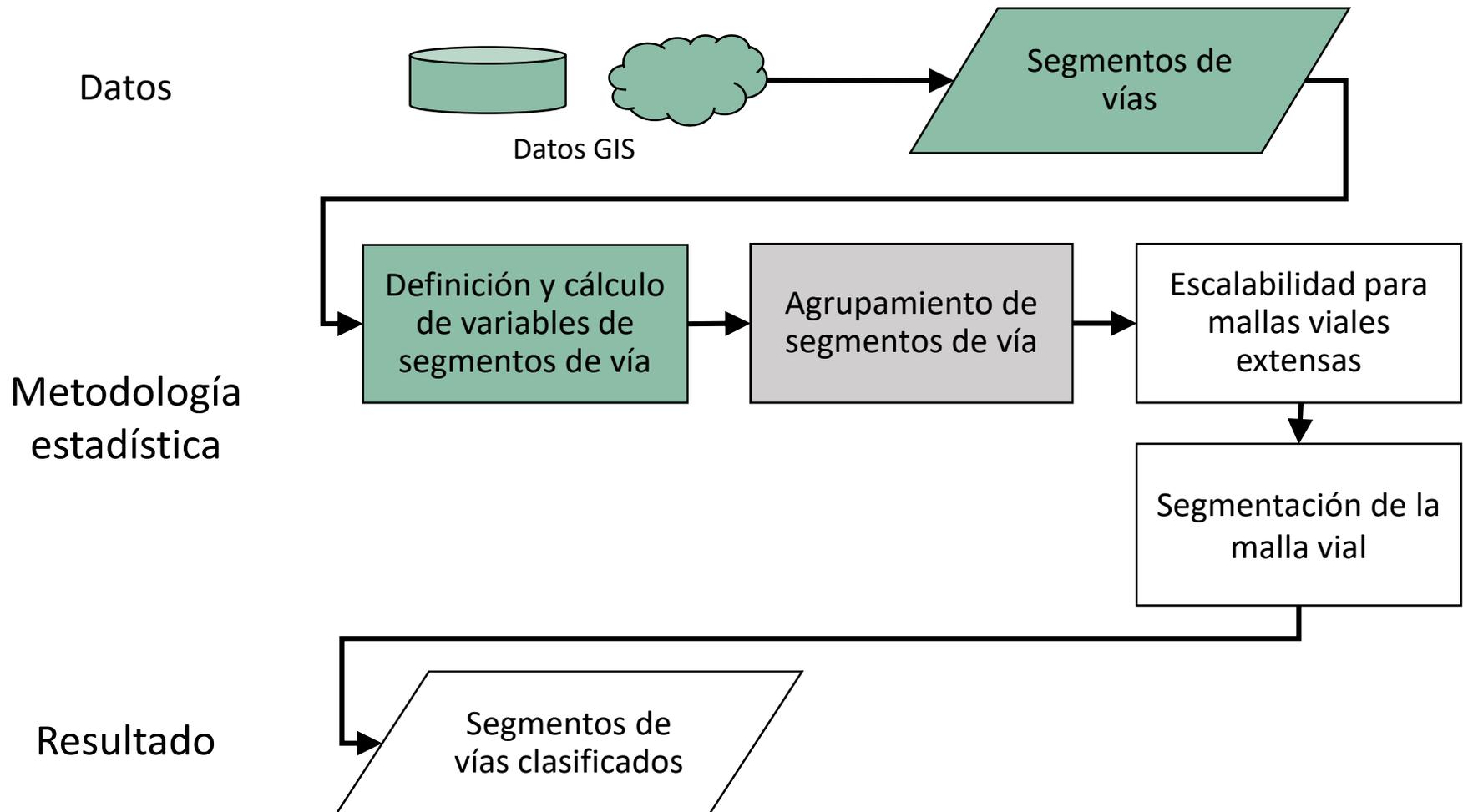
Metodología-Variables segmentos de vía



 IDECA

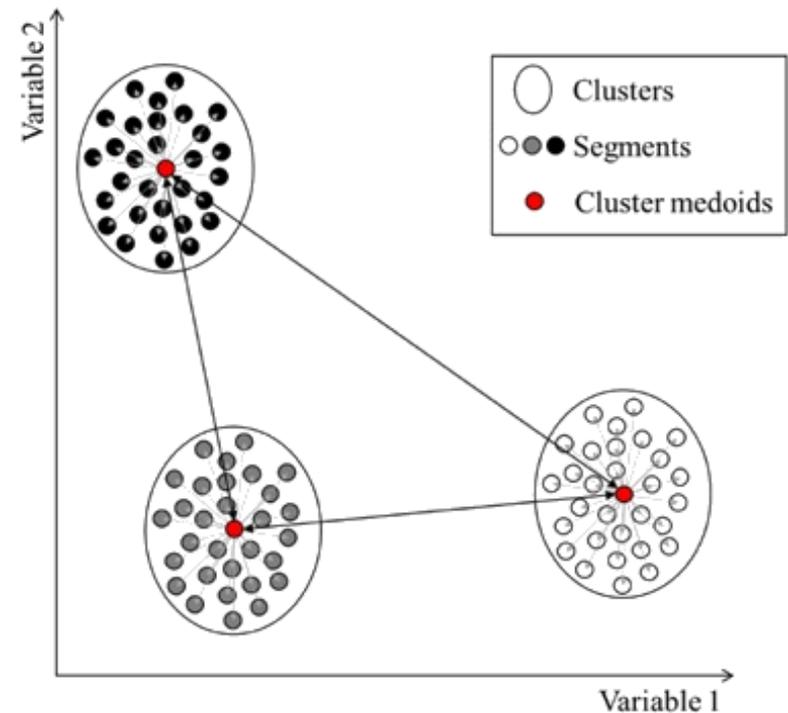
 Google APIs

 OpenStreetMap



Metodología – Análisis de Cluster

- Estandarización⁶:
 - z-scoring para variables w, l, v, k, q, c .
- Matriz de distancias:
 - Coeficiente disimilaridad de Gower¹
- Algoritmo de Clustering:
 - K-mediodes^{3,7}, *Partitioning Around Medoids* (PAM)^{3,4}
- Definición del número de clusters⁶:
 - Maximización⁵ del *silhouette width*^{2,3,4} promedio

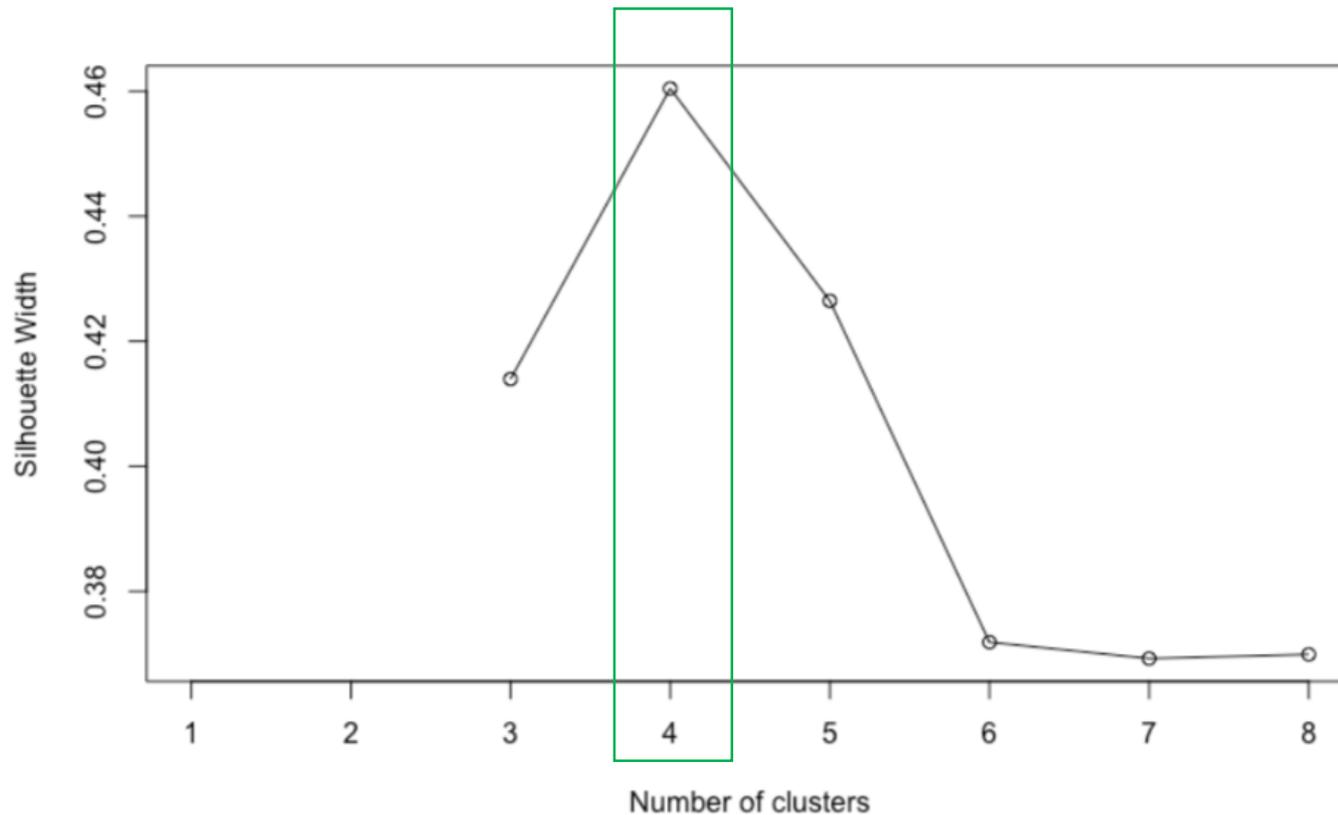


¹Gower (1971), ²Rousseeuw (1987), ³Kaufman and Rousseeuw (1990)

⁴Fridlyand (2001), ⁵Van der Laan et al. (2003), ⁶Larose (2005), ⁷Li and Liu (2015)

Metodología – Análisis de Cluster

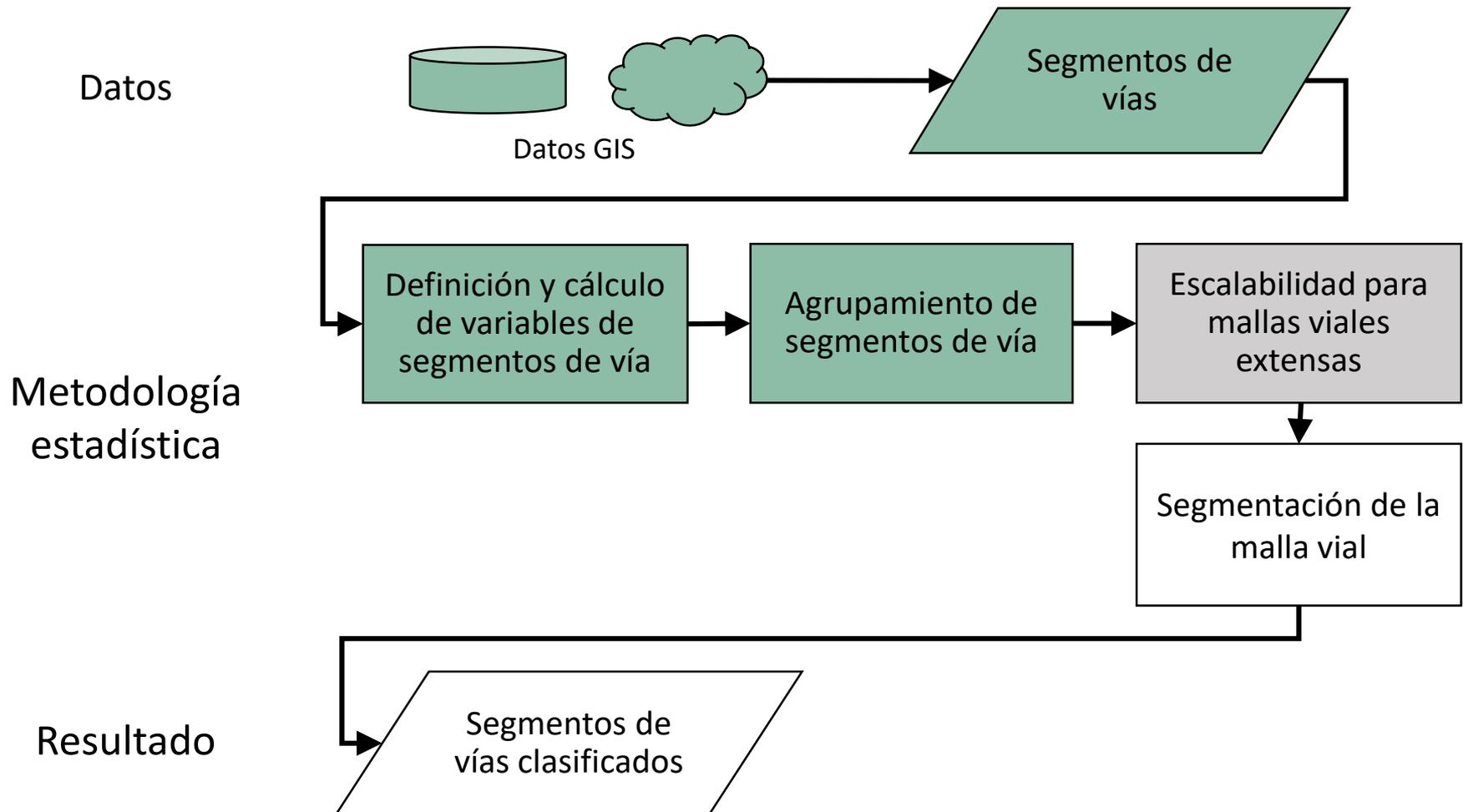
Resultados análisis de cluster



LTS en la literatura

Consistencia con la descripción del LTS en la literatura:

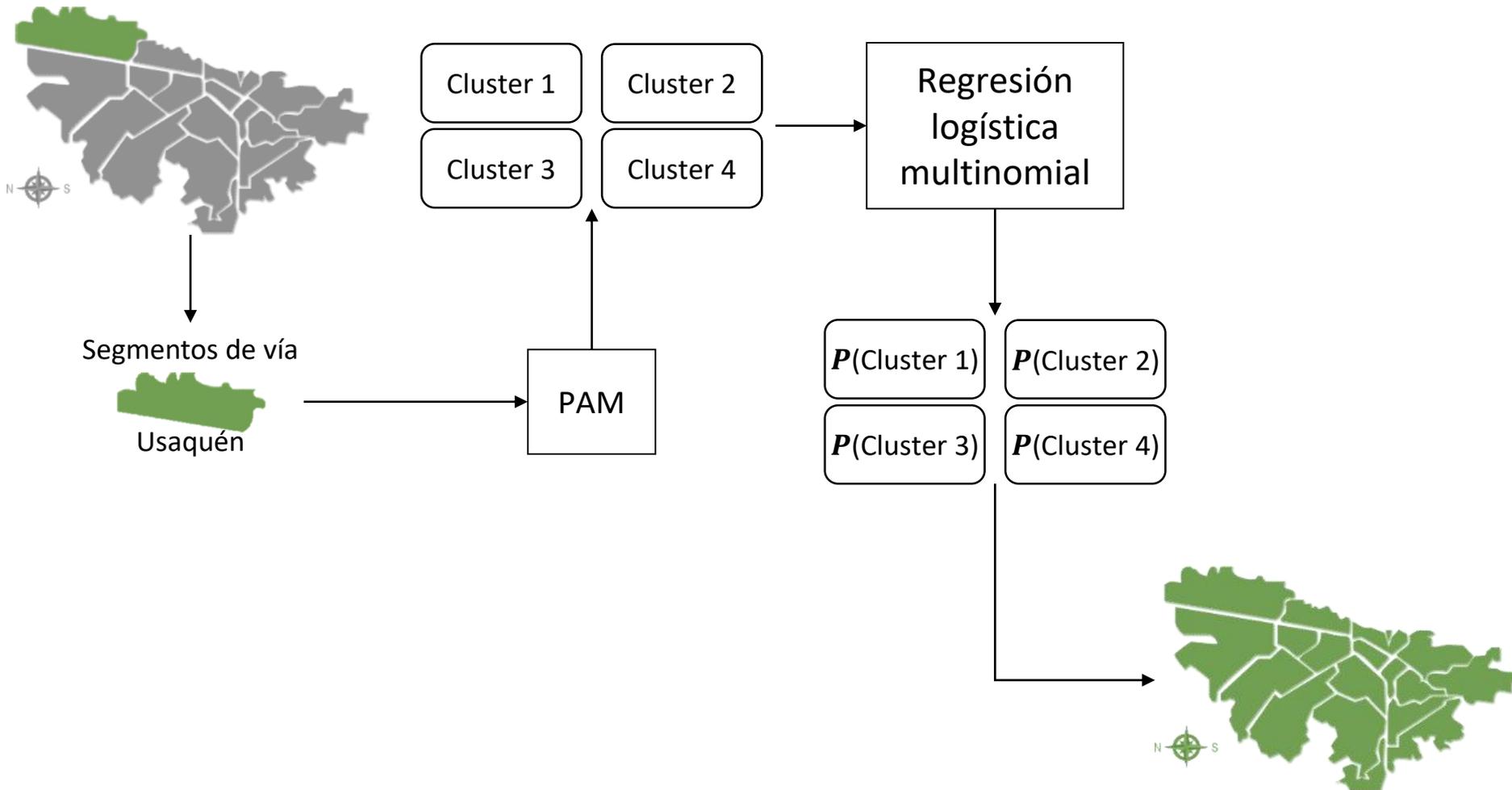
LTS	Viable para
LTS 1	Niños
LTS 2	“Interesados pero preocupados”
LTS 3	“Entusiastas y confiados”
LTS 4	“Arriesgados y valientes”



Metodología – Escalabilidad

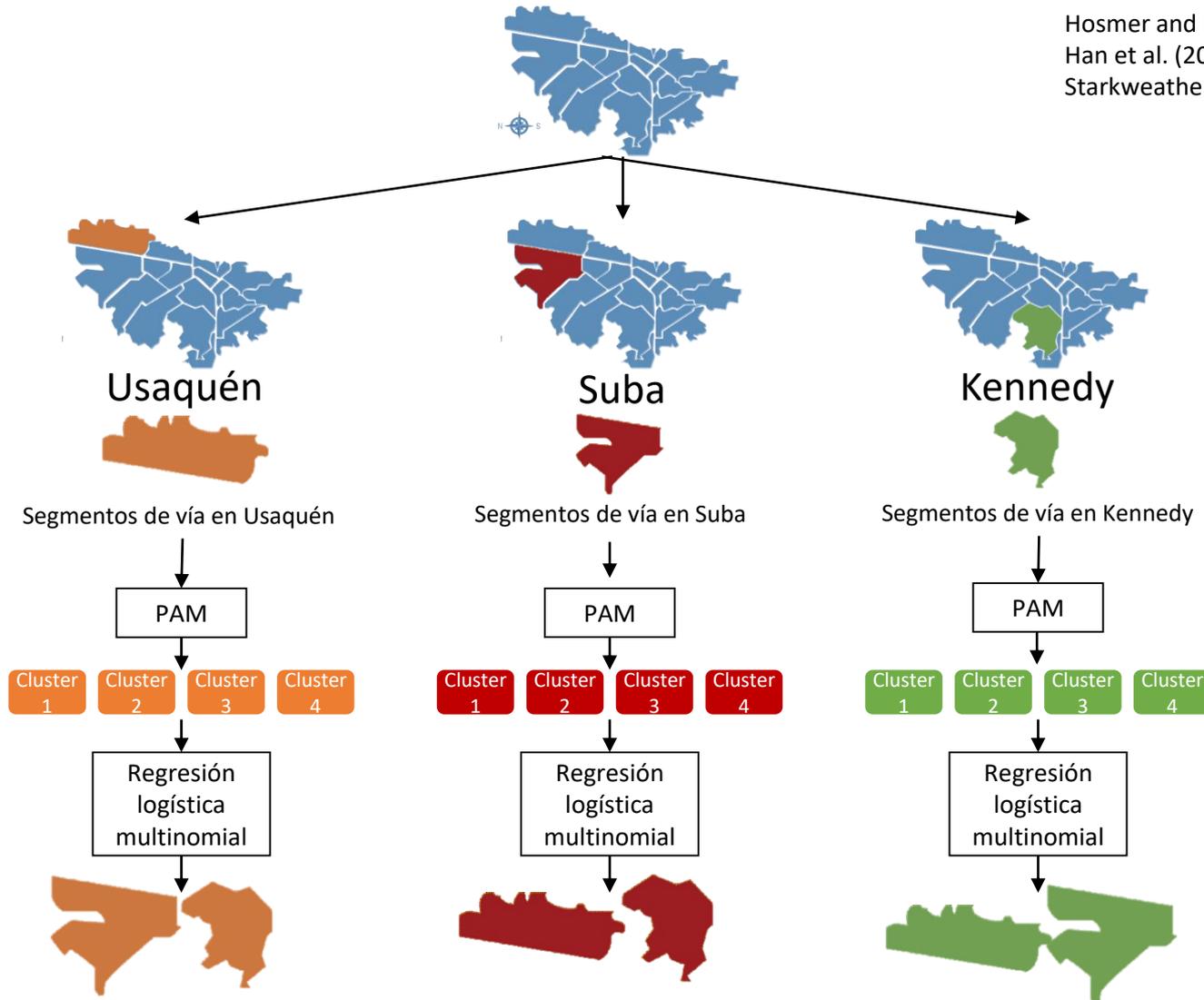
- ¿Por qué?
 - Rápida evaluación de cambios en la malla vial
 - Implementación de políticas
 - Proyectos de construcción
 - Bajo costo computacional (fácil implementación)

Metodología – Escalabilidad



Metodología – Escalabilidad

Hosmer and Lemeshow (2000)
Han et al. (2001)
Starkweather and Moske (2011)



Metodología – Escalabilidad

Resultados PAM Predicción logit multinomial Predicción logit multinomial Prueba de Mantel

Usaquén



Suba

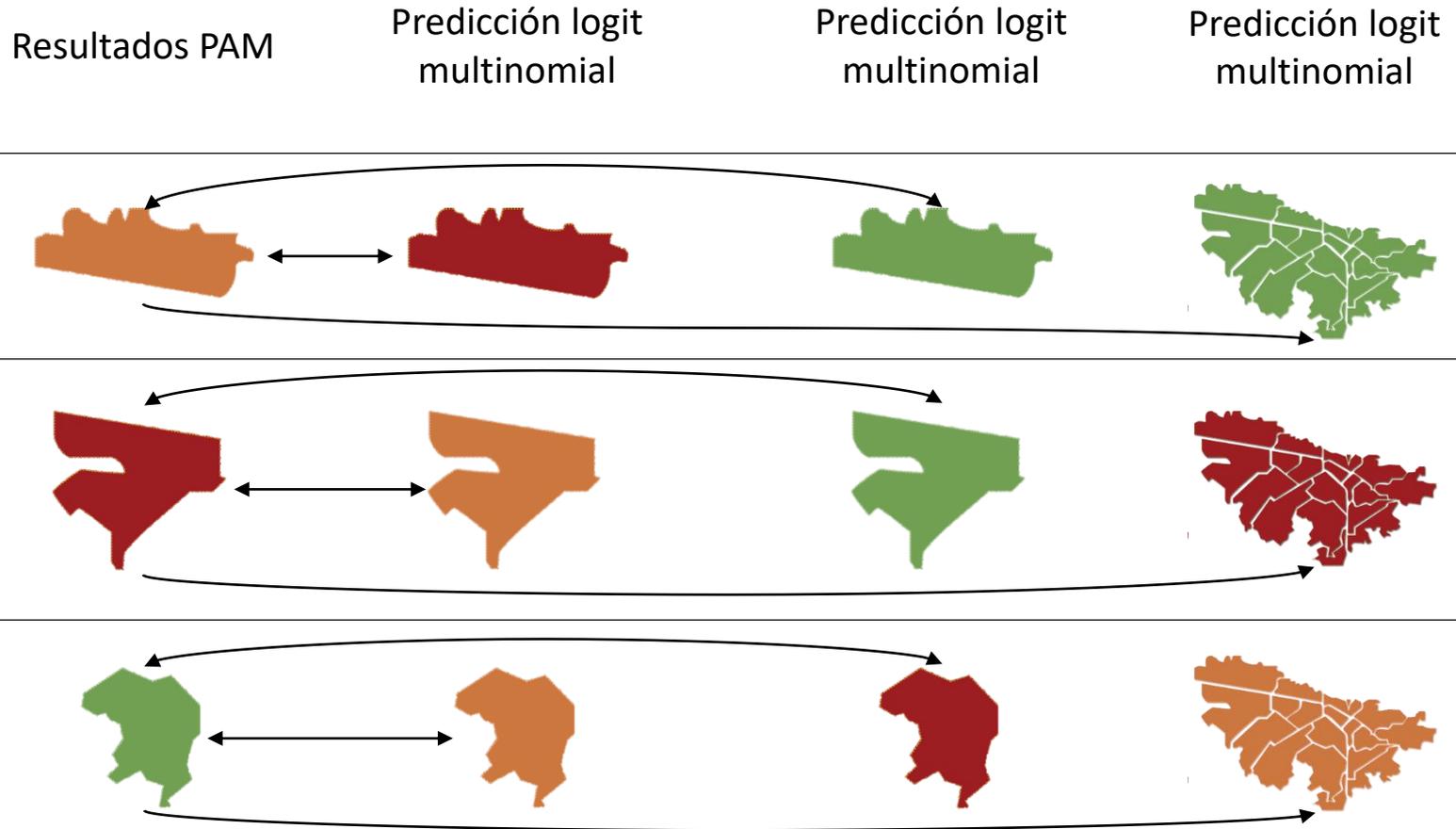


Kennedy



No hay diferencia estadística entre los resultados de clustering de Kennedy y sus predicciones Logit entrenadas con los resultados de Clustering de las otras localidades

Metodología – Escalabilidad



Los resultados de clustering para las tres localidades son Buenos predictores para toda la ciudad de Bogotá.

Metodología – Escalabilidad

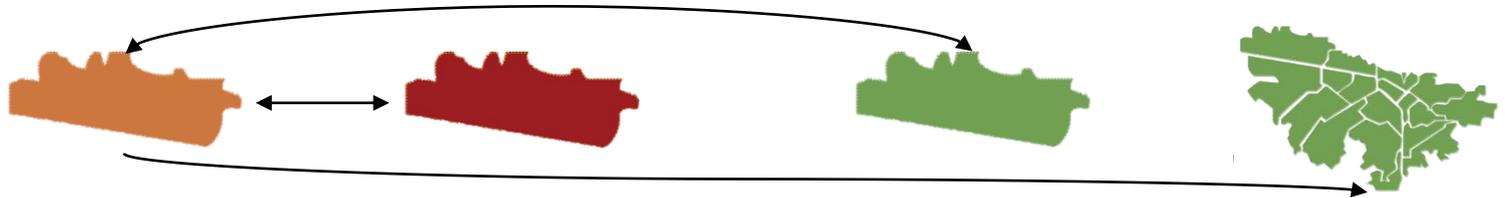
Resultados PAM

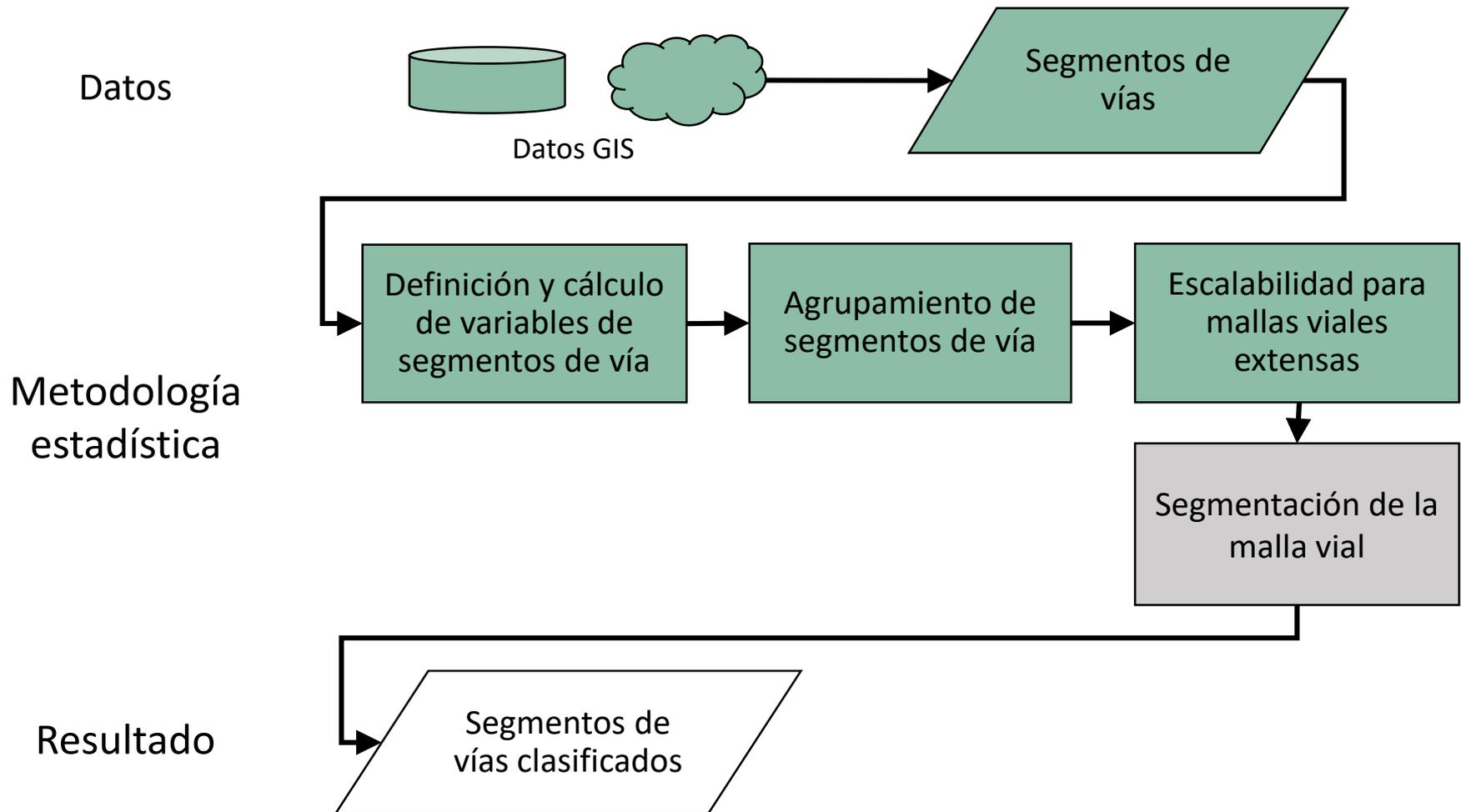
Predicción logit
multinomial

Predicción logit
multinomial

Predicción logit
multinomial

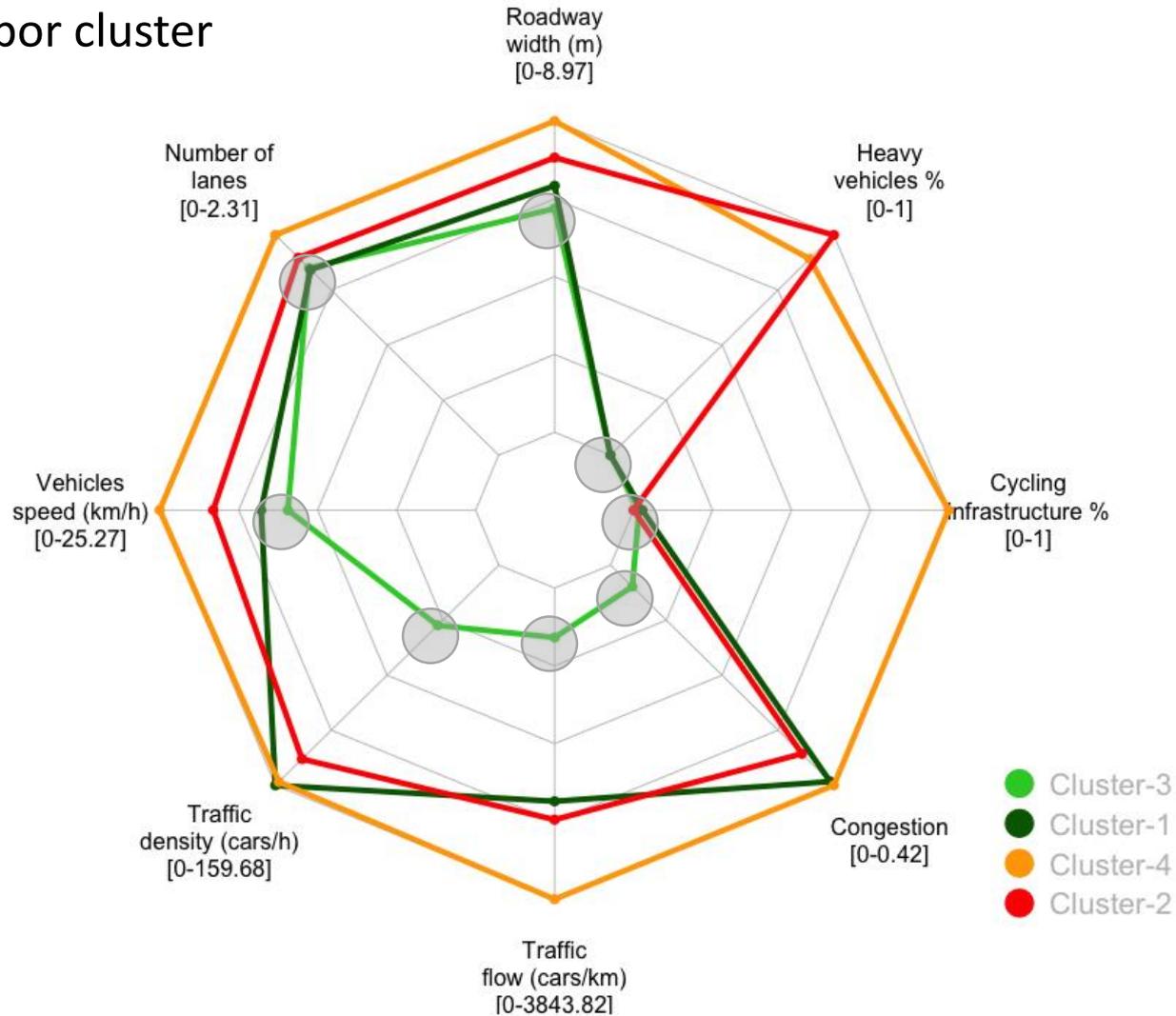
Usaquén





Metodología – LTS segmentos de vía

Promedios por cluster



Metodología – LTS segmentos de vía

Variable*	Cluster 3	Cluster 1	Cluster 4	Cluster 2
Ancho de la vía (m)	Estrecho	Normal	Ancho	Ancho
Número de carriles	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Velocidad (km/h)	Bajo	Normal	Alto	Razonable
Densidad de tráfico (carros/km)	Bajo	Alto	Alto	Razonable
Flujo de tráfico (carros/h)	Bajo	Bajo	Alto	Razonable
Congestión	Bajo	Alto	Alto	Alto
Presencia de vehículos pesados	No	No	Bajo	Sí
Presencia de infraestructura para bicicletas	Bajo	Bajo	Alto	No

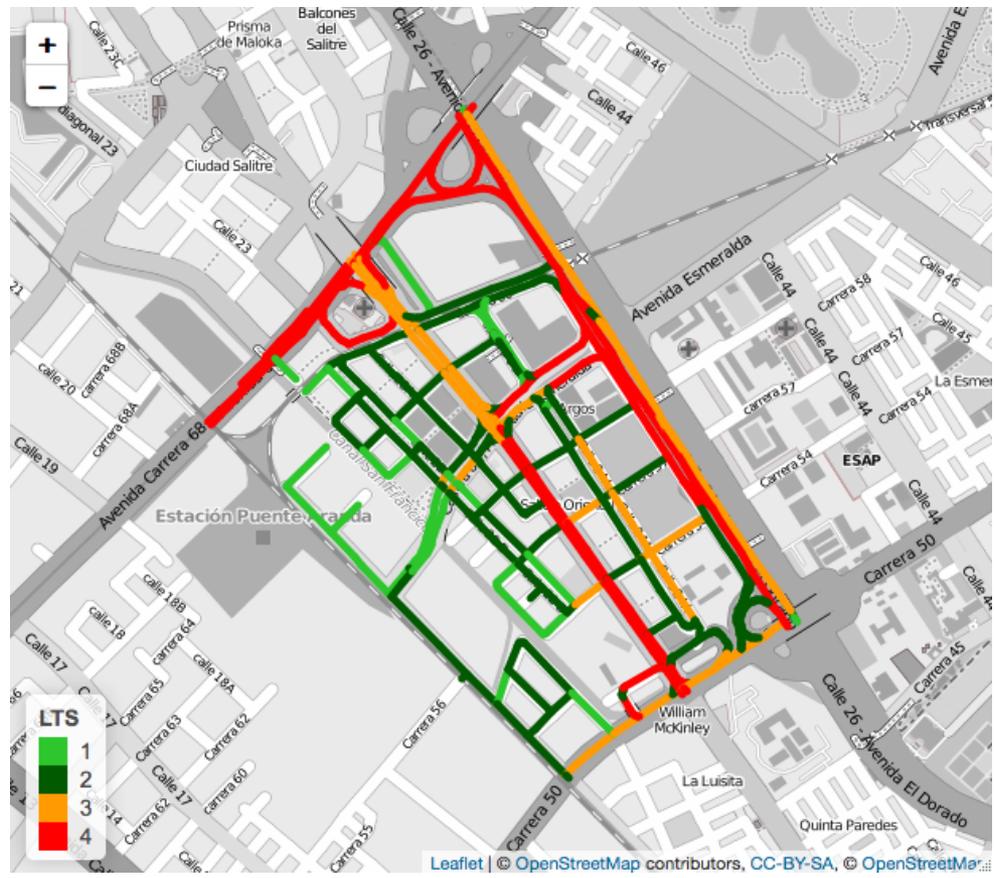
*Promedio por cluster

Metodología – LTS segmentos de vía

Variable*	LTS 1	LTS 2	LTS 3	LTS 4
Ancho de la vía (m)	Estrecho	Normal	Ancho	Ancho
Número de carriles	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Velocidad (km/h)	Bajo	Normal	Alto	Razonable
Densidad de tráfico (carros/km)	Bajo	Alto	Alto	Razonable
Flujo de tráfico (carros/h)	Bajo	Bajo	Alto	Razonable
Congestión	Bajo	Alto	Alto	Alto
Presencia de vehículos pesados	No	No	Bajo	Si
Presencia de infraestructura para bicicletas	Bajo	Bajo	Alto	No

*Promedio por cluster

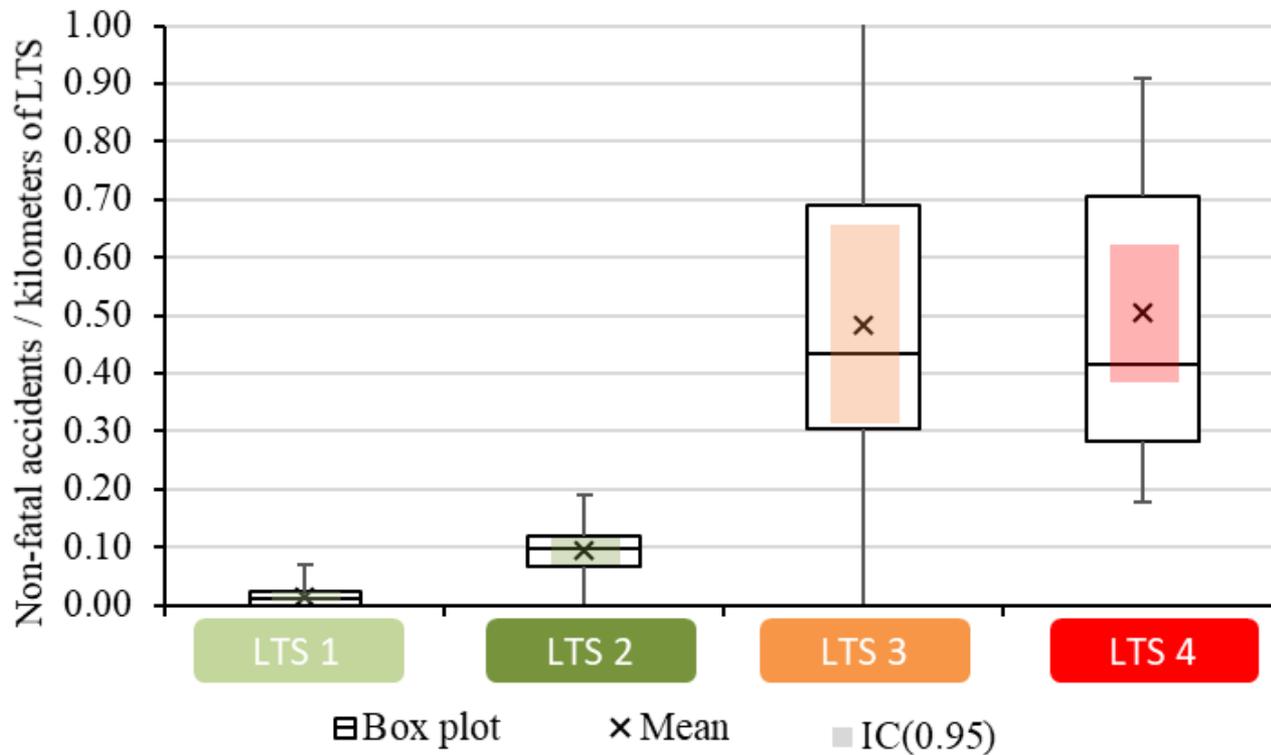
Metodología – LTS segmentos de vía



Leaflet | © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA, © OpenStreetMap

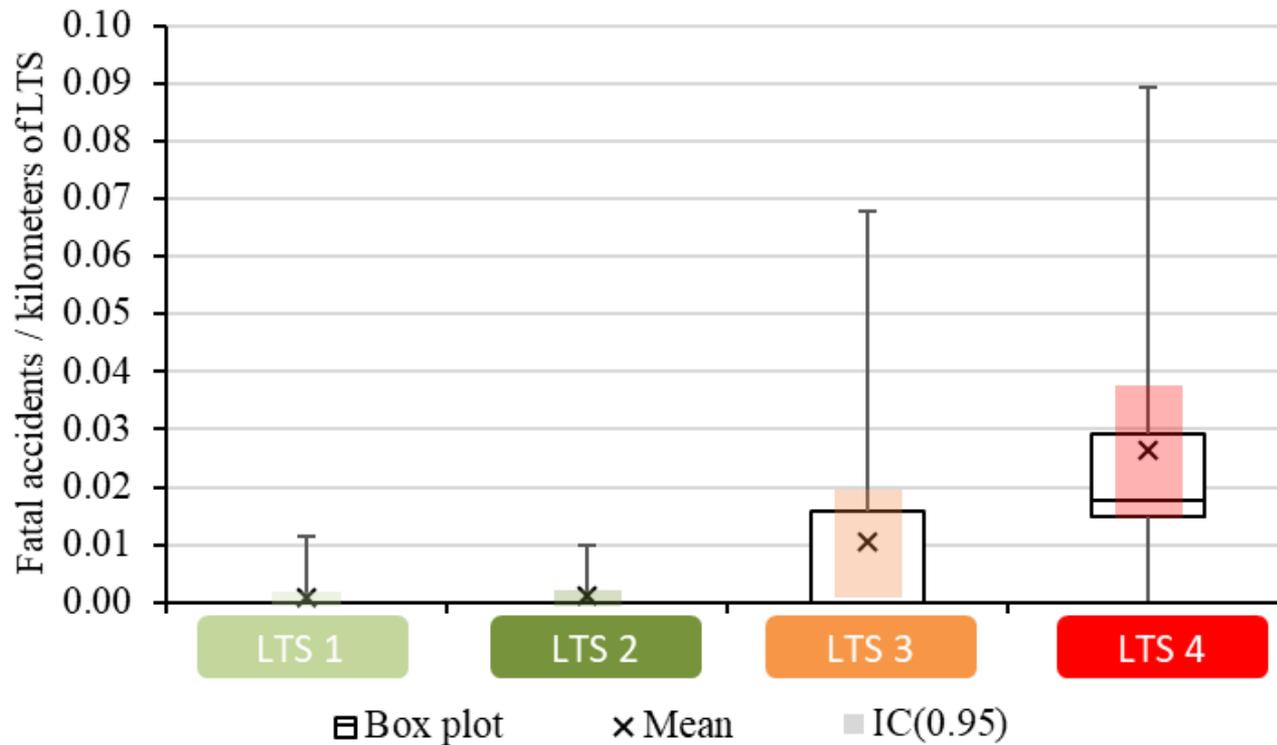
Metodología – LTS segmentos de vía

- Chen et al. (2017): Mayor cantidad de accidentes LTS 3 y LTS 4



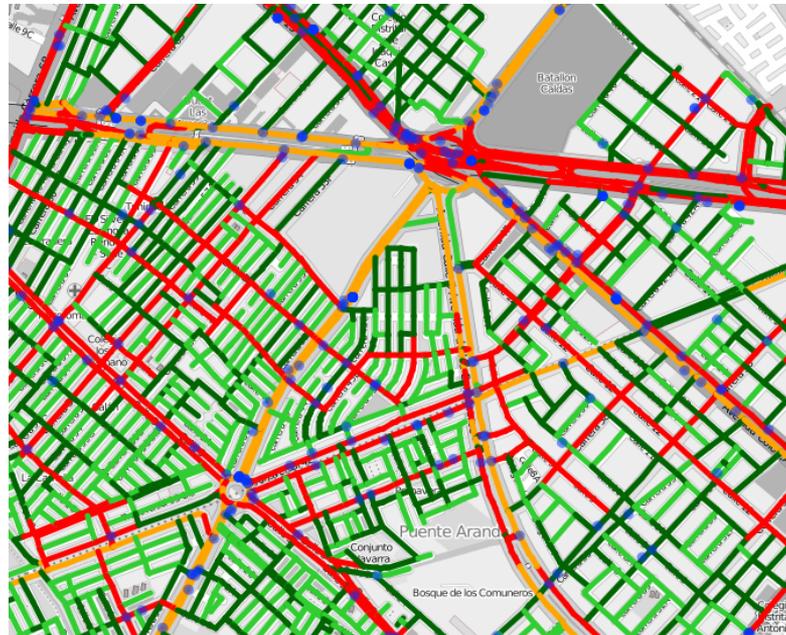
Metodología – LTS segmentos de vía

- Chen et al. (2017): Mayor cantidad de accidentes LTS 3 y LTS 4

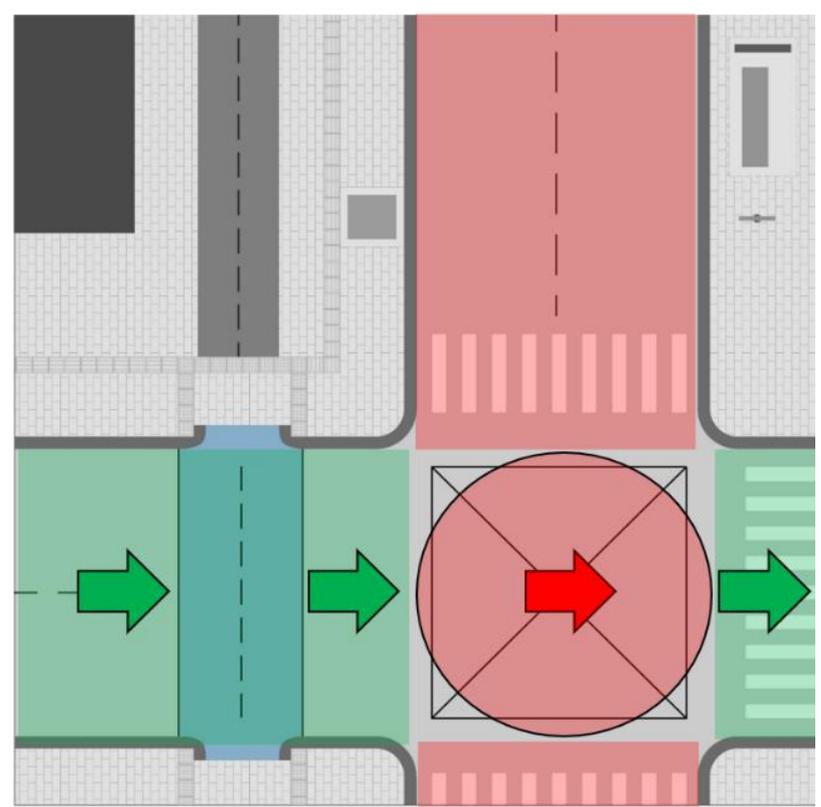
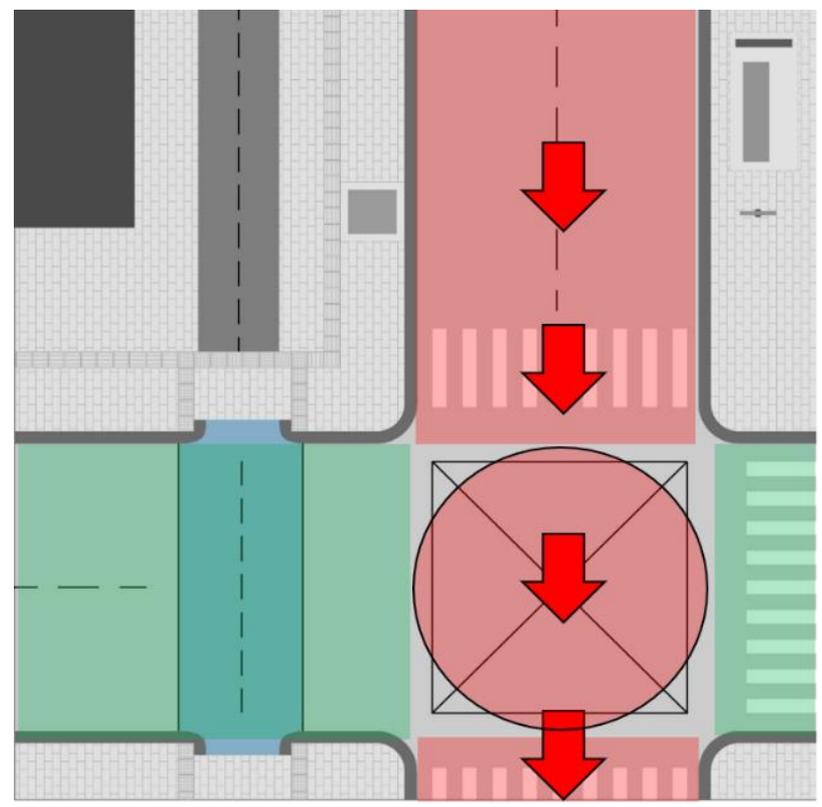


Metodología – LTS segmentos de vía

- Chen et al. (2017): Mayor cantidad de accidentes LTS 3 y LTS 4



Metodología – LTS en intersecciones



Herramienta de visualización en la web



- ✓ La metodología propuesta basada en datos permite hacer una clasificación de vías sin criterios subjetivos.
- ✓ La regresión logística multinomial alimentada con los resultados del clustering ayuda a la escalabilidad de la metodología.
- ✓ En el caso de estudio (LTS) los resultados obtenidos son consistentes con la literatura en la segmentación, evidenciando la utilidad de la metodología.



- 18 coinvestigadores y asistentes de investigación
- 4 instituciones - Universidad de los Andes, Drexel University, Fundación Despacio y UC Berkeley, WRI
- Financiamiento: Salurbal & Universidad de los Andes

¡Gracias!