EVALUACIÓN VIRTUAL DE INSTALACIONES PEATONALES MEDIANTE EXPLORACIÓN GEOESPACIAL

Alanys Nieves Ruiz[1] , María Irizarry Torres[2] , Gustavo E. Pacheco-Crosetti, PhD, PE[2]
Programa de Investigación Subgraduada para Estudiantes de Honor y Destacados (URP-HOS) 2025–2026
Universidad Politécnica de Puerto Rico
[1] *Departamente de Arquitectura* [2] *Departamento de Ing. Civil, Ambiental y Agrimensura*

RESUMEN

Esta investigación evalúa si una metodología de inspección virtual basada en QGIS, Google Earth Pro, Google Street View y datos LiDAR puede producir resultados comparables a una inspección física. La metodología se aplicó a las instalaciones peatonales ubicadas dentro de un radio de 300m alrededor de la estación Domenech del Tren Urbano, evaluando aceras, zonas de amortiguamiento, rampas y cruces peatonales. Los resultados demostraron que la inspección virtual tiene gran potencial como herramienta de evaluación de las instalaciones peatonales.



RADIO DE 300M

ESTACIÓN DOMENECH

INTRODUCCIÓN

Las inspecciones físicas proporcionan información detallada sobre la condición de la infraestructura peatonal, pero requieren tiempo, personal y recursos. Esta investigación propone una metodología de exploración virtual para evaluar la accesibilidad y condición de las instalaciones peatonales mediante herramientas geoespaciales y comparar sus resultados con una inspección presencial.





PROCESO DE EVALUACIÓN FÍSICA

OBJETIVOS

Desarrollar y validar una metodología de inspección virtual para evaluar aceras, zonas de amortiguamiento, cruces peatonales y pendientes de rampas mediante herramientas GIS y datos LiDAR.

Objetivos específicos

- Evaluar aceras mediante inspección virtual.
- Comparar los resultados con una inspección física.
- Analizar el nivel de concordancia entre ambas metodologías.

METODOLOGÍA

La metodología adaptó el procedimiento de una investigación antecedente, sustituyendo la inspección física por un proceso de evaluación virtual.

Diagrama de flujo

Mapa de la investigación antecedente
↓
Conversión a QGIS
↓
Delimitación de aceras
↓
Evaluación virtual
↓
Evaluación de pendientes con datos LiDAR
↓
Registro de resultados en Excel
↓
Comparación con la inspección física
↓
Análisis de coincidencia y gravedad

La calificación consideró el **ancho, grietas, desprendimientos, obstrucciones, superficies desniveladas, riesgos, vegetación, escombros, deterioro, sombra y descontinuidades**. Finalmente, a cada segmento se le da un índice de condición que va desde A (excelente) hasta F (muy pobre), siguiendo una escala similar a las calificaciones escolares, para facilitar su interpretación.

Tabla 1. Criterios (ejemplo)

Sidewalk				
Finding	Description	Severity	Percent	Percent (total)
Cracks	visible splits or fractures	Very Slightly	1	5
		Slightly	2	
		Moderate	3	
		Severe	4	
		Very Severe	5	

Tabla 2. Hallazgos (ejemplo)

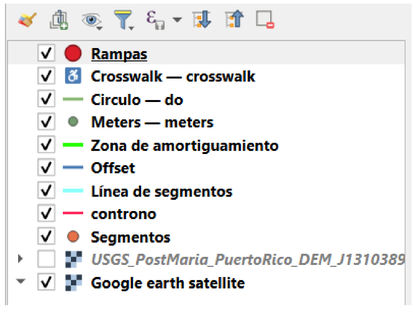
Element	Component	Finding Description	Finding Id	Block Id	Segment Id	Street	Rating	Photo Id
Sidewalk	Pedestrian Through Zone	Measurement of 4' to 7'-8". There are some moderate cracks present in this segment and some slight debris due to the palm tree leaves falling on the sidewalk. Scattered shade.	99	E	E-1	C. Pdte. Ramirez	B	E.1 - E.6

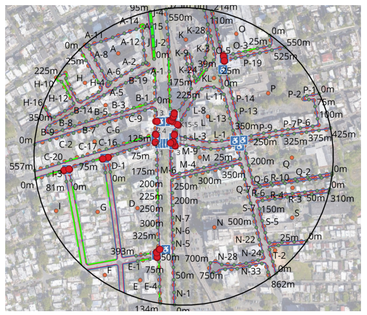
Adicionalmente, las pendientes de las rampas se calcularon en QGIS utilizando datos LiDAR, obteniendo la diferencia de elevación (ΔZ) entre el inicio y el final de cada rampa. Utilizando la siguiente ecuación:

Pendiente (%) = (ΔZ / Distancia) × 100.

EVALUACIÓN VIRTUAL

Se evaluaron aproximadamente 32,070 pies lineales (9,775m) de instalaciones peatonales, organizados en bloques y segmentos de 25m. Los datos utilizados incluyeron imágenes satelitales, imágenes a nivel de calle *(Google Street View)* y datos LiDAR obtenidos del NOAA Data Access Viewer.

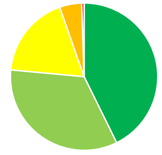




ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los resultados se compararon utilizando dos métodos:

1. Coincidencia exacta entre ambas evaluaciones.
2. Gravedad de las diferencias, clasificadas como exacta, leve, moderada, severa y extrema.



77% de los segmentos fueron iguales o muy similares

TOTAL	EXACTA	LEVE	MODERADA	SEVERA	EXTREMA
391	167	132	71	19	2
PORCIENTO	43%	34%	18%	5%	1%

Tabla 3. Resultados

****Nota**: Ver Tabla 3 para leyenda.

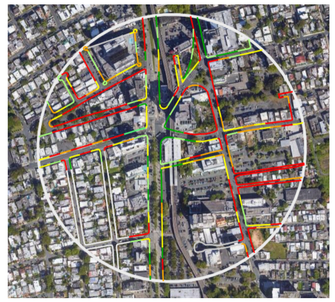
Se realizó una comparación direccional para determinar si la evaluación virtual tendía a ser más optimista o más pesimista que la inspección física.



Los resultados indican que la metodología virtual mantuvo una comparación similar a la física, con una diferencia de tan solo un **5%**.

CONCLUSIÓN

La metodología de inspección virtual permitió evaluar la condición de las instalaciones peatonales utilizando imágenes aéreas, Google Street View y datos LiDAR. La alta proporción de coincidencias exactas y diferencias leves indica que la exploración geoespacial puede servir como una herramienta eficiente para la evaluación preliminar y la priorización del mantenimiento de infraestructura peatonal.



RESULTADOS DE CADA BLOQUE

RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Se recomienda mejorar la calidad de las imágenes antes de realizar la evaluación mediante recorridos con **cámaras 360°** o la generación de imágenes ortorrectificadas utilizando **drones**. Además, se propone integrar **inteligencia artificial** para automatizar la detección de deterioro una vez se disponga de imágenes de mayor resolución.

Como trabajo futuro, se recomienda aplicar la metodología a otras estaciones del Tren Urbano y validar los resultados de las pendientes.

RECONOCIMIENTOS Y REFERENCIAS

Agradecimientos:
Transportation Infrastructure Research Center (TIRC), Polytechnic University of Puerto Rico, NOAA Digital Coast, URP-HOS Program, Ing. Milton Casiano, profesores asesores y colaboradores.

Referencias:
Por favor escanear el código para acceder a las referencias