

METODOLOGÍA SIMPLIFICADA PARA LA EVALUACIÓN DE INSTALACIONES PEATONALES EN ZONAS ESCOLARES URBANAS

Por

María Fernanda Alegría Velasco

Proyecto sometido como un requisito para el grado de

MAESTRO EN INGENIERÍA

en

INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2008

Aprobado por:

Alberto M. Figueroa Medina, Ph.D., P.E.
Presidente, Comité Graduado

Fecha

Didier Valdés Díaz, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Benjamín Colucci Ríos, Ph.D., P.E., P.T.O.E.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Sonia Bartolomei Suarez, Ph.D.
Representante de Estudios Graduados

Fecha

Ismael Pagán Trinidad, M.Sc.
Director del Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura

Fecha

ABSTRACT

The main purpose of this project is to facilitate the evaluation of pedestrian safety in school zones considering the condition of the pedestrian infrastructure, the traffic control devices and the pedestrian behavior. Four school zones in the Municipality of Mayagüez were selected to apply the inspection methodology and evaluate the existing pedestrian infrastructure by means of a checklist developed according to the Part 7 of the Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD).

The field inspection and the observations of pedestrian crossing the road assisted to analyze and compare patterns behavior based on the frequency, quality, and gender of school and non-school pedestrians. A survey of the pedestrians that crossed the road inadequately was performed to complement the field observations and find their attitudes about their behavior.

Based on the inspection performed in the school zones selected, it is concluded that the pedestrian, particularly the traffic control devices, does not comply with MUTCD standards and guidelines. The pedestrian observations helped to indicate that school pedestrians are more probable to not follow the pedestrian road rules than non-school pedestrians. School pedestrians exhibit a more risky behavior when crossing the road by using the shortest path even when it is the most hazardous one. This behavior clearly indicates the lack of safety awareness of pedestrian about the high crash risk potential of the urban environment next to high volume roads.

The deficiencies in the traffic control devices, by not complying to MUTCD standards and guidelines and the typical behavior of school pedestrians observed in the school zones severely affect road safety, contributing to increase the crash risk potential in school zones.

RESUMEN

En la valoración de la seguridad peatonal en zonas escolares, el proyecto desarrolla una metodología de evaluación de las instalaciones peatonales, los dispositivos de control de tráfico y el comportamiento peatonal. Cuatro escuelas en el Municipio de Mayagüez fueron seleccionadas para aplicar la metodología de inspección y evaluar la infraestructura peatonal existente por medio del formulario de cotejo desarrollado de acuerdo al Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico (MUTCD, por sus siglas en inglés) en su parte 7.

Por medio de la inspección de campo y las observaciones sobre el comportamiento peatonal se analizaron y compararon patrones de conducta basados en la cantidad, la calidad y el género de los peatones escolares y los no escolares al cruzar la vía. Como complemento a la inspección y observación, se estableció un contacto directo con los peatones infractores, encuestándolos para conocer las actitudes sobre su comportamiento.

Al analizar los datos de las inspecciones, se concluye que la infraestructura peatonal en las zonas escolares, particularmente los dispositivos de control, no cumple con lo estipulado en el MUTCD. Basado en las observaciones, los peatones escolares incumplen las normas peatonales en una proporción mayor a la de los peatones no escolares. Los escolares son más arriesgados al cruzar las calles, utilizando la ruta más corta para llegar a su destino, aun siendo ésta la más potencialmente peligrosa. Esta conducta hace evidente la carencia de conciencia sobre la peligrosidad del entorno urbano en la cercanía a carreteras de alto flujo vehicular de los peatones.

Las deficiencias en los dispositivos de control de tráfico, al no cumplir con lo especificado en el MUTCD parte 7 y la conducta infractora habitual que se observa en los peatones, presentan un cuadro negativo que afecta gravemente la seguridad, y que contribuye a aumentar representativamente el potencial de choques en las zonas escolares estudiadas.

Para mi familia. . .

AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de mis estudios graduados en el Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico muchas personas colaboraron directa e indirectamente con mi investigación. Su contribución facilitó el buen término de mi trabajo. Dedico esta sección al reconocimiento del apoyo incondicional que recibí.

Mis más sinceros agradecimientos al Dr. Alberto M. Figueroa Medina, mi consejero, por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto bajo su supervisión. Durante el adelanto de mis estudios recibí su completa colaboración y motivación para poder culminar mi meta de terminar la escuela graduada. También quiero agradecer el apoyo y la enseñanza del Dr. Benjamín Colucci Ríos y del Dr. Didier Valdés Díaz. Agradezco a mi familia y amigos por su constante apoyo, por su amor y cariño, y por ser la motivación de mis esfuerzos en mi superación personal. En especial quiero agradecerle a Henry Alegría, mi padre, por su apoyo incondicional.

Por último y por siempre, a Dios, por mostrarme el camino, por estar siempre a mi lado, por iluminarme y favorecerme con la existencia de mis Profesores, Familiares y Amigos.

Tabla de Contenido

ABSTRACT.....	ii
RESUMEN.....	iii
AGRADECIMIENTOS	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	xi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE.....	5
2 METODOLOGÍA	7
3 REVISIÓN DE LITERATURA	11
3.1 FACTORES DE ACCIDENTALIDAD PEATONAL	13
3.2 PERCEPCION DE PEATONES Y CONDUCTORES DE LA PELIGROSIDAD PEATONAL	16
3.3 PROGRAMA “SAFE ROUTES TO SCHOOLS”	19
3.4 AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL	22
3.5 MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁFICO	22
4 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS ESCOLARES.....	33
4.1 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS ESCOLARES	33
4.2 DESCRIPCIÓN DE ZONAS ESCOLARES.....	33
4.3 ESCUELA VOCACIONAL DR. PEDRO PEREA FAJARDO	35
4.4 ESCUELA “WINNIE’S ACTIVE LEARNING KIDS SCHOOL”	37
4.5 ESCUELA DAVID G. FARRAGUT	40
4.6 ESCUELA MANUEL A. BARRETO	42
5 PROCESO DE INSPECCIÓN EN ZONAS ESCOLARES	44
5.1 METODOLOGÍA DEL PROCESO DE INSPECCIÓN	44
5.2 DESARROLLO DEL FORMULARIO DE COTEJO	47
5.3 ESTUDIOS ADICIONALES	56
5.4 VISITAS DE CAMPO.....	58
5.5 EVALUACIÓN INTEGRADA	91
6 OBSERVACIONES COMPORTAMIENTO PEATONAL	98
6.1 COMPORTAMIENTO PEATONAL EN ESCUELA VOCACIONAL PEDRO PEREA.....	98
6.2 COMPORTAMIENTO PEATONAL EN ESCUELA BARRETO	106
6.3 COMPORTAMIENTO PEATONAL EN ESCUELA FARRAGUT	109
6.4 DATOS RECOLECTADOS DURANTE OBSERVACIONES PEATONALES.....	111
6.5 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO PEATONAL	116
6.6 ANÁLISIS DE LOS DATOS RECOLECTADOS EN ENCUESTAS	130
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
8 REFERENCIAS	157
APENDICE 1 FORMULARIO DE INSPECCIÓN CON LA LEYENDA DE LOS RÓTULOS EN INGLÉS ...	159

Lista de Tablas

Tabla 1. Características de las Escuelas.....	34
Tabla 2. Información General Acerca de las Zonas Escolares.....	43
Tabla 3. Resumen de Datos de la Inspección de las Zonas Escolares	92
Tabla 4. Planilla Encuesta 1.....	105
Tabla 5. Planilla Encuesta 2.....	105
Tabla 6. Observación Peatonal Escuela Manuel A. Barreto	112
Tabla 7. Observación Peatonal Escuela David G. Farragut.....	113
Tabla 8. Observación Peatonal Escuela Vocacional	114
Tabla 9. Observación Peatonal Diaria Escuela Vocacional (Peatones Escolares).....	115
Tabla 10. Observación Peatonal Diaria Escuela Vocacional (Peatones No Escolares)	115
Tabla 11. Flujo Peatonal en Periodos de 5 minutos Escuela Vocacional	123
Tabla 12. Respuestas a la Encuesta 1	132
Tabla 13. Respuestas a la Encuesta 2	137

Lista de Figuras

Figura 1. Metodología de Estudio	7
Figura 2. Elementos Importantes de Instalaciones Peatonales en el Desarrollo de Rutas para Escuelas	20
Figura 3. Rótulos Reguladores o de Advertencia en las Zonas Escolares.....	26
Figura 4. Ejemplo de Localización de Rótulos en una Zona Escolar.	27
Figura 5. Ejemplos de Marcados para Cruces Peatonales.....	29
Figura 6. Ejemplos de Indicaciones para Semáforos Peatonales.....	32
Figura 7. Señales en Zonas Escolares	32
Figura 8. Localización de las Zonas Escolares con respecto a la PR-2.....	35
Figura 9. Vista de Entrada Principal a Escuela Vocacional	36
Figura 10. Localización de Escuela Vocacional Dr. Pedro Perea Fajardo.	37
Figura 11. Localización de la Escuela W.A.L.K.S	38
Figura 12. Vista de Entrada Principal a Escuela W.A.L.K.S	39
Figura 13. Vista hacia el Norte de la Intersección PR-104 y PR-2	40
Figura 14. Localización de las Escuelas Farragut y Barreto	41
Figura 15. Vista de Entrada Principal a Escuela Farragut.....	41
Figura 16. Vista de Entrada Principal a Escuela Barreto	42
Figura 17. Proceso de Inspección de Dispositivos de Control de Tráfico en Zonas Escolares	44
Figura 18. Formulario de Cotejo	50
Figura 19. Formulario de Cotejo – Escuela Vocacional.....	59
Figura 20. Cruce Peatonal y Señal Peatonal en la Intersección de la Carretera PR-2 con la Calle San Juan.	64
Figura 21. Rótulo de Advertencia de la Zona Escolar.....	65
Figura 22. Rótulo de Velocidad Límite de la Escuela Vocacional.....	66

Figura 23. Rótulo de Prohibición de Estacionamiento para Vehículos Privados en la Escuela Vocacional.....	67
Figura 24. Formulario de Cotejo – Escuela W.A.L.K.S.	68
Figura 25. Rótulo de Advertencia de la Zona Escolar.....	73
Figura 26. Rótulos de Velocidad Límite.....	74
Figura 27. Distribución de Velocidades en la Carretera PR-104	75
Figura 28. Formulario de Cotejo – Escuela David G. Farragut	77
Figura 29. Cruces Peatonales Calle McKinley.....	81
Figura 30. Cruce Peatonal Calle McKinley Frente a Entrada a la Escuela Farragut.....	82
Figura 31. Rótulo de Advertencia de la Zona Escolar Farragut	83
Figura 32. Rótulo de Velocidad Límite de la Zona Escolar Farragut.....	84
Figura 33. Formulario de Cotejo – Escuela Manuel A. Barreto.	85
Figura 34. Cruce Peatonal de la Zona Escolar Barreto.....	89
Figura 35. Rótulo de Advertencia de la Zona Escolar Barreto.....	90
Figura 36. Acera de la Escuela Manuel A. Barreto	91
Figura 37. Esquema Cromático de la Inspección de Rótulos	96
Figura 38. Esquema Cromático de la Inspección de Algunas Facilidades Peatonales.....	97
Figura 39. Movimientos Peatonales en la Intersección PR-2 y Calle San Juan	99
Figura 40. Vista del Observador en la Intersección PR-2 y Calle San Juan.	100
Figura 41. Vista Peatonal del Lado Sur de la Intersección PR-2 y Calle San Juan	101
Figura 42. Peatones Cruzando por el Lado Incorrecto de la Intersección PR-2 y Calle San Juan	102
Figura 43. Ubicación del Encuestador	104
Figura 44. Cruce Peatonal Escuela Barreto	106
Figura 45. Ubicación del Observador en la Escuela Barreto	107
Figura 46. Cruce Peatonal Escuela Farragut.....	109
Figura 47. Ubicación del Observador en la Escuela Barreto	110
Figura 48. Composición por Género de Peatones Observados Escuela Barreto	117

Figura 49. Comportamiento Peatonal en Escuela Barreto.....	118
Figura 50. Distribución de Peatones que No Usan el Cruce Peatonal Escuela Barreto...	118
Figura 51. Composición por Género de Peatones Observados en Escuela Farragut.....	119
Figura 52. Comportamiento Peatonal en Escuela Farragut	120
Figura 53. Distribución de Peatones que No Usan el Cruce en Escuela Farragut	120
Figura 54. Flujo de Peatones Escolares y no Escolares en Periodos de 5 Minutos en Escuela Vocacional.....	124
Figura 55. Flujo Promedio Diario de Peatones Escolares y no Escolares en Escuela Vocacional	124
Figura 56. Composición Peatonal de Observaciones en Escuela Vocacional	125
Figura 57. Composición por Género de Peatones Observados Escuela Vocacional.....	125
Figura 58. Comportamiento Peatonal al Cruzar la Intersección Escuela Vocacional.....	126
Figura 59. Peatones por Género que no Usan el Cruce Peatonal Escuela Vocacional	127
Figura 60. Comportamiento en el Uso del Cruce Peatonal Escuela Vocacional	128
Figura 61. Peatones por Género que Cruzan en Rojo Peatonal Escuela Vocacional	129
Figura 62. Peatones por Género que Realizan Cruces Incorrectos Escuela Vocacional ..	130
Figura 63. Composición Peatonal en Encuesta 1.	131
Figura 64. Composición de Respuestas de Encuesta 1	133
Figura 65. Respuestas por Tipo de Peatón en Encuesta 1	134
Figura 66. Respuestas por Género y por Tipo de Peatón en Encuesta 1	135
Figura 67. Composición Peatonal en Encuesta 2	136
Figura 68. Composición de Respuestas de Encuesta 2	138
Figura 69. Respuestas por Tipo de Peatón en Encuesta 2.....	139
Figura 70. Respuestas por Género y por Tipo de Peatón en Encuesta 2	140

Lista de Acrónimos

AADT	Annual Average Daily Traffic
ADT	Average Daily Traffic
ADA	American with Disabilities Act
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
CFR	Code of Federal Regulations
CST	Comisión para la Seguridad en el Tránsito
FHWA	Federal Highway Administration
ITE	Institute of Transportation Engineers
MAPFRE	Mutualidad, Agrupación, Propietarios, Fincas, Rusticas, Españolas
MDUCT	Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito
MPH	millas por hora
MUTCD	Manual on Uniform Traffic Control Devices
NCHRP	National Cooperative Highway Research Program
NCSA	National Center for Statistics & Analysis
NHS	National Highway System
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
PR	Puerto Rico
RSA	Road Safety Audits
RUM	Recinto Universitario de Mayagüez
SAFETEA-LU	Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users
SRTS	Safe Routes to Schools
TRB	Transportation Research Board
vpd	vehículos por día
W.A.L.K.S.	Winnie's Active Learning Kids School

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

La necesidad que tienen las personas de desplazarse hasta sus destinos de forma eficiente, cómoda y segura es cada vez mayor. Actualmente el vehículo de motor privado es el medio más utilizado para la transportación terrestre. El vehículo de motor presenta ventajas en cuanto a la comodidad y la eficiencia en el viaje, pero su uso presenta desventajas como el aumento en la congestión vehicular, la contaminación del aire debido a la emisión de gases, la contaminación sonora y otros problemas relacionados con la reducción en la actividad física de las personas.

En el año 2006, un total de 4,784 peatones perdieron su vida y 61,000 peatones resultaron heridos en los Estados Unidos como consecuencia de un choque vehicular [NHTSA, 2006 a]. Estas muertes correspondieron al 11 % del total de fatalidades en las carreteras en ese año, resultando en una tasa de 1.60 muertes por cada 100,000 habitantes. En promedio en los Estados Unidos, un peatón muere cada 110 minutos y un peatón resulta herido cada 9 minutos como consecuencia de un choque en la carretera.

Los cinco factores más frecuentemente asociados a las muertes de peatones en los Estados Unidos son [NHTSA, 2006 b]: el cruce indebido de la vía de rodaje o una intersección (22.2 %), encontrarse caminando, jugando, trabajando, etc. en la vía de rodaje (19.3 %), fallar en no ceder el derecho de paso a los vehículos (14.2 %), entrar sorpresivamente o corriendo a la vía de rodaje (12.6 %) y peatón no visible (12.2 %).

En el año 2006 en Puerto Rico murieron un total de 139 peatones, representando el 27.4% del total de fatalidades por choques vehiculares. La tasa de fatalidad peatonal para el año

2006 en Puerto Rico fue de 3.54 peatones por cada 100,000 habitantes, siendo la mayor tasa de todas las jurisdicciones en los Estados Unidos. A Puerto Rico le siguen los estados de Nuevo México (3.53), Delaware (3.16), Florida (3.02) y Washington Distrito de Columbia (2.92) [NHTSA, 2006 a]. Esta situación es preocupante y resulta necesario realizar un mayor esfuerzo para reducir tanto el número de choques como el de las víctimas fatales. Lo anterior es importante porque permite entender que la preocupación se debe centrar en reducir el problema, mejorando la seguridad y proporcionando mayor tranquilidad a los peatones.

Durante el año 2008 en Puerto Rico se han presentado 24 muertes menos de peatones comparado con mismo periodo en el 2007. De los 85 peatones que han muerto en las carreteras del País en lo que va del año, cinco eran menores de 19 años. Dentro de las víctimas fatales se encuentran dos niños menores de 9 años. Esta situación motiva a la Comisión de Seguridad en el Tránsito (CST) de Puerto Rico a tomar un enfoque especial para prevenir los choques en las zonas escolares y en medio de la conmemoración reciente del Día Internacional del Peatón se llevaron a cabo actividades en escuelas para manejar el tránsito y enseñarle a los padres la manera más segura de dejar y recoger los niños de la escuela, a la vez de orientar a los estudiantes sobre la seguridad vial [López, 2008].

Los choques de tránsito son una consecuencia inevitable de la movilidad. No es fácil eliminar totalmente el problema debido al factor humano; sin embargo, se pueden llevar a cabo acciones que minimicen su frecuencia y severidad. En las zonas escolares los choques que involucran niños y jóvenes representan una pérdida incalculable para la sociedad, por lo tanto es necesaria la consideración de medidas de control que provean seguridad a los estudiantes en su faceta de peatón dentro de estas zonas.

El programa “Safe Routes to Schools” (SRTS) de la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos de América (FHWA, por sus siglas en inglés) tiene como objetivo principal incrementar la salud de los niños y jóvenes de la comunidad escolar promoviendo la creación de rutas más seguras que alienten a los niños a caminar o utilizar la bicicleta para dirigirse hasta sus escuelas. El programa provee fondos a los estados para que se hagan las respectivas mejoras en proyectos de infraestructura y en actividades de educación. Con esta finalidad es necesario crear un ambiente propicio y alentador con el fin de que los niños recorran en forma divertida y segura los caminos y rutas para llegar a las escuelas [FHWA, 2008 b]. La consideración de las recomendaciones y mejoras sugeridas por el programa son útiles para el estudio en el proceso de identificación de las debilidades y fortalezas de las zonas escolares en relación a su seguridad peatonal.

El presente documento está organizado de la siguiente manera: En el Capítulo 1 se presenta la introducción junto con la justificación, objetivos y alcance del proyecto. El Capítulo 2 presenta la metodología simplificada desarrollada como parte del proyecto. El Capítulo 3 incluye la revisión de literatura donde se presentan los factores de accidentalidad, la percepción de la peligrosidad peatonal por parte de peatones y conductores, la descripción del programa “Safe Routes to Schools”, la definición de las auditorías de seguridad vial y los aspectos relacionados con el MUTCD y los rótulos utilizados en zonas escolares. El Capítulo 4 presenta la descripción de las zonas escolares utilizadas para demostrar la metodología desarrollada. El capítulo 5 muestra el proceso de inspección desarrollado en el proyecto incluyendo en detalle la descripción y la aplicación del formulario de cotejo. El Capítulo 6 incluye las observaciones y el análisis del comportamiento peatonal. El Capítulo 7 presenta las conclusiones y recomendaciones generales desarrolladas en el proyecto.

1.2 Justificación

La infraestructura vial que se ha desarrollado en muchas ciudades de Puerto Rico en décadas recientes ha favorecido el transporte motorizado y ha descuidado aspectos fundamentales de la transportación no motorizada de los peatones y los ciclistas que se exponen a situaciones peligrosas debido a la falta de facilidades peatonales. La infraestructura peatonal debe tener igual prioridad en el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras por tratarse de un sector vulnerable en el tránsito y para así promover un sistema integrado multimodal.

Se justifica realizar el estudio porque en las zonas escolares existe un riesgo potencial de choques entre vehículos y peatones debido a la gran cantidad de estudiantes que se concentran en las calles a las horas de llegada y salida de la escuela y al flujo de vehículos privados y públicos que transportan a los estudiantes desde sus hogares. Los esfuerzos para aumentar la seguridad en las zonas escolares y la aplicación de medidas correctivas necesarias y efectivas para disminuir la frecuencia y la severidad de los choques han tenido mayor énfasis en años recientes como parte fundamental de SAFETEA-LU [Marchetti et al., 2007].

El programa SRTS desarrollado por la FHWA tiene el objetivo de crear rutas con ambientes propicios y alentadores para que los niños puedan caminar o usar la bicicleta desde sus hogares hasta la escuela y hacer de esta alternativa de viaje más divertida y segura, manteniendo a los estudiantes en estilos de vida activos y saludables desde edades tempranas [FHWA, 2008 c]. Es importante considerar en este proyecto las recomendaciones y sugerencias del programa SRTS para mitigar los problemas de seguridad encontrados en zonas escolares y obtener como beneficio del estudio realizado la motivación de campañas de educación escolar peatonal.

En las zonas escolares existe una alta cantidad de peatones, en su mayoría niños y jóvenes, caminando en grupos o de manera individual sin supervisión adulta. Estos peatones pueden ser más sensibles a exhibir un comportamiento impredecible y arriesgado y a tomar mayores riesgos al caminar o cruzar las calles sin tomar las precauciones necesarias. La literatura demuestra que los jóvenes, al tener menor experiencia y madurez, tienden a sobrestimar sus habilidades al operar en una carretera, a no percibir adecuadamente los riesgos en la carretera y a ser más susceptibles a presiones de grupo en la toma de decisiones [Fundación MAPFRE, 2005]. Por lo tanto, es importante la evaluación efectiva de la infraestructura peatonal existente y la consideración de medidas correctivas que disminuyan el riesgo de choques con peatones en las zonas escolares.

La velocidad de los vehículos de motor en zonas frecuentadas por escolares representa uno de los factores principales en los choques, por lo que resulta necesario conocer el comportamiento de los vehículos en las zonas escolares en lo relativo a su velocidad, identificar riesgos y comprobar el estado de la rotulación y de los pasos peatonales.

Las zonas escolares dentro del entorno urbano y la coincidencia de los horarios de entrada y salida de las mismas con los momentos de mayor densidad vehicular provocan, en algunos casos, conflictos entre conductores y escolares.

La adopción de medidas relacionadas al mejoramiento de la infraestructura peatonal y la rotulación, así como aquellas encaminadas a la concientización de los usuarios, persiguen el fin de disminuir las víctimas producidas por choques y mejorar la convivencia social.

1.3 Objetivos y Alcance

El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un procedimiento de inspección que sirva para evaluar la infraestructura peatonal existente en zonas escolares en áreas urbanas.

Este procedimiento puede ser incorporado a la evaluación y establecimiento de rutas seguras para llegar a las escuelas que persigue el programa SRTS. El proceso de inspección desarrollado se aplicó en cuatro zonas escolares localizadas en el área urbana del Municipio de Mayagüez para evaluar la infraestructura peatonal e identificar las debilidades y fortalezas de las zonas escolares en relación a su seguridad peatonal. Los objetivos específicos del proyecto son:

- Desarrollar un proceso de inspección de la infraestructura peatonal y un formulario de cotejo de los dispositivos de control de tráfico en zonas escolares. El formulario se desarrolló basándose en los estándares establecidos en la Parte 7 del Manual de Dispositivos Uniformes de Control de Tránsito, o MUTCD y la Ley ADA.
- Aplicar el proceso de inspección para evaluar los dispositivos de control de tráfico en las zonas escolares seleccionadas y verificar la utilización del formulario de cotejo.
- Observar el comportamiento de los peatones en la zona escolar para identificar patrones de conducta por tipo y por género para establecer recomendaciones y estrategias de seguridad.
- Realizar una encuesta para identificar la actitud de los peatones en las zonas escolares y las razones o la justificación de la conducta inadecuada o insegura observada en el estudio de campo.
- Proponer medidas de prevención destinadas a la disminución de los problemas potenciales en seguridad peatonal de las zonas escolares.

El alcance de esta investigación está circunscrito a escuelas en zonas urbanas del Municipio de Mayagüez, que incluye escuelas públicas y privadas. El enfoque del estudio no incluye el análisis de datos históricos de choques en zonas escolares de Mayagüez.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

El proyecto se compone de siete actividades principales, las cuales se explican en este capítulo. La Figura 1 presenta el flujograma de la metodología del estudio.

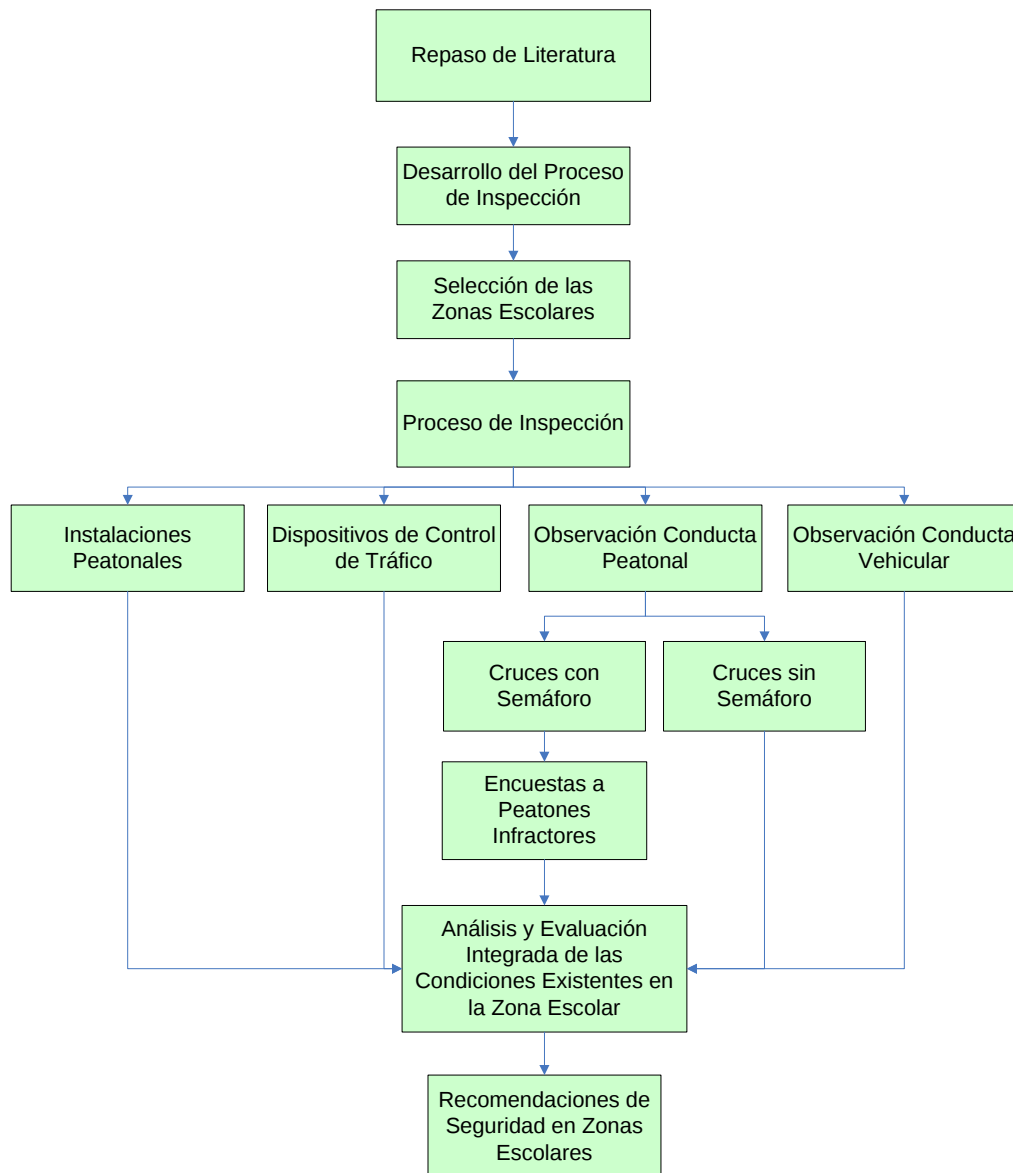


Figura 1. Metodología del Estudio

El paso inicial del estudio fue realizar un repaso de literatura. El repaso de literatura estuvo enfocado en identificar los aspectos fundamentales de la seguridad peatonal en zonas escolares y los dispositivos de control de tránsito según se presentan en la Parte 7 del MUTCD. Además, se identificaron los elementos importantes del programa SRTS de la FHWA, se estudiaron las estadísticas y los análisis de accidentalidad peatonal provistos por el National Center for Statistics and Analysis (NCSA) y se revisaron las guías de la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) y el volumen 10 del Reporte 500 del National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) el cual presenta guías para reducir los choques con peatones, entre otras referencias.

La siguiente tarea realizada fue el desarrollo del proceso de inspección y del formulario de cotejo para realizar la evaluación de las instalaciones peatonales y de la conducta peatonal. El formulario de cotejo tiene el propósito de uniformizar la información que se recopile del área de estudio. El formulario se preparó de acuerdo a los estándares y guías provistas en la Parte 7 del MUTCD 2003 Revisión 2 para los diferentes tipos de control en zonas escolares, que incluye rotulación y marcado del pavimento. Otras facilidades peatonales a ser evaluadas incluyen aceras, puentes o túneles, áreas de estacionamiento, entre otros.

Luego se llevo a cabo la selección de las zonas escolares para realizar un ejercicio de implantación del proceso de inspección y hacer un estudio de casos. La selección de las escuelas se hizo teniendo en cuenta que las zonas escolares estuvieran dentro del área urbana del Municipio de Mayagüez y que las mismas estuvieran cercanas a corredores de alto flujo vehicular. Se escogieron cuatro zonas escolares con diferentes características con el fin de evaluar y comparar las instalaciones peatonales y evaluar la conducta peatonal en cada escuela.

Luego de la selección de las zonas escolares, se realizaron las visitas de campo con el fin de identificar información sobre el tipo de escuela, el área donde está ubicada, los posibles problemas potenciales de seguridad para los estudiantes en su faceta de peatón, las instalaciones peatonales de la escuela y evaluar sus condiciones (aceras, pasos peatonales, etc.) y los dispositivos que controlan el tráfico. En las visitas a las zonas escolares se tomaron fotografías de los dispositivos de control de tráfico y de los elementos que se consideraron pertinentes para la evaluación de la seguridad peatonal.

Por medio de la observación en el campo se realizó la evaluación de las condiciones existentes de la infraestructura peatonal con la ayuda del formulario de cotejo desarrollado previamente. Además de la recopilación de información basada en el formulario de cotejo se identificaron las necesidades de realizar estudios adicionales de observaciones en el campo o encuestas asociados a los patrones de conducta de los peatones o la operación vehicular en la zona escolar o su periferia.

Para realizar los estudios de observación de la conducta de los peatones escolares y no escolares se diseñaron unas planillas para registrar las observaciones en situaciones como cruzar indebidamente la vía por lugares no permitidos o sin respetar la señal del semáforo. Además de los conteos de los eventos en los cruces se registró el género de cada peatón para realizar comparaciones entre los mismos. Las observaciones del comportamiento peatonal se realizaron durante ocho días, en periodos de 75 minutos por día, desde las 10:30 AM hasta las 11:45PM. Estos datos se agruparon y analizaron para establecer estadísticas que muestran las variaciones de conducta en el cruce de la vía entre peatones escolares y no escolares, y entre hombres y mujeres. También se calcularon estadísticas que muestran el grado de infracción peatonal de los grupos en estudio. En un caso particular se realizaron encuestas a los peatones infractores

durante cinco días, a la misma hora de las observaciones, en periodos de 75 minutos, con planillas diseñadas para registrar las respuestas de los peatones. La pregunta de la encuesta estaba enfocada en identificar las razones de los peatones para cometer la infracción. Las respuestas se analizaron para identificar contrastes entre los grupos encuestados y mostrando los diferentes criterios del peatón al realizar el cruce incorrecto de la calle. Este análisis permitió complementar la evaluación del comportamiento peatonal.

El estudio de observación vehicular consiste de realizar un estudio de velocidades de operación en la zona escolar. Este estudio se realizó en una de las zonas escolares estudiadas. Para este estudio se desarrolló una planilla que puede ser utilizada para registrar los tiempos de recorrido de los vehículos entre dos puntos de control en un segmento de carretera o para registrar las velocidades medidas usando una pistola láser o radar.

El sexto paso consistió en un análisis integrado de la información recopilada en las zonas escolares. El análisis integrado apoyó la identificación de deficiencias en las instalaciones peatonales y posibles factores de seguridad asociados a la conducta peatonal y vehicular. El último paso consiste en conclusiones y recomendaciones pertinentes relacionadas a implementar adecuados elementos de control de tráfico, asegurar una señalización adecuada, proponer medidas correctivas dentro de las instituciones escolares para influir en el comportamiento peatonal y la seguridad peatonal y motivar campañas de educación escolar peatonal.

CAPÍTULO 3. REPASO DE LITERATURA

La congestión urbana es un problema serio que enfrentan muchas ciudades y áreas metropolitanas, donde cada vez transitan más vehículos y no hay suficiente capacidad en la infraestructura vial para soportar dichos volúmenes sin presentar problemas de demoras. El aumento de transporte motorizado ha causado globalmente una contaminación sonora y ambiental, debido a los altos niveles de ruido y a la emisión de gases tóxicos, lo que también crea problemas de salud para las personas que sufren de enfermedades respiratorias.

En décadas recientes el enfoque en el diseño de los sistemas de carreteras ha ido dirigido a mejorar el nivel de servicio y la eficiencia de la operación vehicular para satisfacer las necesidades del usuario del vehículo de motor. Sin embargo se ha dejado a un lado crear espacios amigables y cómodos para el uso del peatón y del ciclista, sin tener en consideración que estas son actividades físicas que son parte de mantener una vida saludable. Esta situación es más significativa en zonas escolares debido a que la mayor parte de su población son niños y jóvenes.

Caminar o montar bicicleta son actividades que permiten mantener a las personas más saludables y activas. Debido a los problemas de sobrepeso que actualmente viven millones de personas alrededor del mundo, existe la urgencia de resolver las condiciones de salud que se desarrollan por la mala alimentación y la falta de actividad física. Para crear un ambiente amigable y motivador con el fin de que las personas caminen o utilicen las bicicletas es necesario que las carreteras sean accesibles a los peatones, especialmente para niños, ancianos y personas

con discapacidades, por lo que es necesario desarrollar un buen diseño, planificación, operación y mantenimiento de la infraestructura peatonal.

En las zonas escolares, las situaciones de mayor flujo vehicular coinciden con los horarios de entrada y salida de las escuelas, lo que provoca, en algunos casos, conflictos entre los conductores y los estudiantes, en su faceta de peatón. Los choques entre peatones y vehículos de motor son situaciones no deseadas debido a su alto potencial de severidad. Las estadísticas indican cifras alarmantes que requieren la suficiente atención con el fin de disminuir la accidentalidad peatonal.

En el año 2006 en los Estados Unidos la mayoría de los choques fatales con peatones ocurrieron en áreas urbanas (74 %), en segmentos de carretera (79 %), durante condiciones normales del clima (90 %) y durante la noche (69 %) [NHTSA, 2006]. El 70 % de los peatones que resultaron víctimas fatales en el 2006 eran hombres. La tasa de fatalidad peatonal para los hombres fue de 2.24 peatones por cada 100,000 habitantes, siendo más del doble de la tasa de fatalidad de las mujeres. La tasa de fatalidad de los peatones con 70 o más años fue de 2.61 por cada 100,000 habitantes, la cual es mayor que para los peatones de otras edades. En el año 2006 el 20% de los niños con edades entre 5 y 9 años murieron como peatones por causa de choques; mientras que los niños con 15 o menos años resultaron muertos o heridos como peatones por choques: 15%, y 25%, respectivamente. Casi la mitad (49%) de todas las fatalidades de peatones ocurren los viernes, sábados o domingos: 16%, 17%, y 16%, respectivamente.

Alicea [2004] evaluó choques de peatones con énfasis en las carreteras urbanas de Puerto Rico. Los resultados mostraron que el 70 % de los choques con peatones ocurrieron en áreas urbanas, 98.5 % en lugares fuera de las intersecciones y 73 % en secciones de carreteras tangentes llanas. Además, los hombres están más representados (67 %) que las mujeres (33%).

El 69.3 % de las muertes de peatones ocurrieron entre las 6:00 PM y las 6:00 AM y 70% de los peatones afectados tenían entre 24 y 71 años de edad con un pico en el grupo de 36 a 71 años.

La velocidad es uno de los factores que más contribuye en las consecuencias de un choque. En el año 2000, el factor velocidad contribuyó al 29 % de todos los choques fatales en los Estados Unidos. Un peatón impactado a una velocidad de 40 MPH tiene un 85 % de probabilidad de morir, mientras que si la velocidad de impacto es 30 MPH la probabilidad de que el peatón muera disminuye a 45 % y si la velocidad de impacto es 20 MPH la probabilidad de muerte es de solo 5 % [NCHRP, 2004].

3.1 Factores de la Accidentalidad Peatonal

Según el estudio *Accidentalidad Peatonal en Núcleos Urbanos* realizado por el Instituto de Seguridad Vial de la Fundación MAPFRE [2005] los siguientes factores intervienen en la accidentalidad peatonal:

1. *Situación del peatón en el momento del accidente.* Por orden de importancia, las situaciones en que se producen los accidentes desde el punto de vista del peatón son:
 - Peatón cruzando una calzada fuera de la intersección
 - Peatón atravesando una intersección
 - Peatón situado sobre acera o refugio
2. *Motivo por el que se produce el choque.* El factor determinante en el 40% de los choques con peatones es la acción infractora del peatón al cruzar por puntos no regulados. Las infracciones más frecuentes, en orden de importancia son:
 - No utilizar el paso peatonal
 - Cruzar la vía indebidamente

- No respetar la señal del semáforo en una intersección
3. *Variables Ambientales.* La iluminación y las condiciones atmosféricas influyen en la accidentalidad peatonal de manera significativa. Aunque el número de accidentes con implicación de peatones es mayor durante el día, debido a la mayor circulación de vehículos y peatones, la razón de fatalidad (accidentes fatales / accidentes con víctimas) es mayor durante las noches en zonas escasamente iluminadas o no iluminadas. En estas condiciones, el conductor podría percibir al peatón muy tarde o no verlo por completo resultando en una colisión con consecuencias severas.
 4. *Características de los implicados.* Los peatones con mayor riesgo por grupos de edad, en general pertenecen a los grupos formados por niños y personas de edad avanzada. En el caso de las personas mayores de 65 años, el factor explicativo significativo es la reducción en las capacidades motriz y perceptiva, lo que hace que disminuya su capacidad de percibir, reaccionar y eludir con rapidez una situación peligrosa. En el caso de los niños, la percepción del tráfico se ve alterada por determinados condicionantes biológicos y psicológicos. El motivo más habitual de accidente para este grupo de la población es la incursión brusca en la vía de rodaje o cruzar ésta indebidamente.
 5. *Características de la vía.* La mayor parte de los choques en que están implicados los peatones son causados por errores humanos, ya sea por infracciones o distracciones del conductor o del peatón. Sin embargo, los choques pueden estar también relacionados con un diseño inadecuado de la infraestructura vial. Los elementos que constituyen puntos de generación/atracción de peatones, como las paradas de autobuses, pueden motivar la incursión brusca de peatones en la vía.

En cuanto a las condiciones particulares de Puerto Rico, existe un conflicto entre el diseño de las carreteras según la clasificación funcional sugerida por la American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO], la demanda por movilidad y la seguridad de los estudiantes en las zonas escolares. Este conflicto surge en carreteras de tipo arterial de alta movilidad en cercanías a zonas escolares donde la velocidad rotulada se reduce a un valor que fluctúa entre 15 MPH y 25 MPH, con el fin de velar por la seguridad de los estudiantes.

Alicea (2004) indica que los choques con peatones se caracterizan con los siguientes aspectos:

Peatón

- Comportamiento del peatón antes de la ocurrencia del choque
- Edad de los peatones
- Genero del peatón

Carretera

- Clasificación del área en donde ocurre el choque
- Localización (intersección o segmento) donde ocurre el choque
- Geometría de la carretera

Situación

- Hora del día
- Día de la semana
- Mes

Según Alicea [2004] los patrones observados en Puerto Rico con respecto a choques que involucran peatones que resultan heridos o muertos son:

- Los peatones hombres son aproximadamente tres veces más arriesgados que las mujeres.

- Los peatones jóvenes menores de 20 años son más susceptibles a estar envueltos en un choque que los peatones de más de 45 años.
- Los peatones mayores de 45 años tienen mayor probabilidad de resultar muertos después de un choque comparado con otros grupos de peatones.
- Los choques son más frecuentes durante el período de 6:00 PM hasta las 6:00 AM, con un pico que ocurre entre las 6:00 PM y las 10:00 PM.
- Las carreteras clasificadas como arteriales menores que no pertenecen al Sistema Nacional de Carreteras (*National Highway System*) son las más representativas en choques de peatones.
- El 85% de los choques ocurren durante con buenas condiciones del clima.
- El 73% de los choques ocurren en carreteras rectas y a nivel.
- El 75% de los choques ocurren en áreas urbanas.
- Las zonas residenciales y comerciales son mas representativas en choques con peatones, 18.5% y 23% respectivamente del total de choques con peatones.
- Más del 90 % de los choques ocurren en segmentos de carretera.

3.2 Percepción de Peatones y Conductores de la Peligrosidad Peatonal

La opinión de los conductores y los peatones sobre la peligrosidad de diferentes entornos urbanos es un elemento relevante a tener en cuenta a la hora de analizar la seguridad vial de dichos entornos. La Fundación MAPFRE [2005] analizó la percepción de los peatones y los conductores sobre los motivos de la peligrosidad de ocho ubicaciones con una alta accidentalidad peatonal en el Municipio de Madrid en España mediante el uso de encuestas en el período 2000-2003. De la encuesta llama la atención que la conciencia de peligrosidad del entorno urbano es mayor entre los conductores que entre los peatones. Las tres percepciones más significativas identificadas en la encuesta de la Fundación MAPFRE [2005] son:

1. *Peligrosidad motivada por acción del peatón.* La encuesta indica, tanto para los peatones como para los conductores, que dentro de las acciones con una mayor peligrosidad son las infracciones al cruzar por lugares no permitidos, o durante la fase roja del paso del peatón. Los conductores destacan la acción del peatón de andar distraídamente o siguiendo la multitud.
2. *Percepción de peligrosidad motivada por acciones del conductor.* Las infracciones por exceso de velocidad y el no respetar las señales o semáforos son acciones de mayor peligrosidad según la percepción de los conductores y los peatones.
3. *Medidas correctivas propuestas por los encuestados.* Las medidas de seguridad más mencionadas, tanto por peatones como conductores, son el aumento de la fase verde para peatones, colocación de elementos para reducir la velocidad de los vehículos, colocación de vallas al borde de las aceras para impedir que los peatones crucen por puntos peligrosos y mejorar la iluminación de la vía de rodaje.

Según Dijkstra y Levelt [1999] los métodos efectivos para incentivar y promover los desplazamientos de las personas a pie y buscar soluciones alternas al uso del vehículo de motor privado para las distancias cortas incluyen:

Elementos que facilitan la movilidad en los tramos de carretera

- Evitar los postes en las aceras
- Mayor superficie de aceras y zonas de juego
- Aceras y vías peatonales
- Mejora de las áreas peatonales
- Vías adaptadas a las personas con discapacidades
- Señales de tráfico para los peatones
- Parques y zonas abiertas

Aspectos de cruces peatonales

- Utilizar tecnología de detección (infrarrojo, etc.) de peatones en espera deseando cruzar una intersección
- Disminución del ancho del cruce en el área de la intersección
- Proveer cruces peatonales señalizados
- Colocar señales para los peatones en el lado cercano del cruce
- Emisor electrónico para indicar el tiempo de cruzar a personas con discapacidades
- Prolongación del tiempo de cruce para los peatones
- Reducción del tiempo de espera regulado por semáforos para cruzar
- Aumentar la iluminación de los cruces para peatones
- Bordillos rebajados en las intersecciones
- Medidas de reducción de la velocidad de los vehículos en la cercanía de las intersecciones
- Pasos peatonales subterráneos o puentes

Elementos de descanso o espera

- Puntos de descanso
- Diseño de las paradas de autobús
- Acceso a nivel de la acera al transporte público

Educación e información al público

- Centros de información con mapas gratuitos de las rutas peatonales o ciclorrutas para la población
- Desarrollar campañas de seguridad vial

Medios organizativos

- Establecer programas de guardias en cruces escolares que ayuden a detener el tráfico y permitan cruzar a los escolares

Según Mitman y Ragland [2006] un factor que incide en la ocurrencia de los choques entre peatones y vehículos es el comportamiento de los conductores y de los peatones. El comportamiento depende del conocimiento que tengan el peatón y el conductor sobre las leyes

que rigen cuando hay interacción entre ellos. Los conductores y peatones tienen un conocimiento limitado sobre cuando los peatones tienen derecho de paso en los cruces peatonales marcados y no marcados. Esta situación se agrava en intersecciones con cruces peatonales no marcados.

3.3 Programa Safe Routes to Schools (SRTS)

La relación entre la escuela, las aceras y los cruces peatonales determina el nivel de comodidad y seguridad que sienten los peatones y ciclistas en zonas escolares. Uno de los factores importantes es que no existan obstrucciones como autos sobre las aceras que establezcan puntos de conflicto en la ruta hacia la escuela. Las rutas deben minimizar la utilización de calles congestionadas y evitar los cruces en estas. Es importante tener en cuenta que algunas mejoras no implican grandes costos y pueden resultar muy efectivas. Por ejemplo, las señales y el marcado del pavimento son medidas que aumentan la seguridad sin grandes inversiones. Proyectos de construcción de aceras, puentes y reconstrucción de calles implican mayor inversión pero se obtienen grandes beneficios. La Figura 2 muestra los elementos importantes que se deben de tener en cuenta para el desarrollo de una ruta peatonal segura para los estudiantes.

El programa SRTS desarrollado por la FHWA tiene la meta de crear rutas más seguras para que los niños puedan caminar o montar bicicleta desde sus casas y llegar a la escuela. El programa provee fondos a los estados para que se hagan las respectivas mejoras en escuelas elementales e intermedias en proyectos de infraestructura y programas con actividades de educación que motiven a los estudiantes a caminar o usar la bicicleta para transportarse. Con esta finalidad es necesario crear un ambiente propicio y alentador con el fin de que los niños recorran por los caminos y rutas identificadas para llegar a las escuelas. Los propósitos del programa SRTS son:

- Motivar a los estudiantes a caminar o utilizar la bicicleta como medio de transporte
- Hacer de esta alternativa de viaje una más divertida y segura para los estudiantes, manteniendo estilos de vida más activos y saludables desde una temprana edad
- Facilitar la planificación, desarrollo e implementación de proyectos y actividades que mejoren la seguridad y reduzcan la congestión de tráfico con el fin de disminuir la polución causada por la contaminación de los vehículos

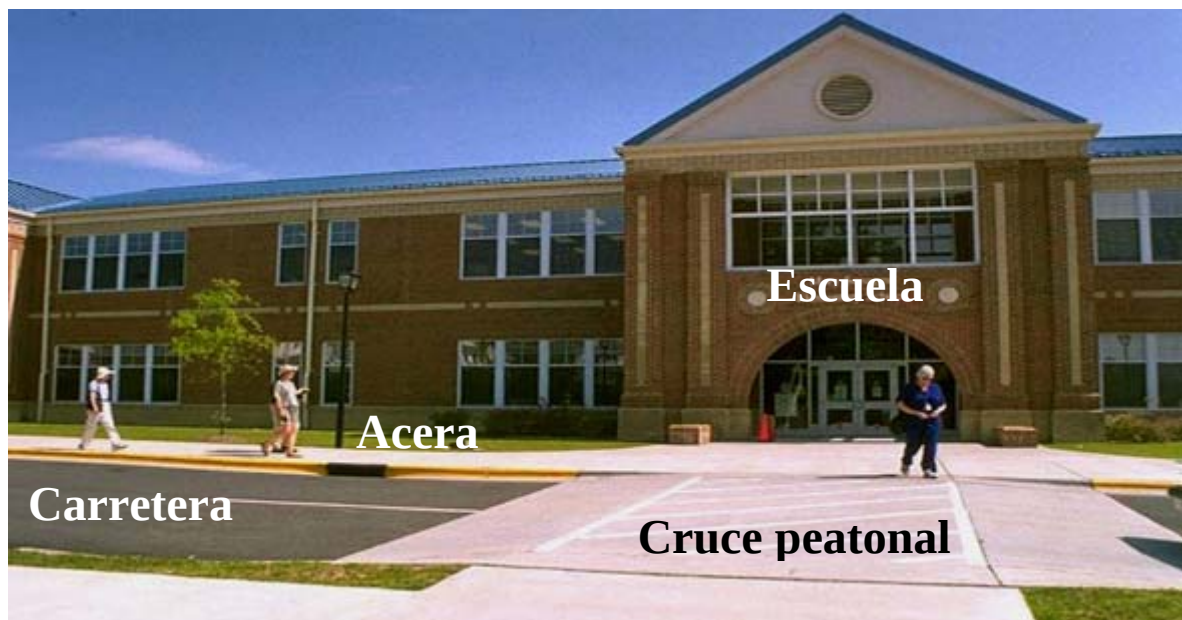


Figura 2. Elementos Importantes de Instalaciones Peatonales en el Desarrollo de Rutas para Escuelas (Modificado de FHWA, 2007 a)

Según Yee et al. [2007] el desarrollo del programa SRTS en Pasadena, California tuvo el objetivo de crear mapas con las rutas y un Plan de Control de Tráfico para 19 escuelas elementales e intermedias. El propósito de los mapas era que tanto los padres como los niños pudieran utilizarlos y entenderlos de tal modo que seleccionen la ruta más adecuada para llegar caminando a las escuelas. Yee et al. [2007] encontró que sobre el 50% de los estudiantes llegaban en auto privado para llegar de sus casas a las escuelas. El resto de los estudiantes

llegaban caminando, mediante el autobús público o el autobús escolar y unos pocos de los encuestados utilizaban la bicicleta para sus viajes. Las recomendaciones del estudio incluyen sugerencias para implementar elementos de control de tráfico y asegurar una señalización eficiente y consistente a través de todas las zonas escolares que cumplan con lo dispuesto en el MUTCD.

Según Cynecky y Brownlee [2007], los factores que influyen en la tendencia a no caminar ni usar la bicicleta como medio de transporte y, por consiguiente, en el incremento de problemas de tráfico en las zonas escolares son:

- Ubicación: cuando se planifica la ubicación de las escuelas se debe tener en cuenta minimizar las distancias de recorrido para los peatones y ciclistas. Las escuelas elementales no deben estar ubicadas en frente de carreteras arteriales, mientras que para escuelas superiores es conveniente que se ubiquen en carreteras principales debido a la cantidad de tráfico que se genera. Es importante que la escuela tenga más de una entrada para facilitarle a los estudiantes el acceso y evitar la congestión en ese punto.
- Falta de aceras adecuadas: el ancho de las aceras es importante debido a que son como las carreteras para los peatones; aceras amplias en las proximidades de la escuela es una medida de seguridad efectiva.
- Congestión vehicular cercana a escuelas: en escuelas elementales es importante establecer guardias que ayuden a los niños a cruzar las calles muy congestionadas.
- Área de recogido de estudiantes: es importante separar el área en donde los autobuses escolares y los padres recogen y dejan a los estudiantes, teniendo en cuenta que esto no ocasione congestión a los vehículos que circulan por estas zonas.
- Estacionamiento disponible: el área de estacionamiento para los visitantes, personal administrativo y padres debe ser suficiente para evitar que utilicen espacios no adecuados para estacionarse.

3.4 Auditorías de Seguridad Vial (“Road Safety Audits”)

Una auditoría de seguridad vial es la evaluación de proyectos de infraestructura vial existentes o futuros, tales como carreteras o intersecciones. La auditoría debe ser realizada por un equipo independiente, multidisciplinario, formado por psicólogos, técnicos de carreteras, expertos en señalización, iluminación, y otros. Este equipo debe ser dirigido por el auditor en seguridad vial, el cual por su formación y experiencia es capaz de sintetizar y plasmar todas las necesidades que la carretera demanda en cuanto a la mejora de la seguridad vial.

Las auditorías de seguridad vial se pueden utilizar en cualquier fase del desarrollo del proyecto, tales como la planificación, el diseño y la construcción. Las auditorías se pueden usar tanto en pequeños como en grandes proyectos, con el fin de identificar soluciones que incorporen medidas en materia de seguridad vial que minimicen la posibilidad de choques durante y posterior a la construcción. Los pasos principales en el desarrollo de las auditorías de seguridad vial son: identificar el proyecto o carretera existente, seleccionar los miembros del equipo multidisciplinario, realizar una reunión para revisar la información y los planos del proyecto, efectuar visitas de campo bajo varias condiciones, realizar el análisis de las auditorías y preparar un informe, presentar el análisis al dueño del proyecto, preparar el informe final y por último incorporar las recomendaciones al proyecto cuando sea necesario.

3.5 Dispositivos de Control de Tráfico en Zonas Escolares

El Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico o MUTCD [FHWA,2003] contiene los estándares para el apropiado diseño, aplicación y mantenimiento de todos los dispositivos de control de tráfico en un sistema de carreteras.

Los dispositivos de control de tráfico son definidos en el MUTCD como todos los

rótulos, señales, marcado de pavimento y otros dispositivos que se utilicen para regular, advertir, o dirigir el tráfico, ubicado sobre o adyacente a la carretera, calle, facilidad peatonal o ruta de ciclistas por la autoridad de una agencia pública que tenga la jurisdicción.

Según el MUTCD para que un dispositivo de control de tráfico sea efectivo debe cumplir con los siguientes cinco requisitos básicos:

- Cumplir con una necesidad;
- Llamar la atención;
- Transmitir el mensaje de forma clara y simple;
- Imponer respeto a los usuarios de la carretera; y
- Dar el tiempo adecuado para una respuesta apropiada.

La responsabilidad del diseño, ubicación, operación, mantenimiento, y uniformidad de los dispositivos de control de tráfico recae sobre la agencia pública o sobre el funcionario que tenga la jurisdicción. El Código de Regulaciones Federales (*Code of Federal Regulations*) 23 CFR 655.603 adopta el MUTCD como el estándar nacional para todos los dispositivos de control de tráfico instalados sobre cualquier calle, carretera o ruta de ciclistas que estén abiertos al público.

El MUTCD define los rótulos según su función:

- Rótulos reguladores anuncian leyes de tráfico o reglas
- Rótulos de advertencia anuncian una situación que no podría ser fácilmente evidente.
- Rótulos guía muestran las rutas, destinos, direcciones, distancias, servicios, puntos de interés y otra información geográfica, recreacional o cultural

Los rótulos reguladores, de guía y de advertencia tienen que ser retroreflectivos o iluminados con el fin de mostrar la misma forma y color tanto durante el día como en la noche, a excepción de que se especifique lo contrario para un caso en particular en el MUTCD.

La Parte 7 indica los principios, estándares, guías y sugerencias que se deben tener en cuenta en el diseño, aplicación, instalación y mantenimiento de los dispositivos de control de tráfico utilizados en zonas escolares con el fin de garantizar la seguridad de los estudiantes dentro de estas zonas. Entre los dispositivos en la Parte 7 se incluye la rotulación, el marcado del pavimento y otros controles. El MUTCD especifica la forma, el tamaño, el color y la altura (en casos específicos) de los rótulos según su tipo. El MUTCD provee guías en cuanto a la ubicación lateral del rótulo en relación a la vía de rodaje.

La Figura 3 presenta los rótulos reguladores y de advertencia para zonas escolares según el MUTCD. Los rótulos requeridos en zonas escolares son:

- Rótulo regulador S5-2 que indica el final de la zona escolar.
- Rótulo regulador R2-1 que indica la velocidad límite en la zona escolar. La velocidad indicada en el rótulo tiene que estar de acuerdo a lo establecido por ley y basado en un estudio ingenieril.

El Capítulo 5 de la Ley de Vehículos y Tránsito de Puerto Rico (Ley 22 del 7 de enero de 2000 y enmiendas) establece lo siguiente con respecto a la velocidad límite en las zonas escolares:

Artículo 5.02 (c)- Límites máximos legales y penalidad

- Quince (15) millas por hora en una zona escolar ubicada en una zona urbana.
- Veinticinco (25) millas por hora en una zona escolar ubicada en una zona rural.

- Periodo oficial de seis de la mañana (6 AM) a siete de la tarde (7 PM) durante los días de clase u otras horas o períodos que se señalen por medio de rótulos con mensajes fijos, rótulos con mensajes variables, semáforos de luz amarilla intermitente u otros dispositivos de control de tránsito o combinación de estos.

Artículo 5.02 (f) - Límites máximos legales y penalidad

- La velocidad máxima para todo vehiculo pesado de motor, será diez (10) millas por hora menos que la permitida en cualquier zona.

Los rótulos sugeridos u opcionales en zonas escolares según el MUTCD son:

- Rótulo de advertencia S1-1 que indica la presencia de la zona escolar o la presencia de cruces peatonales en la zona escolar.
- Rótulo de advertencia S3-1 que indica la presencia de paradas de autobús escolar.
- Rótulo de advertencia S4-5 o S4-5a que le informa al usuario de la carretera sobre la zona de reducción de velocidad.
- Placas suplementarias de advertencia W16-9P, W16-2a o W16-2 que indican la proximidad o distancia a la que se encuentra la zona escolar.
- Placa suplementaria de advertencia W16-7P que se utiliza en combinación con el rótulo S1-1 para indicar la localización de los cruces peatonales mediante una flecha diagonal. El rótulo debe estar ubicado tan cerca como sea posible del cruce peatonal marcado.
- Placas suplementarias regulatorias S4-1, S4-2, S4-4 o S4-6 que indican el período de efectividad del límite de velocidad en la zona escolar.

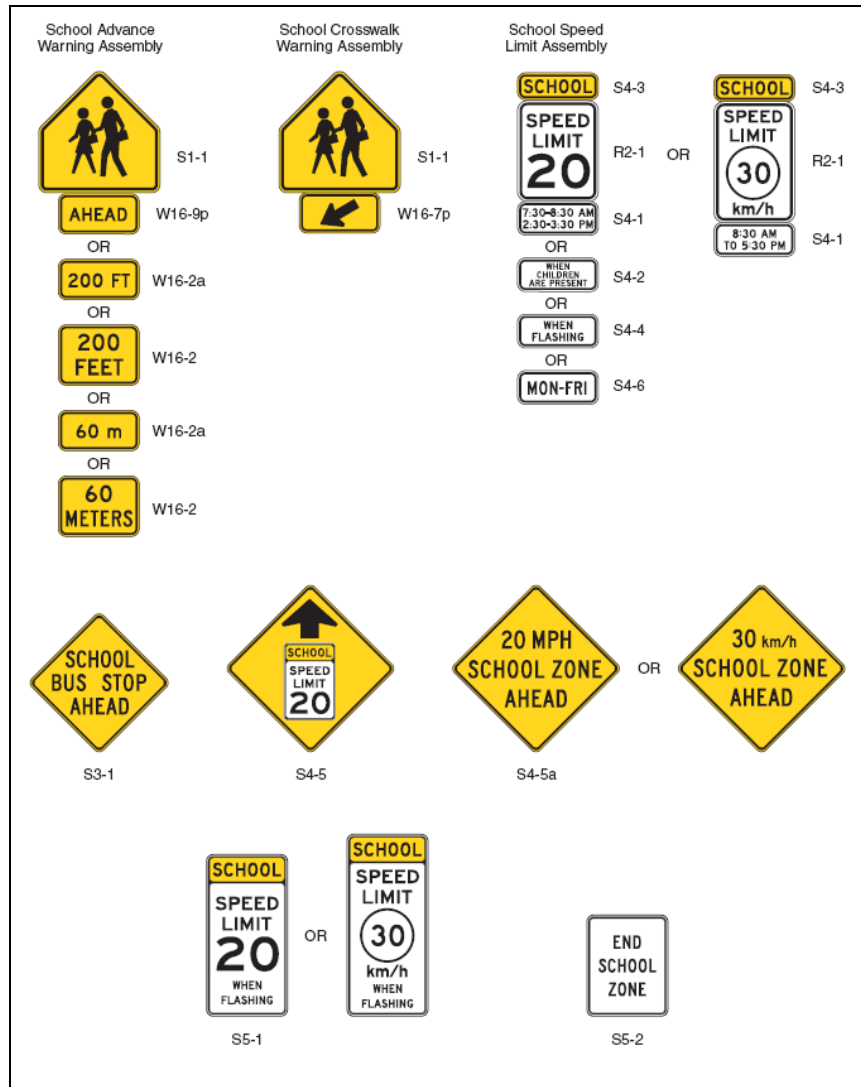


Figura 3. Rótulos Reguladores o de Advertencia en las Zonas Escolares (FHWA, 2003)

El rótulo de advertencia S1-1 con la placa suplementaria W16-9P debe ser instalado en zonas escolares que se encuentren ubicadas adyacentes a una carretera, con excepción de escuelas que tengan una verja u otra barrera física que separe a los estudiantes de la carretera. Este rótulo tiene el propósito de advertir al conductor sobre la existencia de la zona escolar. El rótulo de advertencia tiene que estar ubicado antes del rótulo de velocidad límite de la zona escolar o del rótulo que indica el cruce peatonal para la zona escolar, a no menos de 45 metros y

Según el MUTCD los colores del marcado de pavimento deben ser amarillo, blanco, rojo, o azul y también se puede utilizar el negro en combinación con uno de los colores ya mencionados.

El color blanco en líneas longitudinales delinea:

- La separación del tráfico que fluye en la misma dirección
- El borde derecho de la calzada

El color amarillo para líneas longitudinales delinea:

- La separación del tráfico que viaja en direcciones opuestas
- El borde izquierdo de las calzadas de carreteras divididas, carreteras de un solo sentido y rampas
- La separación de dos carriles de viraje a la izquierda y de carriles reversibles con otros carriles

Los mensajes y símbolos en el pavimento tienen que ser blancos y no pueden ser usados como mensajes obligatorios, excepto que sirvan de apoyo al rótulo.

Cuando se utilicen líneas transversales para el cruce peatonal, estas deben ser sólidas y blancas, marcando ambos bordes del cruce. Las líneas tienen que tener un ancho no menor de 150 mm (6 in) y no mayor de 600 mm (24 in).

El cruce peatonal le identifica al peatón una ruta para cruzar la carretera o la intersección y advierte al conductor de la zona permitida para que los peatones atraviesen la carretera. La Figura 5 muestra ejemplos de diferentes tipos de marcados de pavimento aceptados en el MUTCD para identificar cruces peatonales.

El tipo de cruce, el ancho y el espaciamiento de las líneas se especifica en la Parte 7C del MUTCD. Otros requisitos de regulación del estacionamiento, marcado de líneas de PARE o CEDA, se utilizan para complementar un plan de control de tráfico para la zona escolar.

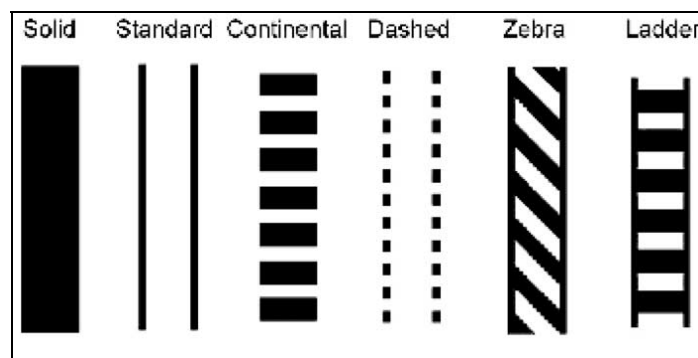


Figura 5. Ejemplos de Marcados para Cruces Peatonales (NCHRP 500, 2004)

La acomodación segura y eficiente de los peatones en las zonas escolares es igual de importante que las provisiones para los vehículos. Se deben proveer movimientos peatonales y controlarse sus ubicaciones para maximizar la seguridad en la zona y minimizar los conflictos con el flujo vehicular. Los cruces peatonales en las intersecciones deben tener adecuada accesibilidad y estar marcados claramente. Actualmente en el diseño de los cruces peatonales se les agrega tratamientos estéticos que incluyen el uso de materiales distintivos, tales como ladrillo, hormigón y piedras, bordes de granito o pavimento coloreado.

Las Partes 7E y 7F del MUTCD establecen otros tipos de control como la supervisión del cruce de los peatones por medio de guardias u oficiales que controlen el tráfico y permitan el cruce seguro de los peatones. La separación del flujo vehicular y los peatones por medio de pasos elevados o túneles se presenta en la Parte 7F. El MUTCD establece los requisitos de estudio y los factores para justificar la instalación de semáforos peatonales en intersecciones, uno de los requisitos está asociado a cruces peatonales en escuelas. La razón principal o requisito en la instalación de semáforos peatonales en cruces de escuelas es que los estudiantes crucen la carretera evitando el conflicto con el flujo vehicular.

El MUTCD en su sección 4C.06 establece el requisito cinco (*Warrant 5*) para la instalación de semáforos peatonales en cruces de escuelas. La instalación se realiza un estudio ingenieril de la frecuencia y conveniencia de los momentos o espacios que tiene el peatón para cruzar la calle entre el flujo vehicular y la relación con el número de los grupos de estudiantes que cruzan la calle principal se demuestra que el número de momentos adecuados que tienen los estudiantes para cruzar la calle entre el flujo de vehículos durante el período en que los estudiantes usan el cruce, es menor que el número de minutos en el mismo período de tiempo y hay un mínimo de 20 estudiantes durante la hora de cruce más alta.

El MUTCD establece que antes de tomar la decisión de instalar un semáforo peatonal en la zona escolar se debe considerar la implementación de otras medidas, tales como rótulos de advertencia, reducción de la velocidad en la zona, guardias que controlen el tráfico o separar el flujo vehicular de los peatones por medio de pasos elevados o túneles. Los semáforos peatonales ubicados en cruces de escuelas no deben estar localizados a una distancia menor de 90 metros (300 ft) del semáforo más cercano en la calle principal, a no ser que el semáforo peatonal no restrinja la circulación progresiva del tráfico.

La sección 4E.03 del MUTCD explica la aplicación de las cabezas de semáforos peatonales (*Pedestrian Signal Heads*) y se establecen las siguientes condiciones para su utilización:

- Si se justifica su uso por medio de un estudio ingenieril (*Warrant 5*)
- Si se provee una fase exclusiva para el movimiento de los peatones en una o más direcciones, con el movimiento vehicular detenido; o
- En un cruce peatonal de una escuela establecido.
- Cuando se determina por medio del juicio ingenieril que las indicaciones de semáforos de múltiples fases pueden confundir o causar conflictos con peatones que

usan el cruce peatonal guiados solamente por las indicaciones del semáforo vehicular.

La Figura 6 muestra las indicaciones típicas usadas en los semáforos peatonales. La sección 4E.02 del MUTCD establece el significado de las indicaciones de los semáforos peatonales (*Pedestrian Signal Heads*):

- El símbolo constante de una persona caminando significa que está permitido que el peatón cruce la carretera en la dirección que indica la señal.
- Una mano levantada intermitente significa que el peatón no puede empezar a cruzar la carretera en la dirección que indica la señal.
- La mano levantada constante significa que el peatón no puede cruzar la carretera en la dirección que indica la señal.
- Una persona caminando intermitente no tiene significado y no se puede usar.

El Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito en las Vías Públicas de Puerto Rico [MDUCT, 1979] presenta en la sección 2H-1 el uso de señales en zonas escolares, con el propósito de mantener uniformidad y establecer las normas de señalamiento y de marcado de pavimento a seguir en todas las zonas escolares. Según el MDUCT las señales para zonas escolares indican a los conductores de la proximidad de una escuela y de la necesidad de tener una precaución adicional al conducir a través de estas zonas. La señal de escuela (S1-1), la señal de cruce de escolares (S2-1) y la señal de velocidad máxima (S5-1) en zonas escolares se muestran en la Figura 7.

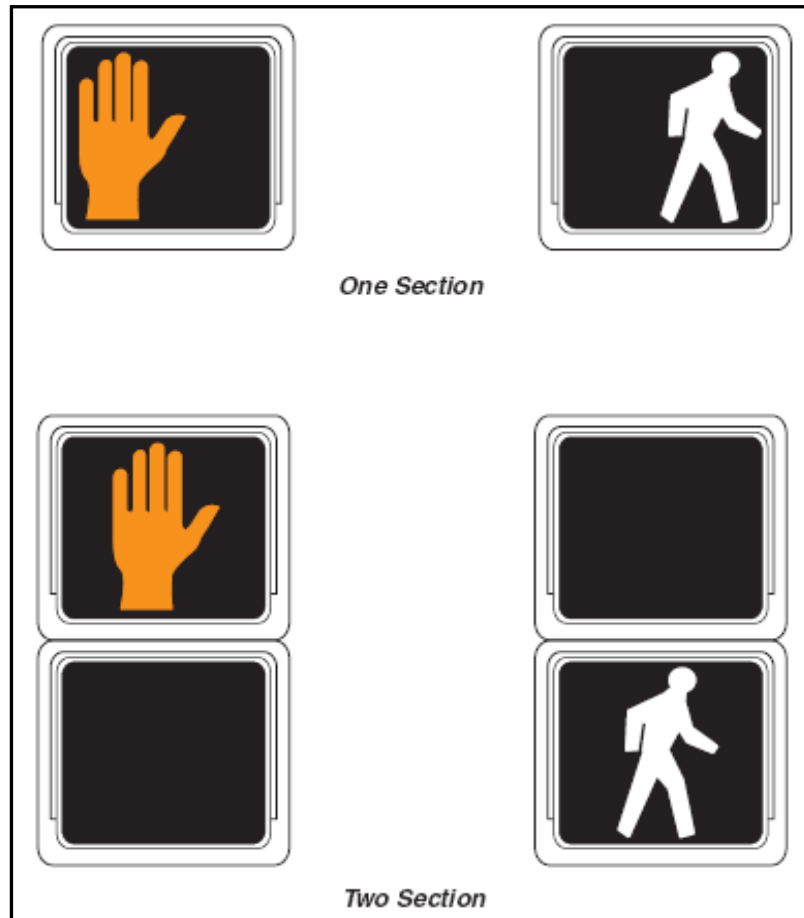


Figura 6. Ejemplos de Indicaciones para Semáforos Peatonales (MUTCD, 2003)



a. Señal de Escuela b. Señal de Cruce de Escolares c. Señal de Velocidad Máxima

Figura 7. Señales en Zonas Escolares (MDUCT, 1979)

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS ESCOLARES

El siguiente capítulo presenta una descripción general de las zonas escolares urbanas seleccionadas en el Municipio de Mayagüez. La descripción de las zonas escolares incluye información acerca de las escuelas su ubicación, la cantidad de estudiantes, el nivel académico e información general de las carreteras principales adyacentes a las zonas escolares.

4.1 Identificación de Zonas Escolares

Se seleccionaron cuatro zonas escolares en el Municipio de Mayagüez para hacer un estudio de casos y aplicar la metodología de inspección. Las zonas escolares seleccionadas se diferencian en:

- Localización de la zona escolar en áreas urbanas o suburbanas.
- La cercanía a carreteras de alto flujo vehicular. La cercanía de la zona escolar a una carretera de alto flujo vehicular presenta un mayor potencial de riesgo o conflictos con estudiantes peatones.
- Nivel académico y otros factores asociados a la escuela, como el tipo (privada o pública) deben ser variadas entre la muestra de escuelas.

4.2 Descripción de Zonas Escolares

Cuatro escuelas localizadas en el Municipio de Mayagüez fueron seleccionadas para realizar este estudio. Las escuelas seleccionadas son:

- **Escuela Vocacional Dr. Pedro Perea Fajardo**
- **Escuela Winnie's Active Learning Kids School (W.A.L.K.S.)**

- Escuela David G. Farragut
- Escuela Manuel A. Barreto

Las escuelas se identificaron con un número del 1 al 4 para el estudio, como lo muestra la Tabla 1. La Tabla 1 presenta las características principales de las zonas escolares seleccionadas.

Tabla 1 Características de las Escuelas

Característica	Vocacional Dr. Perea	W.A.L.K.S	David G. Farragut	Manuel A. Barreto
Identificación	1	2	3	4
Localización	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana
Pública / Privada	Pública	Privada	Pública	Pública
Nivel Académico	Superior (10-12+) y Post-secundario	Elemental e Intermedio (K-8)	Elemental (K-6)	Intermedio (7-9)
Año de apertura	2006	1988	1900	1896
Estudiantes 2008-2009	1,124	340	340	500
Distribución de Género	Fem. = 324 Masc. = 800	Fem. = 190 Masc.= 150	Fem. = 175 Masc.= 165	Fem. = 265 Masc. = 235
Procedencia de Estudiantes	Regional: Rincón, San Germán	Regional: Cabo Rojo, Sabana Grande	Local	Local
Horario de Almuerzo	10:30 AM – 12:20 PM	11:00 AM – 12:30 PM	11:30 AM – 12:30 PM	11:00 AM – 12:00 PM
Sitio de Almuerzo	Town Center	Comedor del plantel	Comedor del plantel	Pueblo
Accesos Peatonales	Frente a calle San Juan	Frente a carretera PR-104	Frente a calle McKinley y frente a calle Pilar Defillo	Dos accesos frente a calle Pilar Defillo

La Figura 8 presenta la localización de las zonas escolares con respecto a la carretera PR-2 en el Municipio de Mayagüez. La carretera PR-2 es la carretera arterial primaria de mayor

importancia que transcurre de norte a sur a través del Municipio de Mayagüez y que sirve de acceso principal directo o indirecto a las zonas escolares seleccionadas. Esta carretera arterial dividida cuenta con cuatro carriles (dos por dirección) desde el viaducto con las Calles Méndez Vigo y Candelaria (esta calle llevaba anteriormente el nombre de McKinley) hacia el norte, con un tránsito promedio diario anual (AADT, por sus siglas en inglés) entre los 52,400 y 63,400 vehículos por día y una velocidad rotulada que fluctúa entre las 40 y 50 mph.



Figura 8. Localización de las Zonas Escolares con respecto a la carretera PR-2

Las siguientes secciones presentan la descripción de las cuatro zonas escolares seleccionadas.

4.3 Escuela Vocacional Dr. Pedro Perea Fajardo

La Vocacional Dr. Pedro Perea Fajardo es una escuela pública a nivel superior ubicada

dentro de la zona urbana del municipio de Mayagüez. La escuela tiene actualmente una matrícula de 1,124 estudiantes que incluye jóvenes de 16 a 21 años de edad, de los cuales 800 son hombres y 324 son mujeres. La jornada escolar empieza a las 8:00 AM y termina a las 3:00 PM, con un período de descanso a las 10:30 AM. La escuela cuenta con 14 autobuses escolares que transportan a los estudiantes desde sus hogares, algunos localizados en municipios cercanos como Rincón y San Germán, entre otros. La escuela está ubicada en la esquina sureste de la intersección entre la carretera PR-2 y la calle San Juan, según lo muestra la Figura 10. El único acceso vehicular a la escuela se ubica en la calle San Juan, la cual tiene cuatro (4) carriles, dos (2) por dirección. La carretera arterial PR-2 cercana a la zona escolar tiene dos (2) carriles por dirección, una velocidad límite de 40 mph y un flujo vehicular de 58,100 vpd al año 2001. La calle San Juan tiene estacionamiento a un solo lado y tiene una velocidad rotulada de 15 mph. Las áreas colindantes a la zona escolar son residenciales y comerciales, al oeste está el Barrio Trastalleres y la Urbanización La Riviera. Al otro lado de la PR-2 está el centro comercial “Mayagüez Town Center” y el Recinto Universitario de Mayagüez. La Figura 9 presenta una vista de la entrada y la calle de acceso vehicular principal de la escuela.



Figura 9. Vista de Entrada Principal a Escuela Vocacional





Figura 11. Localización de la Escuela W.A.L.K.S.

La escuela cuenta con 340 estudiantes desde los niveles de kínder hasta octavo grado, de los cuales 190 son niñas y 150 son niños. La mayoría de los estudiantes provienen de los municipios de Mayagüez, Cabo Rojo y Sabana Grande. La jornada escolar empieza a las 7:30 AM y termina a las 2:30 PM, con un horario extendido en donde se realizan actividades de revisión de tareas y educación física, en el cual los estudiantes pueden salir a las 5:30 PM. La escuela brinda almuerzo a sus estudiantes, por lo que los estudiantes no tienen necesidad de salir fuera de las instalaciones de la escuela a la hora de almuerzo. La zona escolar se encuentra ubicada en el Barrio Algarrobo y está cerca a la Urbanización Paseo Los Robles, la cual tiene control de acceso. La escuela colinda al oeste con la carretera PR-2. La Figura 12 presenta una vista de la entrada y el acceso vehicular principal de la escuela.



Figura 12. Vista de Entrada Principal a Escuela W.A.L.K.S.

Debido a su ubicación en una zona suburbana la zona escolar no presenta movimientos peatonales en conflicto con movimientos vehiculares de alto flujo y los estudiantes se desplazan en vehículos privados desde sus casas a la escuela. La escuela se encuentra ubicada a 50 metros de una intersección de prioridad que provee acceso a la carretera arterial PR-2, según se muestra en la Figura 13. La carretera PR-2 tiene dos carriles por dirección y un AADT en la cercanía a la escuela de 45,400 vpd en el año 1995. A pesar de su cercanía a la escuela, la carretera PR-2 no cuenta con una zona identificada con un límite de velocidad de zona escolar. La carretera PR-2 tiene una velocidad rotulada de 50 mph. La carretera PR-104 provee el acceso vehicular a la escuela, con una velocidad límite rotulada de 25 mph y un carril en cada dirección. La carretera PR-104 tiene una zona escolar identificada con un límite de velocidad de 25 mph y un AADT en la cercanía a la escuela de 12,400 vpd en el año 2000.

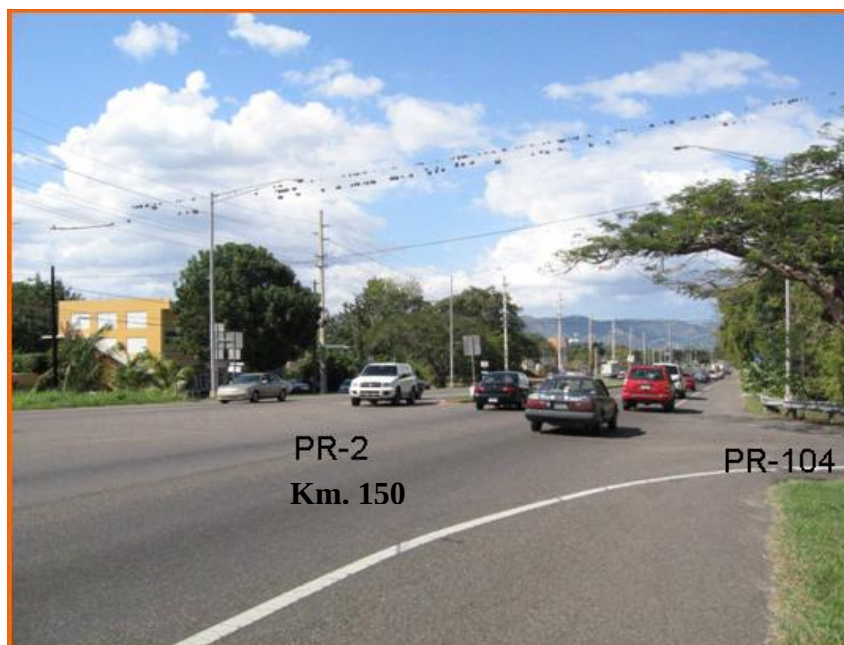


Figura 13. Vista hacia el Norte de la Intersección PR-104 y PR-2

4.5 Escuela David G. Farragut

La escuela elemental pública David G. Farragut se encuentra ubicada cerca del casco urbano del Municipio de Mayagüez en la esquina entre la calle McKinley y la calle Pilar Defillo, según lo muestra la Figura 14. La escuela Farragut colinda con la calle McKinley, que tiene una vía en una sola dirección de dos carriles y estacionamientos paralelos a ambos lados de la calle, y la calle Defillo, que cuenta con un carril en una dirección. Ambas calles están rotuladas a 25 mph. Datos de AADT para estas calles no estaban disponibles pero ambas calles cuentan con un continuo flujo vehicular dada su proximidad al centro de la ciudad. Esta escuela actualmente cuenta con 340 estudiantes desde los niveles de kínder hasta sexto grado, de los cuales 165 son niños y 174 son niñas. La escuela no cuenta con un acceso vehicular dentro de los predios, solamente hay dos accesos peatonales, uno en la Calle McKinley y otro por la Calle Defillo. Las zonas colindantes con la zona escolar son comerciales y residenciales, en la calle McKinley y

frente a la escuela se encuentra ubicado el correo central. La Figura 15 presenta una vista de la entrada y la calle de acceso principal de la escuela Farragut.



Figura 14. Localización de las Escuelas Farragut y Barreto



Figura 15. Vista de Entrada Principal de Escuela Farragut

4.6 Escuela Manuel A. Barreto

La escuela pública Manuel A. Barreto está también ubicada en el centro urbano de Mayagüez, en la calle Pilar Defillo, según lo muestra la Figura 14. La escuela intermedia atiende estudiantes desde los niveles de séptimo hasta noveno grado y cuenta actualmente con 500 estudiantes, de los cuales 265 son mujeres y 235 son hombres. La calle Pilar Defillo tiene un carril en una sola dirección. El flujo vehicular es continuo debido a su proximidad al centro de la ciudad.

Las características del tráfico vehicular, los usos de terrenos y las calles colindantes a la zona escolar son similares a la Escuela Farragut. El acceso vehicular y peatonal es la calle Pilar Defillo. La Figura 16 presenta una vista de la entrada y la calle de acceso vehicular principal de la escuela.



Figura 16. Vista de Entrada Principal de Escuela Barreto

La Tabla 2 resume la información de cada zona escolar.

Tabla 2 Información General Acerca de las Zonas Escolares

Descripción	Vocacional	W.A.L.K.S	David G. Farragut	Manuel A. Barreto
Vía de Acceso Principal	San Juan	PR-104	McKinley	Pilar Defillo
Carriles Vía Principal	2 por dirección	1 por dirección	2 carriles en una dirección	1 carril en una dirección
Vía de Acceso Secundario	PR-2	PR-2	McKinley	Pilar Defillo
Carriles Vía Secundaria	2 por dirección	2 por dirección	2 carriles en una dirección	2 carriles en una dirección
Ubicación respecto a la Vía Principal	Frente a Calle San Juan	Esquina PR-104	Frente a Calle McKinley	Frente a Calle Pilar Defillo
Velocidad Rotulada Vía Principal	Calle San Juan 15 MPH	25 MPH	25 MPH	No tiene rótulo
AADT PR-2 (vpd)	58,100	45,400	N/A	N/A

CAPÍTULO 5. PROCESO DE INSPECCIÓN EN ZONAS ESCOLARES

5.1 Metodología del Proceso de Inspección

El proceso para la inspección de los dispositivos de control de tráfico en las zonas escolares incluye ocho actividades. La metodología del proceso se presenta en la Figura 17.

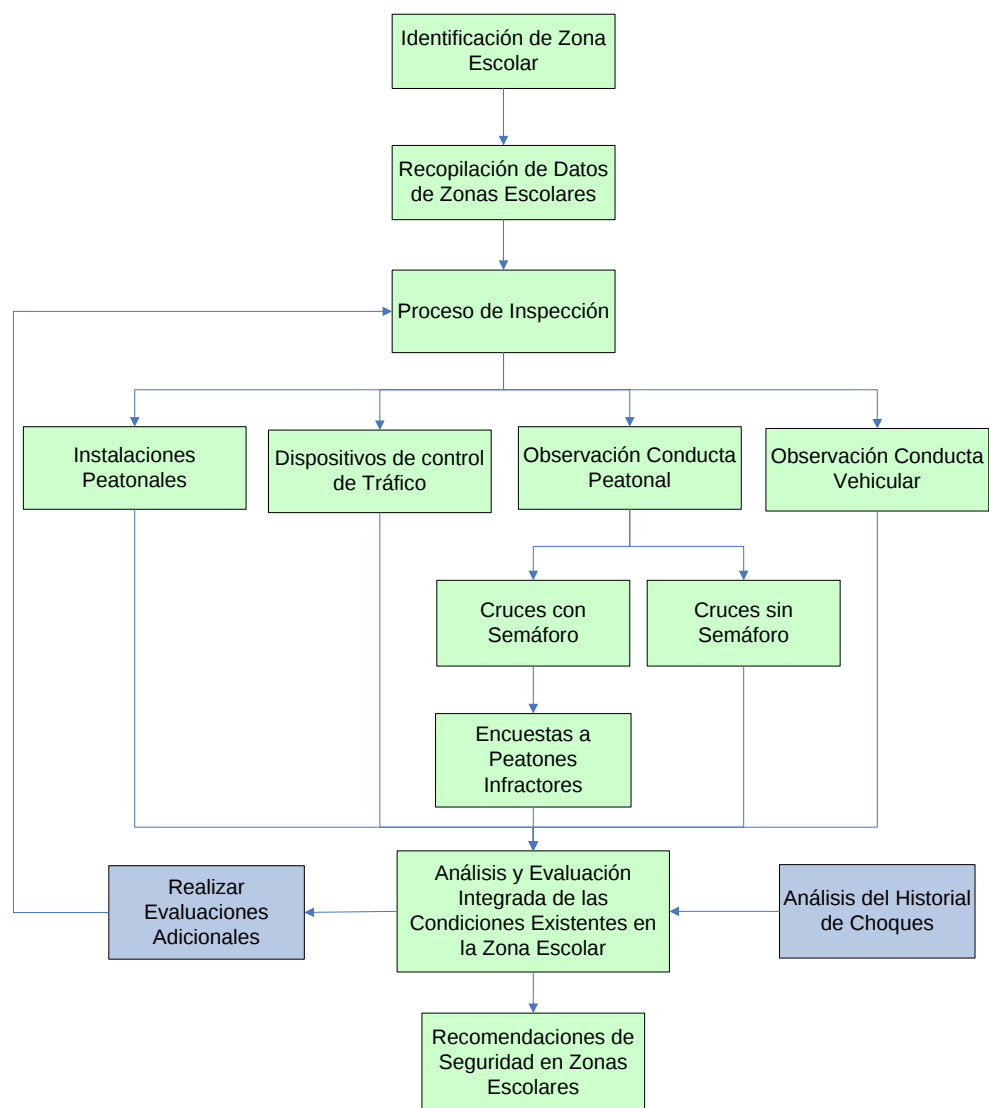


Figura 17. Proceso de Inspección de Dispositivos de Control de Tráfico en Zonas Escolares

Existen muchos factores que influyen en la seguridad de los peatones en las zonas escolares, entre estos se incluye las características físicas de la escuela, su ubicación, las características del tráfico que la rodea, las características de la población estudiantil, las facilidades peatonales existentes y la señalización, entre otros.

El primer paso en el proceso de inspección es la identificación de la zona escolar a estudiarse. Las escuelas que se seleccionen para realizar el ejercicio de implantación del proceso de inspección pueden hacer parte de una evaluación periódica establecida por agencias municipales, en donde se identifiquen las condiciones actuales de la infraestructura peatonal en las zonas escolares. También el proceso de inspección se puede realizar en zonas escolares en donde se identifique problemas potenciales en seguridad que se reflejen en choques con peatones.

En las visitas de campo se recopila información de la escuela y su entorno y de las carreteras de acceso directo a la zona escolar. Con la ayuda del formulario de cotejo desarrollado previamente se revisan las condiciones existentes de las instalaciones peatonales, los dispositivos de control de tráfico y se registra la información en las secciones 1, 2, 3 y 4 del formulario de cotejo.

El trabajo de campo se complementa con fotografías de los rótulos, de los cruces peatonales, de las facilidades peatonales y de todo lo pertinente para completar la evaluación de la infraestructura peatonal existente en cada zona escolar. Parte de la información requerida por el formulario de cotejo es desarrollar diagramas con la ubicación de los rótulos y el cruce peatonal, con respecto a la escuela.

Para visualizar y sintetizar con mayor facilidad los resultados de la inspección se diseña un esquema llamado “Esquema Cromático”, en donde se utilizan los colores rojo, amarillo y

verde para mostrar los resultados de la inspección de los dispositivos de control de tráfico y de facilidades peatonales, así: Rojo si no existe, Amarillo si existe pero no cumple y Verde si existe y cumple. El cumplimiento se refiere a lo establecido en las normas del MUTCD o en la Ley ADA. La aplicación de los esquemas se desarrolla al concluir este Capítulo con los resultados obtenidos en la inspección de las zonas escolares seleccionadas.

Los estudios de observación y las encuestas analizan el comportamiento de los peatones escolares y no escolares en cruces peatonales. Las planillas de la sección 5 del formulario de inspección se utilizan para registrar las observaciones en situaciones como cruzar antirreglamentariamente la vía por lugares no permitidos o sin respetar la señal del semáforo y registrando también el género del peatón.

Es importante realizar estudios de observación de la conducta peatonal en zonas escolares donde se identifique que los peatones escolares deben cruzar segmentos de carretera o intersecciones en las rutas que siguen a diario. Si después de realizar las observaciones se encuentra que hay una conducta infractora superior al 20% al no usar los cruces peatonales marcados en los segmentos de carretera o en las intersecciones, se identifican las actitudes de los peatones infractores por medio de encuestas, realizadas en el mismo horario de las observaciones. Las encuestas están orientadas a conocer el motivo que expone el peatón por haber cometido la infracción. La población que determina la cantidad de encuestas corresponde a los peatones observados en el estudio. Para comparar y verificar si existen diferencias significativas entre las proporciones de las conductas observadas y de las actitudes de dos poblaciones se realizan pruebas estadísticas de hipótesis. El cálculo del valor Z se muestra en el análisis del comportamiento peatonal del Capítulo 6.

La observación vehicular consiste en un estudio de la velocidad de operación en la zona escolar. Este estudio se realiza en la carretera de acceso directo a la zona escolar, donde la diferencia entre la velocidad rotulada de la carretera y la velocidad rotulada para la zona escolar sea mayor o igual a 20 mph. En la primera planilla de la sección 5 se registran las velocidades medidas en la carretera con un radar. La planilla también puede utilizarse para registrar los tiempos de recorrido de los vehículos entre dos puntos de control en el segmento de carretera. El propósito del estudio de la velocidad de operación en una zona escolar es identificar el porcentaje de conductores que superan la velocidad rotulada para la zona escolar.

Para realizar un estudio comprensivo de la seguridad vial en las zonas escolares se requiere incorporar un análisis del historial de choques. La evaluación consiste en un análisis de choques de los últimos tres (3) años asociados a peatones en zonas escolares, con el propósito de identificar patrones y factores que estén relacionados con la ocurrencia de los choques en la zona escolar y proponer mejoras de seguridad que complementen a los dispositivos de control de tráfico en la zona.

Por último, se realiza un análisis integrado de la información recopilada en las zonas escolares para establecer recomendaciones pertinentes relacionadas a implementar adecuados dispositivos de control de tráfico, asegurar una señalización adecuada, proponer medidas correctivas dentro de las instituciones escolares para influir en el mejoramiento de la seguridad peatonal y motivar campañas de educación escolar peatonal.

5.2 Desarrollo del Formulario de Cotejo

Con el propósito de identificar las debilidades y fortalezas de la seguridad peatonal en las zonas escolares, se desarrolló un formulario de cotejo que uniformiza la información obtenida en

el campo por medio de la inspección. El formulario contiene cinco secciones. La Figura 18 presenta el formulario de cotejo desarrollado en este estudio.

- **Sección 1 Información de la escuela** Incluye información general de la zona escolar a ser evaluada, así como un área para proveer un croquis o una vista de la zona. En esta sección se presenta el nombre de la escuela, su nivel académico, si es privada o pública, el número de estudiantes, su localización, el área, el nombre del director y un teléfono de contacto.
- **Sección 2 Información de la carretera de acceso directo a la zona escolar** Incluye información acerca de las características viales de las calles o carreteras que sirven de acceso a la escuela. Para esto es necesario conocer la clasificación de la carretera, el tráfico promedio anual diario (AADT), la velocidad rotulada y el número de carriles. En el formulario se da la opción de tener dos calles de acceso a la zona escolar, en los casos en que se tengan más de dos calles de acceso la misma información se debe presentar en otra hoja.
- **Sección 3 Instalaciones peatonales / sección transversal de la carretera de acceso** La sección incluye información sobre las aceras, rampas para impedidos, cruces y puentes peatonales y semáforos peatonales de la zona escolar. Además, se caracteriza la sección transversal de las carreteras de acceso directo, con información sobre los estacionamientos, parada de autobuses escolares y paseos. Es necesario identificar la dirección (Norte/Sur/Este/Oeste) de la carretera de acceso en la que se está haciendo la inspección. En el caso de las rampas de impedido se utilizó la ley American with Disabilities Act de 1994 para establecer el ancho mínimo y la pendiente requeridos. El

ancho mínimo de las rampas debe ser de 36 pulgadas (0.91 metros) y la pendiente máxima debe ser de 1:12 (8.3%). Como parte de la inspección se identifica la condición de las aceras además de su presencia. Una calificación que evalúa subjetivamente la conveniencia y la comodidad de las aceras y la seguridad que le ofrece al peatón es utilizada, basada en las siguientes condiciones:

- o **Deficiente:** aceras que no cumplan con el ancho mínimo sugerido de 5 pies, o aceras con obstáculos permanentes, como postes, en que el ancho efectivo sea menor que el ancho mínimo sugerido. Aceras con un desnivel entre las losas (mayor a 3 pulgadas) que afecte la seguridad del peatón. Aceras con presencia de hoyos o huecos, pedazos levantados de hormigón, con deformaciones.
 - o **Regular:** aceras con presencia de deformaciones leves, con desnivel entre losas de 0 a 2 pulgadas, con un ancho no menor de 5 pies y obstáculos no permanentes que perjudiquen a los peatones.
 - o **Excelente:** aceras con un ancho efectivo mayor al mínimo (5 pies), sin desnivel entre las losas, sin deformaciones aparentes, sin huecos ni pedazos de hormigón levantados, sin obstáculos que perjudiquen el ancho efectivo, la comodidad y la seguridad del peatón.
- **Sección 4 Dispositivos de control de tráfico** En esta sección es necesario recolectar la información sobre el marcado de pavimento, el cruce peatonal, las líneas de PARE y CEDA, los símbolos o mensajes y la rotulación (requeridos y opcionales). Se usó el MUTCD como referencia principal y se desarrolló el formulario de cotejo con los rótulos con la leyenda en inglés y en español. En la Figura 18 se muestra el formulario con los rótulos en español y en el Apéndice 1 está el formulario con los rótulos en inglés. En el

caso de Puerto Rico se pueden dar ambas situaciones. Por ejemplo el Municipio de Guaynabo estableció por ordenanza que todos los rótulos en instalaciones municipales fueran en el idioma inglés. [Alvarado, 2008].

- **Sección 5 Información adicional** Incluye planillas para recopilar información de estudios de velocidad y de comportamiento peatonal en cruces de intersecciones semaforizadas y de segmentos de carretera.

LISTA DE COTEJO DE INSTALACIONES PEATONALES EN ZONAS ESCOLARES Sección 1: Información de la Escuela 1. Nombre: _____ 2. Nivel académico: Superior (10-12) ☐ Intermedia (7-9) ☐ Elemental (1-6) ☐ Kinder ☐ 3. Privada ☐ Pública ☐ 4. Número de Estudiantes: _____ 5. Área: Urbana ☐ Suburbana ☐ Rural ☐ 6. Localización / Barrio: _____ 7. Municipio: _____ 8. Director: _____ 9. Contacto: _____ 10. Croquis / mapa del área de estudio
--

Figura 18. Formulario de Cotejo

Sección 2: Información de la Carretera de Acceso Directo en la Zona Escolar	Carretera 1		Carretera 2	
Nombre de Carretera				
Tipo de Carretera Primaria urbana / Primaria / Secundaria Terciaria / Local				
Tráfico Promedio Diario (ADT)				
Velocidad Rotulada				
Número de Carriles por Dirección				
Sección 3: Instalaciones Peatonales	Carretera 1		Carretera 2	
Dirección (Norte/Sur/Este/Oeste)				
Estacionamiento Paralelo 	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Estacionamiento Diagonal 	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Estacionamiento Perpendicular 	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Parada de Autobuses Escolares	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Paseo	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Acera	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Ancho de Acera (Sugerido: 1.52 – 2.13 m)				
Condición de Acera (Deficiente / Regular / Excelente)				
Rampas Ley ADA	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Ancho Rampa (Sugerido: 0.91 m)				
Pendiente Longitudinal Rampa (Sugerido: 1:12 = 8.3%)				
Cumple con ADA	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Puente Peatonal	Sí / No		Sí / No	
Intersección con Semáforo Peatonal	Sí / No		Sí / No	

Figura 18. Formulario de Cotejo (Continuación)

Sección 4: Dispositivos de Control de Tráfico					
A. <u>MARCADO DE PAVIMENTO</u>		Carretera 1		Carretera 2	
Cruce Peatonal		Sí / No		Sí / No	
Ancho de las Líneas del Cruce (Sugerido: 0.15 – 0.6 m)					
Color Blanco de las Líneas del Cruce		Sí / No		Sí / No	
Línea de PARE		Sí / No		Sí / No	
Línea de CEDA		Sí / No		Sí / No	
Símbolo o Mensaje / ¿Cual?		Sí / No		Sí / No	
B. <u>ROTULACIÓN</u>		Carretera: _____			
Presencia de Rótulos Requeridos		Rótulo 1 S4-3  R2-1  S4-1  Sí / No		Rótulo 2 S5-2  Sí / No	
Localización (Distancia y Referencia)					
Cumple Tamaño (Sección 7B.01)		Sí / No		Sí / No	
Retroreflectivo (Sección 7B.02)		Sí / No		Sí / No	
Cumple Tamaño Letras (Sección 7B.06)		Sí / No		Sí / No	
Cumple Colores (Sección 7B.07)		Sí / No		Sí / No	
Presencia de Rótulos Opcionales	Rótulo 3 S1-1  W16-9p Sí / No	Rótulo 4 S1-1  W16-7p Sí / No	Rótulo 5  S3-1 Sí / No	Rótulo 6  S4-5 Sí / No	Rótulo 7  S4-5a Sí / No
Cumple Tamaño	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Retroreflectivo	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Cumple Tamaño Letras	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Cumple Colores	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No

Figura 18. Formulario de Cotejo (Continuación)

Sección 5: Información Adicional**2. Conducta de Peatones Cruces Peatonales**

Carretera: _____

Localización: _____

Inspector: _____

Fecha: _____

PEATONES ESCOLARES					
Tiempo (min.)	Usa Cruce Peatonal		No Usa Cruce Peatonal		Total
	M	F	M	F	
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
Totales					

PEATONES NO ESCOLARES					
Tiempo (min.)	Usa Cruce Peatonal		No Usa Cruce Peatonal		Total
	M	F	M	F	
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
Totales					

Figura 18. Formulario de Cotejo (Continuación)

Sección 5: Información Adicional**3. Conducta de Peatones en Intersección Semaforizada**

Intersección: _____

Acceso Evaluado: _____

Inspector: _____

Fecha: _____

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES						Total
	Usa cruce peatonal				No usa cruce peatonal		
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
5							
10							
15							
20							
25							
30							
35							
40							
45							
50							
55							
60							
65							
70							
75							
Totales							

Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES						Total
	Usa cruce peatonal				No usa cruce peatonal		
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
5							
10							
15							
20							
25							
30							
35							
40							
45							
50							
55							
60							
65							
70							
75							
Totales							

Figura 18. Formulario de Cotejo (Continuación)

5.3 Estudios Adicionales

5.3.1 Estudio de Velocidad

La observación vehicular consiste en realizar un estudio de velocidades de operación en la zona escolar. Se desarrolló una planilla que puede ser utilizada para registrar los tiempos de recorrido de los vehículos entre dos puntos de control en un segmento de carretera o para registrar las velocidades medidas en la carretera usando una pistola láser o radar.

El estudio se realiza con el propósito de conocer si los conductores respetan la velocidad límite rotulada para la zona escolar, midiendo ya sea por medio de un cronómetro o de una pistola láser la velocidad a la que van los conductores en la zona de restricción de velocidad máxima. Si la medición se realiza con un cronómetro es necesario definir la longitud del tramo durante el cual se va a tomar el tiempo. Según Currin (2001) la longitud mínima del tramo para una velocidad menor a 25 MPH debe ser de 88 pies. Para el caso particular de Puerto Rico las zonas escolares se encuentran rotuladas a una velocidad de 25 o 15 millas por hora, por lo tanto se puede utilizar la longitud del tramo recomendada (88 pies = 26.80 metros) para hacer las observaciones. En el campo se utiliza la planilla que se creó en el formulario para recolectar la información de 100 observaciones y luego realizar los cálculos de la velocidad para cada observación de los tiempos de recorrido de los vehículos. La velocidad se obtiene usando la ecuación 1:

$$V = d \div 1.47 t \quad (1)$$

donde V es la velocidad en millas por hora, d es la longitud del tramo en pies y t es el tiempo medido en segundos.

Si las velocidades se miden con radar, estas se registran directamente en la planilla. Con las velocidades obtenidas en el campo se prepara una curva acumulativa de las velocidades y se obtiene el percentil 85. El percentil 85 de la distribución de velocidades a flujo libre se utiliza para representar la velocidad de operación de la carretera. El MUTCD (2003) establece la velocidad de operación como uno de los factores a considerar en el uso del rótulo de velocidad límite en una carretera; además, es un factor esencial desde el punto de vista de la seguridad vial.

5.3.2 Estudio de la Conducta de Peatones en Cruces Peatonales

El estudio se realiza cuantificando los peatones que cruzan la carretera usando el cruce peatonal, en el caso de las zonas escolares se debe identificar el cruce ubicado en el segmento de carretera de acceso directo a la zona. El conteo se realiza agrupando y diferenciando los peatones hombres (M) versus las mujeres (F) para observar la conducta y compararla mediante análisis estadísticos de prueba de hipótesis. El conteo se realiza durante el horario de entrada o salida de los estudiantes, debido a que en esas horas se concentran los estudiantes en la zona escolar.

En la recolección de datos se utiliza la planilla provista en el formulario y se realizan las observaciones de la conducta peatonal al cruzar la calle en lapsos de tiempo de cinco (5) minutos, hasta completar los 75 minutos de la observación. Si es necesario tener una muestra mayor, el mismo procedimiento se realiza durante más días. Estos datos se procesan para realizar comparaciones y conclusiones acerca de la conducta de los peatones en el cruce peatonal.

5.3.3 Estudio de la Conducta de Peatones en Intersección Semaforizada

En este estudio se identifica si existe en la carretera de acceso directo a la zona escolar una intersección, en donde se realicen los conteos de los peatones escolares y no escolares

cruzando la carretera. Es necesario identificar en la intersección los pasos peatonales permitidos, y luego realizar el conteo de los peatones escolares que utilizan el cruce peatonal y los que no, diferenciándolos por género (M vs. F) y por tipo de peatón (escolar y no escolar). Si la intersección tiene semáforo peatonal se registran los datos de los peatones que cruzan en verde peatonal y los que cruzan en rojo peatonal, utilizando el cruce peatonal marcado. Si la intersección no tiene el semáforo peatonal, se puede realizar el conteo teniendo en cuenta la señal del semáforo para los vehículos. El conteo se lleva a cabo durante 75 minutos, en el período de salida o entrada de estudiantes a la escuela, registrando los datos en la planilla cada 5 minutos. El proceso se repite los días necesarios para completar la cantidad de observaciones requeridas. Por último se establecen comparaciones y conclusiones del comportamiento de los peatones al cruzar la intersección semaforizada.

5.4 Visitas de Campo

La siguiente sección presenta la verificación del formulario de cotejo para la evaluación de la infraestructura peatonal existente usando las zonas escolares seleccionadas. El proceso de inspección se realizó por medio de visitas de campo a las zonas escolares seleccionadas para el estudio, registrando la información en el formulario de cotejo. Se revisaron los dispositivos de control de tráfico, cotejando las medidas necesarias, verificando la existencia del cruce peatonal, su ubicación, la presencia de aceras y su condición, los rótulos, túneles o puentes peatonales, y las facilidades de estacionamiento, entre otros.

5.4.1 Escuela Vocacional Dr. Pedro Perea

La siguiente sección presenta los datos recolectados durante la inspección desarrollada en la zona escolar. La Figura 19 muestra la información recopilada para la Escuela Vocacional Dr. Pedro Perea Fajardo.

LISTA DE COTEJO INSTALACIONES PEATONALES EN ZONAS ESCOLARES

Sección 1: Información de la Escuela

1. Nombre: Escuela Vocacional Dr. Pedro Perea Fajardo
2. Nivel académico:
 Superior (10-12) ☒ Intermedia (7-9) ☐ Elemental (1-6) ☐ Kinder ☐
3. Privada ☐ Pública ☒
4. Número de Estudiantes: 1,124
5. Área: Urbana ☒ Suburbana ☐ Rural ☐
6. Localización / Barrio: Avenida Llorens Torres, Barrio Trastalleres
7. Municipio: Mayagüez
8. Director: Gladys Hernández
9. Contacto: 787-805-3320
10. Croquis / mapa del área de estudio



Figura 19. Formulario de Cotejo – Escuela Vocacional

Sección 2: Información de la Carretera de Acceso Directo en la Zona Escolar	Carretera 1		Carretera 2	
Nombre de Carretera	Calle San Juan			
Tipo de Carretera Primaria urbana / Primaria / Secundaria Terciaria / Local	Local			
Tráfico Promedio Diario (ADT)	N/A			
Velocidad Rotulada	15 mph			
Número de Carriles por Dirección	2 carriles/dirección			
Sección 3: Instalaciones Peatonales	Carretera 1		Carretera 2	
Dirección (Norte/Sur/Este/Oeste)	Este	Oeste		
Estacionamiento Paralelo 	No	No		
Estacionamiento Diagonal 	No	No		
Estacionamiento Perpendicular 	No	No		
Parada de Autobuses Escolares	Sí	No		
Paseo	No	No		
Acera	Sí	Sí		
Ancho de Acera (Sugerido: 1.52 – 2.13 m)	1.95 m	2.30 m		
Condición de Acera (Deficiente / Regular / Excelente)	Excelente	Regular		
Rampas Ley ADA	Sí	Sí		
Ancho Rampa (Sugerido: 0.91 m)	1.22 m	1.19 m		
Pendiente Longitudinal Rampa (Sugerido: 1:12 = 8.3%)	7.11 %	10 %		
Cumple con ADA	Sí	No		
Puente Peatonal	No			
Intersección con Semáforo Peatonal	No Funciona			

Figura 19. Formulario de Cotejo – Escuela Vocacional (Continuación)

Sección 4: Dispositivos de Control de Tráfico						
A. <u>MARCADO DE PAVIMENTO</u>		Carretera 1 Calle San Juan		Carretera 2		
Cruce Peatonal		No				
Ancho de las Líneas del Cruce (Sugerido: 0.15 – 0.6 m)		—				
Color Blanco de las Líneas del Cruce		—				
Línea de PARE		No				
Línea de CEDA		No				
Símbolo o Mensaje / ¿Cual?		No				
B. <u>ROTULACIÓN</u>		Carretera: Calle San Juan				
Presencia de Rótulos Requeridos		Rótulo 1  Sí		Rótulo 2  No		
Localización (Distancia y Referencia)		Calle San Juan		—		
Cumple Tamaño (Sección 7B.01)		N/A		—		
Retroreflectivo (Sección 7B.02)		N/A		—		
Cumple Tamaño Letras (Sección 7B.06)		N/A		—		
Cumple Colores (Sección 7B.07)		Sí		—		
Presencia de Rótulos Opcionales	Rótulo 3  Sí	Rótulo 4  No	Rótulo 5  No	Rótulo 6  No	Rótulo 7  No	
Cumple Tamaño	N/A	—	—	—	—	
Retroreflectivo	N/A	—	—	—	—	
Cumple Tamaño Letras	N/A	—	—	—	—	
Cumple Colores	Sí	—	—	—	—	

Figura 19. Formulario de Cotejo – Escuela Vocacional (Continuación)

Sección 5: Información Adicional

C. Conducta de Peatones en Intersección Semaforizada

Intersección: San Juan con la carretera PR - 2

Acceso Evaluado: Norte- Sur

Inspector: María Fernanda Alegría Velasco

Fecha: 25 Agosto/2008

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES						Total
	Usa cruce peatonal				No usa cruce peatonal		
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
5					8	3	11
10	1		1	1	2	1	6
15	1				5	1	7
20		3	2		11	2	18
25	1		1		4	2	8
30	1		1		6	2	10
35	2	1			8	1	12
40	1	1		1	10	5	18
45			2		3	1	6
50		1	1		2	1	5
55					3		3
60	1		1	1	8	3	14
65					4	2	6
70		1	1		7	1	10
75	1				1		2
Totales	9	7	10	3	82	25	136
Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES						Total
	Usa cruce peatonal				No usa cruce peatonal		
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
5	1	3					4
10			1				1
15	1			1			2
20	3	2	1				6
25	4	3					7
30	1	3	1		1	1	7
35		1	1	1			3
40		1		1	3	2	7
45	2	3	2			1	8
50	3	3	5	2			13
55		5	4			2	11
60			1	1	4	2	8
65			1	1			2
70		1			4	4	9
75		2	2				4
Totales	15	27	19	7	12	12	92

Figura 19. Formulario de Cotejo – Escuela Vocacional (Continuación)

La siguiente sección presenta la evaluación de la infraestructura peatonal existente en la escuela vocacional, teniendo en cuenta la inspección realizada con la lista de cotejo.

5.4.1.1 Marcado de Pavimento (Cruce Peatonal)

La escuela vocacional colinda al Noroeste con la calle San Juan, la cual no tiene un cruce peatonal marcado. En la intersección de la calle San Juan y la carretera PR-2 existe un cruce marcado en el acceso norte, pero la condición de la pintura es desfavorable, lo que dificulta la detección del marcado por parte de los peatones y de los conductores (ver Figura 19). La ubicación del cruce peatonal no está en la ruta directa que utilizan los estudiantes al dirigirse desde el plantel al centro comercial “Town Center” para almorzar, por lo tanto ellos cruzan la intersección en donde está prohibido por las condiciones de los movimientos vehiculares.

La Figura 20 muestra el cruce peatonal de la intersección PR-2 con la calle San Juan, el cual se encuentra en mal estado, causando que los vehículos se detengan sobre el marcado, convirtiéndose en un obstáculo en el paso del peatón.

La intersección semaforizada cuenta con solamente una señal peatonal en el lado noreste de la carretera PR-2, mientras que hay un botón en el lado noroeste. Estos dispositivos actualmente no funcionan, como se muestra en la Figura 20, lo que demuestra una falta de mantenimiento. La intersección presenta un flujo de 1.8 peatones/minuto debido a su proximidad con la escuela vocacional y con el Recinto Universitario de Mayagüez, por lo que resulta necesario disponer de facilidades peatonales eficientes que brinden seguridad al peatón.



Figura 20. Cruce Peatonal y Señal Peatonal en la intersección de la Carretera PR-2 con la Calle San Juan

5.4.1.2 Rotulación

A continuación se describen los rótulos que actualmente están presentes en la zona escolar y se encuentran ubicados en la calle San Juan.

5.4.1.2.1 Rótulo de Advertencia Sugerido “School Advanced Warning Sign” (S1-1)

El MUTCD [2003] diferencia el rótulo que advierte la presencia del cruce peatonal del rótulo que advierte al conductor la distancia a la que se encuentra la escuela, con una placa suplementaria diferente para cada caso, como se muestra en la Figura 21. En la zona escolar se encuentra ubicado el rótulo de advertencia (S1-1) en la calle San Juan frente a la entrada de la escuela, pero el arreglo del mismo está incompleto debido a que le hace falta la placa suplementaria que indica la distancia a la que se encuentra ubicada la escuela. Este rótulo no cumple con los requisitos del MUTCD [2003] debido a que no tiene la placa y su ubicación no es la correcta, incumpliendo la función de advertir al conductor de la existencia de la zona escolar.

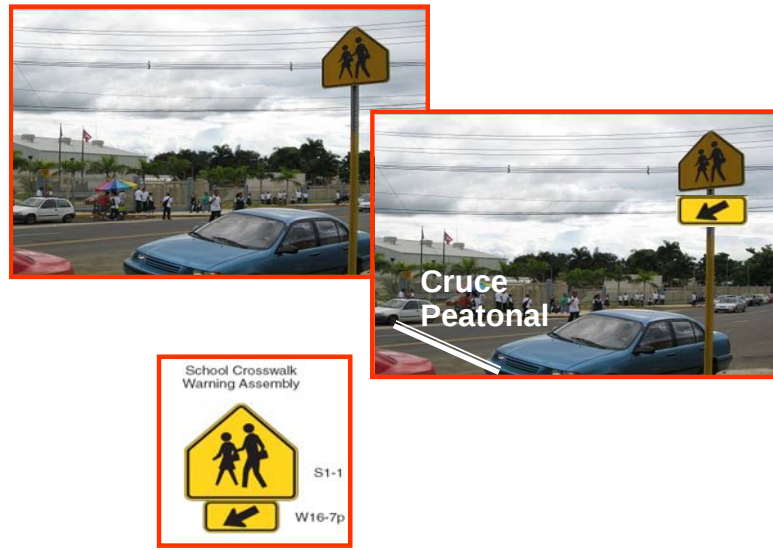


Figura 21. Rótulo de Advertencia de la Zona Escolar

5.4.1.2.2 Rótulo de Velocidad Límite Requerido “School Speed Limit Sign”

La velocidad límite rotulada en la zona escolar es de 15 mph, la cual cumple con los límites máximos legales en una zona escolar urbana [Ley #22 de Vehículos y Tránsito de Puerto Rico, 2000]. El rótulo tiene la información requerida, pero la velocidad que muestra no se ve claramente, además no tiene el formato requerido por el MUTCD [2003]. El rótulo debería estar a 30 metros de la línea de propiedad de la escuela y después del rótulo de advertencia, por lo tanto su ubicación no cumple con la recomendada por el MUTCD [2003]. La Figura 22 presenta el rótulo de velocidad límite de la escuela vocacional.



Figura 22. Rótulo de Velocidad Límite de la Escuela Vocacional

5.4.1.3 Facilidades Peatonales

La zona escolar tiene aceras a ambos lados de la calle San Juan. En la dirección *Este* la acera tiene un ancho de 1.95 metros, la condición de la acera es excelente dado que no presenta hoyos ni pedazos de hormigón levantado, las ondulaciones no son percibidas por el peatón y no tiene obstáculos que impidan el paso seguro y cómodo de los estudiantes. En la dirección *Oeste* el ancho de la acera es de 2.30 metros y su condición es regular, debido a que tiene algunos hoyos pequeños y desnivel entre losas que no afectan la seguridad del peatón pero si perjudican su comodidad.

Las rampas para personas con impedimentos están en ambas direcciones de la calle San Juan. En la dirección *Este* la rampa se encuentra ubicada en el frente de la entrada a la escuela y la misma cumple con los requisitos de ancho y pendiente que establece la ley ADA [Department of Justice, 1994]. En la dirección *Oeste* la pendiente de la rampa es mayor a la permitida (1:12) por lo tanto no cumple con este requisito.

La escuela tiene 14 autobuses escolares, los cuales se estacionan en la calle San Juan. Los vehículos privados no tienen un área asignada para estacionamiento, pero se observó que en los horarios de entrada y salida de la escuela (8:00 AM – 3:00 PM) los vehículos se estacionan a ambos lados de la calle San Juan.

La zona escolar no tiene puentes o túneles peatonales. La Figura 23 muestra la acera Este contigua a la escuela y el rótulo que indica que el área está asignada solo para el estacionamiento de los autobuses escolares. El formato del rótulo no cumple con las especificaciones que da el MUTCD (2003) para los rótulos regulatorios, debido a los colores que presenta.



Figura 23. Rótulo de Prohibición de Estacionamiento para Vehículos Privados en la Escuela Vocacional

5.4.2 Escuela Winnie's Active Learning Kids (W.A.L.K.S.)

La segunda zona escolar evaluada fue la escuela W.A.L.K.S. ubicada en la zona suburbana al norte del municipio de Mayagüez. La siguiente sección presenta los datos recolectados durante la inspección de la zona escolar. La Figura 24 muestra la información recopilada para la escuela.

LISTA DE COTEJO INSTALACIONES PEATONALES EN ZONAS ESCOLARES

Sección 1: Información de la Escuela

1. Nombre: Winnie's Active Learning Kids School (W.A.L.K.S)
2. Nivel académico:
Superior (10-12) ☐ Intermedia (7-9) ☒ Elemental (1-6) ☒ Kinder ☒
3. Privada ☒ Pública ☐
4. Número de Estudiantes: 340
5. Área: Urbana ☐ Suburbana ☒ Rural ☐
6. Localización / Barrio: Algarrobo
7. Municipio: Mayagüez
8. Director: Linda Román
9. Contacto: 787-832-7083
10. Croquis / mapa del área de estudio



Figura 24. Formulario de Cotejo – Escuela W.A.L.K.S.

Sección 2: Información de la Carretera de Acceso Directo en la Zona Escolar	Carretera 1		Carretera 2	
Nombre de Carretera	PR-104		PR-2	
Tipo de Carretera Primaria urbana / Primaria / Secundaria Terciaria / Local	Terciaria		Primaria Urbana	
Tráfico Promedio Diario (ADT)	12,400 vpd		45,400 vpd	
Velocidad Rotulada	25 mph		50 mph	
Número de Carriles por Dirección	1 carril/dirección		2 carriles/dirección	
Sección 3: Instalaciones Peatonales	Carretera 1		Carretera 2	
Dirección (Norte/Sur/Este/Oeste)	Norte	Sur	Norte	Sur
Estacionamiento Paralelo 	No	No	No	No
Estacionamiento Diagonal 	No	No	No	No
Estacionamiento Perpendicular 	No	No	No	No
Parada de Autobuses Escolares	No	No	No	No
Paseo	No	No	Si	Si
Acera	Sí	No	No	No
Ancho de Acera (Sugerido: 1.52 – 2.13 m)	1.50 m	—	—	—
Condición de Acera (Deficiente / Regular / Excelente)	Deficiente	—	—	—
Rampas Ley ADA	Sí	No	No	No
Ancho Rampa (Sugerido: 0.91 m)	1.30 m	—	—	—
Pendiente Longitudinal Rampa (Sugerido: 1:12 = 8.3%)	11.5 %	—	—	—
Cumple con ADA	No	—	—	—
Puente Peatonal	No		No	
Intersección con Semáforo Peatonal	No		No	

Figura 24. Formulario de Cotejo – Escuela W.A.L.K.S (Continuación)

Sección 4: Dispositivos de Control de Tráfico					
A. <u>MARCADO DE PAVIMENTO</u>		Carretera 1 PR-104		Carretera 2 PR-2	
Cruce Peatonal		No		No	
Ancho de las Líneas del Cruce (Sugerido: 0.15 – 0.6 m)		—		—	
Color Blanco de las Líneas del Cruce		—		—	
Línea de PARE		No		No	
Línea de CEDA		No		No	
Símbolo o Mensaje / ¿Cual?		No		No	
B. <u>ROTULACIÓN</u>		Carretera: Carretera PR-104			
Presencia de Rótulos Requeridos		Rótulo 1  Sí		Rótulo 2  No	
Localización (Distancia y Referencia)		Carretera PR-104 94 m de la escuela		—	
Cumple Tamaño (Sección 7B.01)		N/A		—	
Retroreflectivo (Sección 7B.02)		N/A		—	
Cumple Tamaño Letras (Sección 7B.06)		N/A		—	
Cumple Colores (Sección 7B.07)		Sí		—	
Presencia de Rótulos Opcionales	Rótulo 3  Sí	Rótulo 4  No	Rótulo 5  No	Rótulo 6  No	Rótulo 7  No
Cumple Tamaño	N/A	—	—	—	—
Retroreflectivo	N/A	—	—	—	—
Cumple Tamaño Letras	N/A	—	—	—	—
Cumple Colores	Sí	—	—	—	—

Figura 24. Formulario de Cotejo – Escuela W.A.L.K.S (Continuación)

La escuela W.A.L.K.S. se encuentra ubicada en la esquina noreste en la intersección con las carreteras PR-104, PR-2 y la Calle San Francisco. La Figura 10 muestra la localización de la escuela W.A.L.K.S. con respecto a las carreteras PR-104 y PR-2. La escuela se encuentra a 50 metros de la carretera arterial PR-2, la cual tiene dos carriles por dirección y un AADT en la cercanía a la escuela (Km. 150) de 45,400 vpd en el año 1995 y una velocidad rotulada de 50 mph. La carretera PR-104 es una carretera de baja velocidad (25 mph) y tiene un carril por dirección. Debido a su ubicación en una zona suburbana la zona escolar no presenta movimientos peatonales dado que los estudiantes se desplazan en vehículos privados desde sus casas a la escuela.

5.4.2.1 Marcado de Pavimento

La escuela W.A.L.K.S. no tiene cruce peatonal marcado, ni otro tipo de marcado de pavimento que cumpla la función de dispositivo de control de tráfico en la zona escolar.

5.4.2.2 Rotulación

Los rótulos que se encuentran en la zona escolar se describen a continuación:

5.4.2.2.1 Rótulo de Advertencia Sugerido “School Advanced Warning Sign” (S1-1)

El rótulo de advertencia de la zona escolar se encuentra ubicado a 40 metros de la línea de propiedad de la escuela en la carretera PR-104. Según el MUTCD (2003), las zonas escolares deben tener el rótulo de advertencia con la placa suplementaria, la cual indica al conductor la distancia a la que se encuentra la escuela o le advierte de la existencia de la escuela; en este caso también se encuentra el rótulo incompleto, debido a que no tiene la placa suplementaria.

Otro problema es la falta de visibilidad del rótulo debido a que se encuentra ubicado en un sitio en donde las ramas de un árbol lo cubren, perdiendo su efectividad. La Figura 25 muestra una fotografía del rótulo.

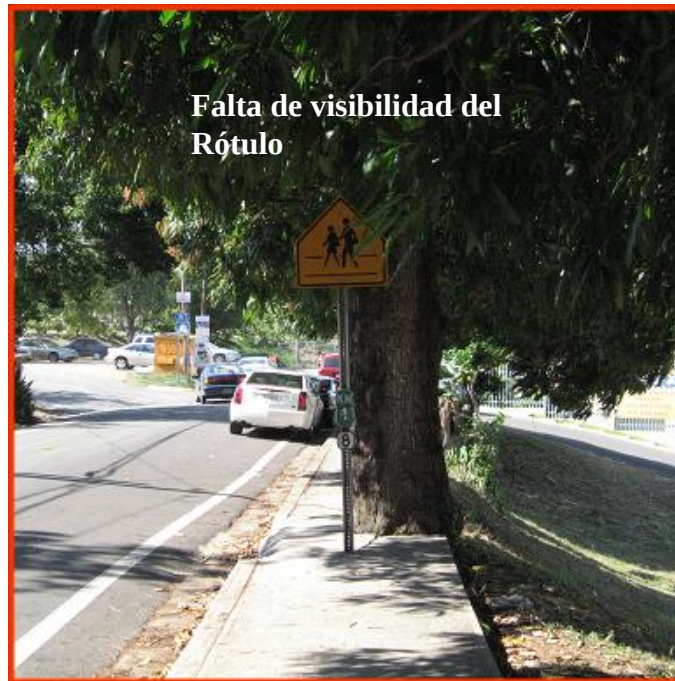


Figura 25. Rótulo de Advertencia de la Zona Escolar

5.4.2.2.2 Rótulo de Velocidad Límite Requerido “School Speed Limit Sign”

Según el MUTCD [2003], el rótulo que indica la velocidad máxima permitida en una zona escolar es requerido dentro de los dispositivos de control de tráfico que se utilizan en dichas zonas. La velocidad límite rotulada para la zona escolar es 25 mph, la cual cumple con la Ley #22 de Vehículos y Tránsito de Puerto Rico para una zona escolar rural. El rótulo de velocidad límite esta localizado en la carretera PR-104, a 94 metros de la escuela, por lo tanto no cumple con lo recomendado por el MUTCD 2003 (30 metros hasta la línea de propiedad de la escuela). En la carretera PR-2 no hay una velocidad límite rotulada para la zona escolar.

La carretera PR-104, la cual provee el acceso vehicular a la escuela, tiene una velocidad límite rotulada de 25 mph y un carril en cada dirección. La carretera PR-104 tiene una zona escolar identificada con un límite de velocidad de 25 mph. La Figura 26 muestra los rótulos de

velocidad límite para la zona escolar y el de velocidad límite para la carretera PR-104.



Figura 26. Rótulos de Velocidad Límite

5.4.2.2.3 Estudio de Velocidades en la Carretera PR-104

Las velocidades de 50 vehículos circulando libremente en la zona escolar de la carretera PR-104 fueron medidas con el propósito de evaluar el porcentaje de conductores que cumplieran con el límite máximo establecido para la zona escolar (25 mph). La medición se realizó con una pistola láser.

De las 50 observaciones, 9 conductores excedieron la velocidad máxima permitida, mostrando un cumplimiento en límite de velocidad por parte de los conductores del 82%. La carretera PR-104 es una vía terciaria de dos carriles con una alineación que no promueve que los conductores alcancen altas velocidades.

La Figura 27 se presenta el percentil 85 de la distribución de velocidades a flujo libre, el cual representa la velocidad de operación de la carretera. La velocidad límite para la carretera PR-104 es 25 mph. Según las mediciones, la velocidad de operación es 26.8 mph. La velocidad

rotulada en la zona cumple con la ley de vehículos y tránsito de Puerto Rico que establece una velocidad límite de 25 mph para las zonas escolares ubicadas en un área rural.

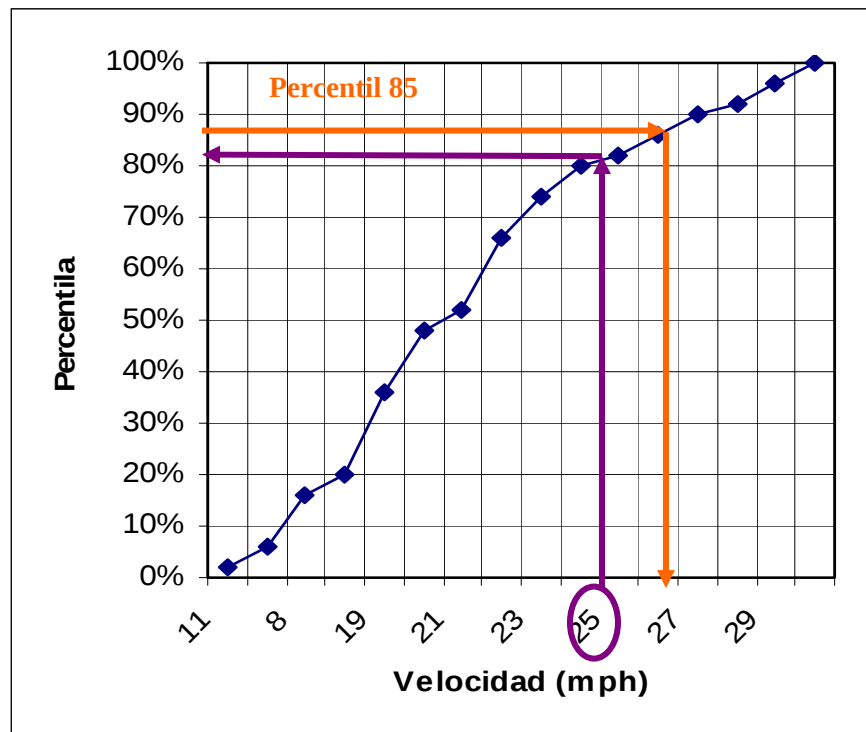


Figura 27. Distribución de Velocidades de Flujo Libre en la Carretera PR-104

5.4.2.3 Facilidades Peatonales

La acera de la escuela se encuentra en la dirección Norte de la carretera PR-104. Su condición es deficiente debido a que el ancho efectivo es menor al mínimo sugerido, al desnivel entre losas (mayor a 3”), a la presencia de hoyos pequeños y obstáculos como árboles y postes que perjudican a los peatones. La rampa de impedidos se encuentra ubicada en la acera contigua a la escuela en la calle San Francisco y debido a su pendiente longitudinal no cumple con los requisitos de la Ley ADA [Department of Justice, 1994]. La ubicación de la rampa no es favorable debido a que existe una cuesta empinada con pendiente de 18% en la calle San

Francisco que no es conveniente para una persona en una silla de ruedas. La carretera PR-104 no tiene paseo o área asignada para que los vehículos privados se estacionen. La parada de los autobuses escolares está ubicada dentro de la escuela. En los horarios de entrada y salida de los estudiantes (7:30 AM – 2:30 PM) se forma congestión durante aproximadamente 15 minutos en la carretera PR-104, ya que los padres se estacionan a ambos lados de la carretera para recoger a los niños bloqueando o dificultando el paso de otros vehículos.

5.4.3 Escuela David G. Farragut

La escuela David G. Farragut está ubicada en el centro del Municipio de Mayagüez, en la esquina entre la calle McKinley y la calle Pilar Defillo. En la inspección de campo se recolectaron los datos de la lista de cotejo que se presentan en la Figura 28.

LISTA DE COTEJO INSTALACIONES PEATONALES EN ZONAS ESCOLARES

Sección 1: Información de la Escuela

1. Nombre: David G. Farragut
2. Nivel académico:
Superior (10-12) ☐ Intermedia (7-9) ☐ Elemental (1-6) ☒ Kinder ☐
3. Privada ☐ Pública ☒
4. Número de Estudiantes: 340
5. Área: Urbana ☒ Suburbana ☐ Rural ☐
6. Localización / Barrio: Pueblo, Calle McKinley frente al correo central
7. Municipio: Mayagüez
8. Director: Milagros Méndez
9. Contacto: 787-832-3340
10. Croquis / mapa del área de estudio



Figura 28. Formulario de Cotejo – Escuela David G. Farragut

Sección 2: Información de la Carretera de Acceso Directo en la Zona Escolar	Carretera 1		Carretera 2	
Nombre de Carretera	Calle McKinley			
Tipo de Carretera Primaria urbana / Primaria / Secundaria Terciaria / Local	Local			
Tráfico Promedio Diario (ADT)	N/D			
Velocidad Rotulada	25 mph			
Número de Carriles por Dirección	2 carriles en la misma dirección			
Sección 3: Instalaciones Peatonales	Carretera 1		Carretera 2	
Dirección (Norte/Sur/Este/Oeste)	Este			
Estacionamiento Paralelo 	Sí Parquímetro			
Estacionamiento Diagonal 	No			
Estacionamiento Perpendicular 	No			
Parada de Autobuses Escolares	No			
Paseo	No			
Acera	Si			
Ancho de Acera (Sugerido: 1.52 – 2.13 m)	3.80 m			
Condición de Acera (Deficiente / Regular / Excelente)	Excelente			
Rampas Ley ADA	No			
Ancho Rampa (Sugerido: 0.91 m)	—			
Pendiente Longitudinal Rampa (Sugerido: 1:12 = 8.3%)	—			
Cumple con ADA	No			
Puente Peatonal	No			
Intersección con Semáforo Peatonal	No			

Figura 28. Formulario de Cotejo – Escuela David G. Farragut (Continuación)

Sección 4: Dispositivos de Control de Tráfico						
A. <u>MARCADO DE PAVIMENTO</u>		Carretera 1 Calle McKinley		Carretera 2		
Cruce Peatonal		Si				
Ancho de las Líneas del Cruce (Sugerido: 0.15 – 0.6 m)		1.5 m				
Color Blanco de las Líneas del Cruce		Si				
Línea de PARE		No				
Línea de CEDA		No				
Símbolo o Mensaje / ¿Cual?		No				
B. <u>ROTULACIÓN</u>		Carretera: Calle McKinley				
Presencia de Rótulos Requeridos		Rótulo 1  Si		Rótulo 2  No		
Localización (Distancia y Referencia)		Calle McKinley 73 m del cruce peatonal		—		
Cumple Tamaño (Sección 7B.01)		N/A		—		
Retroreflectivo (Sección 7B.02)		N/A		—		
Cumple Tamaño Letras (Sección 7B.06)		N/A		—		
Cumple Colores (Sección 7B.07)		Sí		—		
Presencia de Rótulos Opcionales	Rótulo 3  Sí	Rótulo 4  No	Rótulo 5  No	Rótulo 6  No	Rótulo 7  No	
Cumple Tamaño	N/A	—	—	—	—	
Retroreflectivo	N/A	—	—	—	—	
Cumple Tamaño Letras	N/A	—	—	—	—	
Cumple Colores	Sí	—	—	—	—	

Figura 28. Formulario de Cotejo – Escuela David G. Farragut (Continuación)

B. Conducta de Peatones Cruces Peatonales

Carretera: Calle McKinley Localización: cruce en frente de la entrada a la escuela

Inspector: María Fernanda Alegría Velasco Fecha: 29 Agosto/2008

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES				
	Usa cruce peatonal		No usa cruce peatonal		Total
	M	F	M	F	
5	1		7	5	13
10		2	8	6	16
15	1	2	9	8	20
20		3	7	5	15
25	1		3	6	10
30			5	2	7
35		1		2	3
40	2		1		3
45		2		1	3
50					0
55				2	2
60			1		1
65				1	1
70					0
75					0
Totales	5	10	41	38	94
Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES				
	Usa Cruce Peatonal		No usa cruce peatonal		Total
	M	F	M	F	
5			2	1	3
10	1		3	1	5
15		1	2	2	5
20			3	2	5
25			2	2	4
30				1	1
35			1		1
40		1		1	2
45				1	1
50			4		4
55			2	1	3
60					0
65			2		2
70					0
75					0
Totales	1	2	21	12	36

Figura 28. Formulario de Cotejo – Escuela David G. Farragut (Continuación)

5.4.3.1 Marcado del Pavimento

La zona escolar tiene dos cruces peatonales, ambos ubicados en la calle McKinley. Uno de los cruces se encuentra en el frente de la entrada a la escuela y el otro en la intersección de la calle McKinley con la calle Pilar Defillo. El cruce peatonal ubicado frente a la entrada de la escuela se encuentra en mal estado debido a que la condición de la pintura es desfavorable y esto provoca que se pierda la efectividad como dispositivo de control de tránsito y ocasiona que tanto los conductores como los peatones no vean el cruce marcado y se detengan sobre el. En la zona escolar no hay otro tipo de marcado de pavimento, como Línea de PARE, Línea de CEDA o símbolos con mensajes. La Figura 29 muestra ambos pasos peatonales.



Figura 29. Cruces Peatonales Calle McKinley

La Figura 30 muestra el cruce peatonal ubicado frente a la entrada de la escuela y los vehículos que se estacionan sobre el cruce obstruyendo el paso de los peatones.



Figura 30. Cruce Peatonal Calle McKinley Frente a Entrada de la Escuela Farragut

5.4.3.2 Rotulación

A continuación se presentan los rótulos que están en la zona escolar.

5.4.3.2.1 Rótulo de Advertencia Sugerido “School Advanced Warning Sign” (S1-1)

El rótulo de advertencia se encuentra ubicado en la zona escolar de la calle McKinley en frente de la entrada a la escuela. Como en los casos anteriores el rótulo de advertencia está incompleto debido a que no tiene la placa suplementaria requerida por el MUTCD [2003]. La visibilidad del rótulo se encuentra obstruida por la parada de autobuses, como se puede observar en la Figura 31, por lo tanto pierde su eficiencia e impide que el conductor sea advertido de la existencia de la escuela.



Figura 31. Rótulo de Advertencia Sugerido (S1-1) de la Zona Escolar Farragut

5.4.3.2.2 Rótulo de Velocidad Límite Requerido “School Speed Limit Sign”

La velocidad rotulada en la zona escolar es de 25 mph, la cual no cumple con el límite máximo legal en una zona urbana de 15 mph, establecido en el Capítulo 5 de la Ley de Vehículos y Tránsito de Puerto Rico (Ley 22 del 7 de enero de 2000 y enmiendas).

El rótulo de velocidad límite se encuentra a 73 metros del cruce peatonal, lo cual excede la distancia sugerida por el MUTCD 2003 (de 30 a 60 metros). La Figura 32 muestra el rótulo de velocidad límite en la zona escolar.



Figura 32. Rótulo de Velocidad Límite de la Zona Escolar Farragut

5.4.3.3 Facilidades Peatonales

La escuela colinda con la calle McKinley, la cual es una vía en una sola dirección de dos carriles y estacionamientos paralelos a ambos lados de la calle.

En la zona escolar la acera está ubicada a ambos lados de la calle McKinley. La misma contigua a la escuela tiene un ancho de 3.8 metros y su condición es excelente, lo que permite a los peatones desplazarse cómodamente por ellas. En ninguno de los cruces peatonales existe la rampa de impedidos necesaria para que estos puedan utilizar las aceras. La zona escolar no tiene pasos peatonales como túneles o puentes. El estacionamiento en la calle McKinley se permite, pero utilizando parquímetros, y no hay un área asignada a la parada de autobuses escolares. La escuela no cuenta con un acceso vehicular dentro de los predios, solamente hay dos accesos peatonales, uno en la calle McKinley y otro en la calle Pilar Defillo.

5.4.4 Escuela Manuel A. Barreto

La escuela Manuel A. Barreto está ubicada en el centro urbano de Mayagüez colindando con la calle Pilar Defillo. La Figura 33 presenta los datos recolectados durante la inspección

realizada para evaluar las condiciones existentes de la infraestructura peatonal en la zona escolar.

LISTA DE COTEJO INSTALACIONES PEATONALES EN ZONAS ESCOLARES

Sección 1: Información de la Escuela

11. Nombre: Manuel A. Barreto

12. Nivel académico:

Superior (10-12) ☐ Intermedia (7-9) ☒ Elemental (1-6) ☐ Kinder ☐

13. Privada ☐ Pública ☒

14. Número de Estudiantes: 500

15. Área: Urbana ☒ Suburbana ☐ Rural ☐

16. Localización / Barrio: Pueblo, Calle Pilar Defillo

17. Municipio: Mayagüez

18. Director: Rosa Nazario

19. Contacto: 787-832-3046

20. Croquis / mapa del área de estudio



Figura 33. Formulario de Cotejo – Escuela Manuel A. Barreto

Sección 2: Información de la Carretera de Acceso Directo en la Zona Escolar	Carretera 1		Carretera 2	
Nombre de Carretera	Calle Pilar Defillo			
Tipo de Carretera Primaria urbana / Primaria / Secundaria Terciaria / Local	Local			
Tráfico Promedio Diario (ADT)	N/D			
Velocidad Rotulada	No			
Número de Carriles por Dirección	1 carril en una dirección			
Sección 3: Instalaciones Peatonales	Carretera 1		Carretera 2	
Dirección (Norte/Sur/Este/Oeste)	Norte			
Estacionamiento Paralelo 	No			
Estacionamiento Diagonal 	No			
Estacionamiento Perpendicular 	No			
Parada de Autobuses Escolares	No			
Paseo	No			
Acera	Sí			
Ancho de Acera (Sugerido: 1.52 – 2.13 m)	2.00 m			
Condición de Acera (Deficiente / Regular / Excelente)	Regular			
Rampas Ley ADA	Sí			
Ancho Rampa (Sugerido: 0.91 m)	1.53 m			
Pendiente Longitudinal Rampa (Sugerido: 1:12 = 8.3%)	9.5%			
Cumple con ADA	No			
Puente Peatonal	No			
Intersección con Semáforo Peatonal	No			

Figura 33. Formulario de Cotejo – Formulario Manuel A. Barreto (Continuación)

Sección 4: Dispositivos de Control de Tráfico						
A. <u>MARCADO DE PAVIMENTO</u>		Carretera 1 Calle Pilar Defillo		Carretera 2		
Cruce Peatonal		Sí				
Ancho de las Líneas del Cruce (Sugerido: 0.15 – 0.6 m)		0.6 m				
Color Blanco de las Líneas del Cruce		Sí				
Línea de PARE		No				
Línea de CEDA		No				
Símbolo o Mensaje / ¿Cual?		No				
B. <u>ROTULACIÓN</u>		Carretera: Calle Pilar Defillo				
Presencia de Rótulos Requeridos		Rótulo 1  No		Rótulo 2  No		
Localización (Distancia y Referencia)		—		—		
Cumple Tamaño (Sección 7B.01)		—		—		
Retroreflectivo (Sección 7B.02)		—		—		
Cumple Tamaño Letras (Sección 7B.06)		—		—		
Cumple Colores (Sección 7B.07)		—		—		
Presencia de Rótulos Opcionales	Rótulo 3  Sí	Rótulo 4  No	Rótulo 5  No	Rótulo 6  No	Rótulo 7  No	
Cumple Tamaño	N/A	—	—	—	—	
Retroreflectivo	N/A	—	—	—	—	
Cumple Tamaño Letras	N/A	—	—	—	—	
Cumple Colores	Sí	—	—	—	—	

Figura 33. Formulario de Cotejo – Escuela Manuel A. Barreto (Continuación)

B. Conducta de Peatones Cruces Peatonales

Carretera: Calle Pilar Defillo

Localización: cruce en frente de la entrada a la escuela

Inspector: María Fernanda Alegría Velasco

Fecha: 2 Septiembre/2008

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES				
	Usa cruce peatonal		No usa cruce peatonal		Total
	M	F	M	F	
5			8	7	15
10		1	7	3	11
15			8	3	11
20		2	5	4	11
25			1	3	4
30	1		3	2	6
35			7		7
40			1	2	3
45			2	2	4
50			3	2	5
55				3	3
60			1	1	2
65				1	1
70		1	2		3
75			1	1	2
Totales	1	4	49	34	88
Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES				
	Usa Cruce Peatonal		No usa cruce peatonal		Total
	M	F	M	F	
5			1		1
10			1	1	2
15					0
20	1				1
25			2		2
30			1	2	3
35			1		1
40		1			1
45			2		2
50				1	1
55			1		1
60			2		2
65				1	1
70				1	1
75				1	1
Totales	1	1	11	7	20

Figura 33. Formulario de Cotejo – Escuela Manuel A. Barreto (Continuación)

5.4.4.1 Marcado de Pavimento

El cruce peatonal marcado se encuentra ubicado en frente de la entrada a la escuela en la calle Pilar Defillo. Como en los casos anteriores, la pintura del cruce marcado está en mal estado debido al desgaste y a la falta de mantenimiento. En la zona no hay otro tipo de marcado de pavimento, como líneas de PARE o CEDA. La Figura 34 muestra el cruce peatonal de la escuela.



Figura 34. Cruce Peatonal de la Zona Escolar Barreto

5.4.4.2 Rotulación

A continuación se presentan los rótulos existentes en la zona escolar.

5.4.4.2.1 Rótulo de Advertencia Sugerido “School Advanced Warning Sign” (S1-1)

En la calle Pilar Defillo que colinda con la escuela, se encuentra ubicado el rótulo de advertencia (S1-1), pero igual que en los casos anteriores el rótulo no cumple con lo especificado en el MUTCD (2003) debido a que le falta la placa suplementaria en la parte inferior del rótulo. El rótulo se encuentra parcialmente obstruido por el techo de una casa y está ubicado a 88 metros

del cruce peatonal, lo cual cumple con la distancia requerida por el MUTCD 2003 (45 -210 metros). La Figura 35 muestra el rótulo para la zona escolar.



Figura 35. Rótulo de Advertencia (S1-1) de la Zona Escolar Barreto

5.4.4.2.2 Rótulo de Velocidad Límite Requerido “School Speed Limit Sign”

La calle Pilar Defillo cuenta con un carril en una dirección y está rotulada a 25 mph, pero el rótulo de velocidad límite en la zona escolar no se encuentra, por lo tanto no cumple con lo requerido en el MUTCD [2003].

5.4.4.3 Facilidades Peatonales

La calle Pilar Defillo cuenta con un flujo vehicular continuo debido a su proximidad con el centro de la ciudad. La calle Pilar Defillo tiene acera a ambos lados, el ancho es de dos (2.0) metros y su condición es regular. En la acera contigua a la escuela está la rampa de impedidos y su diseño cumple con los requisitos de ancho y pendiente longitudinal de la ley ADA. En la zona no hay un área asignada a la parada de autobuses escolares y en los horarios de entrada y salida

de la escuela los vehículos se estacionan a lado y lado de la calle frente a la salida de la escuela, lo que ocasiona la obstrucción en la visión del peatón al atravesar la calle. La Figura 36 muestra la acera contigua a las instalaciones de la escuela. En la acera existen elementos como postes y rótulos que no perjudican el ancho mínimo sugerido (5 pies), por lo tanto no obstruyen el paso de los peatones.



Figura 36. Acera de la Escuela Manuel A. Barreto

5.5 Evaluación Integrada de la infraestructura peatonal para las zonas escolares:

La Tabla 3 resume la información obtenida en la inspección realizada a las cuatro (4) escuelas.

Tabla 3. Resumen de Datos de la Inspeccion de las Zonas Escolares

INSPECCION	VOCACIONAL	W.A.L.K.S	FARRAGUT	BARRETO
Nivel Académico	Superior	Intermedia Elemental	Elemental	Intermedia
Tipo de Escuela	Pública	Privada	Pública	Pública
Número Estudiantes	1,124	340	340	500
Área	Urbana	Suburbana	Urbana	Urbana
Carreteras de Acceso	Calle San Juan PR-2	PR-104 PR-2	Calle McKinley	Calle Pilar Defillo
Tipo de Carretera	Local (PR-104) Primaria Urbana (PR-2)	PR- 104:Terciaria PR-2: Primaria Urbana	Local	Local
Velocidad Rotulada (mph)	15	PR-104: 25 PR-2: 50	25	NO
AADT (vpd)	PR-2: 58,100	PR-104: 12,400 PR-2: 45,400	N/D	N/D
Carriles/dirección	San Juan y PR-2: 2/dirección	PR-104: 1 PR-2: 2	2 en una dirección	1 carril
Paseo	NO	PR-104: NO PR-2: Si	NO	NO
Estacionamiento	Prohibido	Prohibido	Parquímetro	Prohibido
Parada de Autobús Escolar	Sí	NO	NO	NO
Puente o Túnel Peatonal	NO	NO	NO	NO
Intersección con Semáforo Peatonal	PR-2 con calle San Juan	NO	NO	NO
Cruce Peatonal	NO	NO	Si	Sí
Ubicación del Cruce Peatonal	N/A	N/A	Calle McKinley, entrada escuela	Calle Pilar, Entrada escuela
Rótulo requerido 1	Sí	Sí	Sí	NO
Rótulo requerido 2	NO	NO	NO	NO
Rótulo opcional 3	Sí	Sí	Sí	Si
Rótulo opcional 4	NO	NO	NO	NO
Rótulo opcional 5	NO	NO	NO	NO
Rótulo opcional 6	NO	NO	NO	NO
Rótulo opcional 7	NO	NO	NO	NO

5.5.1 Rotulación

Las cuatro escuelas evaluadas presentan el mismo problema con el rótulo de advertencia (S1-1), debido a que no tienen la placa suplementaria que requiere el MUTCD [2003] para indicar la distancia a la que se encuentra la escuela o para indicar la existencia del cruce peatonal marcado. Es importante implementar en los cruces peatonales marcados el rótulo que le indica al conductor la presencia del paso de peatones y de esta manera complementar la advertencia de un cruce peatonal proporcionándole al estudiante mayor seguridad.

En las escuelas evaluadas, excepto en la escuela Manuel A. Barreto, la velocidad límite se encuentra rotulada (15 ó 25 mph). En la escuela W.A.L.K.S. y en la Vocacional es importante instalar en la carretera PR-2 el rótulo que indica la existencia de la zona escolar en el área, debido a la proximidad (50 metros) de la carretera PR-2 con la escuela. Según la sección 7B.08 del MUTCD la distancia a la que se tiene que ubicar el rótulo de advertencia en la carretera PR-2 debe ser entre 45 y 210 metros desde la línea de propiedad de la escuela.

En algunos casos la visibilidad de los rótulos se pierde debido a que se encuentran cubiertos total o parcialmente por otros objetos, o están entre avisos publicitarios que le hacen perder importancia al rótulo.

En ninguna de las escuelas evaluadas se encontró el rótulo que indica la terminación de la zona escolar (S5-2), el cual es requerido por el MUTCD [2003].

Es importante el cumplimiento de los estándares y especificaciones del MUTCD [2003] en cuanto a localización, mantenimiento y uso de los diferentes dispositivos de control de tráfico utilizados en una zona escolar, con el fin de uniformizar y mantener consistencia de los dispositivos de control de tráfico para las diferentes zonas escolares.

5.5.2 Marcado del Pavimento (Cruce Peatonal)

En la escuela vocacional no existe el cruce peatonal en la calle San Juan, la cual colinda con la escuela, el único cruce peatonal está en la intersección de la carretera PR-2 con la calle San Juan.

En la escuela W.A.L.K.S. no hay cruce peatonal marcado ni otro tipo de marcado de pavimento. En las escuelas ubicadas en el centro del Municipio de Mayagüez los cruces peatonales están localizados en las calles de acceso directo, las cuales colindan con las escuelas.

Uno de los problemas comunes para dos de las escuelas evaluadas fue la falta de mantenimiento al cruce peatonal, el cual pierde visibilidad al estar la pintura en condiciones desfavorables.

5.5.3 Facilidades peatonales

Las carreteras de acceso a las zonas escolares evaluadas tienen un flujo vehicular continuo y alto, lo que representa un mayor potencial de riesgo o conflictos con estudiantes peatones, por lo tanto las facilidades peatonales son muy importantes para considerar la seguridad de los peatones.

Las aceras son parte fundamental de la seguridad peatonal, debido a que son la vía de los peatones y su propósito es que puedan caminar cómodamente y desplazarse de forma segura. En las escuelas evaluadas en el centro de Mayagüez las aceras son amplias y les permiten a los estudiantes desplazarse con facilidad en la zona. Los elementos como postes presentes en las aceras no perjudican el ancho mínimo efectivo sugerido (5 pies), por lo tanto no obstruyen el paso de los peatones. En la escuela W.A.L.K.S. la acera es angosta y no le permite al estudiante desplazarse con comodidad y seguridad. En cuanto a la Escuela Vocacional se tienen aceras amplias a ambos lados de la calle San Juan. En general, la condición de las aceras en las escuelas

evaluadas es regular o excelente, lo que indica que no tienen huecos o deformaciones grandes que perjudiquen la seguridad de los estudiantes al caminar por ellas.

En tres de las cuatro escuelas evaluadas existen las rampas para impedidos, pero no todas cumplen con el requisito de pendiente máxima exigida por la ley ADA. Este requisito es muy importante para permitirles a las personas con impedimentos que utilicen las aceras.

La capacidad de estacionamiento para vehículos particulares es muy limitada en las zonas escolares evaluadas, lo que obliga a los conductores a estacionar en sitios no permitidos en el momento de dejar o recoger a los estudiantes. La parada de autobuses escolares solo está identificada en la escuela vocacional. Infraestructura peatonal como puentes o túneles que separen a los peatones escolares del tráfico no existe en ninguna de las escuelas evaluadas.

5.5.4 Aplicación de Esquemas Cromáticos

Para mostrar una idea general de los resultados obtenidos en la inspección de rótulos y de algunas facilidades peatonales, se desarrollaron los Esquemas Cromáticos, como se muestran en las Figuras 37 y 38. Un resultado ideal de una inspección, sería que todos los dispositivos a evaluar existiesen en las 4 escuelas y cumpliesen con las normas, caso en el que el resultado cromático de los esquemas mostraría todos los puntos verdes. Como se muestra en la Figura 37 los únicos dos puntos verdes están en el rótulo de velocidad límite para la Escuela Vocacional y la Escuela W.A.L.K.S. en la Escuela Barreto (rojo) no existe, y en la Escuela Farragut (amarillo) existe pero no cumple. En la Figura 38 se muestra el Esquema Cromático de la inspección de algunas facilidades peatonales, en donde se observa que el mayor cumplimiento está en las aceras, donde solamente en la Escuela W.A.L.K.S. no cumplen con el ancho efectivo mínimo sugerido (5 pies). Los Esquemas muestran como los colores nos permiten visualizar fácilmente el resultado general de una inspección.

Rótulos	Vocacional	W.A.L.K.S.	Farragut	Barreto

Figura 37. Esquema Cromático de Inspección de Rótulos

No Existe

Existe y No Cumple

Existe y Cumple

Facilidades Peatonales	Vocacional	W.A.L.K.S.	Farragut	Barreto
Acera				
Ancho Efectivo Acera				
Rampa				
Ancho Rampa				
Pendiente Rampa				
Cruce Peatonal				
Ancho Lineas				
Color Blanco				

Figura 38. Esquema Cromático de Algunas Facilidades Peatonales

Una forma de resumir los esquemas cromáticos es sintetizar la información cromática de una o varias zonas inspeccionadas, sumando los puntos de cada color y convirtiendo esas cantidades en valores relativos respecto al total de puntos de cada zona, porcentajes que dan una idea general de la inspección y facilitan la comparación con otras zonas o con estudios futuros de la misma zona. Po ejemplo: si los resultados de la inspección de una zona arrojan 6 puntos verdes, y el total de los puntos inspeccionados es de 15 puntos, entonces los puntos verdes representarían el 40%, valor que indicaría un estado de cumplimiento. Estas cantidades no deben interpretarse como una calificación de la inspección de la zona escolar.

CAPÍTULO 6. OBSERVACIONES DEL COMPORTAMIENTO PEATONAL

Este capítulo presenta los resultados de los estudios de observación peatonal realizados en tres zonas escolares. Estos estudios consisten en observar la conducta de los peatones escolares y no escolares en los cruces cercanos a las escuelas. La conducta por tipo de peatón y por género fue comparada. Además, se presentan los resultados de una encuesta realizada a peatones cruzando indebidamente en uno de los cruces para identificar las razones de la conducta observada.

6.1 Comportamiento Peadonal en Escuela Vocacional Pedro Perea

En la Escuela Vocacional Pedro Perea se observó la conducta peatonal en los cruces de la Intersección PR-2 con la Calle San Juan y se realizaron encuestas a los peatones infractores para identificar la razón de tal conducta. La intersección del estudio de observación se presenta en la Figura 39. Ambos procesos se describen en las siguientes secciones. El segmento de la carretera PR-2 del lado Norte tiene cuatro (4) carriles y una mediana y la carretera del lado Sur tiene seis (6) carriles. El segmento de la calle San Juan del lado Oeste tiene cuatro (4) carriles y una mediana y la calle del lado Este tiene cinco (5) carriles. La intersección del lado norte tiene cuatro (4) carriles y del lado sur tiene seis (6) carriles. Debido a los movimiento vehiculares, las fases programadas en el control del semáforo y los anchos de los accesos de la intersección, los cruces peatonales están permitidos en el lado Norte y el lado Oeste.

Una señal peatonal y un cruce marcado están ubicados en el lado norte de la intersección, pero la señal de peatones no funciona. La intersección actualmente presenta problemas de

congestión causando perturbaciones al tráfico vehicular y peatonal, un nivel de servicio bajo y longitudes de cola considerables.

6.1.1 Proceso de Observación de Movimientos Peatonales

La conducta peatonal en los movimientos de la Intersección de la Carretera PR-2 con la Calle San Juan fue observada desde el parque contiguo a la misma. Este punto estratégico brinda suficiente visibilidad al observador para ver los movimientos peatonales de interés en la intersección sin necesidad de desplazarse.

La Figura 40 muestra la intersección desde el punto de vista del observador, mirando hacia el sentido sur de la intersección. En la fotografía se observa en primer plano a dos peatones no escolares del género femenino cruzando por el paso peatonal marcado. En segundo plano se observan varios peatones escolares cruzando por el lado sur de la intersección, donde los cruces están prohibidos.



Figura 39. Movimientos Peatonales en la Intersección PR-2 y Calle San Juan

La Figura 41 muestra la panorámica del lado sur de la intersección desde el punto de vista de un peatón que se dispone a cruzar la Intersección de la Carretera PR-2 con la Calle San Juan. En el lado sur de la intersección no se permite el cruce de los peatones debido a los siguientes factores:

- Cantidad de carriles (6);
- La mediana presente en el segmento de carretera no llega hasta el cruce;
- Los vehículos en el carril de viraje a la derecha en el lado sur prácticamente no se detienen haciendo de este un carril de operación exclusiva; y
- El tiempo de verde del peatón estaría asociado a la fase con el movimiento más débil de la intersección en el ciclo del semáforo.



Figura 40. Vista del Observador en la Intersección PR-2 y Calle San Juan



Figura 41. Vista Peatonal del Lado Sur de la Intersección PR-2 y Calle San Juan

La conducta peatonal en la intersección fue observada durante seis (6) días por 75 minutos, desde las 10:30 AM hasta las 11:45 AM. Las observaciones fueron realizadas del 27 al 29 de agosto y el 2 de septiembre de 2008.

El período de observación se determinó de acuerdo al horario de almuerzo de los estudiantes de la Escuela Vocacional (de 10:30 AM a 12:20 PM). Los estudiantes se mueven hacia el centro comercial “Mayagüez Town Center” para almorzar utilizando la intersección de la PR-2 y la Calle San Juan mediante dos rutas, las cuales se muestran en la Figura 36.

La Figura 42 muestra varios peatones cruzando por el lado de la intersección donde no está marcado el cruce peatonal.



Figura 42. Peatones Cruzando por el Lado Incorrecto de la Intersección PR-2 y Calle San Juan

Para recopilar los datos de las observaciones se utilizaron las planillas diseñadas en el formulario, las cuales se muestran en la Figura 18. Las planillas fueron diseñadas para registrar las observaciones dependiendo del cruce usado por el peatón y por el tipo de peatón (escolares y no escolares), el género del peatón y si el peatón cruzó durante el tiempo de rojo o verde peatonal. La señal peatonal en la intersección no funciona, por lo tanto la observación se hizo teniendo en cuenta las señales para los vehículos. Para realizar las observaciones se utilizó un cronómetro para contar los movimientos en lapsos de cinco (5) minutos. La anotación de cada observación se realizó en el siguiente orden para mecanizar mentalmente la anotación y lograr una buena eficiencia en la toma de datos:

- Al observar un peatón por el cruce incorrecto:
 - o Se detecta el tipo de peatón (escolar o no escolar) y se ubica en el cuadro correspondiente sobre las columnas de “No usa cruce peatonal”.

- o Se determina el género (masculino o femenino).
- o Se registra la observación en la fila de tiempo del período vigente de 5 minutos.

Al terminar cada período de 5 minutos, se marca con una X la casilla de tiempo.

- Al observar un peatón por el cruce correcto:
 - o Se detecta el tipo de peatón (escolar o no escolar) y se ubica en el cuadro correspondiente sobre las columnas de “Usa cruce peatonal”.
 - o Se detecta la señal vehicular (rojo o verde) y se ubica en la columna correspondiente. En este caso se asume que la señal peatonal daría paso a los peatones cuando la señal vehicular del lado Este de la intersección se encuentra en verde.
 - o Se determina el género (masculino o femenino).
 - o Se registra la observación en la fila de tiempo del período vigente de 5 minutos.

Al terminar cada período de 5 minutos, se marca con una X la casilla de tiempo.

6.1.2 Proceso de Encuestas a Peatones Infractores

En el trabajo de campo se realizaron dos tipos de encuestas con los peatones infractores. Para el caso de estudio en la Intersección de la carretera PR-2 con la calle San Juan los peatones infractores se identifican como aquellos:

- peatones que utilizan el cruce peatonal marcado, pero cruzan durante el rojo peatonal.
- peatones que no utilizan el cruce peatonal marcado.

La primera encuesta hizo la siguiente pregunta: **¿Por qué cruzó durante la fase de rojo peatonal?** Esta pregunta se realizó a los peatones que utilizaban el cruce peatonal marcado, pero cruzaban durante el tiempo de rojo peatonal, o sea cuando existen conflictos con los movimientos vehiculares. La ubicación del encuestador (E1) se muestra en la Figura 43. Este lugar permite al encuestador tener vista del cruce y le permite abordar al peatón inmediatamente después de haber cometido la infracción.



Figura 43. Ubicación del Encuestador

La segunda encuesta hizo la siguiente pregunta: **¿Por qué no utilizó el cruce peatonal?** Esta pregunta se realizó a los peatones que no utilizaron el cruce peatonal marcado en la intersección de estudio. La ubicación del encuestador (E2) se muestra en la Figura 43. Este lugar permite al encuestador tener vista de la ruta del cruce incorrecto y permite encuestar el peatón inmediatamente después de haber cometido la infracción.

Las encuestas se realizaron en periodos diarios de 75 minutos, entre las 10:30 AM y las 11:45 AM, el cual coincide con el horario utilizado para las observaciones del comportamiento peatonal. La Encuesta 1 se realizó durante tres días: 4, 5 y 8 de septiembre de 2008. La Encuesta 2 se realizó durante dos días: 9 y 10 de septiembre de 2008.

Para facilitar la entrada de respuestas se diseñaron planillas con posibles respuestas de los peatones infractores. Estas respuestas se agruparon por tipo de peatón y género. La Tabla 4 presenta la planilla utilizada para la Encuesta 1 y la Tabla 5 presenta la planilla utilizada para la Encuesta 2.

Tabla 4. Planilla Encuesta 1

¿Por qué cruzó durante la fase de rojo peatonal?						
Respuesta	Escolares			No escolares		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
“Tenía prisa”						
“Estaba distraído”						
“No venían autos”						
No sabe / No contesta						
Otras						
Total						

Tabla 5. Planilla Encuesta 2

¿Por qué no utilizó el cruce peatonal?						
Respuesta	Escolares			No escolares		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
“No vio el otro cruce”						
“Esta ruta es más corta”						
“Los conductores no respetan el cruce”						
No sabe / No contesta						
Otra						
Total						

La anotación de las respuestas a las encuestas se realizó en el siguiente orden:

- Se abordó al peatón explicándole que se está realizando un trabajo de seguridad peatonal y que se requiere de su colaboración para responder una pregunta.
- Se realizó la pregunta luego de la aprobación del peatón.
- Se clasificó la respuesta en la fila correspondiente de la planilla de acuerdo al peatón, dependiendo de si es escolar o no escolar y por género (hombre o mujer).

6.2 Comportamiento Peatonal en Escuela Manuel Barreto

En la Escuela Manuel A. Barreto se observó la conducta peatonal en el cruce de la calle Pilar Defillo, ubicado frente a la entrada de la escuela. El cruce peatonal del estudio de observación se presenta en la Figura 44. La escuela colinda con la Calle Pilar Defillo, que tiene un carril. El flujo vehicular es continuo debido a su proximidad al centro de la ciudad.



Figura 44. Cruce Peatonal Escuela Barreto

6.2.1 Proceso de Observación de Movimientos Peatonales

La conducta peatonal en el cruce peatonal de la calle Pilar Defillo se observó desde la acera contigua al acceso peatonal de la escuela, frente al cruce peatonal. Se utilizaron dos (2) observadores, ubicados en este punto estratégico, uno de espaldas al otro, con el propósito de tener suficiente visibilidad para ver los movimientos peatonales de interés dentro de las líneas de propiedad de la escuela sin tener que desplazarse. La Figura 45 presenta la ubicación del observador, el cruce peatonal en la calle Pilar Defillo y el área de la escuela.



Figura 45. Ubicación del Observador en la Escuela Barreto

La conducta peatonal en el cruce marcado de la calle Pilar Defillo fue observada durante un (1) día por 75 minutos, desde las 2:30 PM hasta las 3:45 PM. La observación fue realizada en el 2 de septiembre de 2008. El período de observación se determinó de acuerdo al horario de

salida de los estudiantes (3:00 PM). Durante el período de observación también se observaron los movimientos de peatones no escolares.

Para recopilar los datos de las observaciones se utilizó la planilla diseñada en el formulario de inspección, la cual se muestra en la Figura 18. La planilla fue diseñada para registrar las observaciones de la conducta peatonal al cruzar la vía, dependiendo del tipo de peatón (escolares y no escolares) y el género del peatón. Para realizar las observaciones se utilizó un cronómetro para contar los movimientos en lapsos de cinco (5) minutos. La anotación de cada observación se realizó en el siguiente orden para mecanizar mentalmente la anotación y lograr una buena eficiencia en la toma de datos:

- Al observar un peatón que cruza la calle sin utilizar el cruce peatonal marcado:
 - o Se detecta el tipo de peatón (escolar o no escolar) y se ubica en el cuadro correspondiente sobre las columnas de “No usa cruce peatonal”.
 - o Se determina el género (masculino o femenino).
 - o Se registra la observación en la fila de tiempo del período vigente de 5 minutos. Al terminar cada período de 5 minutos, se marca con una X la casilla de tiempo.
- Al observar un peatón que cruza por el cruce peatonal marcado:
 - o Se detecta el tipo de peatón (escolar o no escolar) y se ubica en el cuadro correspondiente sobre las columnas de “Usa cruce peatonal”.
 - o Se determina el género (masculino o femenino).
 - o Se registra la observación en la fila de tiempo del período vigente de 5 minutos. Al terminar cada período de 5 minutos, se marca con una X la casilla de tiempo.

6.3 Comportamiento Peatonal en Escuela David Farragut

En la Escuela David G. Farragut se observó la conducta peatonal en el cruce peatonal ubicado en la Calle McKinley (Calle de la Candelaria), frente al acceso peatonal de la escuela. La ubicación del cruce peatonal del estudio de observación se muestra en la Figura 46.



Figura 46. Cruce Peatonal Escuela Farragut

6.3.1 Proceso de Observación de Movimientos Peatonales

La conducta peatonal en el cruce peatonal de la Calle McKinley se observó en la acera frente al acceso peatonal de la escuela, en donde se encuentra el cruce peatonal. Se utilizaron dos (2) observadores, ubicados en este punto estratégico, uno de espaldas al otro, con el propósito de tener suficiente visibilidad para ver los movimientos peatonales de interés dentro de las líneas de propiedad de la Escuela Farragut sin tener que desplazarse. La Figura 47 presenta la ubicación del observador, el cruce peatonal en la Calle McKinley y el área de la escuela.



Figura 47. Ubicación del Observador en la Escuela Barreto

La conducta peatonal en el cruce marcado de la Calle McKinley fue observada durante un (1) día por 75 minutos, desde las 2:30 PM hasta las 3:45 PM. La observación fue realizada el 29 de agosto de 2008. El período de observación se determinó de acuerdo al horario de salida de los estudiantes (2:30 PM). Durante el período de observación también se observaron los movimientos de peatones no escolares.

Para recopilar los datos de las observaciones se utilizó la planilla diseñada en el formulario de inspección, la cual se muestra en la Figura 18. La planilla es la misma que se utilizó para la Escuela Barreto. Esta fue diseñada para registrar las observaciones de la conducta peatonal al cruzar la vía, dependiendo del tipo de peatón (escolares y no escolares) y el género del peatón. Para realizar las observaciones se utilizó un cronómetro para contar los movimientos en lapsos de cinco (5) minutos. La anotación de cada observación se realizó de la misma forma utilizada en la Escuela Barreto.

6.4 Datos Recolectados Durante Observaciones Peatonales

La siguiente sección presenta los datos recopilados en los estudios de observación del comportamiento peatonal en los cruces. La Tabla 6 presenta los datos recopilados el 2 de septiembre del 2008 en la Escuela Manuel A. Barreto. La Tabla 7 presenta los datos recopilados el 29 de agosto del 2008 en la Escuela David G. Farragut.

La Tabla 8 presenta los datos recopilados durante los seis días de observación en la Escuela Vocacional Pedro Perea Fajardo. Las Tablas 9 y 10 muestran los datos acumulados por día para los peatones escolares y no escolares, respectivamente, durante los seis días de observación.

Tabla 6. Observación Peatonal Escuela Manuel A. Barreto

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES				
	Usa Cruce Peatonal		No Usa Cruce Peatonal		Total
	M	F	M	F	
5			8	7	15
10		1	7	3	11
15			8	3	11
20		2	5	4	11
25			1	3	4
30	1		3	2	6
35			7		7
40			1	2	3
45			2	2	4
50			3	2	5
55				3	3
60			1	1	2
65				1	1
70		1	2		3
75			1	1	2
Totales	1	4	49	34	88
Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES				
	Usa Cruce Peatonal		No Usa Cruce Peatonal		Total
	M	F	M	F	
5			1		1
10			1	1	2
15					0
20	1				1
25			2		2
30			1	2	3
35			1		1
40		1			1
45			2		2
50				1	1
55			1		1
60			2		2
65				1	1
70				1	1
75				1	1
Totales	1	1	11	7	20

Tabla 7. Observación Peatonal Escuela David G. Farragut

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES				
	Usa Cruce Peatonal		No Usa Cruce Peatonal		Total
	M	F	M	F	
5	1		7	5	13
10		2	8	6	16
15	1	2	9	8	20
20		3	7	5	15
25	1		3	6	10
30			5	2	7
35		1		2	3
40	2		1		3
45		2		1	3
50					0
55				2	2
60			1		1
65				1	1
70					0
75					0
Totales	5	10	41	38	94
Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES				
	Usa Cruce Peatonal		No Usa Cruce Peatonal		Total
	M	F	M	F	
5			2	1	3
10	1		3	1	5
15		1	2	2	5
20			3	2	5
25			2	2	4
30				1	1
35			1		1
40		1		1	2
45				1	1
50			4		4
55			2	1	3
60					0
65			2		2
70					0
75					0
Totales	1	2	21	12	36

Tabla 8. Observación Peatonal Escuela Vocacional

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES						
	Usa Cruce Peatonal				No Usa Cruce Peatonal		Total
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
5	6	3	4	2	30	13	58
10	4	4	4	2	23	15	52
15	5	3	9	1	29	10	57
20	4	6	6	1	47	14	78
25	5	3	5	2	37	15	67
30	6	1	5	2	43	17	74
35	7	5	3	2	45	15	77
40	5	5	3	1	46	22	82
45	3	2	5	1	31	13	55
50	2	5	3	3	26	8	47
55	5	2	4	2	20	9	42
60	3	1	3	2	20	9	38
65	2	3	3	1	16	9	34
70	2	4	1	0	18	7	32
75	1	2	1	0	11	5	20
Totales	60	49	59	22	442	181	813
Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES						
	Usa Cruce Peatonal				No Usa Cruce Peatonal		Total
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
5	4	6	4	1	1	1	17
10	2	10	6	0	4	5	27
15	6	10	1	9	5	0	31
20	7	10	7	1	2	6	33
25	16	9	3	4	2	2	36
30	11	13	11	3	4	2	44
35	5	5	11	4	9	4	38
40	7	5	8	5	7	3	35
45	6	10	10	5	0	3	34
50	9	5	5	9	2	2	32
55	6	10	9	7	8	5	45
60	4	4	4	3	11	2	28
65	9	4	4	2	2	2	23
70	4	5	4	0	7	5	25
75	1	10	5	1	2	0	19
Totales	97	116	92	54	66	42	467

Tabla 9. Observación Peatonal Diaria Escuela Vocacional (Peatones Escolares)

Día	PEATONES ESCOLARES						
	Usa Cruce Peatonal				No Usa Cruce Peatonal		Total
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
1	9	7	10	3	82	25	136
2	13	8	8	4	79	31	143
3	12	7	13	4	68	33	137
4	12	9	9	3	72	28	133
5	8	12	12	6	69	30	137
6	6	6	7	2	72	34	127
Totales	60	49	59	22	442	181	813

Tabla 10. Observación Peatonal Diaria Escuela Vocacional (Peatones No Escolares)

Día	PEATONES NO ESCOLARES						
	Usa Cruce Peatonal				No Usa Cruce Peatonal		Total
	cruza en verde		cruza en rojo				
	M	F	M	F	M	F	
1	15	27	19	7	12	12	92
2	8	7	9	4	4	2	34
3	18	10	18	14	15	8	83
4	29	36	14	9	20	8	116
5	17	22	15	9	8	5	76
6	10	14	17	11	7	7	66
Totales	97	116	92	54	66	42	467

6.5 Análisis del Comportamiento Peatonal

Para analizar el comportamiento de peatones escolares y no escolares por género en las zonas escolares se hicieron observaciones de la conducta al cruzar la vía. Estos datos se analizaron para identificar contrastes en la conducta al cruzar entre los dos tipos de peatón y por su género. Estas comparaciones permiten estudiar estadísticamente cuatro (4) sub-poblaciones:

- Peatones Escolares Hombres
- Peatones No Escolares Hombres
- Peatones Escolares Mujeres
- Peatones No Escolares Mujeres

Se realizaron pruebas de hipótesis de proporciones de dos poblaciones para comparar y verificar si existen diferencias significativas entre las proporciones de las conductas observadas de las sub-poblaciones formadas por los peatones escolares y los no escolares. Las conductas observadas son variables aleatorias binomiales independientes. Si los tamaños de las sub-poblaciones son suficientemente grandes, la siguiente estadística tiene una distribución que es aproximadamente normal estándar [Mannering, 2003].

Las hipótesis nula y alternativa son las siguientes:

$$H_o : P_1 - P_2 = 0 \quad (2)$$

$$H_1 : P_1 - P_2 \neq 0 \quad (3)$$

Se especifica el nivel de significación de α y se determina el valor crítico de Z .

Bajo la hipótesis nula, se tiene que la prueba de hipótesis para diferencias entre dos proporciones y se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación (Ec. 4)

$$Z = \frac{(P_1 - P_2) - 0}{\sqrt{\hat{P}(1 - \hat{P}) \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad (4)$$

donde $P_1 = \frac{x_1}{n_1}$ es la proporción de la conducta observada en la sub-población 1, $P_2 = \frac{x_2}{n_2}$ es la

proporción en la sub-población 2 y $\hat{P}$ es el promedio ponderado de las proporciones de las sub-

poblaciones P_1 y P_2 . Se calcula como:
$$\hat{P} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} \quad (5)$$

Se rechaza la hipótesis nula: $H_o : P_1 - P_2 = 0$ si $Z > Z_{\alpha/2}$ o si $Z < -Z_{\alpha/2}$ para la prueba de dos colas. Si $-Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$ no existe evidencia en los datos de que haya diferencia entre las poblaciones para un nivel de confianza de $1 - \alpha$. Para un nivel de confianza del 95% el Z crítico ($Z_{1-\alpha/2} = Z_{0.975}$) es igual a 1.96.

6.5.1 Escuela Manuel A. Barreto

En la Tabla 6 se presenta los resultados de 108 observaciones realizadas el 2 de septiembre de 2008 en el cruce peatonal de la Calle Pilar Defillo ubicado frente al acceso peatonal de la escuela, durante un periodo de 75 minutos, comprendido entre las 2:30 PM y las 3:45 PM. La composición peatonal por género para los peatones escolares y no escolares se muestra en la Figura 48.

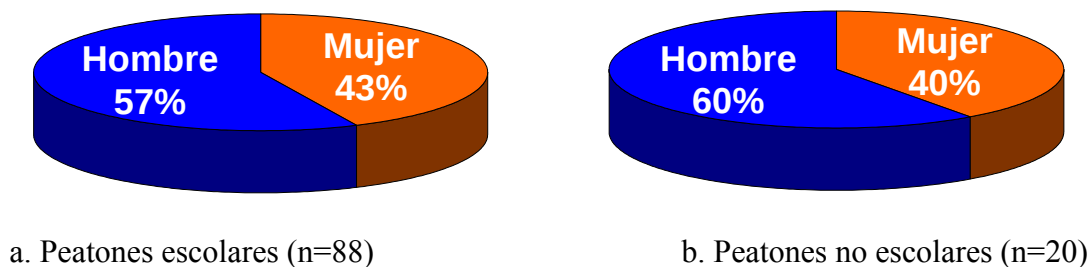


Figura 48. Composición por Género de Peatones Observados en Escuela Barreto

La conducta de los peatones al cruzar la vía muestra un comportamiento común de no usar el cruce peatonal marcado, conducta que es similar entre escolares y no escolares. La

Figura 49 demuestra que la mayoría de los peatones cometen esta infracción. La Figura 50 muestra los porcentajes de peatones por categorías que no usan el cruce peatonal. Se encontró que no existen diferencias significativas en la conducta observada por género ni por tipo de peatón (escolares vs. no escolares), aunque se observa una tendencia de que los peatones hombres son más propensos a cometer la conducta indicada. Los porcentajes no suman el 100% porque las cantidades relativas mostradas se calcularon independientemente para las cuatro (4) sub-poblaciones.

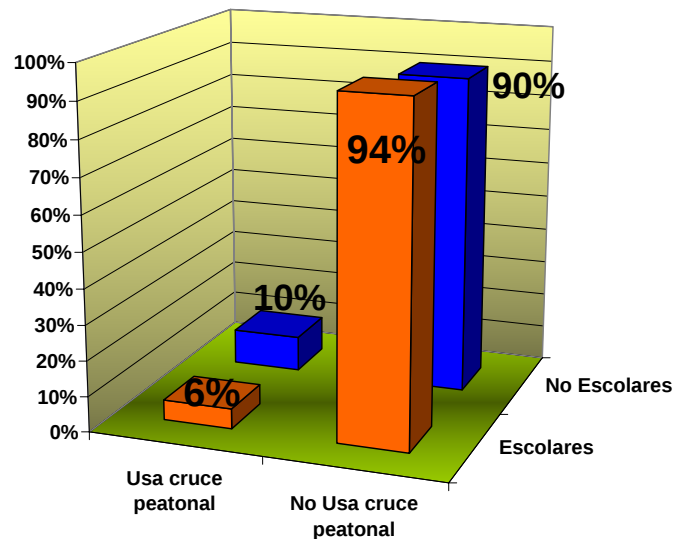


Figura 49. Comportamiento Peatonal en Escuela Manuel A. Barreto

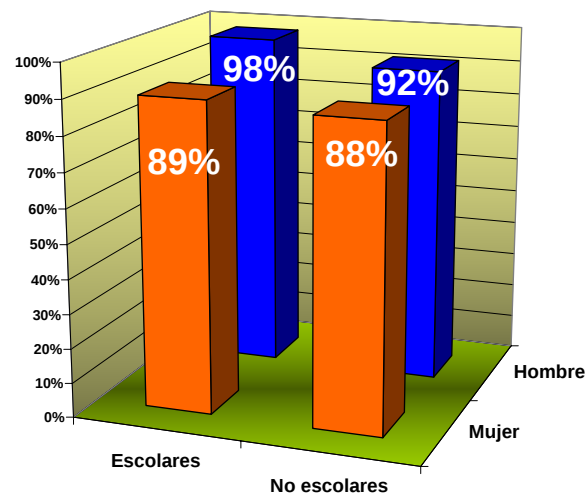


Figura 50. Distribución de Peatones que no Usan el Cruce Peatonal en Escuela Manuel A. Barreto

Pruebas estadísticas de hipótesis comparando las proporciones de las conductas observadas en esta escuela fueron realizadas y no se encontraron diferencias significativas entre las sub-poblaciones. El valor más alto de Z con un nivel de confianza del 95% fue de 0.205 en la comparación de Escolares y No Escolares sobre el uso del cruce peatonal.

6.5.2 Escuela David G. Farragut

El 29 de agosto de 2008 se realizaron 130 observaciones en el cruce peatonal ubicado en la Calle McKinley frente al acceso peatonal de la Escuela David G. Farragut, en un período de 75 minutos comprendido entre las 2:30 PM y las 3:45 PM. La Tabla 7 presenta los datos recopilados. La composición peatonal por género para los peatones escolares y no escolares se muestra en la Figura 51.

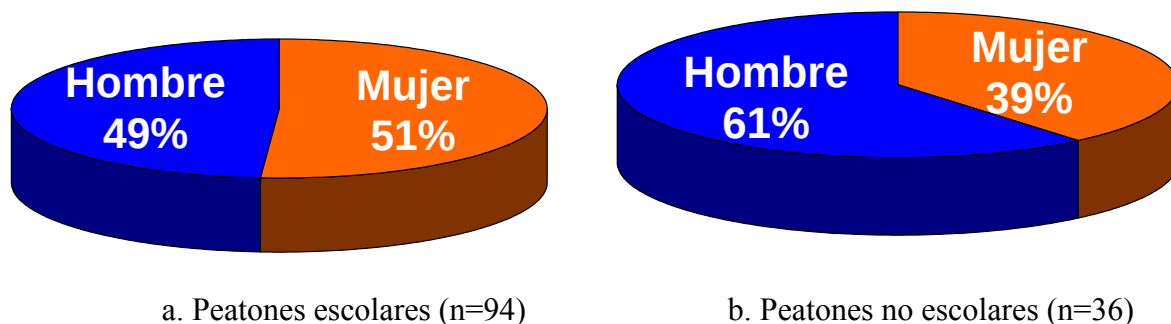


Figura 51. Composición por Género de Peatones Observados en Escuela en David G. Farragut

La Figura 52 presenta los porcentajes de los peatones observados al cruzar la vía en la Escuela Farragut. El patrón observado en esta escuela de no utilizar el cruce peatonal es similar a la conducta observada en la Escuela Manuel A. Barreto. La Figura 53 muestra los porcentajes de peatones por categorías que no usan el cruce peatonal. Los datos muestran que no existen diferencias significativas en la conducta peatonal por concepto de género ni por tipo de peatón.

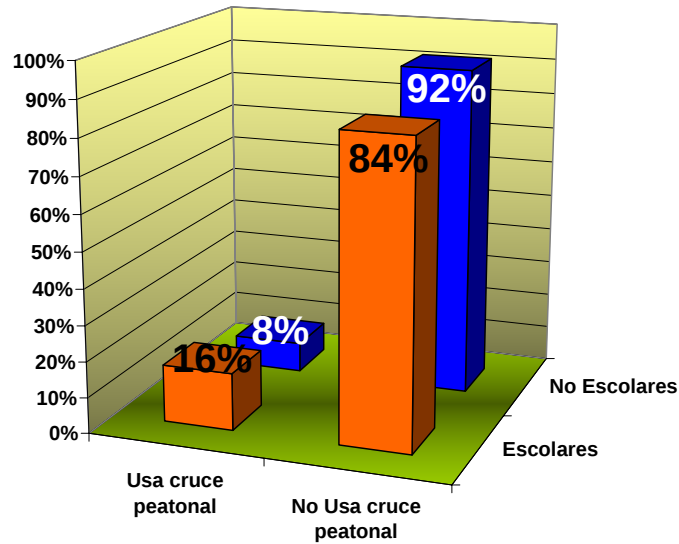


Figura 52. Comportamiento Peatonal en Escuela Farragut

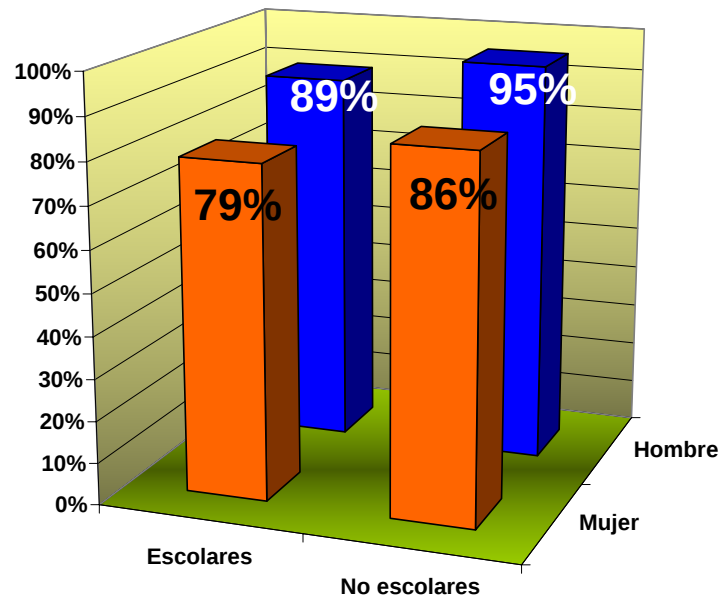


Figura 53. Distribución de Peatones que No Usan el Cruce en Escuela Farragut

Se realizaron pruebas estadísticas de hipótesis para comparar las proporciones del comportamiento y se encontró que las diferencias entre sub-poblaciones no son significativas y el valor más alto de Z con una confiabilidad del 95% fue 0.843. Al analizar la conducta de los

peatones en el uso del cruce peatonal el resultado es similar al obtenido para la Escuela Manuel A. Barreto, aunque se observa una conducta contraria por tipo de peatón entre las dos escuelas; en la Escuela Farragut hay una tendencia de que los peatones no escolares son mas propensos a no usar el cruce y en la Escuela Barreto se da el caso contrario.

El análisis de los datos demuestra que las conductas peatonales en las Escuelas Manuel A. Barreto y David G. Farragut son semejantes, lo cual es consecuente con la afinidad que tienen las dos escuelas en sus características de infraestructura peatonal y en la forma en que son recogidos los estudiantes de la escuela. La mayoría de los estudiantes se transportan en automóviles privados que se estacionan a lado y lado de las calles ubicadas frente a la puerta de acceso peatonal de cada escuela, generándose un flujo peatonal desordenado donde los peatones cruzan sin usar el paso peatonal y lo hacen en el sitio más cercano a donde se estaciona su vehículo.

Esta conducta es permitida por las escuelas y por los padres de familia, lo que no facilita hacer un análisis sobre el comportamiento peatonal en estas escuelas, donde los escolares al contar con la anuencia de sus superiores, no necesitan aplicar las normas peatonales. El paso peatonal solo es usado si está en la ruta directa del peatón y la vía se convierte prácticamente en una zona de estacionamiento a la hora de salida de los estudiantes.

Una solución a este caos peatonal escolar es implementar el uso de guardias peatonales en las escuelas para organizar el flujo peatonal y vehicular en la cercanía a los cruces peatonales durante los horarios de entrada y salida de los estudiantes. Una estrategia adicional es permitir el estacionamiento diagonal de los vehículos en el lado de la calle que colinda con la acera en cada escuela, demarcándolo como zona de estacionamiento escolar e instalar reductores de velocidad.

Por lo anterior, teniendo en cuenta que en las escuelas Manuel A. Barreto y David G. Farragut la conducta peatonal depende de la forma en que son recogidos los estudiantes, se decidió enfocar el análisis de las conductas peatonales en la Escuela Vocacional. Las condiciones de esta zona permiten que el peatón decida como va a cruzar la intersección de la carretera PR-2 con la calle San Juan.

6.5.3 Escuela Vocacional Dr. Pedro Perea Fajardo

En esta escuela se realizaron 1,280 observaciones en la intersección de la carretera PR-2 con la Calle San Juan, del 25 al 29 agosto y el 2 de septiembre de 2008. Todas las observaciones se realizaron en períodos diarios de 75 minutos, comprendidos entre las 10:30 AM y las 11:45 AM. Los datos registrados en esta escuela se presentan en la Tabla 8. La Tabla 11 muestra un flujo promedio de 1.8 peatones escolares por minuto y de 1.0 peatones no escolares por minuto.

Tabla 11. Flujo Peatonal en Periodos de 5 minutos Escuela Vocacional

Flujo Peatonal - Seis días de observación				
	Escolares		No Escolares	
Tiempo min.	Cantidad	Peatón / min.	Cantidad	Peatón / min.
5	58	1.93	17	0.57
10	52	1.73	27	0.90
15	57	1.90	31	1.03
20	78	2.60	33	1.10
25	67	2.23	36	1.20
30	74	2.47	44	1.47
35	77	2.57	38	1.27
40	82	2.73	35	1.17
45	55	1.83	34	1.13
50	47	1.57	32	1.07
55	42	1.40	45	1.50
60	38	1.27	28	0.93
65	34	1.13	23	0.77
70	32	1.07	25	0.83
75	20	0.67	19	0.63
Promedio		1.8		1.0

La Figura 54 muestra que el flujo peatonal de escolares tiene una variación mayor que el de peatones no escolares y alcanza sus picos más altos entre el minuto 20 y 40 de la observación que corresponden a las 10:50 AM y 11:10 AM, periodo de 20 minutos en que los estudiantes se dirigen masivamente al centro comercial “Mayagüez Town Center” para almorzar. El flujo de peatones no escolares es menor y muestra variaciones más leves, alcanzando sus picos más altos a las 11:00 AM y a las 11:25 AM y el flujo menor a las 10:30 AM. La Figura 55 demuestra el flujo promedio diario de peatones escolares y no escolares.

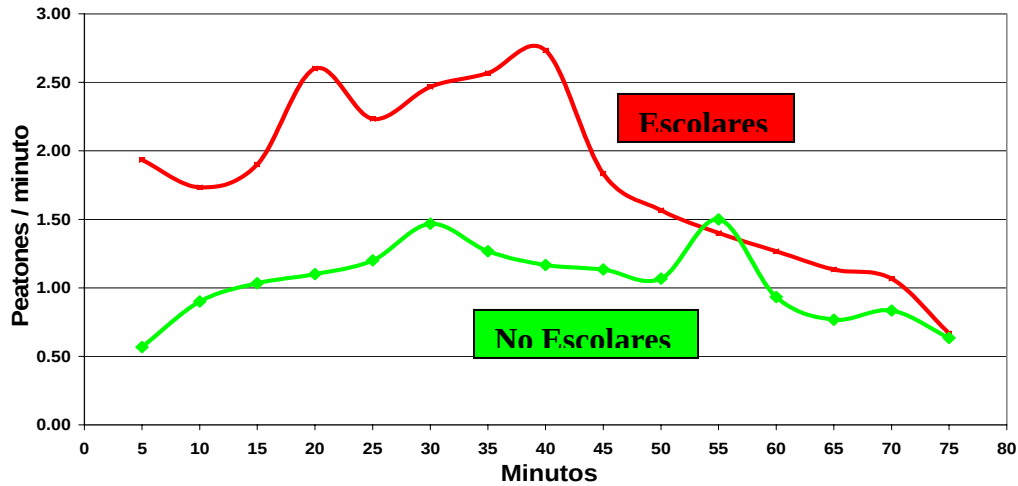


Figura 54. Flujo de Peatones Escolares y no Escolares en Periodos de 5 Minutos en Escuela Vocacional

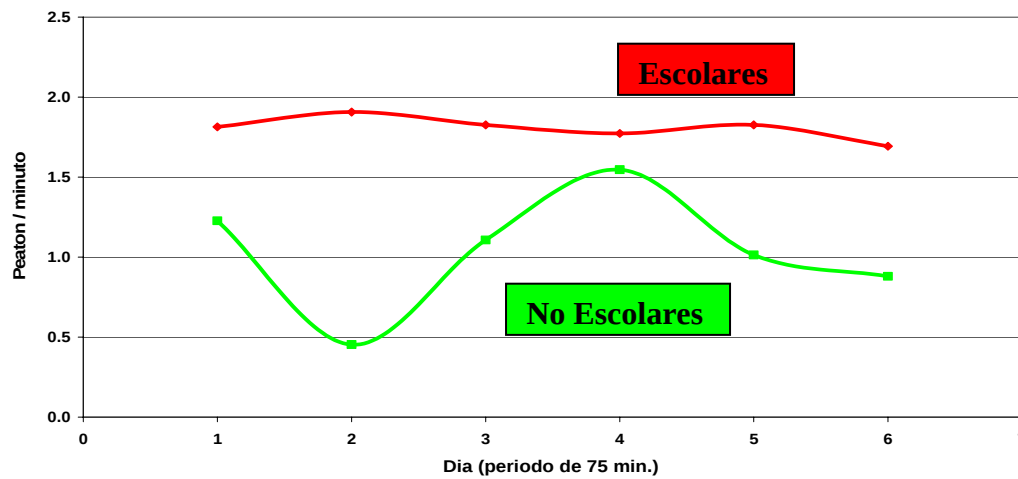


Figura 55. Flujo Promedio Diario de Peatones Escolares y no Escolares en Escuela Vocacional

En el flujo peatonal por día se observa una variación alta en peatones no escolares, causada por la mayor desviación de los días 2 y 4. El flujo diario de los peatones escolares presenta una leve varianza con una tendencia casi horizontal, indicando un flujo peatonal similar por día en el período de observación.

Del total de 1,280 observaciones, 813 observaciones corresponden a peatones escolares y 467 a peatones no escolares. La Figura 56 presenta la composición peatonal relativa. La mayoría

de los peatones son escolares, lo cual es consistente con la hora en que se realizaron las observaciones y que corresponde al período en que los escolares se dirigen al centro comercial “Mayagüez Town Center” para almorzar.

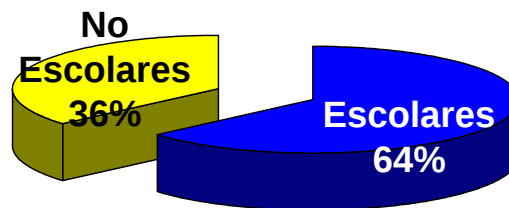
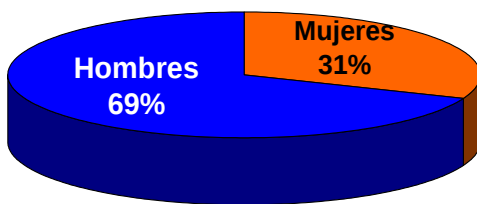
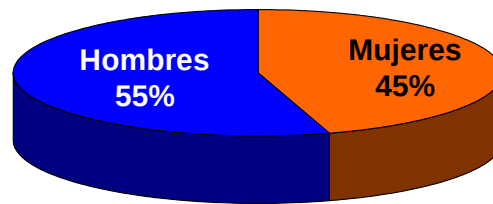


Figura 56. Composición Peatonal de Observaciones en Escuela Vocacional

La composición peatonal por género para los peatones escolares y no escolares se muestra en la Figura 57. La composición por género en peatones escolares difiere de los no escolares y está en concordancia con la composición por género de la Escuela Vocacional, donde se observa una mayoría de estudiantes hombres.



a. Peatones escolares (n=813)



b. Peatones no escolares (n=467)

Figura 57. Composición por Género de Peatones Observados en Escuela Vocacional

En la decisión de usar el cruce peatonal, los peatones escolares muestran un comportamiento contrario al de los peatones no escolares, como lo muestra la Figura 58. Mientras el 76.6% de los peatones escolares **no usan el cruce peatonal**, el 76.9% de los peatones no escolares **usan el cruce peatonal**. La diferencia entre los peatones escolares y no escolares en la escuela vocacional es la ubicación de su lugar de procedencia versus su destino y por lo tanto

los escolares utilizan la ruta más corta desde la escuela al centro comercial “Town Center”.

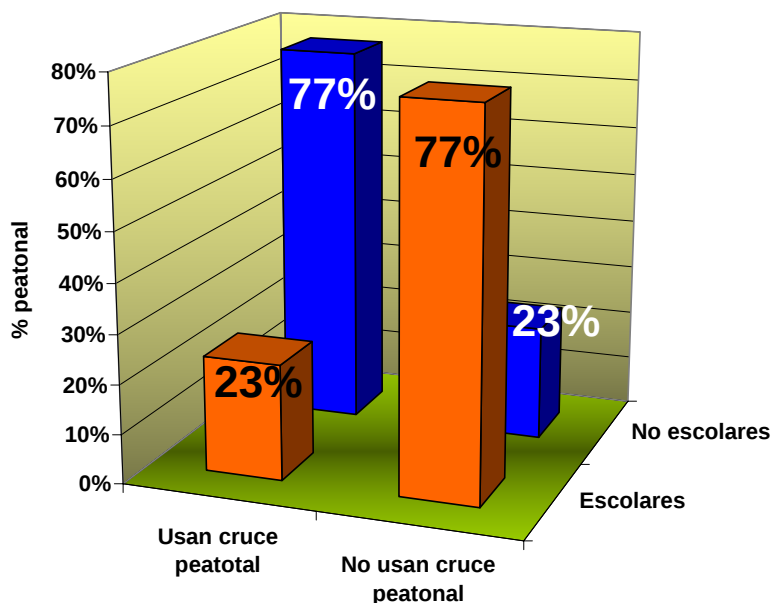


Figura 58. Comportamiento Peatonal al Cruzar la Intersección en Escuela Vocacional

Al analizar el comportamiento anterior por género se encontraron diferencias representativas. La Figura 59 muestra que el 79% de los peatones escolares hombres y el 72% de los peatones escolares mujeres **no usan el cruce peatonal**, mostrando una diferencia de infracción de 10% por parte de los hombres. Estos son resultados de cálculos relativos sobre cantidades relativas (Ec. 6) lo que ayuda a visualizar el contraste entre hombres y mujeres. En los peatones no escolares los hombres muestran una mayor diferencia de infracción (30%) al no usar el cruce peatonal, respecto a las mujeres. La diferencia de infracción se calculó usando la siguiente ecuación:

$$\text{Diferencia de Infracción (DI)} = \frac{P_1 \% - P_2 \%}{P_2 \%} * 100\% \quad (6)$$

donde P_1 es el valor de la proporción de la subpoblación 1 y P_2 es el valor de la subpoblación 2.

El resultado de la prueba estadística de hipótesis, con un nivel de confianza del 95%, nos muestra diferencias significativas en la comparación de las proporciones de peatones que no usan el cruce peatonal, entre mujeres escolares y mujeres no escolares con un $Z = 11.079$ y entre hombres escolares y hombres no escolares con un $Z = 14.374$.

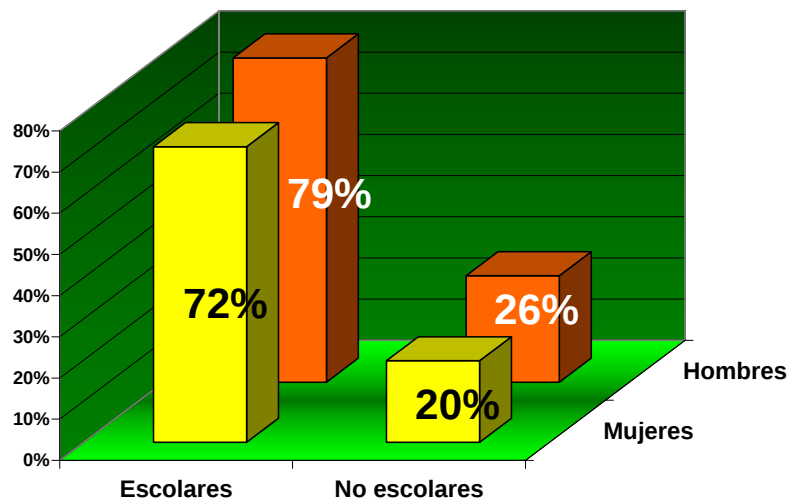


Figura 59. Peatones por Género que no Usan el Cruce Peatonal en Escuela Vocacional

En la observación de los peatones que usan el cruce marcado, se diferencia si los peatones cruzan durante la fase de rojo o verde peatonal. Al analizar estas conductas se observa un comportamiento similar entre escolares y no escolares, como se muestra en la Figura 60. Con un nivel de confianza del 95% y con un $Z = 0.353$, la prueba estadística de hipótesis muestra que no existe una diferencia significativa entre las proporciones de escolares y no escolares en estas conductas.

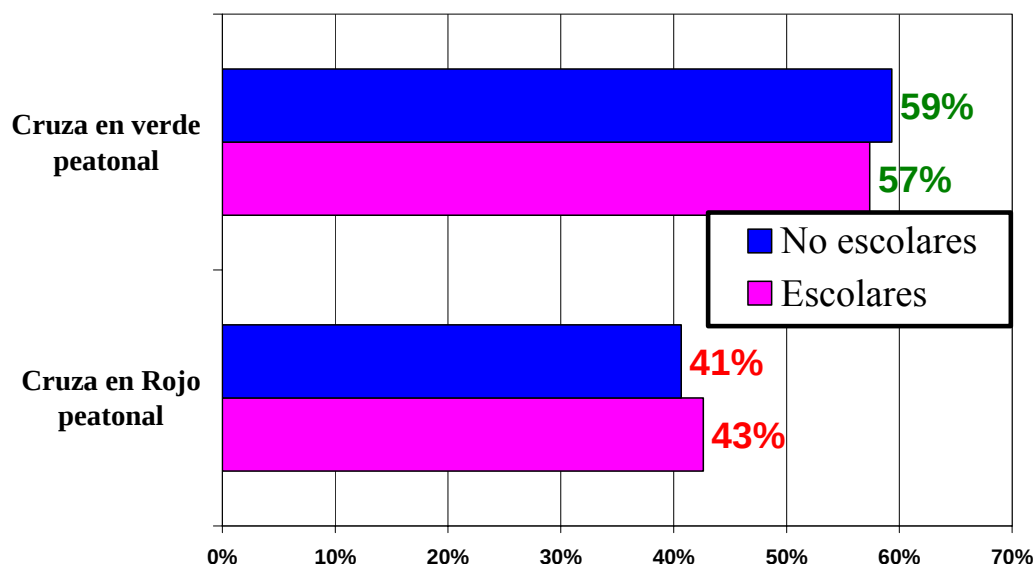


Figura 60. Comportamiento en el Uso del Cruce Peatonal en Escuela Vocacional

En el uso del cruce peatonal se evalúa cuantos peatones cruzan con el paso a favor. La Figura 61 muestra los porcentajes de las sub-poblaciones durante la fase de rojo peatonal. Los hombres peatones escolares y no escolares cruzan durante la fase de rojo peatonal en una diferencia de infracción mucho mayor que las mujeres, 22% y 44%, respectivamente.

Al comparar las proporciones de peatones escolares con no escolares y por género de peatones que cruzan durante la fase de rojo peatonal, los resultados de la prueba estadística de hipótesis con un nivel de confianza del 95% muestran diferencias significativas entre mujeres escolares y mujeres no escolares con un $Z = 4.728$ y entre hombres escolares y hombres no escolares con un $Z = 8.618$.

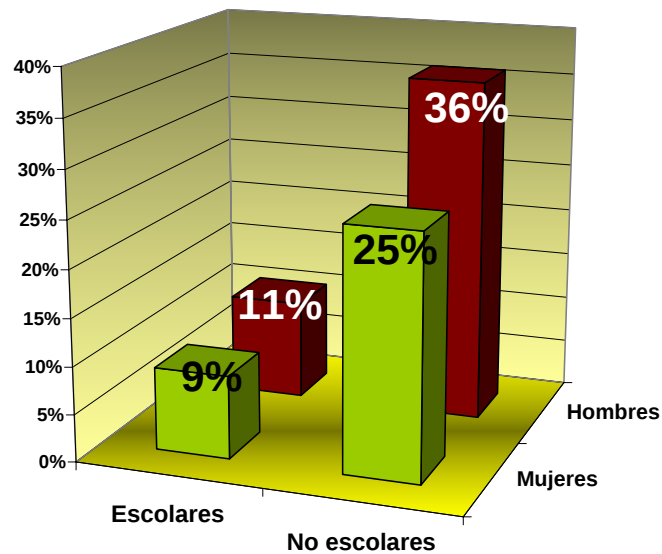


Figura 61. Peatones por Género que Cruzan en Rojo Peatonal en Escuela Vocacional

La Figura 62 presenta los porcentajes de las sub-poblaciones que realizan el cruce incorrecto, que incluye ambas conductas infractoras, que son: cruzar durante la fase rojo peatonal y no usar el cruce peatonal. Los resultados demuestran como los peatones escolares hombres realizan cruces incorrectos en una proporción mayor (DI=10%) a las mujeres escolares y en los peatones hombres no escolares (DI=38%). En los peatones escolares las diferencias por género en el comportamiento al cruzar la vía son pequeñas, mientras que en los peatones no escolares, los hombres muestran una conducta infractora mucho mayor que las mujeres.

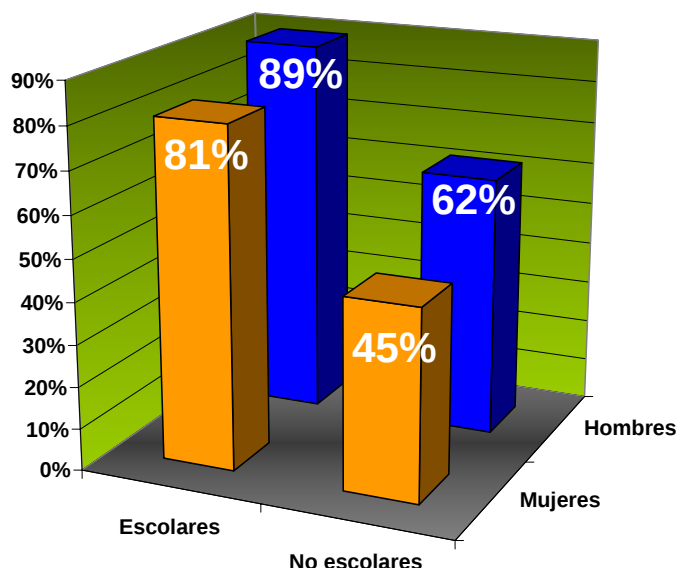


Figura 62. Peatones por Género que Realizan Cruces Incorrectos en Escuela Vocacional

La comparación entre peatones escolares y no escolares por género, en el cruce incorrecto de la vía, muestra diferencias significativas con una confiabilidad del 95% en las pruebas estadísticas de hipótesis (mujeres escolares vs. mujeres no escolares con un $Z = 7.811$ y hombres escolares vs. hombres no escolares con un $Z = 9.088$). En general, se encontró que los peatones escolares, son más infractores al cruzar la vía, que los peatones no escolares, conducta que se exhibe en ambos géneros.

6.6 Análisis de los Datos Recolectados en Encuestas

Para complementar los análisis de las observaciones sobre las conductas peatonales se realizaron encuestas a los peatones infractores, los cuales son aquellos que cruzaron en rojo peatonal o en sitios diferentes al cruce peatonal marcado en la intersección. Las respuestas de las dos (2) encuestas realizadas a los peatones infractores en la intersección de la Carretera PR-2 con

la Calle San Juan se recopilaron en las planillas que se diseñaron y explicaron en la Sección 6.1.2.

La Encuesta 1 *¿Por qué Cruzó en Rojo Peatonal?* se realizó durante los días 4, 5 y 8 de septiembre de 2008 a 115 peatones que cruzaron durante la fase de rojo peatonal. Estos peatones se diferenciaron por género (Hombre vs. Mujer) y tipo de peatón (Escolar vs. No Escolar). Las encuestas se realizaron durante 75 minutos, entre las 10:30 AM y las 11:45 AM, el cual es el mismo horario utilizado para las observaciones del comportamiento peatonal. De los 115 peatones encuestados, 41 son escolares y 74 son no escolares. La Figura 63 presenta la distribución de la muestra de peatones encuestados.

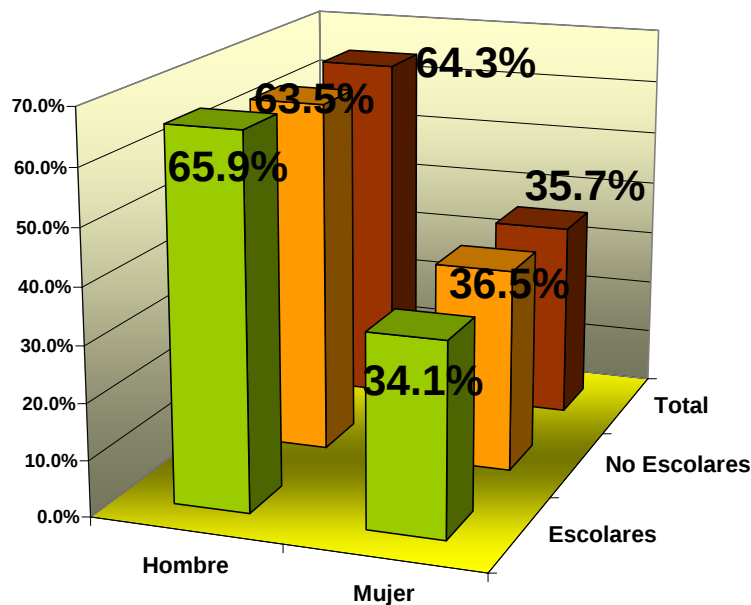


Figura 63. Composición Peatonal en Encuesta 1

La Tabla 12 contiene los totales de las categorías de respuestas que se obtuvieron en las encuestas. Aquellas respuestas similares a las provistas en la planilla se consolidaron:

- **Tenía prisa:** a “tengo una cita”, “no tengo tiempo”, “no puedo esperar”

- **Estaba distraído:** a “No me di cuenta”.
- **No venían autos:** a “No venía nada”, “el auto venía muy lejos”.
- **Otras:** a “¿Usted quién es?”, “ese es mi problema”, otras no clasificables.

Tabla 12. Respuestas a la Encuesta 1

Respuesta	Escolares			No escolares		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
“Tenía Prisa”	3	1	4	10	5	15
“Estaba distraído”	3	3	6	4	2	6
“No venía carro”	9	5	14	25	12	37
No sabe, no contesta	8	3	11	5	4	9
Otra	4	2	6	3	4	7
Totales	27	14	41	47	27	74

Las respuestas de la encuesta 1 se clasificaron en las siguientes categorías:

- *Tenía Prisa: Actitud arriesgada por prisa del peatón*
- *Estaba distraído: Distracción del peatón*
- *No venía carro: Sobreconfianza del peatón*

La Figura 64 muestra los porcentajes de las categorías de respuestas obtenidas de los peatones encuestados.

¿ Porqué Cruzó en rojo peatonal ?

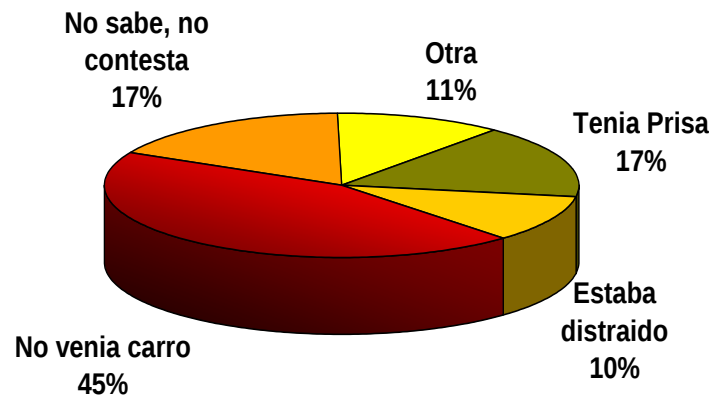


Figura 64. Composición de Respuestas de Encuesta 1

La Figura 64 muestra como la respuesta más utilizada al cuestionamiento por cometer la infracción de cruzar en rojo peatonal es: **“No venia carro”**, seguida por: **“Tenía prisa”** y **No sabe o no contesta**. Estas explicaciones muestran el poco compromiso que poseen los peatones con las normas peatonales y su seguridad. Un posible raciocinio que explicaría esta conducta es: ***¿Si no viene un vehículo, para que espero para tener paso libre peatonal?***

La Figura 65 demuestra el contraste de las respuestas obtenidas entre peatones escolares y no escolares. Tanto en peatones escolares como no escolares la respuesta más utilizada es: **“No venía carro”**, pero los peatones no escolares superan a los peatones escolares al utilizar esa respuesta en una proporción del 47% y en la respuesta: **“Tenía prisa”**, en una proporción del 107%. Los peatones escolares prefieren no contestar, decir que no saben o que estaban distraídos y dar otras respuestas no clasificables.

En la respuesta más utilizada **“No venia carro”**, no se demuestra una diferencia significativa entre escolares y no escolares, con un valor de $Z = 1.443$, al realizarle la prueba estadística de hipótesis, con un nivel de confianza del 95%.

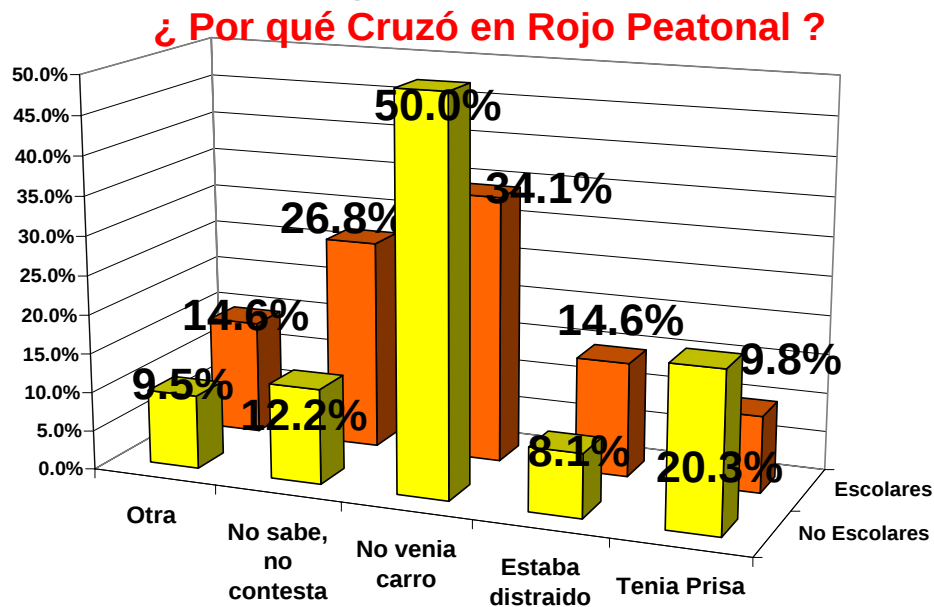
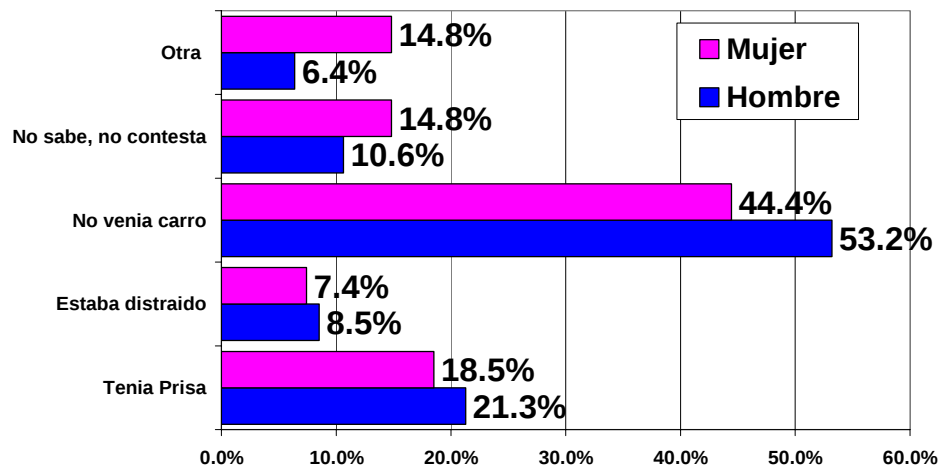
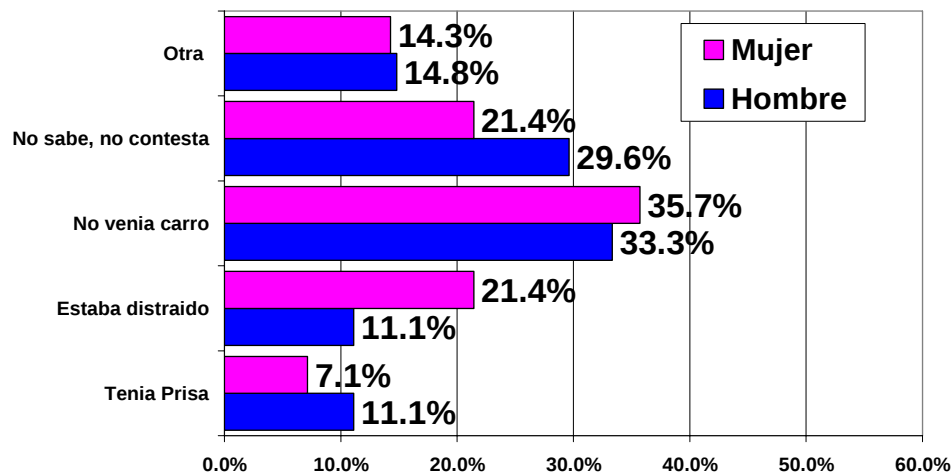


Figura 65. Respuestas por Tipo de Peatón en Encuesta 1

La Figura 66 presenta la comparación de las respuestas ofrecidas por género, donde se observan diferencias significativas. De los peatones que respondieron: **“No venía carro”**, en el caso de no escolares, los hombres utilizan más esa respuesta que las mujeres, mientras que los peatones escolares se da el caso contrario. En la prueba estadística de hipótesis, con una confiabilidad del 95% un valor de $Z = 0.483$, al comparar las proporciones de la respuesta **“No venía carro”** en hombres no escolares con mujeres no escolares se encontró que no hay una diferencia significativa. El mayor contraste por género se encontró en peatones escolares en la respuesta: **“Estaba distraído”**, donde las mujeres superan ampliamente a los hombres, en una proporción del 93%.



a. Peatones no escolares



b. Peatones escolares

Figura 6. Respuestas por Género y por Tipo de Peatón en Encuesta 1

La Encuesta 2 *¿Por qué No Usó el Cruce Peatonal?* se realizó los días 9 y 10 de septiembre de 2008 en el acceso opuesto al cruce peatonal de la intersección de la Carretera PR-2 con la Calle San Juan. Se encuestaron 242 peatones que no utilizaron el cruce peatonal, teniendo en cuenta el género (Hombre vs. Mujer) y el tipo de peatón (Escolar vs. No Escolar). Las encuestas se realizaron entre las 10:30 AM y las 11:45 AM, el cual es el mismo horario utilizado

para las observaciones del comportamiento peatonal. De los 242 peatones encuestados, 204 son escolares y 38 son no escolares. La Figura 67 presenta la distribución de la muestra de peatones encuestados.

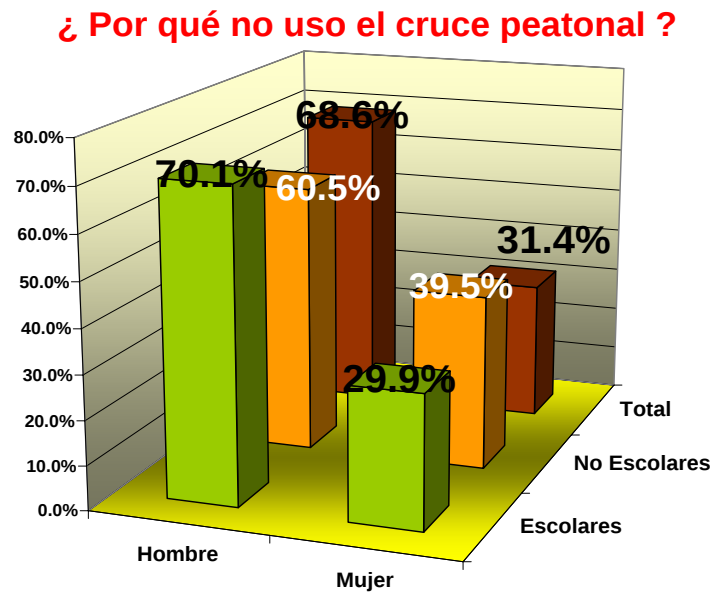


Figura 67. Composición Pevalonal en Encuesta 2

La Tabla 13 contiene los totales de las categorías de respuestas que se obtuvieron en las encuestas. Aquellas respuestas similares a las provistas en la planilla se consolidaron:

- **“No vio el otro cruce”:** a “¿Donde está?”
- **Esta ruta es más corta:** a “Por aquí camino menos”, “esa vuelta es muy larga”.
- **Los conductores no respetan el cruce:** a “los autos no paran ahí”, “los autos paran sobre el cruce peatonal”.
- **Otra:** a “¿Para qué quiere saber?”, “¿me va a multar?” y otras no clasificables.

Tabla 13. Respuestas a la Encuesta 2

Respuesta	Escolares			No escolares		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
“No lo vi”	14	7	21	1	2	3
“Esta ruta es más corta”	110	43	153	8	3	11
“Conductores no respetan el cruce”	3	0	3	10	8	18
No sabe, no contesta	10	5	15	2	1	3
Otra	6	6	12	2	1	3
Totales	143	61	204	23	15	38

Las respuestas de la encuesta 2 se clasificaron en las siguientes categorías:

- *No lo vi: Falta de conocimiento de la intersección*
- *Esta ruta es más corta: Conveniencia del peatón por caminar menos*
- *Los conductores no respetan el cruce: Actitud evasiva del peatón para justificar su conducta.*

La Figura 68 muestra los porcentajes de las categorías de respuestas obtenidas de los peatones encuestados. La respuesta más utilizada por los peatones al cuestionamiento por cometer la infracción de cruzar en un sitio diferente al cruce peatonal es: ***Esta ruta es más corta***, seguida por: ***“No lo vi”*** y ***“Los conductores no respetan el cruce”***. Un posible raciocinio que explicaría esta conducta, es: ***“Prefiero arriesgarme, que caminar más”***.

¿ Por qué no uso el cruce peatonal ?

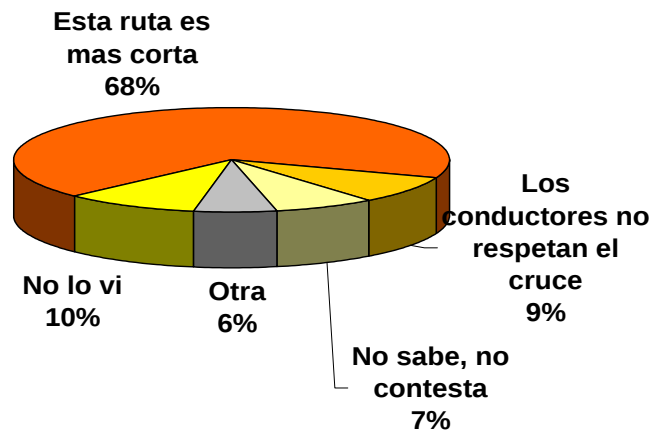


Figura 68. Distribución de Respuestas de Encuesta 2

La Figura 69 demuestra el contraste de las respuestas obtenidas entre peatones escolares y no escolares. La mayoría de los peatones escolares respondió: ***“Esta ruta es más corta”***, y la mayoría de los peatones no escolares contestó: ***“Los conductores no respetan el cruce”***. Esta última respuesta los peatones escolares no la utilizan frecuentemente para justificarse. Esto podría significar que los peatones escolares son más espontáneos al responder y los no escolares buscan una respuesta más elaborada. En las otras respuestas no se observan contrastes representativos entre escolares y no escolares.

A las respuestas: ***“Esta ruta es más corta”*** y ***“Los conductores no respetan el cruce”***, se les realizó una prueba estadística de hipótesis, con un nivel de confianza del 95%, comparando las proporciones de las respuestas de los peatones escolares y no escolares. Este análisis demostró que existen diferencias significativas, con un $Z = 5.388$ entre escolares y no escolares que respondieron ***“Esta ruta es más corta”*** y con un $Z = 8.914$ entre escolares y no escolares que respondieron ***“Los conductores no respetan el cruce”***.

Las otras respuestas tienen una participación pequeña y no muestran diferencias representativas por tipo de peatón (Escolares vs. No Escolares).

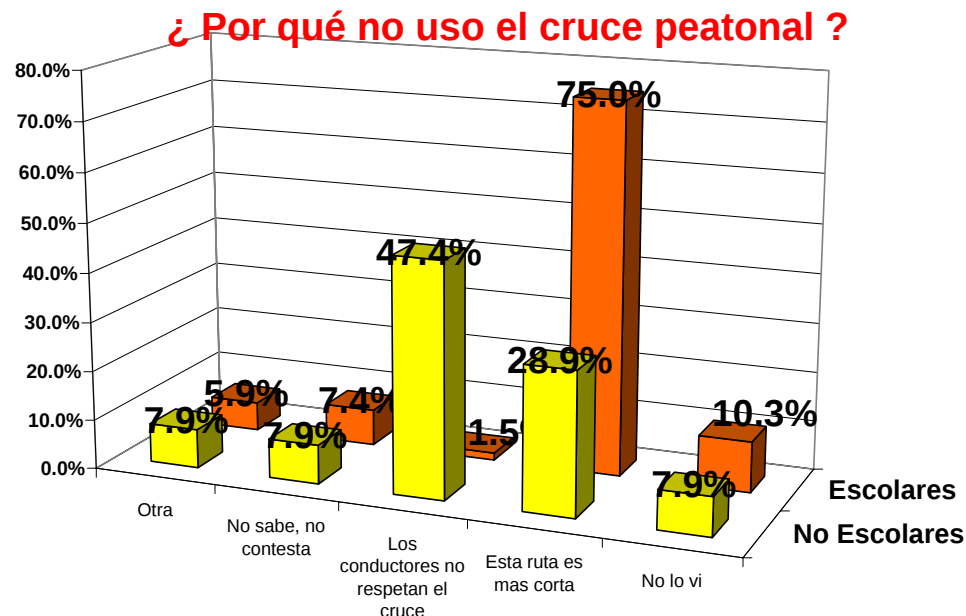
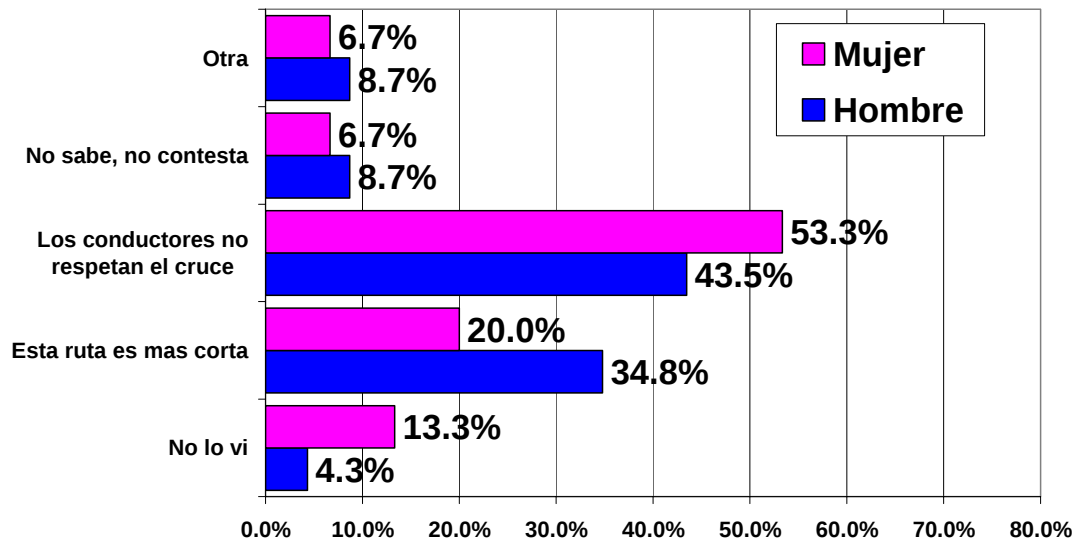


Figura 69. Respuestas por Tipo de Peatón en Encuesta 2

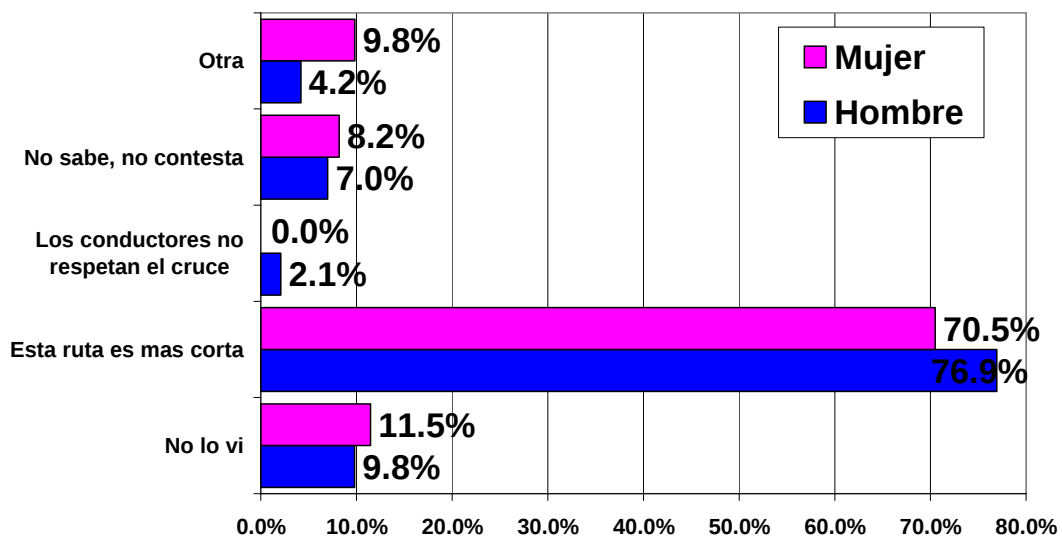
La Figura 70 presenta la comparación de las respuestas ofrecidas por género y por tipo de peatón. En las respuestas de los peatones escolares no se observan diferencias representativas por género, prácticamente hombres y mujeres respondieron a la encuesta de manera similar.

Los mayores contrastes por género se encontraron en las respuestas más usadas por los peatones no escolares. En la respuesta: **“Los conductores no respetan el cruce”**, las mujeres sobrepasan a los hombres en una proporción del 23%. En la respuesta: **“Esta ruta es más corta”**, los hombres sobrepasan a las mujeres en una proporción del 74%. Al realizar la prueba estadística de hipótesis comparando las proporciones entre ambas respuestas de hombres y mujeres con un nivel de confianza del 95%, no se obtienen diferencias significativas. Los valores de Z a la respuesta: **“Los conductores no respetan el cruce”** es de $Z = 0.262$ (hombres no

escolares vs. mujeres no escolares) y en “*Esta ruta es más corta*” es de $Z = 0.616$ (hombres no escolares vs. mujeres no escolares).



a. Peatones no escolares



b. Peatones escolares

Figura 70. Respuestas por Género y por Tipo de Peatón en Encuesta 2

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los choques de tránsito son una consecuencia inevitable de la movilidad. No es posible eliminar totalmente el problema debido al factor humano, sin embargo, se pueden llevar a cabo acciones que minimicen su frecuencia y severidad. Las zonas escolares dentro del entorno urbano y la coincidencia de los horarios de entrada y salida de las mismas con los momentos de mayor densidad vehicular provocan en algunos casos, conflictos entre conductores y escolares.

El objetivo del programa SRTS de promover el aumento en la frecuencia de peatones y ciclistas en las zonas escolares y sus periferias tiene como producto el aumento en la exposición de estos usuarios a las condiciones en las calles y carreteras aledañas a la zona escolar. Por lo tanto, es importante la evaluación efectiva de la infraestructura peatonal existente y la consideración de medidas correctivas que disminuyan el riesgo de choques con peatones en las zonas escolares.

Mediante el desarrollo del procedimiento de inspección de los dispositivos de control de tráfico y la infraestructura peatonal existente aplicado a las cuatro (4) escuelas seleccionadas del Municipio de Mayagüez se identificaron debilidades y fortalezas de las zonas escolares en relación a su seguridad peatonal y se realizó un análisis integrado para establecer las varias conclusiones y recomendaciones.

La evaluación de los dispositivos de control de tráfico en las zonas escolares seleccionadas permitió identificar deficiencias en las facilidades peatonales y en la rotulación de las zonas escolares, debido a la falta de uniformidad y cumplimiento de los estándares especificados por el MUTCD [FHWA, 2003]. Problemas comunes encontrados en las zonas

escolares evaluadas son la falta de mantenimiento de los cruces peatonales, de los rótulos y de los semáforos peatonales y la ubicación incorrecta de los dispositivos de control de tráfico. Estas deficiencias pueden ocasionar confusión a los peatones y a los conductores, representando una situación potencialmente peligrosa para los estudiantes que circulan en la zona.

7.1 Rotulación

La evaluación de los rótulos existentes en las zonas escolares inspeccionadas encontró los siguientes aspectos generales:

- Los rótulos que se encuentran en las zonas escolares son el de advertencia de la zona escolar y el de velocidad límite. El rótulo de velocidad límite es uno de los rótulos requeridos por el MUTCD (Estándar, Sección 7B.11). En la Escuela Vocacional el rótulo de velocidad límite contiene la información requerida para una zona escolar, pero el formato es diferente al establecido por el MUTCD. En la Escuela Manuel A. Barreto no hay rotulación de velocidad límite. En la Escuela David G. Farragut la velocidad límite está rotulada a 25 mph, lo que no cumple con el límite máximo para una zona urbana 15 mph, establecido en el Capítulo 5 de la Ley de Vehículos y Tránsito de Puerto Rico (Ley 22 del 7 enero de 2000 y enmiendas).
- En las cuatro (4) escuelas evaluadas se presenta el mismo problema con el rótulo de advertencia de la zona escolar, debido a que los mismos no incluyen la placa suplementaria (W16-9p, W16-2a o W16-2) que requiere el MUTCD (Estándar, Sección 7B.08). La ubicación del rótulo de advertencia tampoco cumple con lo especificado en el MUTCD en las cuatro escuelas evaluadas debido a que la ubicación actual no permite advertir al conductor de la presencia de la zona escolar antes de entrar a ésta.

- En ninguna de las escuelas evaluadas se encontró el rótulo que indica la terminación de la zona escolar, el cual es requerido por el MUTCD (Estándar, Sección 7B.13).
- Ninguno de los cruces peatonales en las zonas escolares evaluadas tenía el rótulo que le indica al conductor la presencia del paso de peatones, el cual es de uso recomendado por el MUTCD (Sección 7B.09). Esto es importante para complementar la advertencia de un cruce peatonal y proporcionarle al estudiante mayor seguridad.
- La falta de visibilidad de algunos de los rótulos es otro problema que existe en las escuelas ubicadas en el casco urbano del Municipio de Mayagüez debido a que se encuentran cubiertos o bloqueados por otros objetos, o están entre avisos publicitarios que hacen perder importancia al rótulo.

7.2 Marcado del Pavimento

La evaluación del marcado del pavimento en las zonas escolares inspeccionadas encontró los siguientes aspectos generales:

- La condición de los cruces peatonales en dos zonas escolares era desfavorable debido a que la pintura se encuentra en mal estado, lo que contribuye a que los conductores se detengan sobre el marcado y se conviertan en un obstáculo en el paso de los peatones.
- Todas las zonas escolares carecen de otro tipo de marcado de pavimento como líneas de PARE o CEDA, o símbolos y mensajes, los cuales son de uso opcional (Sección 7C.04 del MUTCD).

7.3 Facilidades Peatonales

Las aceras son parte fundamental para la movilidad de los peatones, debido a que le proveen el espacio para caminar separados del tráfico vehicular. Es importante que las carreteras que rodean a una zona escolar tengan aceras para permitir rutas seguras a los escolares. La

evaluación de las facilidades peatonales en las zonas escolares inspeccionadas encontró los siguientes aspectos generales:

- En tres de las cuatro escuelas seleccionadas se encontró que las aceras tenían un ancho adecuado (entre 5 pies – 7 pies) y que su condición era aceptable, debido a que no perjudicaba la seguridad y la comodidad del peatón. En la Escuela W.A.L.K.S. las aceras se encuentran en mala condición y son inseguras para los peatones debido a que presentan desniveles, obstáculos y no tienen el ancho adecuado.
- En tres de las cuatro escuelas evaluadas las rampas para personas con impedimentos cumplen con el requisito de ancho mínimo de 36 pulgadas, pero no todas cumplen con el requisito de pendiente longitudinal máxima (1:12) exigidos por la ley ADA [Department of Justice, 1994]. Las rampas para personas con impedimento en las escuelas evaluadas se encuentran en la acera contigua frente a la entrada al plantel. En ninguno de los casos las rampas están ubicadas en el cruce peatonal de la zona escolar.
- La capacidad de estacionamiento para vehículos particulares es muy limitada en las zonas escolares evaluadas, lo que obliga a los conductores a estacionar en sitios no permitidos en el momento de dejar o recoger a los estudiantes.
- La parada de autobuses escolares solo está identificada en la Escuela Vocacional, en donde existe un área asignada exclusivamente para que los 14 autobuses escolares recojan y dejen a los estudiantes.

7.4 Conducta Vehicular y Peatonal

La evaluación de la conducta vehicular y peatonal en las zonas escolares inspeccionadas encontró los siguientes aspectos generales:

- Las velocidades de los conductores en la carretera PR-104 en la cercanía de la escuela W.A.L.K.S son en su mayoría menores de 25 mph, debido a que es una vía terciaria de dos carriles con una alineación que no promueve que los conductores alcancen altas velocidades. Sólo el 18% de los conductores exceden la velocidad máxima permitida.
- Las situaciones de conflicto entre los peatones y conductores se deben tanto al comportamiento de los peatones como al comportamiento de los conductores. Las siguientes conductas aumentan la posibilidad de choques:
 - Comportamientos peatonales
 - o NO utilizar el cruce peatonal
 - o NO respetar la señal del semáforo peatonal
 - o NO esperar en la acera el cambio de la señal del semáforo
 - o NO mirar a ambos lados de la calle antes de cruzar
 - o Andar distraídamente siguiendo a la multitud y sin precaución al cruzar
 - Comportamiento de conductores:
 - o NO respetar el cruce de peatones
 - o Detenerse o estacionarse sobre el cruce de los peatones
 - o Estacionamientos indebidos en general

Los estudios de observación y encuestas sirvieron para analizar el comportamiento de los peatones en las escuelas. En las Escuelas Manuel A. Barreto y David G. Farragut se encontraron las siguientes características o conductas comunes:

- Los estudiantes son llevados a la escuela en automóviles que se estacionan a lado y lado de la vía.
- La conducta general de no usar el cruce peatonal es permitida por los padres de familia y por la escuela.
- Tanto hombres como mujeres, escolares y no escolares se comportan de manera similar, con una conducta infractora común, al no usar el cruce peatonal.
- La conducta peatonal está condicionada por la forma en que son recogidos los estudiantes y por las características de las zonas. Los escolares no se ven obligados a decidir como deben cruzar la vía, simplemente buscan la forma mas rápida para hacerlo.
- Las normas peatonales no se respetan.
- Las vías prácticamente se convierten en una zona de estacionamiento a la hora de salida de los estudiantes.

Del comportamiento de los peatones en la intersección de la Carretera PR-2 con la Calle San Juan se destaca lo siguiente:

- Los escolares se comportan de manera contraria a los no escolares. Mientras el 77% de los escolares no usan el cruce peatonal, el 77% de los no escolares usan el cruce peatonal.
- De las 1,280 observaciones 958 peatones cometen infracción al cruzar la intersección, lo que equivale al 75% del total de observaciones.
- En la infracción de no usar el cruce peatonal, los hombres escolares muestran una diferencia de infracción 10% mayor que las mujeres escolares, y en no escolares una

mayor diferencia de infracción igual al 30% de hombres respecto a mujeres.

- Al usar el cruce peatonal los escolares y los no escolares muestran un comportamiento similar, el 43% de los escolares cruzan en la fase de rojo peatonal, conducta que se observa en el 41% de los no escolares.
- Los hombres escolares y no escolares cruzan en rojo peatonal en una proporción mucho mayor que las mujeres, 22% y 44%, respectivamente.
- Los contrastes mayores en el uso del semáforo peatonal se encontraron en los peatones no escolares, donde el 36% de los hombres no escolares cruzan en la fase de rojo peatonal, mientras que el 25% de las mujeres no escolares muestran la misma conducta.
- Al agrupar los dos tipos de infracciones (cruzar en rojo peatonal y no usar el cruce peatonal), se concluye que los peatones escolares son más infractores al cruzar la vía que los peatones no escolares. Los hombres sobrepasan a las mujeres en la diferencia de infracción, contraste que es mayor en no escolares.
- Se observó que las infracciones más frecuentes cometidas por los peatones en la intersección de estudio son debidas al comportamiento de los mismos, ya que no utilizan el paso peatonal establecido, cruzan la vía sin ninguna precaución y no respetan la señal del semáforo.
- Debido al volumen de vehículos que se genera en la Carretera PR-2 se presentan demoras excesivas para los vehículos y los peatones en la intersección, lo cual provoca que tanto los conductores como los peatones se impacienten, ocasionando que no haya respeto por la señal del semáforo, sobre todo en las horas pico del día.
- Los estudiantes que salen de la Escuela Vocacional para almorzar lo hacen generalmente en grupos lo que ocasiona que estén distraídos en el momento de cruzar la intersección.

7.5 Encuestas

Las encuestas que se realizaron a los peatones infractores permitieron identificar la actitud del peatón frente a la infracción cometida. Los resultados de la Encuesta 1 **¿Por qué cruzo en rojo peatonal?** identificaron los siguientes aspectos generales:

- El 45% de los infractores contestó: **“No venía carro”**, respuesta seguida en participación por: **“Tenía prisa”**, con un 17%.
- En general la respuesta más utilizada es: **“No venía carro”**, pero los peatones no escolares, superan a los peatones escolares al utilizar esa respuesta en una proporción del 47% y en la respuesta: **“Tenía prisa”**, en una proporción del 107%. Los escolares prefieren no contestar, decir que no saben o que estaban distraídos y dar otras respuestas no clasificables.
- La respuesta **“No venía carro”**, es la más usada por los dos géneros. Los hombres no escolares utilizan más esa respuesta que las mujeres no escolares y en los escolares se da el caso contrario. Esta respuesta evidencia la falta de compromiso que tienen los peatones para cumplir la norma en el uso correcto del semáforo peatonal, mostrando además una **sobre confianza del peatón**. Los peatones no escolares al cruzar en rojo peatonal, muestran mayor **sobre confianza** y mayor **actitud de riesgo por la prisa** que los peatones escolares.
- Aunque actualmente el semáforo peatonal de la intersección está fuera de funcionamiento, en la encuesta no hubo ninguna respuesta de los peatones infractores con respecto a ese daño, lo que indica que los peatones cruzan según el semáforo vehicular u observando el tráfico en la intersección.

Los resultados de la Encuesta 2 **¿Por qué no uso el cruce peatonal?** identificaron los siguientes aspectos generales:

- El 68% de los peatones contestó, ***“Esta ruta es más corta”***, que se interpreta como ***falta de compromiso con las normas peatonales***. La respuesta seguida en participación fue ***“No lo vi”***, con un 10%, que puede interpretarse como ***falta de conocimiento de la intersección***.
- La gran mayoría de los escolares respondió ***“Esta ruta es más corta”***, y de los no escolares contestó: ***“Los conductores no respetan el cruce”***, respuesta que los peatones escolares prácticamente no utiliza. Los peatones escolares son más espontáneos al responder y los no escolares buscan una respuesta más elaborada.
- Los mayores contrastes por género se observan en las respuestas más usadas por los peatones no escolares. En la respuesta ***“Los conductores no respetan el cruce”***, las mujeres sobrepasan a los hombres en una proporción del 23%, y en la respuesta ***“Esta ruta es más corta”***, los hombres sobrepasan a las mujeres en una proporción del 74%.
- Los hombres no escolares exponen ***una mayor conveniencia por caminar menos*** que las mujeres no escolares. Las mujeres no escolares muestran ***una actitud más evasiva para justificar su conducta*** respecto a los hombres no escolares.
- Los escolares usan la ruta más corta desde la escuela hasta el centro comercial “Mayagüez Town Center” cruzando la PR-2 en un sitio prohibido. El 75% de estos contestó de manera espontánea al cuestionamiento por esa infracción argumentando que esa ruta es más corta. Conociendo de donde vienen los estudiantes se puede concluir que los peatones escolares, en su mayoría, se movilizan de acuerdo a la ***conveniencia por caminar menos***.

- Los no escolares al no usar el cruce peatonal argumentan en un 47% que los conductores no respetan el cruce peatonal, lo que puede interpretarse como una ***actitud evasiva para justificar su conducta***.
- El comportamiento de los peatones en la intersección estudiada es inadecuado dado que no se exhibe una conciencia en seguridad vial, los peatones toman demasiados riesgos que potencializan la accidentalidad, se comportan de acuerdo a la facilidad aparente para cruzar la vía y no hay conciencia de la peligrosidad del entorno urbano.

7.6 Recomendaciones Generales

Con el desarrollo de los formularios de inspección para las zonas escolares se pueden identificar patrones de fallas o deficiencias de la infraestructura peatonal y de otros aspectos que afectan la seguridad del estudiante en su faceta de peatón. A continuación se presentan algunas recomendaciones generales para mejorar la seguridad de los peatones en las zonas escolares:

- Es importante el cumplimiento de los estándares y especificaciones del MUTCD en cuanto a localización, mantenimiento y uso de los diferentes rótulos utilizados en una zona escolar con el fin de uniformizar y mantener consistencia de los dispositivos de control de tráfico para las diferentes zonas escolares.
- La instalación de vallas al borde de las aceras para separar el tráfico vehicular de los peatones e impedir que los peatones crucen por puntos peligrosos en las zonas escolares. La alternativa necesita de educación escolar peatonal con el propósito de enseñarles a los estudiantes la importancia de cumplir las normas peatonales y evitar la carencia de conciencia sobre la peligrosidad del entorno urbano en la cercanía a carreteras de alto flujo vehicular.

- Las escuelas deberían implementar un plan con las agencias locales para desarrollar y crear en las zonas colindantes a las escuelas rutas peatonales seguras que incentiven a los estudiantes a caminar desde sus casas hasta la escuela y entregarles la información con los mapas de las rutas seguras.
- Es necesario crear áreas de estacionamiento con suficiente capacidad y demarcadas correctamente para los vehículos privados en las zonas escolares, para que en los horarios de entrada y salida de la escuela los vehículos se puedan estacionar sin formar un caos en el tráfico, evitando que estas áreas queden cerca a los cruces peatonales y de la parada de los autobuses escolares.
- Utilizar en las zonas escolares un marcado de pavimento con mensajes y símbolos que sirvan de apoyo a la rotulación y cumplan con los estándares y guías del MUTCD en la sección 7C.06.
- Asegurar la conectividad y continuidad de las aceras en la zona escolar, proporcionándole al peatón aceras amplias en las proximidades de la escuela como una medida de seguridad. Además, es importante asegurar que el ancho efectivo de las aceras sea mayor al ancho mínimo (5 pies) y que no presenten desniveles entre losas. Los obstáculos permanentes que perjudiquen el ancho efectivo mínimo de las aceras deben ser eliminados.
- Proveer en los cruces peatonales las rampas para impedidos que cumplan con las especificaciones de ancho mínimo de 36 pulgadas y pendiente longitudinal máxima (1:12) de la ley ADA [Department of Justice, 1994].
- Implementar diseños de cruces peatonales con tratamientos estéticos que incluyan el uso de materiales distintivos, tales como ladrillo, hormigón y piedras, bordes de granito o

pavimento coloreado. Los cruces peatonales deben tener adecuada accesibilidad y estar marcados claramente.

- Evitar que los rótulos presentes en las zonas escolares sean tapados por otros objetos de la calle, tales como postes, ramas de los arbustos, paradas de autobuses, debido a que se pierde la efectividad del rótulo.
- Establecer medidas de control más estrictas, como multas o guardias de seguridad, para que los padres al recoger y dejar a sus hijos en la escuela no se estacionen en la zona donde está prohibido, debido a que los vehículos estacionados son una obstrucción que no le permite al peatón ver claramente la calle cuando necesita cruzar.
- Implementar guardias de seguridad en las horas de salida y llegada de los estudiantes para que dirijan el cruce de los peatones y detengan el flujo vehicular proporcionándole el tiempo y el espacio adecuado al estudiante al cruzar las calles.
- Implementar en los cruces peatonales marcados el rótulo que le indica al conductor la presencia del paso de peatones y de esta manera complementar la advertencia de un cruce peatonal proporcionándole al estudiante mayor seguridad.
- Instalar el rótulo que indica la terminación de la zona escolar (S5-2), el cual es requerido por el MUTCD (2003).
- Realizar un seguimiento al mantenimiento de los rótulos, los semáforos peatonales y el marcado del pavimento para conservarlos en buenas condiciones, y evitar que pierdan su funcionalidad.
- Medidas un poco más costosas pero muy útiles en una carretera de alta movilidad y un flujo de peatones constante, son los túneles o puentes, los cuales permiten separar el flujo de peatones del tráfico. En el caso de la Escuela Vocacional, es importante implementar

esta medida para mantener a los estudiantes fuera de peligro al cruzar la carretera PR-2.

- Implementar campañas educativas desarrolladas por el personal de los colegios y por los padres de familia con el propósito de enseñarles a los estudiantes las debidas precauciones al cruzar las calles, y la importancia de utilizar la infraestructura peatonal existente como las aceras, cruces, semáforos, puentes, isletas para prevenir colisiones con vehículos de motor.
- Implementar campañas educativas para enseñarle a los conductores que deben tener mayor precaución en las zonas escolares, prestando especial atención en los cruces peatonales y en no superar la velocidad establecida para la zona.
- Actualizar el Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tráfico de Puerto Rico, para ser utilizado como norma en el diseño y uso de los dispositivos.

7.7 Recomendaciones Específicas

7.7.1 Escuela Manuel A. Barreto y David G. Farragut

Las escuelas se encuentran ubicadas en el centro del Municipio de Mayagüez, y las vías de acceso son en una sola dirección. Las calles son de baja velocidad (rotuladas a 25 mph) y cuentan con un continuo flujo vehicular dada la proximidad al centro de la ciudad, lo que representa un mayor potencial de riesgo o conflictos con estudiantes peatones. Las conductas peatonales son semejantes en las dos escuelas, lo cual es consecuente con la afinidad en sus características de infraestructura peatonal y la forma en que son recogidos los estudiantes en las escuelas. A continuación se presentan recomendaciones para la solución al caos peatonal que se presenta en las escuelas:

- Permitir el estacionamiento diagonal de los vehículos solo en el carril que colinda con la acera de la escuela y marcar como zona de estacionamiento escolar.

- En el caso de la escuela David G. Farragut si se ve afectada la capacidad de estacionamiento de automóviles, podría estudiarse la implementación de una segunda puerta de acceso, que este ubicada en la calle Pilar Defillo.
- Implementar el uso de guardias peatonales.
- Implementar una cátedra, sobre el adecuado comportamiento peatonal.

7.7.2 Escuela Vocacional

La escuela se encuentra ubicada dentro de la zona urbana del Municipio de Mayagüez, en la esquina sureste de la intersección entre la carretera PR-2 y la calle San Juan. A continuación se presentan recomendaciones para la solución de los problemas encontrados en la infraestructura peatonal, y en las conductas peatonales:

- Estudiar la construcción de un puente peatonal sobre la carretera PR-2, diseñado para beneficiar a la población peatonal más vulnerable y que corresponde a los escolares que transitan entre la escuela Vocacional y el centro comercial “Mayagüez Town Center”.
- Instalación de vallas en la mediana, que no permitan el paso de peatones en sitios prohibidos sobre la zona de influencia de la intersección PR-2 con la calle San Juan.
- Mejoras de los rótulos que prohíben el tránsito peatonal del lado sur de la intersección.
- Realizar campañas de seguridad peatonal, implementando una cátedra en la escuela Vocacional sobre el adecuado comportamiento de los peatones y sensibilizando a los padres de familia para que orienten a sus hijos desde temprana edad en seguridad peatonal.
- En las escuelas W.A.L.K.S y vocacional se deben instalar elementos para reducir la velocidad de los vehículos en las carreteras de acceso directo a la escuela.
- En la escuela vocacional es importante arreglar el semáforo peatonal ya existente, y

proveerle al peatón una fase de verde adecuada para cruzar regulado por semáforo la intersección de la carretera PR-2 con la calle San Juan, teniendo en cuenta no crear demoras excesivas a los vehículos.

7.7.3 Escuela W.A.L.K.S.

La escuela se encuentra ubicada en la zona suburbana al norte del municipio de Mayagüez, en una esquina entre las carreteras PR-104, PR-2 y la Calle San Francisco. A continuación se presentan algunas recomendaciones para mejorar la seguridad de los peatones en la zona escolar:

- En la carretera PR-104 se deben instalar elementos para reducir la velocidad de los vehículos en la proximidad de la escuela.
- En la carretera PR-2 se deben instalar rótulos de advertencia de la zona escolar, en ambas direcciones (Norte y Sur) de la PR-2, para advertir a los conductores sobre la existencia de la escuela en la zona. La distancia a la que se ubica el rótulo de acuerdo a la sección 7B.08 del MUTCD (2003) debe estar entre 45-210 metros de la línea de propiedad de la escuela.

7.8 Recomendaciones para Estudios Futuros

Para continuar con el desarrollo del procedimiento de inspección y el análisis del comportamiento de los peatones, se sugiere lo siguiente:

- Realizar un estudio comprensivo de la seguridad vial en las zonas escolares incorporando una análisis del historial de choques asociados a peatones en zonas escolares en los últimos tres (3) años, con el propósito de identificar patrones y factores que estén

relacionados con la ocurrencia de los mismos y proponer medidas correctivas encaminadas al mejoramiento de la seguridad peatonal que complementen a los dispositivos de control de tráfico en las zonas escolares.

- Mostrar a las instituciones escolares las deficiencias que existen en el comportamiento de los peatones escolares para motivar campañas internas de educación escolar peatonal.
- Desarrollar rutas escolares usando los parámetros del programa SRTS y adaptado a las condiciones locales para ser utilizadas por los estudiantes que viven en las zonas colindantes para que puedan caminar o montar bicicleta desde sus casas y llegar a la escuela en forma segura, con la ayuda de mapas que puedan ser utilizados tanto por lo padres como por los niños.
- Realizar estudios para identificar los elementos que incentivan y promueven el desplazamiento de las personas a pie en las zonas escolares y su periferia.
- Estudiar y dar a conocer al gobierno municipal las falencias en el comportamiento de los peatones para que se implementen campañas publicitarias masivas sobre educación peatonal.
- Realizar un estudio comprensivo de la conducta peatonal escolar incorporando variables y características adicionales de la población, utilizando una muestra mayor de escuelas y área geográfica.
- Realizar estudios para la evaluación del nivel de servicio (LOS) de las aceras en las zonas escolares.

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS

- Alicea, Lynnette Leon. Analysis and Evaluation of Crashes Involving Pedestrian in Puerto Rico. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. 2004.
- Alvarado, Gerardo. En Guaynabo: English Only, Please. Diario el Nuevo Día. Puerto Rico, 28 de noviembre, 2008.
- Cynecky, M., Brownlee, R. 2007. School Site Planning, Design and Transportation, ITE Journal, Vol 77, Número 9, Washington D.C. pp. 28-32.
- Currin, Thomas R. Introduction to Traffic Engineering: A Manual for Data Collection and Analysis. Thomson Learning, 2001.
- Departamento de Transportación y Obras Públicas. Autoridad de Carreteras y Transportación. Programa de Datos de Transito. http://www.dtop.gov.pr/transito/search_transit_data.asp. Acceso: 28 de agosto de 2008.
- Departamento de Transportación y Obras Públicas. Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito en las Vías Publicas de Puerto Rico. 1979.
- Department of Justice. Code of Federal Regulations. ADA Standards for Accessible Design: 28 CFR Part 36. Revisado 1 Julio de 1994. Appendix A. <http://www.ada.gov/adastd94.pdf>. Acceso: 9 de septiembre de 2008.
- Dijkstra Atze y Levelt Peter. Los Mejores Metodos para Promover los Desplazamientos a Pie y en Bicicleta. Dinamarca, 1999.
- Fundación MAPFRE: Instituto de Seguridad Vial. Accidentalidad Peatonal en Núcleos Urbanos. Noviembre 2005.
- Federal Highway Administration. Manual on Uniform Traffic Control Devices: for Streets and Highways. 2003 Edition with revisions 1 and 2. U.S. Department of Transportation, 2003.
- Federal Highway Administration. 2007. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Safe Routes to Schools Guide (SRTS), Capítulo 7: Engineering. 2007. pp. 1–77.
- Federal Highway Administration 2008 (a). FHWA Safety. Institute of Transportation Engineers (ITE). Road Safety Audits. <http://www.roadwaysafetyaudits.org/>. Acceso: 13 de septiembre 13 de 2008.

- Federal Highway Administration 2008 (b). FHWA Safety. Safe Routes to School. U.S. Department of Transportation. <http://safety.fhwa.dot.gov/saferoutes/index.htm>. Acceso: 18 de abril de 2008.
- Federal Highway Administration. 2008 (c). SRTS Guide: Home. U.S. Department of Transportation. <http://www.saferoutesinfo.org/guide/>. Acceso: 15 marzo de 2008.
- Mannering, Fred L., Karlaftis, Matthew G., y Washington, Simon P. Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis. Chapman & Hall/CRC. 2003.
- Marchetti, L., Jones, K. y Pullen N. 2007. Safe Routes to School: Roles and Resources for Transportation Professionals. ITE Journal, Vol 77, Número 9, Washington DC. 2007. pp. 16-21.
- Mitman M. y Ragland D. What They Don't Know Can Kill Them. More Evidence on Why Pedestrian and Driver Knowledge of the Vehicle Code Should Not Be Assumed. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2006.
- National Center for Statistics & Analysis (NCSA). Traffic Safety Facts: 2003 Data: Pedestrians. Washington, D.C., 2004.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (a). Traffic Safety Facts: 2006 Data. Pedestrians. Washington, D.C., 2006.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (b). National Center for Statistics & Analysis (NCSA). Traffic Safety Facts 2006. A Compilation of Motor Vehicle Crash Data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System. Washington, D.C., 2006.
- Ley de Vehículos y Tránsito de Puerto Rico. Capítulo V. Ley 22 del 7 de Enero, 2000 y enmiendas. <http://www.dtop.gov.pr/disco/ley22/cap5.htm> Acceso: 15 abril de 2008.
- López, K. Enfocan la Seguridad Peatonal en los Menores. Diario El Nuevo Día. Puerto Rico, 2008.
- Transportation Research Board (TRB). National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). 2004. Report 500. Volume 10: A Guide for Reducing Collisions Involving Pedestrians.
- Yee, R., Parisi, D. y Hondorp B. 2007. Creating a Citywide Safe Routes to School Program: Pasadena, CA, USA's Step-by-Step Approach, ITE Journal, Vol 77, Número 9, Washington D.C. pp. 22-25.

APÉNDICE 1

Formulario de Inspección con las Leyendas de los Rótulos en Inglés

Sección 1: Información de la Escuela

11. **Nombre:** _____

12. **Nivel académico:**

Superior (10-12) ☐ Intermedia (7-9) ☐ Elemental (1-6) ☐ Kinder ☐

13. **Privada** ☐ **Pública** ☐

14. **Número de Estudiantes:** _____

15. **Área:** Urbana ☐ Suburbana ☐ Rural ☐

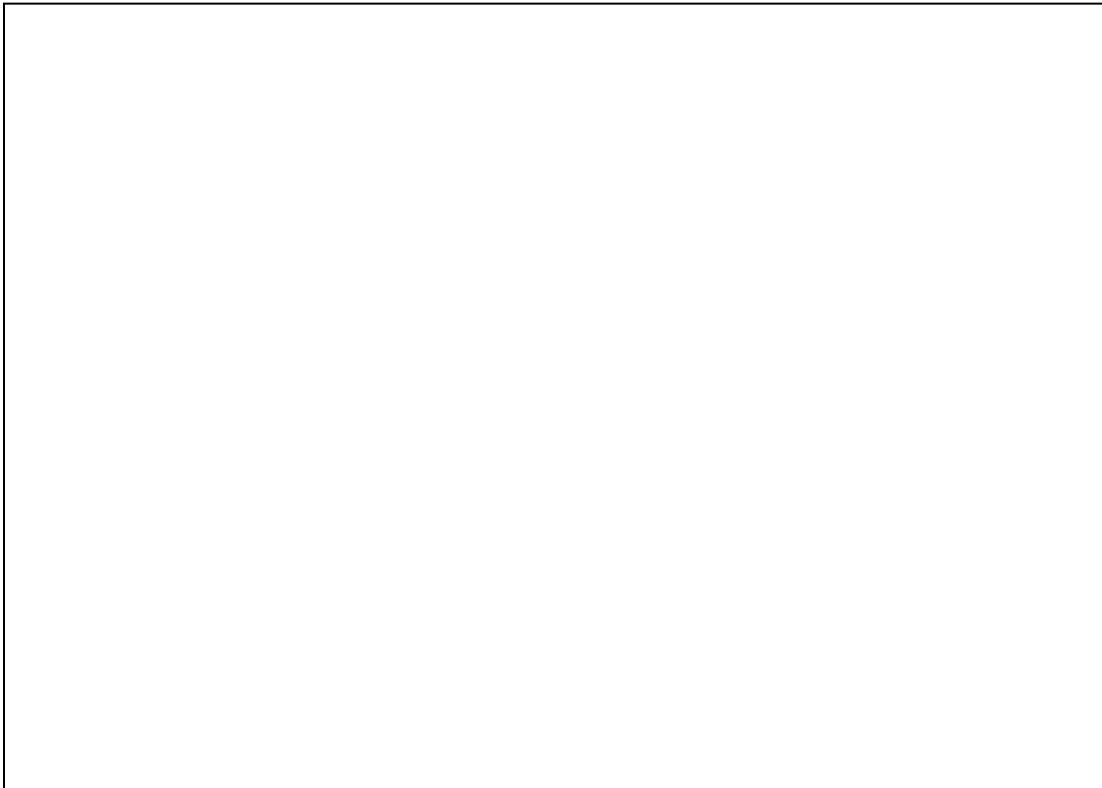
16. **Localización / Barrio:** _____

17. **Municipio:** _____

18. **Director:** _____

19. **Contacto:** _____

20. **Croquis / mapa del área de estudio**



Sección 2: Información de la Carretera de Acceso Directo en la Zona Escolar	Carretera 1		Carretera 2	
Nombre de Carretera				
Tipo de Carretera Primaria urbana / Primaria / Secundaria Terciaria / Local				
Tráfico Promedio Diario (ADT)				
Velocidad Rotulada				
Número de Carriles por Dirección				
Sección 3: Instalaciones Peatonales	Carretera 1		Carretera 2	
Dirección (Norte/Sur/Este/Oeste)				
Estacionamiento Paralelo 	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Estacionamiento Diagonal 	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Estacionamiento Perpendicular 	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Parada de Autobuses Escolares	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Paseo	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Acera	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Ancho de Acera (Sugerido: 1.52 – 2.13 m)				
Condición de Acera (Deficiente / Regular / Excelente)				
Rampas	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Ancho Rampa (Sugerido: 0.91 m)				
Pendiente Longitudinal Rampa (Sugerido: 1:12 = 8.3%)				
Cumple con ADA	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Puente Peatonal	Sí / No		Sí / No	
Intersección con Semáforo Peatonal	Sí / No		Sí / No	

Sección 4: Dispositivos de Control de Tráfico					
A. <u>MARCADO DE PAVIMENTO</u>		Carretera 1		Carretera 2	
Cruce Peatonal		Sí / No		Sí / No	
Ancho de las Líneas del Cruce (Sugerido: 0.15 – 0.6 m)					
Color Blanco de las Líneas del Cruce		Sí / No		Sí / No	
Línea de PARE		Sí / No		Sí / No	
Línea de CEDA		Sí / No		Sí / No	
Símbolo o Mensaje / ¿Cual?		Sí / No		Sí / No	
B. <u>ROTULACIÓN</u>		Carretera: _____			
Presencia de Rótulos Requeridos		Rótulo 1  S4-3 R2-1 S4-1 Sí / No		Rótulo 2  S5-2 Sí / No	
Localización (Distancia y Referencia)					
Cumple Tamaño (Sección 7B.01)		Sí / No		Sí / No	
Retroreflectivo (Sección 7B.02)		Sí / No		Sí / No	
Cumple Tamaño Letras (Sección 7B.06)		Sí / No		Sí / No	
Cumple Colores (Sección 7B.07)		Sí / No		Sí / No	
Presencia de Rótulos Opcionales	Rótulo 3  S1-1 W16-9p Sí / No	Rótulo 4  S1-1 W16-7p Sí / No	Rótulo 5  S3-1 Sí / No	Rótulo 6  S4-5 Sí / No	Rótulo 7  S4-5a Sí / No
Cumple Tamaño	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Retroreflectivo	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Cumple Tamaño Letras	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Cumple Colores	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No	Sí / No

4. Estudio de Velocidad

Localización: _____ **Inspector:** _____

Longitud del Tramo: _____

163

Sección 5: Información Adicional**5. Conducta de Peatones Cruces Peatonales**

Carretera: _____

Localización: _____

Inspector: _____

Fecha: _____

PEATONES ESCOLARES					
Tiempo (min.)	Usa cruce peatonal		No usa cruce peatonal		
	M	F	M	F	Total
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
Totales					

PEATONES NO ESCOLARES					
Tiempo (min.)	Usa cruce peatonal		No usa cruce peatonal		
	M	F	M	F	Total
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
Totales					

Sección 5: Información Adicional**6. Conducta de Peatones en Intersección Semaforizada**

Intersección: _____

Acceso Evaluado: _____

Inspector: _____

Fecha: _____

Tiempo (min.)	PEATONES ESCOLARES							
	Usa cruce peatonal				No usa cruce peatonal		Total	
	cruza en verde		cruza en rojo					
	M	F	M	F	M	F		
5								
10								
15								
20								
25								
30								
35								
40								
45								
50								
55								
60								
65								
70								
75								
Totales								

Tiempo (min.)	PEATONES NO ESCOLARES							
	Usa cruce peatonal				No usa cruce peatonal		Total	
	cruza en verde		cruza en rojo					
	M	F	M	F	M	F		
5								
10								
15								
20								
25								
30								
35								
40								
45								
50								
55								
60								
65								
70								
75								
Totales								