



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO:

**Análisis de la movilidad de los peatones después de un
evento multitudinario en la ciudad de Guayaquil.**

AUTORA:

Mestanza Rosero, Roxana Carolina

Trabajo de seminario de Graduación previo a la obtención del

Título de:

INGENIERO CIVIL

TUTOR:

von Buchwald de Janon, Federico

Guayaquil, Ecuador

2013



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Roxana Carolina Mestanza Rosero** como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniera Civil**.

TUTOR

Ing. Federico von Buchwald de Janon, MSc.

REVISORES

Ing. Gustavo Patricio García Caputi

Mgs. Vilma Noemí St.Omer Navarro

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Mario Dueñas Rossi

Guayaquil, a los 29 días del mes de julio del año 2013



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Roxana Carolina Mestanza Rosero

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **Análisis de la movilidad de los peatones después de un evento multitudinario en la ciudad de Guayaquil** previa a la obtención del Título **de Ingeniera Civil**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 29 días del mes de julio del año 2013

LA AUTORA

Roxana Carolina Mestanza Rosero



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

AUTORIZACIÓN

Yo, Roxana Carolina Mestanza Rosero

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Análisis de la movilidad de los peatones después de un evento multitudinario en la ciudad de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 29 días del mes de julio del año 2013

LA AUTORA:

Roxana Carolina Mestanza Rosero

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme en cada instante de mi vida y permitirme cumplir una meta anhelada.

A mis padres quienes me han sabido guiar por el camino y me han brindado la oportunidad de llegar a este momento.

A mi director de proyecto de grado, Ing. Federico von Buchwald por su dedicación y ayuda constante en la realización de este trabajo.

A todos mis profesores durante la carrera por su paciencia, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi formación profesional.

Roxana Mestanza Rosero

DEDICATORIA

A mis padres y hermana quienes han sido mi apoyo en todas las etapas de mi vida.

Roxana Mestanza Rosero

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Federico von Buchwald de Janon, MSc.
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

Ing. Gustavo García Caputi
PROFESOR DELEGADO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

CALIFICACIÓN

**ING. FEDERICO VON BUCHWALD DE JANON, MSC.
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN (ABSTRACT)	xxi
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	4
2.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	4
ORGANIZACIÓN DE TRABAJO.....	5
2.2. SOFTWARE DE SIMULACIÓN: PTV VISSIM	6
USOS.....	6
FUNCIONES.....	7
SIMULACIÓN DE PEATONES CON VISSIM	8
2.3. ALCANCE.....	12
CAPÍTULO 3: MOVIMIENTO DE PEATONES. CONCEPTOS Y RELACIONES.....	16
3.1. EL PEATÓN Y EL TRANSPORTE	16
3.2. CONCEPTOS BÁSICOS	16
VELOCIDAD DEL PEATÓN	17
FLUJO DE PEATONES.....	19
ANCHO DE CALZADA EFECTIVO	19
DENSIDAD DE PEATONES.....	19

ESPACIO POR PEATÓN	20
PELOTÓN.....	20
3.3. FLUJO DE PEATONES.....	20
3.4. PELOTONES.....	24
3.5. FACILIDADES PEATONALES	26
3.5.1 ACERAS Y CALZADAS	29
3.5.2 EFECTO DE PELOTONES EN ACERAS Y CALZADAS	30
3.6. METODOS PARA MODELACIÓN DEL MOVIMIENTO DE PEATONES FORMANDO UN PELOTÓN.....	33
CAPITULO 4: DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	35
4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS PREVIOS	35
4.2. ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO.....	44
4.3. MEDICIÓN GEOMÉTRICA DE CALLES CIRCUNDANTES A ESTADIOS	50
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	50
CAPITULO 5: RESULTADOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS	56
5.1. REVISIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PEATONES OBSERVADO.....	56
5.2. REGISTRO DE MOVIMIENTO DE LOS PEATONES.....	57
CASO 1: ESTADIO CAPWELL.....	57
PERIODO CRÍTICO	64
CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL	66
5.3. ENCUESTA ORIGEN – DESTINO	74

5.4. COMPARACIÓN DEL ESTUDIO DEL ESTADIO CAPWELL Y ESTADIO MONUMENTAL CON ESTUDIOS PREVIOS	79
5.5. GEOMETRÍA DE LAS CALLES CERCANAS AL ESTADIO	82
CASO 1: ESTADIO CAPWELL.....	82
CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL	83
5.6. ANÁLISIS DE VARIOS ESCENARIOS–CASO 1: ESTADIO CAPWELL	84
SENTIDOS DE FLUJO	84
DEFINICIÓN DE TRAMOS.....	84
OPCIONES DE ANCHOS NECESARIOS PARA CADA CASO	87
CONSIDERACIONES DE DISEÑO	92
5.7. ANÁLISIS DE VARIOS ESCENARIOS–CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL.....	92
SENTIDO DE FLUJOS	92
DEFINICIÓN DE TRAMOS.....	93
CONSIDERACIONES DE DISEÑO	99
5.8. RESULTADOS DE CADA ESCENARIO – CASO 1: ESTADIO CAPWELL	100
ESCENARIO 1: 85% de la capacidad total de asistentes.....	100
ESCENARIO 2: 60% de la capacidad total de asistentes.....	103
ESCENARIO 3: 40% de la capacidad total de asistentes.....	104
ESCENARIO 4: 100% de la capacidad total de asistentes.....	105
5.9. RESULTADOS DE CADA ESCENARIO – CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL.....	106

ESCENARIO 1: 30% de la capacidad total de asistentes.....	106
ESCENARIO 2: 60% de la capacidad total de asistentes.....	107
ESCENARIO 3: 80% de la capacidad total de asistentes.....	108
ESCENARIO 4: 100% de la capacidad total de asistentes.....	109
CAPITULO 6: SIMULACIÓN CON SOFTWARE PTV VISSIM 5.40.....	110
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
7.1. Resumen de resultados.....	121
7.2. Conclusiones	122
7.3. Recomendaciones	128
CASO 1: ESTADIO CAPWELL.....	129
CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL	133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
ANEXOS.....	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Velocidades de caminar y correr de peatones por edad.....	18
Tabla 2. Velocidad promedio para niveles de servicio para aceras y calzadas según HCM 2010.....	18
Tabla 3. Niveles de Servicio Standard.....	24
Tabla 4. Nivel de servicio recomendado para movimiento de flujo libre en calzadas de peatones.....	27
Tabla 5. Umbrales LOS recomendados para el movimiento de flujo libre en calzadas para peatones.....	29
Tabla 6. Valores de espacio y velocidad de flujo para LOS en caso de pelotones en aceras y calzadas.....	30
Tabla 7. Nivel de Servicio para calzadas por espacio disponible por peatón (m ² /p).....	31
Tabla 8. Nivel de Servicio para calzadas por velocidad de flujo (p/min/m) .	32
Tabla 9. Fechas de encuesta origen - destino	44
Tabla 10. Clasificación de periodos de tiempo observados a la salida de Estadio Capwell.....	64
Tabla 11. Registro de la movilidad de peatones durante el periodo critico a varias distancias por cada puerta del estadio Capwell.....	65
Tabla 12. Registro de la movilidad de peatones durante el periodo critico a varias distancias por cada puerta del estadio Monumental.....	73
Tabla 13. Resultados de encuesta O-D. Caso 1 - Estadio Capwell.....	75
Tabla 14. Resultados de encuesta O-D. Caso 2 - Estadio Monumental.....	76

Tabla 15. Comparación de parámetros para el periodo crítico en Estadio Capwell, con valores definidos en estudios previos.....	79
Tabla 16. Comparación de parámetros para el periodo crítico en Estadio Capwell, con valores definidos en estudios previos.....	80
Tabla 17. Medidas de ancho de carriles y acera en la Av. Quito.	82
Tabla 18. Medidas de ancho de carriles y acera en la Av. Barcelona.....	83
Tabla 19. Tramos definidos a lo largo de la Av. Quito	85
Tabla 20. Tabla de opciones según el número de carriles habilitados para tránsito peatonal.	88
Tabla 21. Tabla de anchos de carril.....	88
Tabla 22. Tramos definidos a lo largo de la Av. Barcelona	94
Tabla 23. Tabla de anchos de carril.....	97
Tabla 24. Tabla de opciones según el número de carriles habilitados para tránsito peatonal.	97
Tabla 25. Resultados Escenario 1: 85% de asistentes a Estadio Capwell.	100
Tabla 26. Resultados Escenario 2: 60% de asistentes a Estadio Capwell	103
Tabla 27. Resultados Escenario 3: 40% de asistentes a Estadio Capwell.	104
Tabla 28. Resultados Escenario 4: 100% de asistentes a Estadio Capwell.	105
Tabla 29. Resultados Escenario 1: 30% de asistentes a Estadio Capwell.	106
Tabla 30. Resultados Escenario 2: 60% de asistentes a Estadio Capwell.	107
Tabla 31. Resultados Escenario 3: 80% de asistentes a Estadio Capwell.	108
Tabla 32. Resultados Escenario 4: 100% de asistentes a Estadio Capwell.	109

Tabla 33. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 1.....	124
Tabla 34. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 2.....	125
Tabla 35. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 3.....	126
Tabla 36. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 4.....	127
Tabla 37. Tabla de anchos recomendados para adecuada evacuación - Estadio Capwell.	129
Tabla 38. Tabla de anchos recomendados para adecuada evacuación - Estadio Monumental.	133

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Imagen ejemplo de una simulación de peatones con VISSIM.....	8
Gráfico 2. Requisitos para ingresar en la simulación con el software VISSIM	10
Gráfico 3. Ventana de trabajo de software VISSIM.....	11
Gráfico 4. Imagen con información acerca de VISSIM	11
Gráfico 5. Implantación del Estadio Capwell.....	12
Gráfico 6. Estadio George Capwell.....	13
Gráfico 7. Implantación del Estadio Monumental.....	14
Gráfico 8. Estadio de Barcelona (Estadio Monumental Banco Pichincha) ...	15
Gráfico 9. Relación entre velocidad de peatón y espacio.	22
Gráfico 10. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo -00:05:00).....	36
Gráfico 11. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:05:00).....	37
Gráfico 12. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:15:00).....	38
Gráfico 13. Imagen de segunda filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:00:00).....	38
Gráfico 14. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:20:00).....	39
Gráfico 15. Imagen de la primera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental.	40
Gráfico 16. Imagen de la segunda filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:05:00).....	41

Gráfico 17. Imagen de la segunda filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:15:00)	41
Gráfico 18. Imagen de la tercera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo -00:05:00).....	42
Gráfico 19. Imagen de la tercera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:05:00)	42
Gráfico 20. Imagen de la tercera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:15:00)	43
Gráfico 21. Imágenes de encuesta Origen – Destino. Estadio Capwell.....	48
Gráfico 22. Imágenes de encuesta Origen – Destino. Estadio Monumental	49
Gráfico 23. Proceso de medición de estadio Capwell y sus calles circundantes.....	51
Gráfico 24. Proceso de medición de estadio Capwell y sus calles circundantes.....	51
Gráfico 25. Proceso de medición de estadio Capwell y sus calles circundantes.....	52
Gráfico 26. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.	53
Gráfico 27. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.	53
Gráfico 28. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.	54
Gráfico 29. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.	55
Gráfica 30. Puertas donde se han efectuado las mediciones. E. Capwell ...	57
Gráfica 31. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 1.	58

Gráfica 32. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 2.	59
Gráfica 33. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 3.	59
Gráfica 34. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 4.	60
Gráfica 35. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 1.	60
Gráfica 36. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 2.	61
Gráfica 37. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 3.	62
Gráfica 38. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 4.	63
Gráfica 39. Puertas donde se han efectuado las mediciones. E. Monumental	66
Gráfica 40. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 1.....	67
Gráfica 41. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 2.....	68
Gráfica 42. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 3.....	69
Gráfica 43. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 1.....	70
Gráfica 44. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 2.....	71

Gráfica 45. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 3.....	72
Gráfica 46. Origen – Destino. Caso 1: Estadio Capwell.....	77
Gráfica 47. Origen – Destino. Caso 2: Estadio Monumental.....	78
Gráfico 48. Calles circundantes a Estadio Capwell.....	82
Gráfico 49. Calles circundantes a Estadio Monumental.....	83
Gráfico 50. Tramos definidos a lo largo de la Av. Quito.....	86
Gráfico 51. Grafico de flujos existentes a la salida de Estadio Capwell.....	89
Gráfico 52. Detalle 1 de los flujos existentes a la salida del Estadio Capwell	90
Gráfico 53. Detalle 2 de los flujos existentes a la salida del Estadio Capwell	91
Gráfico 54. Tramos definidos a lo largo de la Av. Barcelona	95
Gráfico 55. Grafico de flujos existentes a la salida de Estadio Monumental	98
Gráfico 56. Ventana de configuración de LOS en VISSIM 5.40.....	111
Gráfico 57. Simulación. Tramo 1-1. Escenario: 20416 total de peatones ..	112
Gráfica 58. Resultado LOS. Tramo 1-1. Escenario: 20416 total de peatones	113
Gráfica 59. Resultados de velocidad en simulación. Tramo 1-1. Escenario: 20416 total de peatones	114
Gráfico 60. Simulación. Tramo 1-3. Escenario: 20416 total de peatones ..	115
Gráfica 61. Resultado LOS para Tramo 1-3. Escenario: 20416 total de peatones	116
Gráfica 62. Resultados de velocidad en simulación. Tramo 1-3. Escenario: 20416 total de peatones	117

Gráfica 63. Simulación. Tramo 2-2. Escenario: 20416 total de peatones ..	118
Gráfica 64. Resultado LOS para Tramo 2-2. Escenario: 20416 total de peatones	119
Gráfica 65. Resultados de velocidad en simulación. Tramo 2-2. Escenario: 20416 total de peatones	120
Gráfica 66. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 100% de la capacidad del estadio Capwell.	130
Gráfica 67. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 85% de la capacidad del estadio Capwell.	131
Gráfica 68. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 60% de la capacidad del estadio Capwell.	131
Gráfica 69. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 40% de la capacidad del estadio Capwell.	132
Gráfica 70. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 30% de la capacidad del estadio Monumental.	135
Gráfica 71. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 60% de la capacidad del estadio Monumental.	135
Gráfica 72. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 80% de la capacidad del estadio Monumental.	136
Gráfica 73. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 100% de la capacidad del estadio Monumental.	136
Gráfica 74. Definición de carriles, acera y parterre en Av. Barcelona. Sentido Sur-Norte	137
Gráfica 75. Definición de carriles, acera y parterre en Av. Barcelona. Sentido Norte-Sur	138
Gráfico 76. Formato para encuesta Origen – Destino.....	141

RESUMEN (ABSTRACT)

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo principal proporcionar datos, parámetros e información sobre el movimiento de peatones en formación de pelotones a la salida de eventos masivos en la ciudad de Guayaquil para definir áreas o sectores afectados.

Al desarrollar nuevos proyectos urbanísticos en las ciudades, principalmente aquellos en los que se tendrá grandes volúmenes de personas, como son los estadios, coliseos, ágoras, etc., es una necesidad fundamental apoyarse en estudios de comportamiento de los peatones formando pelotones a la salida de estos eventos, para mejorar las condiciones y los requerimientos de la infraestructura utilizada por los peatones, refiérase esto a aceras, pasos peatonales, señalizaciones, calles adyacentes a estos centros masivos, evitando así problemas y congestionamientos severos de tráfico e incomodidades en la movilización de las personas.

Se han desarrollado estudios previos en este tema, siendo algunos de los parámetros más utilizados en este campo, los referidos en el “Highway Capacity Manual”.

Este documento presenta los resultados de un estudio específico llevado a cabo para determinar el comportamiento de peatones en pelotón en dos casos puntuales en la ciudad de Guayaquil, a la salida de los principales estadios: Estadio Monumental y Estadio G. Capwell., en su estado más crítico, es decir cuando los estadios mencionados están llenos casi en su totalidad.

Esta población sobre la cual se realiza el estudio, representa el patrón típico del tránsito de peatones en una ciudad de alta densidad del país.

Palabras Claves: (pelotón, estadio, peatones, Guayaquil, estadio, movimiento, comportamiento, movilidad)

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades actuales de desarrollar proyectos y diseños de ingeniería que incorporen a los peatones con los sistemas de transporte existentes en las ciudades, ha ratificado la importancia del estudio del comportamiento de peatones y el interés en las facilidades peatonales.

Existen guías para el diseño y administración de la infraestructura orientada a los peatones, basados en el comportamiento de los mismos en diferentes escenarios, sin embargo estos parámetros que surgen de investigaciones sobre el movimiento de peatones realizadas generalmente en países europeos y de Norteamérica, no siempre se adaptan a las condiciones reales del comportamiento de los peatones en las ciudades de Latinoamérica, específicamente Guayaquil.

Este documento presenta los resultados de un estudio específico orientado a determinar las características del comportamiento de peatones en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, basándose en la salida masiva de eventos deportivos

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Realizar un análisis del tráfico de peatones, conocer el comportamiento de las personas en términos de movilidad y su interacción con el tráfico vehicular, ya sea particular o público, es un tema muy importante y necesario para muchos proyectos de construcción y diseño en las ciudades, tales como centros comerciales, estaciones de buses, aeropuertos, estadios, etc., con el fin de evitar problemas de interferencia entre el flujo de peatones que se desplazan de un área a otra y los sistemas de transporte cercanos, y a su

vez mejorar las condiciones de movilidad de los peatones, evitando accidentes, dándoles prioridad y mayor facilidad para alcanzar sus destinos.

En Guayaquil no existen parámetros definidos sobre el comportamiento de los peatones a la salida de eventos multitudinarios. Se suelen utilizar parámetros definidos en textos de otros países pero se obtendrían resultados más cercanos a la realidad de la ciudad con estudios, análisis y simulaciones realizados con datos propios de Guayaquil.

La ciudad cuenta con dos estadios importantes y principales, el estadio Monumental y el estadio George Capwell, en los cuales se llevan a cabo eventos deportivos con los equipos más representativos de la ciudad, y que logran albergar una gran cantidad de personas. Es conocido el gran flujo de peatones que se genera a la salida de estos eventos de gran concurrencia. Este flujo de personas se incorpora a las vías cercanas de los estadios de diferentes maneras.

El análisis que se ha escogido realizar en este documento es, precisamente, de estos dos casos, tomando en cuenta el gran número de peatones que salen de los eventos realizados en los estadios mencionados, y en el caso específico del estadio George Capwell, este flujo de peatones sale directamente a una de las avenidas más importantes de la ciudad, la Avenida Quito, por la cual circulan un gran número de vehículos y está próximo a una estación del sistema de transporte masivo: Metrovía. Además al tener un conocimiento del comportamiento con los diferentes volúmenes de asistentes a los estadios, se puede determinar cuáles son las soluciones para cada caso y tomar las precauciones debidas oportunamente.

Es allí donde radica la importancia de conocer exactamente como es el comportamiento de las personas, datos y parámetros que pueden ser usados en diseños de construcciones posteriores en Guayaquil.

1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo de este estudio es determinar las áreas necesarias para varios volúmenes de personas proyectados en eventos multitudinarios en la ciudad de Guayaquil con el fin de proveer una guía para el diseño de las calles y avenidas que circundan un espacio en el cual se desarrollen estos eventos de concurrencia masiva y analizar la interacción de los peatones con los sistemas de transporte cercanos al lugar.

Como segundo objetivo de este trabajo se considera generar soluciones a los problemas actuales de evacuación y salida de los peatones de los estadios en estudio, con las características y condiciones reales y en diferentes escenarios de volúmenes de personas.

Otro objetivo es obtener diferentes parámetros de movilidad de peatones en la ciudad de Guayaquil para determinar si se adaptan a las recomendaciones proporcionadas por la guía de diseño "Highway Capacity Manual 2010".

Finalmente se desea establecer recomendaciones y precauciones para diseños de construcciones posteriores con el fin de evitar que el flujo de peatones afecte el normal funcionamiento del tráfico vehicular de la ciudad.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

2.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación, se han revisado diversos documentos ya publicados, basados en estudios de movimiento de peatones. El texto del cual se mencionan y se toman la mayor parte de referencias es el “Highway Capacity Manual”, el mismo que constituye un manual que “provee a investigadores y personas involucradas con el tema de transporte, las herramientas para la evaluación de la calidad del servicio en carreteras y sistemas de tránsito en general”¹. “Para producir el HCM 2010, el comité de TRB desarrolló un comprensivo programa de investigación. Esta investigación fue implementada a través de la ayuda y esfuerzo del “National Cooperative Highway Research Program” (NCHRP) y el “Transit Cooperative Research Program”. Estos esfuerzos combinados produjeron la investigación base revisada por el comité y luego incorporada a HCM 2010.”²

Sin embargo estos datos se basan en investigaciones realizadas en países como Estados Unidos, Australia, Canadá, etc., y “aunque existe un valor considerable en los métodos generales presentados en dicho manual, su uso en países fuera de aquellos mencionados requiere un énfasis adicional en calibrar las ecuaciones y los procedimientos a las condiciones locales, así como también reconocer las mayores diferencias en la composición del tráfico; en las características de conductores, peatones y ciclistas; en el

¹ Transportation Research board. (2010). Volumen 1/Conceptos. (pp V1-iii). Washington DC.

² Transportation Research board. (2010). Prefacio. *Highway Capacity Manual 2010*.(pp 1-1). Washington DC.

diseño geométrico y medidas de control.”³

Es por esta razón que el objetivo del presente documento es proporcionar datos basados en la realidad de la ciudad de Guayaquil, mediante el ajuste de los parámetros ya existentes en manuales internacionales, a las características propias de los peatones que transitan en la ciudad.

Para la realización de este estudio, también se utiliza el software **PTV VISSIM** de simulación del flujo de tráfico para distintos escenarios y modelos, en el cual se introducen los datos y características locales de cada caso de análisis y se realiza una simulación en tiempo real, utilizando una de sus funciones llamada simulación de peatones.

ORGANIZACIÓN DE TRABAJO

Este trabajo se ha organizado para realizarse en 4 fases, en el siguiente orden:

Como fase inicial, se ha planificado la revisión de la literatura existente sobre el tema y la recolección de toda la información teórica, explicación de conceptos básicos.

La segunda fase consiste en la obtención de información en campo para tener valores propios que se manejen en la ciudad de Guayaquil.

Como tercera fase se ha previsto la simulación del modelo en el software PTV Vissim para recrear los distintos escenarios para cada estadio.

Finalmente, como cuarta y última fase está la presentación de los resultados y conclusiones del trabajo.

³Transportation Research board. (2000). Norte América y aplicaciones internacionales. *Highway Capacity Manual 2000*.(pp 1-1). Washington DC.

2.2. SOFTWARE DE SIMULACIÓN: PTV VISSIM

PTV Vissim ha sido el software escogido para realizar la simulación del modelo de este estudio.

Su nombre proviene de la lengua alemana "Verkehr In Städten - SIMulationsmodell" ("Tráfico en ciudades – modelo de simulación"). VISSIM fue desarrollado por primera vez en 1992 y actualmente es líder en el mercado.

Este programa es parte del paquete de software "Vision Traffic Suite". Es una herramienta de microsimulación para modelar flujos de tráfico multimodales y provee las condiciones ideales para probar diferentes escenarios de una forma realista y altamente detallada antes de una final implementación. Hoy en día, es usado por clientes alrededor del mundo, incluyendo autoridades públicas, firmas consultoras y universidades.

La microsimulación significa que cada entidad, (carro, tren, persona) de la realidad que está siendo simulada es simulada individualmente

USOS

Entre los diferentes usos de este software se encuentran los siguientes:

SIMULACIÓN ARTERIAL

- Modelar cualquier intersección basado en marcos de unión flexible.
- Simular la intersección de todos los modos.
- Analizar las características de las columnas formadas por peatones en espera y bloqueos o congestiones.
- Verificar y afinar los parámetros de temporización de señales basados en patrones de llegada.

SIMULACIÓN DE AUTOPISTAS

- Modelos de demanda utilizando enrutamiento estático o asignación dinámica del tráfico.
- Simular la gestión del tráfico activo y los sistemas de transporte inteligentes.
- Probar y analizar las estrategias de la zona de trabajo.

SIMULACIÓN DE TRÁNSITO PÚBLICO

- Modelo de todos los detalles para el autobús, BRT, tranvía, tren ligero, y operaciones ferroviarias.
- Analizar mejoras operacionales específicas de tránsito.
- Probar y optimizar los planes prioritarios de la industria de la señal de tránsito estándar.

SIMULACIÓN DE PEATONES

- Modelar peatones en ambientes multimodales.
- Planear evacuaciones de edificios y eventos especiales.
- Capacidad de planificación y conceptos alternativos para los edificios.

FUNCIONES

PTV VISSIM es una herramienta ideal para la planificación de la transportación y el análisis de operaciones. Este software ofrece un amplio rango de funciones, entre las que se mencionan a continuación:

- Geometría de carriles reales
- Representación precisa de la posición de los elementos de la red.
- Simulación detallada de cambios y combinaciones de carril.
- Lógica personalizada usando lenguaje simplificado de macros.
- Múltiples interfaces para el control de tráfico.
- Cálculo de emisiones.
- Creación de animación para presentaciones en 2D y 3D.

SIMULACIÓN DE PEATONES CON VISSIM

En VISSIM, el movimiento de peatones está basado en el Modelo de Fuerza Social (Helbing y Milnár, 1995). La idea básica es modelar el impulso elemental para el movimiento con fuerzas análogas a los mecanismos Newtonianos. A partir de las fuerzas sociales, psicológicas y físicas resulta una fuerza total, la cual se resume en el parámetro enteramente físico: la aceleración. Las fuerzas que influyen en el movimiento de los peatones son causados por su intención de llegar a su destino, así como por otros peatones y obstáculos.

Gráfico 1. Imagen ejemplo de una simulación de peatones con VISSIM.



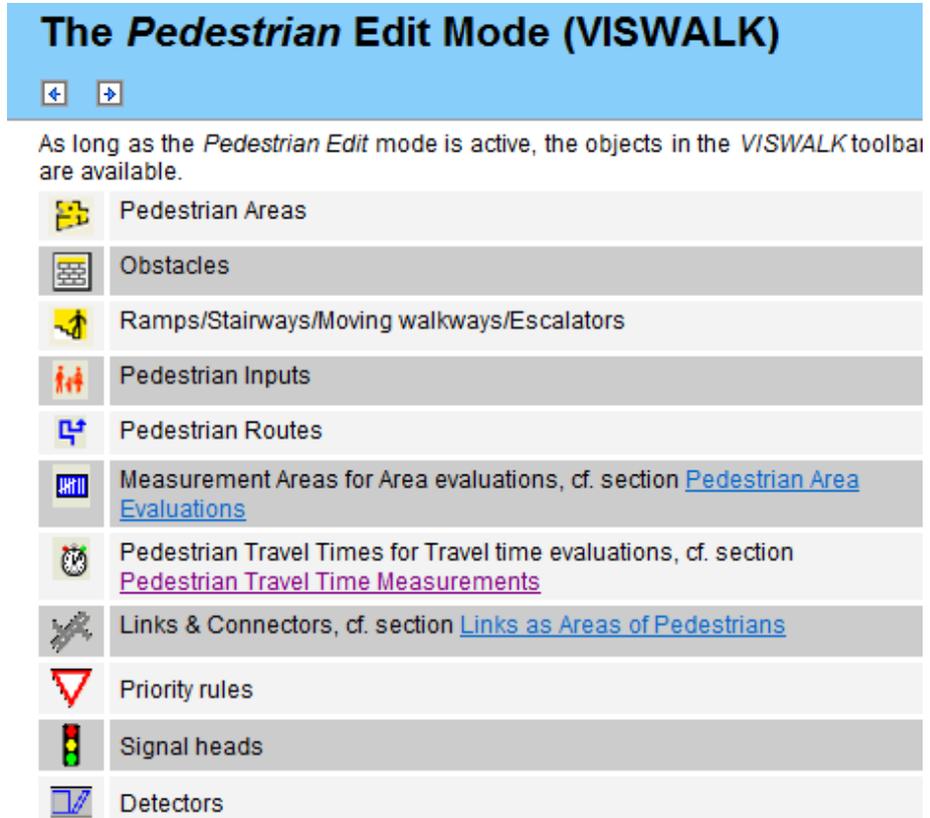
Elaboración: Imagen tomada del manual de uso del software PTV Vissim

5.40. Año: 2013

Para poder llevar a cabo la simulación con el software Vissim, éste requiere que se ingrese una base de datos en la cual se incluye información como:

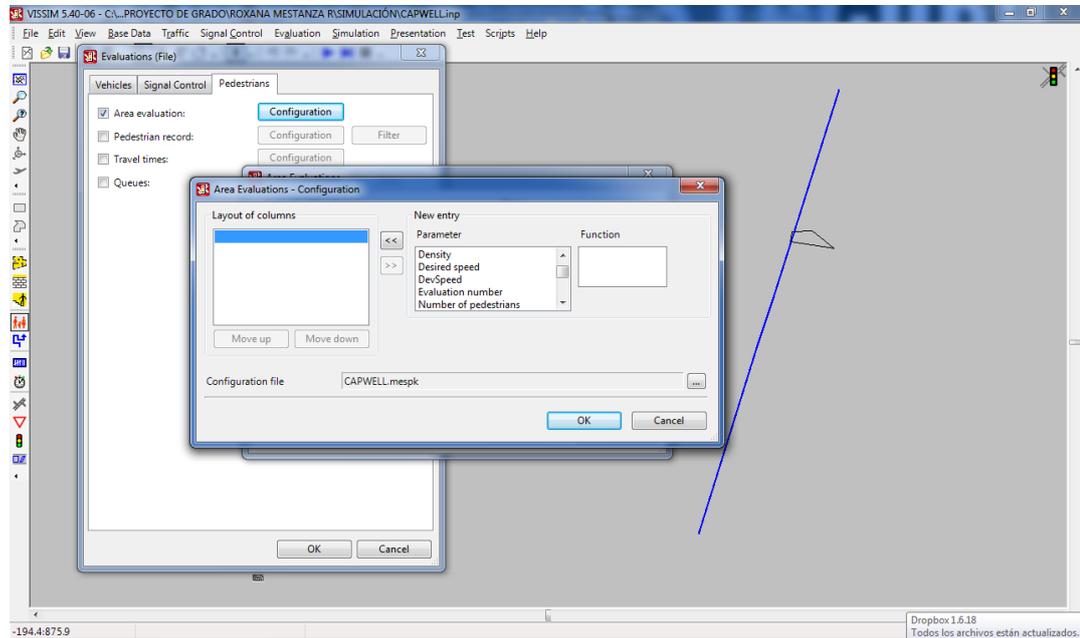
- Velocidad de peatones
- Información sobre destinos de los peatones, para crear distintas rutas de viaje.
- Tipo de peatones: cantidad de peatones hombres y mujeres.
- Número total de peatones
- Densidad
- Valores de aceleraciones
- Tiempos de viajes
- Parámetros de comportamiento del caminar de los peatones.
- Tipo de vehículos que circulan en el área de estudio
- Velocidades de los vehículos
- Valores de aceleración y desaceleración de vehículos
- Elementos de construcción como obstáculos, rampas, aceras, escaleras, etc. que sean necesarios en el modelo.
- Tiempos de viaje de los sistemas de transporte público.

Gráfico 2. Requisitos para ingresar en la simulación con el software VISSIM



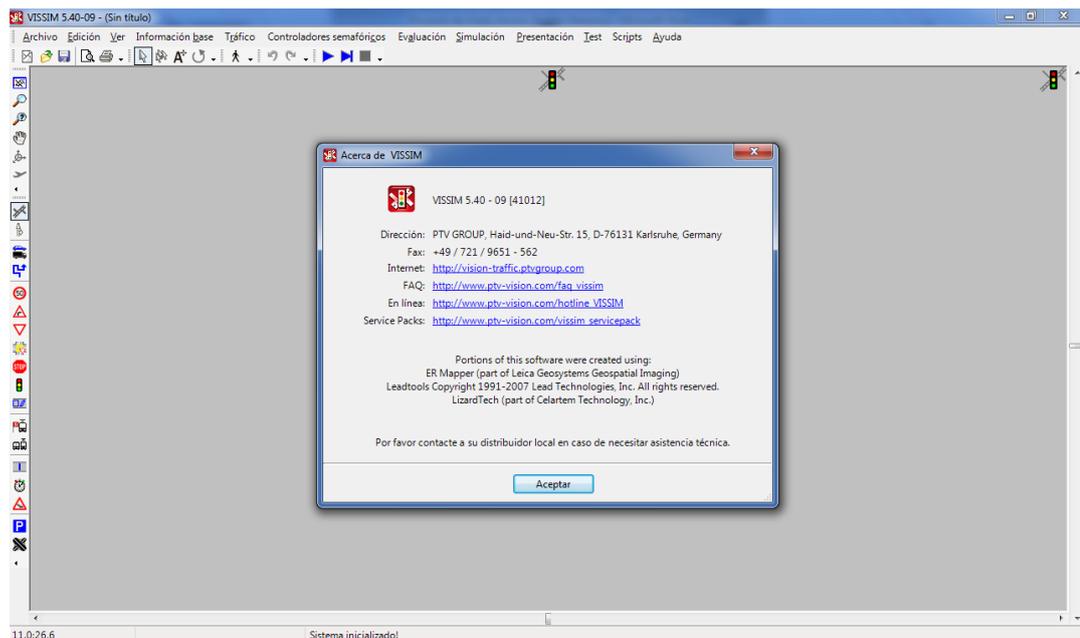
Elaboración: Imagen tomada del software PTV Vissim 5.40. Año 2013.

Gráfico 3. Ventana de trabajo de software VISSIM



Elaboración: Imagen tomada del software PTV Vissim 5.40. Año 2013.

Gráfico 4. Imagen con información acerca de VISSIM



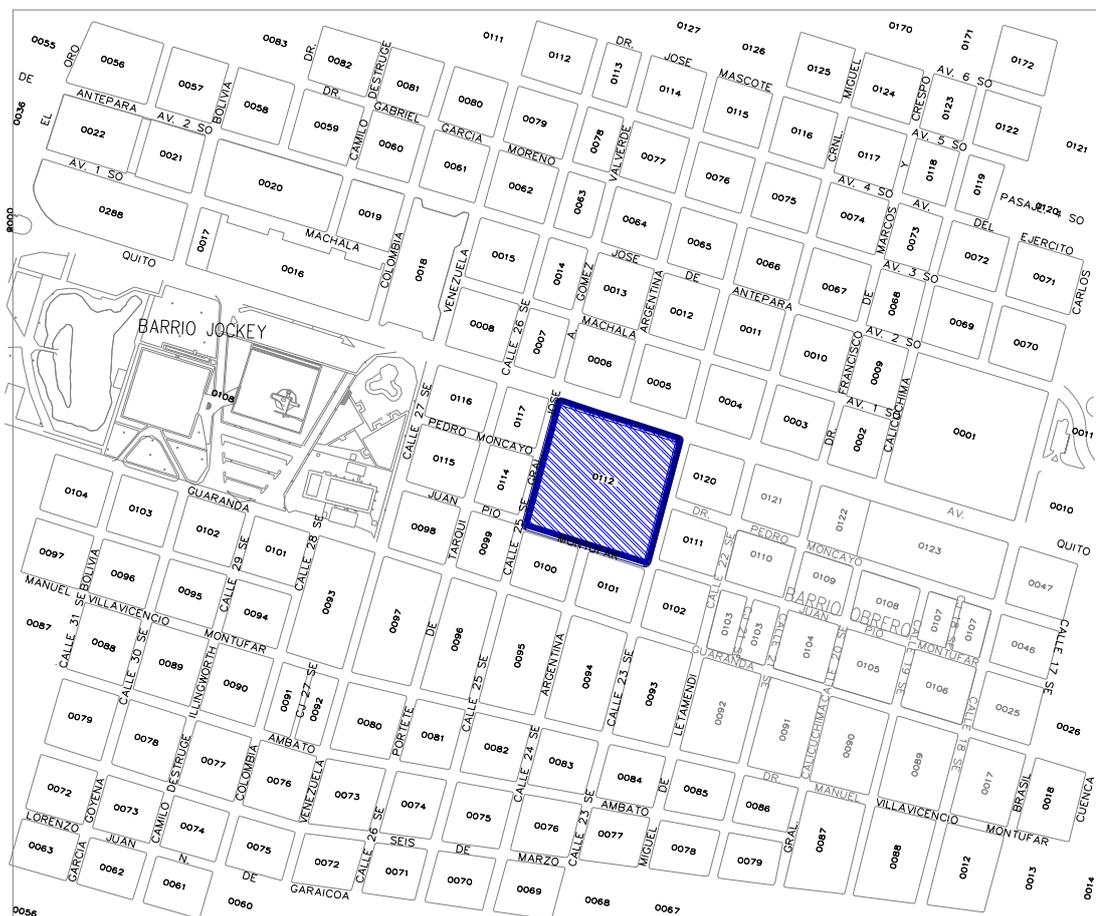
Elaboración: Imagen tomada del software PTV Vissim 5.40. Año 2013.

2.3. ALCANCE

Este proyecto se enfoca al estudio del comportamiento de personas saliendo de un evento multitudinario, limitando el escenario a 2 casos de estudio de los estadios deportivos más representativos de la ciudad.

CASO 1: Estadio G. Capwell.

Gráfico 5. Implantación del Estadio Capwell.



Elaboración: Imagen proporcionada por el Departamento DOIT del M.I. Municipio de Guayaquil. Año: 2013

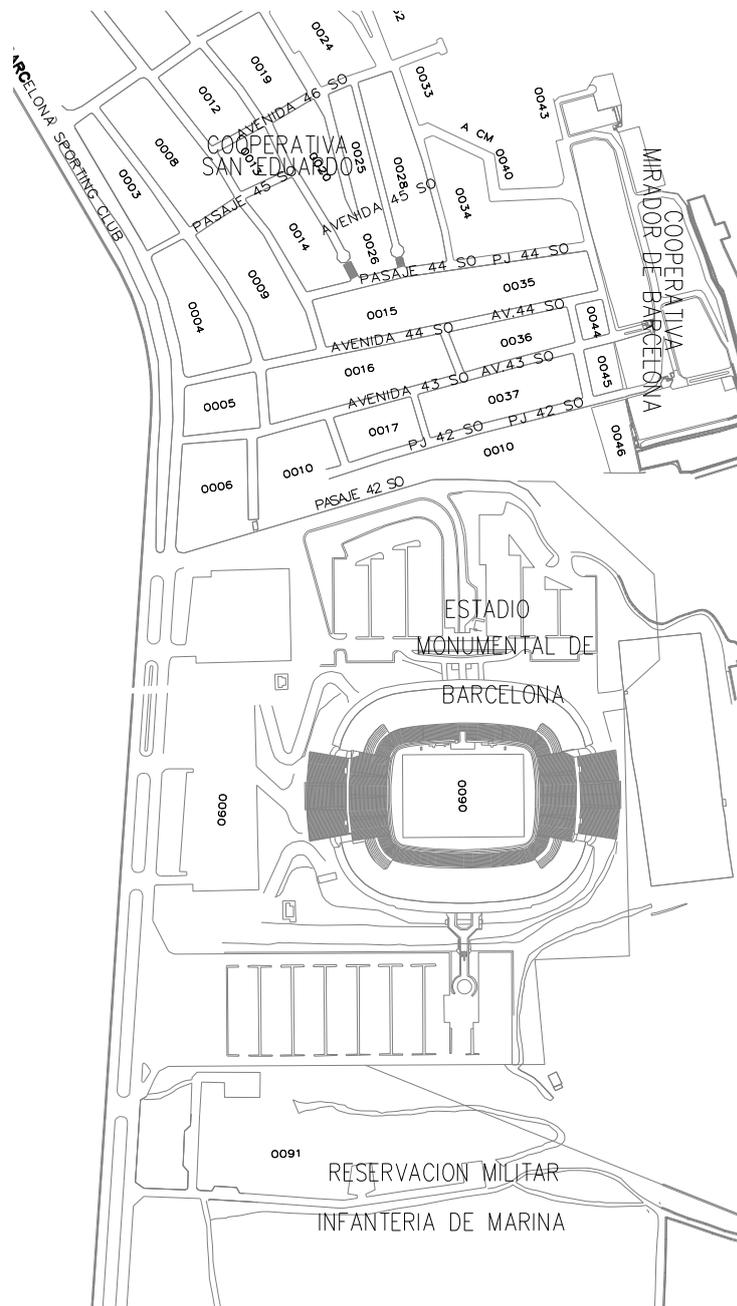


Gráfico 6. Estadio George Capwell

Elaboración: Fotografía tomada de Google Earth. Año: 2013

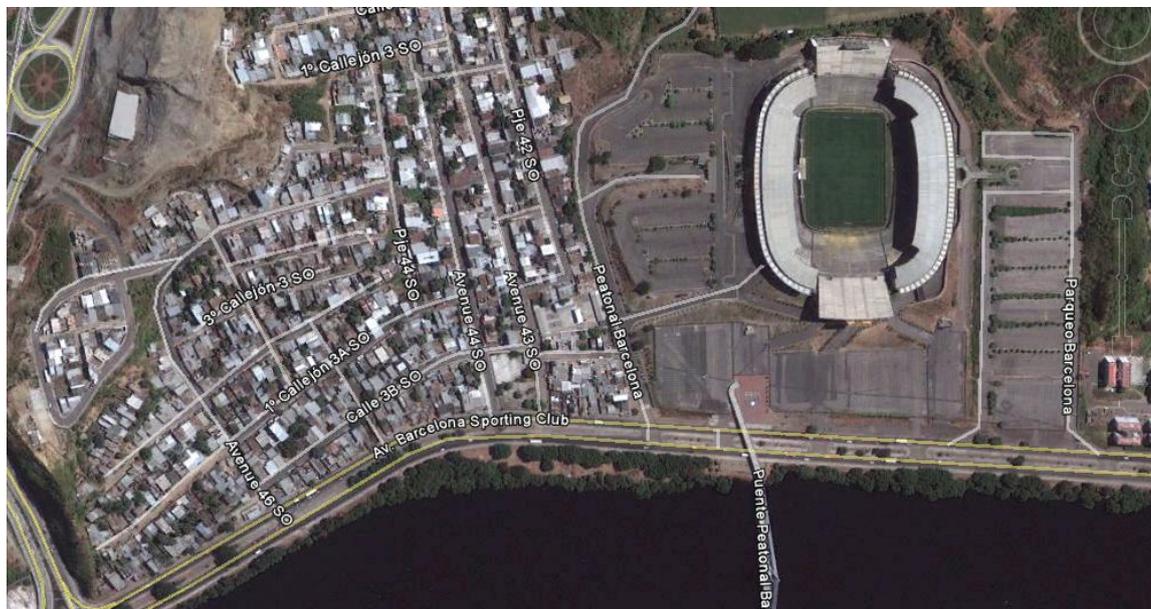
CASO 2: El Estadio Monumental

Gráfico 7. Implantación del Estadio Monumental.



*Elaboración: Imagen proporcionada por el Departamento DOIT del M.I.
Municipio de Guayaquil. Año: 2013*

Gráfico 8. Estadio de Barcelona (Estadio Monumental Banco Pichincha)



Elaboración: Fotografía tomada de Google Earth. Año: 2013

CAPÍTULO 3: MOVIMIENTO DE PEATONES. CONCEPTOS Y RELACIONES

3.1. EL PEATÓN Y EL TRANSPORTE

De acuerdo a la Real Academia Española (RAE), se define como peatón a aquel que va a pie por una vía pública. Dentro de la transportación de una ciudad, el movimiento de los peatones constituye un modo de viaje esencial.

Los peatones siempre han sido la clave de la movilidad urbana, sin embargo han sido descuidados por los diseñadores durante mucho tiempo. Hoy en día, se está dando mayor prioridad al análisis del movimiento de peatones y su influencia en el tránsito vehicular, considerándolo como parte del estudio de las redes de tránsito y no por separado.

Las facilidades de los peatones suelen ser diseñadas para alcanzar los requerimientos mínimos de accesibilidad, en muy raras ocasiones el peatón ha sido el enfoque principal de un estudio de tránsito, por lo cual el diseño de las facilidades para peatones no se adaptan e integran a las condiciones de tránsito y las redes de transporte existentes.

3.2. CONCEPTOS BÁSICOS

El movimiento de peatones es analizado de acuerdo a parámetros definidos, los cuales sirven para el diseño de elementos de tránsito de personas.

A continuación se presentan definiciones de los términos a utilizarse en el estudio. Estas definiciones son tomadas del texto *Highway Capacity Manual 2010*. Y las unidades han sido adaptadas al sistema métrico utilizado en la ciudad de Guayaquil.

VELOCIDAD DEL PEATÓN

Se define al promedio de la velocidad de caminar de una persona. En este estudio la velocidad de viaje está indicada para peatones de forma individual así como para peatones formando pelotones. Expresada en unidades de metros por segundo. (m/seg)

S = metro/seg

En el “Manual of Transportation Engineering Studies” proporcionado por el ITE (Institute of Transportation Engineers) se menciona que las velocidades de caminar de los peatones son afectadas por varios factores que incluyen:

- Volumen de peatones
- Edad de peatones
- Género de peatones
- Nivel de estado físico de peatones
- Densidad de peatones
- Ancho de ruta
- Ancho de cruce
- Distancia de
- Condiciones climáticas

Tabla 1. Velocidades de caminar y correr de peatones por edad.

Edad (años)	Hombres		Mujeres	
	Caminar	Correr	Caminar	Correr
2	0.85	1.71	1.04	1.74
3	1.07	2.71	1.04	2.47
4	1.25	3.17	1.25	2.99
5-9	1.49	4.08	1.56	3.78
10-14	1.59	4.48	1.65	3.99
15-18	1.65	4.45	1.62	3.75
20s	1.74	-	1.65	-
30s	1.65	-	1.65	-
40s	1.56	-	1.62	-
50s	1.49	-	1.83	-
60+	1.25	-	1.25	-

Elaboración: Información basada de Schroeder B., Cunningham Ch., Findley D., Hummer J., y Foyle R. "Manual of Transportation Engineering Studies". 2º ed. (2010). Washington DC. Pp. 20.

Tabla 2. Velocidad promedio para niveles de servicio para aceras y calzadas según HCM 2010.

LOS	Velocidad (m/s)
A	>1.30
B	>1.27 – 1.30
C	>1.22 – 1.27
D	>1.14 – 1.22
E	>0.76 – 1.14
F	<0.76

Elaboración: Transportation Research board. (2010). Highway Capacity Manual 2010. Washington DC. National Research Council. Pp 23-3

FLUJO DE PEATONES

Número de peatones pasando por un punto⁴ por unidad de tiempo. Expresado como peatones por 15 minutos o peatones por minuto. (p/min)

ANCHO DE CALZADA EFECTIVO

Porción de calle que puede ser usada de manera óptima por los peatones. Existen diversos tipos de obstrucciones de las calles que provocan el desvío de los peatones.

El ancho efectivo de calle puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$W_E = W_T - W_O$$

Donde

W_E = ancho efectivo de calle (m)

W_T = ancho total de calle (m)

W_O = suma de anchos de las obstrucciones en las calzadas y espacios entre estos y los peatones.

DENSIDAD DE PEATONES

Número promedio de peatones por unidad de área dentro de una acera o área de espera, expresado como peatones por metro cuadrado (p/m²).

En sus textos, J. Fruin⁵ recomienda usar el valor recíproco de la densidad, el cual es identificado como M, debido al nombre que recibe de Módulo de área de peatones. Es más conocido como el valor de “espacio por peatón”.

Densidad = peatones/metro cuadrado

⁴ Referido a una línea marcada a lo ancho de una calle perpendicular a la ruta de peatones.

⁵ John J. Fruin, autor del libro “Pedestrian Planning and Design”

ESPACIO POR PEATÓN

Promedio del área provista para cada peatón en un área de espera, expresado en términos de metro cuadrado por peatón (m^2/p). También puede ser calculado como el inverso de la densidad.

PELOTÓN

Número de peatones caminando juntos en un grupo, usualmente de manera involuntaria, como resultado de una señal de control o de otros factores.

3.3. FLUJO DE PEATONES

El flujo de peatones puede ser medido de forma similar que el flujo de vehículos en cuanto a velocidades y la libertad de decisión que tienen estos de rebasar a los demás. Sin embargo también existen medidas exclusivas para el análisis del movimiento de peatones tales como la habilidad de cruzar corrientes de personas, caminar en dirección contraria a flujos mayores de peatones, diversos cambios en la velocidad de caminar.

Es expresado como el número de peatones por espacio disponible por un periodo de tiempo dado. En algunos estudios también es expresado como el flujo promedio de peatones por unidad de ancho de calzada efectivo por minuto. Se expresa como peatones por minuto por metro. ($p/min/m$)

$P = \text{peatón/segundo/metro (p/min/m)}$

$P = S \times D$ (promedio de la velocidad x Promedio de la densidad)

O en su defecto, también puede ser calculada como:

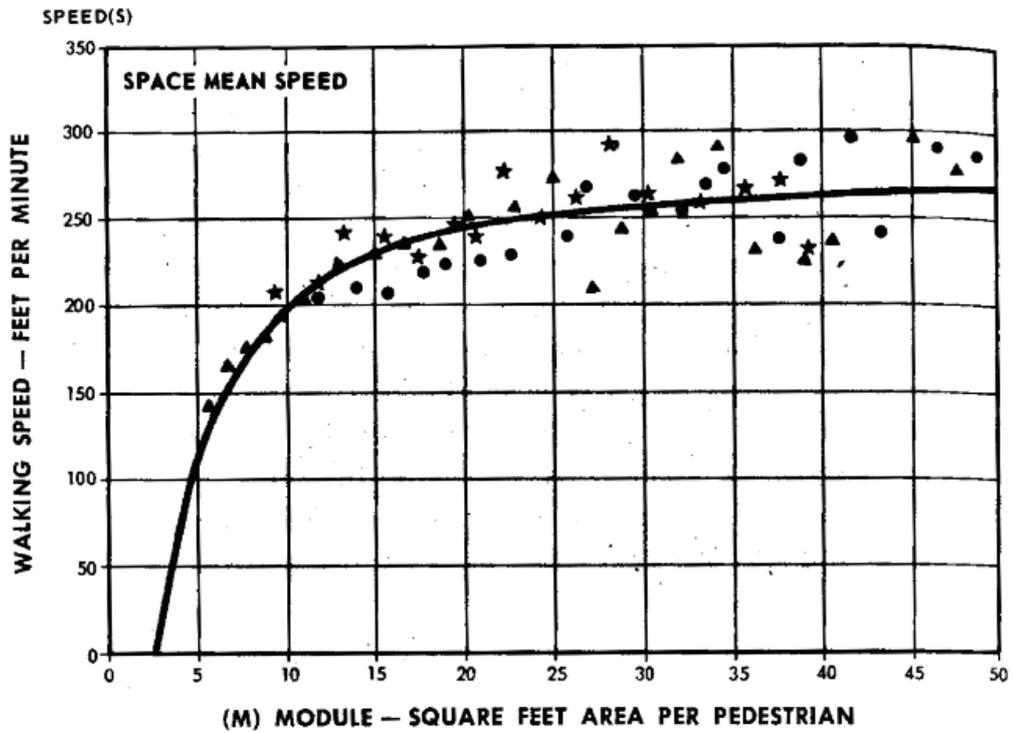
$P = S/M$ (velocidad promedio/modulo de área de peatón)

Algunos investigadores han llegado a importantes conclusiones en cuanto a los parámetros usados para medir un flujo de personas en términos de ingeniería de tráfico. El investigador John Fruin observó que la velocidad de caminar de un peatón varía dependiendo de factores como edad, género y propósito por el cual el peatón se está movilizand, es decir por el destino al que planea llegar. En el capítulo 18, pp 18-1 del HCM 2000, se hace referencia a esta observación: “La velocidad de caminar de un peatón depende de la proporción de personas de edad mayor (65 años en adelante), dentro de la población que representa a los peatones”.

J. Fruin en algunos de sus estudios en cuanto a movimiento de peatones bajo condiciones de multitud, afirma que “mientras la densidad de tráfico aumenta, la velocidad de los peatones decrece, como resultado, todas las velocidades de peatones tienden a tener menos variabilidad a medida que la densidad de multitud mayor restringe la capacidad para pasar”.

En la figura 3 se indica que para módulos menores que 0.28 m^2 por peatón, las velocidades de caminar llegan a ser cero y que empiezan a ocurrir las formaciones de colas de personas. Este valor extremo es conocido como “jam density” en idioma inglés, y en español su traducción correspondería a “densidad de atascamiento”.

Gráfico 9. Relación entre velocidad de peatón y espacio.



Elaboración: Fruin, J. Pedestrian Planning and Design. (1971). pp. 42.

El ITE, en el “Manual of Transportation Engineering Studies” hace referencia a lo indicado también en el AASHTO’ Green Book y en el Highway Capacity Manual acerca de las características de los peatones, las cuales incluyen información como:

- Espacio promedio requerido por peatón.
- Velocidad de caminar
- Capacidades de las facilidades peatonales.

El espacio promedio requerido por peatón se encuentre en un área de 450mm por 600 mm.

En situaciones en las cuales el movimiento de peatones es muy denso, como en puentes o túneles peatonales, conexiones intermodales, a la salida de estadios, etc., es necesario un análisis de la capacidad de peatones. De igual forma que para vehículos, para peatones también se han desarrollado conceptos de LOS (niveles de servicio) que relacionan la velocidad de flujo con el espacio requerido y la velocidad de caminar.

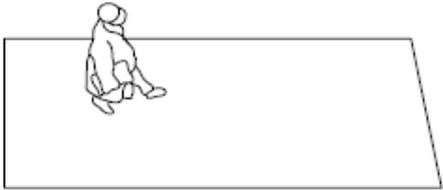
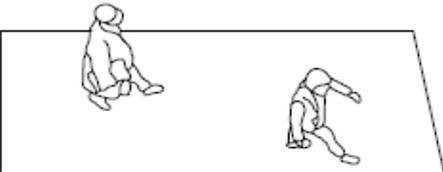
Por muchos años se ha utilizado como velocidad estándar para caminar, un promedio de velocidad de 1.2 m/s. En estudios recientes, esta velocidad se ha reducido a 1.1 m/s. Hoy en día debido a factores como la edad promedio actual de la población, en muchos estudios se ha empezado a utilizar 0.9 m/s.

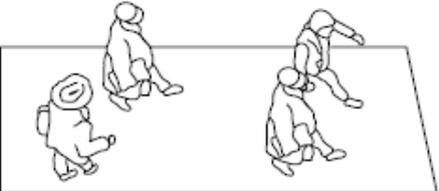
3.4. PELOTONES

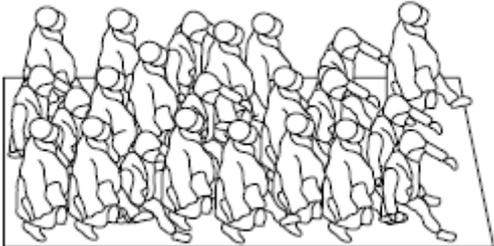
De acuerdo al Highway Capacity Manual, se puede identificar distintos niveles de servicio (LOS) en cuanto a pelotones de peatones, los cuales se muestran en la tabla 3.

Dependiendo de los patrones de tráfico, se debe diseñar facilidades de peatones para flujos promedios. No es recomendable diseñar para condiciones extremas, ya que solamente ocurrirán 1% o 2% del tiempo. Por esta razón, para este caso de estudio en particular, se pretende determinar medidas que mitiguen la influencia de la salida masiva de personas, en el tráfico de las calles cercanas a los estadios, con las condiciones de diseño ya existentes.

Tabla 3. Niveles de Servicio Standard

NIVEL DE SERVICIO	
<p>LOS A</p> <p>Espacio de peatones $> 5.6 \text{ m}^2/\text{p}$</p> <p>Peatones se mueven por el camino que deseen sin alterar sus movimientos dependiendo de otros peatones.</p>	
<p>LOS B</p> <p>Espacio de peatones $> 3.7 - 5.6 \text{ m}^2/\text{p}$</p> <p>Existe área suficiente para que peatones seleccionen la velocidad de caminar libremente, para rebasar a otros peatones y para evitar cualquier obstáculo que se atravesase. Los peatones empiezan a estar atentos de</p>	

<p>los movimientos de otros peatones.</p>	
<p>LOS C</p> <p>Espacio de peatones > 2.2 - 3.7 m²/p</p> <p>El espacio es suficiente para velocidades de caminar normales y para rebasar a otros peatones en corrientes unidireccionales. Peatones en dirección contraria al flujo o movimientos de cruce de peatones causan conflictos menores y las velocidades y tasas de flujo son un poco más bajas.</p>	
<p>LOS D</p> <p>Espacio de peatones > 1.4 - 2.2 m²/p</p> <p>Existe libertad para seleccionar velocidades de caminar individuales. Rebasar a otros peatones es más difícil. Cruzar o caminar en dirección contraria al flujo provoca una mayor probabilidad de conflictos, requiriendo entonces cambios frecuentes de velocidad y posición.</p>	
<p>LOS E</p> <p>Espacio de peatones > 0.7 - 2.2 m²/p</p> <p>Todos los peatones restringen su velocidad normal de caminar, frecuentemente ajustando su paso. Espacio no es suficiente para pasar a</p>	

<p>peatones más lentos. Cruzar o caminar en dirección contraria al flujo es posible solamente con extremas dificultades.</p>	
<p>LOS F</p> <p>Espacio de peatones $\leq 0.7 \text{ m}^2/\text{p}$</p> <p>Todas las velocidades de caminar están severamente restringidas. Es muy frecuente el contacto inevitable con otros peatones. Movimientos de cruce y caminar en sentido contrario al flujo son casi imposibles. El flujo es esporádico e inestable. El espacio es más característico de columnas de peatones en espera que de corrientes de peatones moviéndose.</p>	

Elaboración: Tabla tomada de Highway Capacity Manual 2000. (pp 11-9)

3.5. FACILIDADES PEATONALES

Existen diferentes tipos de facilidades peatonales, los cuales se detallan a continuación:

- Calzada y acera: instalaciones como terminales, aceras, escaleras y rutas designadas exclusivamente para peatones.
- Áreas de colas de peatones: áreas donde los peatones permanecen temporalmente mientras esperan ser servidos.
- Caminos compartidos fuera de la calle: Rutas físicamente separadas del tráfico vehicular para el uso de peatones, bicicletas, patinetas y otro tipo de tráfico motorizado.

De acuerdo a la información observada por Fruin en imágenes de movimientos de peatones a lo largo de las aceras de Manhattan, recomienda umbrales de nivel de servicio para varios elementos, incluyendo escaleras, ascensores, facilidades interrumpidas y áreas de colas de personas.

Tabla 4. Nivel de servicio recomendado para movimiento de flujo libre en calzadas de peatones.

Nivel de Servicio	Velocidad de flujo (p/min/m)	Espacio Disponible por peatón (m²/p)	Uso Recomendado
A	<23	>3.3	Plazas públicas a gran escala
B	23 – 33	2.3 – 3.3	Terminales de transportación para bajos niveles de flujos
C	33 – 49	1.4 – 2.3	Terminales de transportación con altos volúmenes
D	49 – 66	0.9 – 1.4	Flujos altos tolerables para espacios públicos
E	66 – 82	0.5 – 0.9	Umbral de operación intolerable
F	var - 82	<0.5	Formación de colas de personas

Elaboración: Fruin, J. Pedestrian Planning and Design. (1971).

El autor John Fruin recomienda varios umbrales de LOS para que sean usados como objetivos de funcionamiento de ciertas facilidades.

El Nivel de servicio A debería ser un objetivo de diseño para plazas públicas u otras áreas sin periodos frecuentes de flujo extremo de peatones,

Niveles de servicio B y C son recomendados para terminales de transporte y para grandes volúmenes de peatones con demandas rutinarias.

Niveles de servicio D en adelante, son para usos en locaciones donde las restricciones físicas son interrupciones de flujo prevalentes y frecuentes que son inevitables.

Los investigadores Pushkarev y Zupan, en su texto *Urban Space for Pedestrians*, indican investigaciones similares del movimiento de peatones a lo largo de algunas clases de facilidades. Ellos han calculado los umbrales de niveles de servicio de la misma forma que lo investigó Fruin, con el invaluable examen adicional de la influencia del movimiento de peatones formando pelotones⁶.

La siguiente tabla presenta los umbrales recomendados por Pushkarev y Zupan para facilidades para flujo ininterrumpido de peatones.

⁶ Pushkarev, B. Zupan, J. *Urban Space for Pedestrians*. (1975). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Tabla 5. Umbrales LOS recomendados para el movimiento de flujo libre en calzadas para peatones.

Calidad del flujo (LOS)	Velocidad de flujo (p/min/m)	Espacio disponible por peatón (m²/p)
Abierto (A+)	<0.5	>50
Sin obstáculos (A)	1.6 – 6.5	12 – 50
Impedido (B)	6.5 – 20	3.7 – 12
Restringido (C)	20 – 33	2.2 – 3.7
Multitud (D)	33 – 46	1.5 – 2.2
Congestión (E)	46 – 60	1.0 – 1.5
Atascado (F)	60+	<1.0

Elaboración: Pushkarev, Zupan. *Urban Space for Pedestrians*. Pp 74 - 78

3.5.1 ACERAS Y CALZADAS

Una de las medidas más importantes para aceras y calzadas es el espacio, el cual es el inverso de la densidad.

Este puede ser observado directamente en campo, midiendo el área de uso de la acera o calzada y determinando el máximo número de peatones en un tiempo determinado en esa área.

La segunda medida es la velocidad. De igual manera, ésta puede ser observada directamente en campo.

La tasa de peatones por unidad de flujo es una medida usada como medida de servicio. Para el cálculo de esta tasa, se requiere lo siguiente:

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$$

Donde

V_p = Tasa de peatones por unidad de flujo

V_{15} = Tasa de peatones por periodos de 15 minutos

V_E = Ancho de acera efectivo

3.5.2 EFECTO DE PELOTONES EN ACERAS Y CALZADAS

De acuerdo al HCM 2010, se muestra en la siguiente tabla los valores del promedio de velocidades de flujo al formarse pelotones.

Tabla 6. Valores de espacio y velocidad de flujo para LOS en caso de pelotones en aceras y calzadas.

LOS	2010 HCM	
	Espacio (m ² /p)	Tasa de flujo (p/min/m)
A	> 49.24	≤ 1.6
B	> 8.36 - 49.24	1.6 - 10
C	> 3.72 - 8.36	10 - 20
D	> 2.14 - 3.72	20 - 36
E	> 1.02 - 2.14	36 - 59
F	≤ 1.02	59+

Elaboración: Transportation Research board. (2010). Highway Capacity Manual 2010. Washington DC. National Research Council. Pp 23-3

Se ha revisado variada literatura de todos los reportes disponibles publicados que contengan estudios sobre el movimiento de los flujos de peatones en los diferentes tipos de facilidades peatonales, tales como:

- *Pedestrian Planning and Design*. Fruin, John J. (1971).
- *Urban Space for Pedestrians*. Pushkarev, B. Zupan, J. (1975).
- *Pedestrian Characteristics Study in Singapore*. Tanaboriboon, Yordphol, Sim Siang Hwa, Chin Hoong Chor. (1986, Mayo)
- *Highway Capacity Manual 2000*. Transportation Research board. (2000).
- *Highway Capacity Manual 2010*. Transportation Research board. (2010).

De esta literatura se presenta a continuación un conjunto compuesto de tablas con los niveles de servicio para flujos de peatones a lo largo de las calzadas.

Tabla 7. Nivel de Servicio para calzadas por espacio disponible por peatón (m²/p)

LOS	HCM	Fruin	Pushkarev - Zupan	Brilon (Alemania)	Polus (Israel)	Tanaboriboon Guyano (Tailandia)
A	>12	>3.2	>12	>10	-	>2.38
B	3.7 – 12	2.3 – 3.2	4 -12	3.3 – 10	-	1.6 – 2.38
C	2.2 – 3.7	1.4 – 2.3	2 – 4	2 – 3.3	1.67	0.98 – 1.6
D	1.4 – 2.2	0.9 – 1.4	1.5 – 2	1.4 – 2	1.33 – 1.66	0.65 - 0.98
E	0.6 – 1.4	0.5 – 0.9	1.0 – 1.5	0.6 – 1.4	0.5 – 0.8	0.37 – 0.65
F	<0.6	<0.5	0.2 – 1	<0.6	-	<0.37

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año:2013

**Tabla 8. Nivel de Servicio para calzadas por velocidad de flujo
(p/min/m)**

LOS	HCM	Fruin	Pushkarev - Zupan	Brilon (Alemania)	Polus (Israel)	Tanaboriboon Guyano (Tailandia)
A	<6.6	<23	<7.0	-	-	<28
B	6.6 – 23	23 – 33	7 -20	-	-	28 – 40
C	23 – 33	33 – 49	20 – 33	-	<40	40 – 61
D	33 – 49	49 – 66	33 – 46	-	40 – 75	61 – 81
E	49 – 82	66 – 82	46 – 59	-	75 – 95	81 – 101
F	Var.	Var.	0 – 82 (var.)	-	desconocido	Var. o 101+

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año:2013

Se puede observar en las tablas que existe una marcada diferencia entre los resultados de estudios en Estados Unidos y aquellos realizados en otros sitios como Alemania, Polonia, Tailandia.

3.6. METODOS PARA MODELACIÓN DEL MOVIMIENTO DE PEATONES FORMANDO UN PELOTÓN.

Para la modelación del movimiento de peatones en pelotón, se han desarrollado cuatro metodologías básicas:

- La regla del pulgar
- Factores de ajuste
- Ajustes aditivos
- Revisión de umbrales de niveles de servicio

El método de la regla del pulgar ha sido recomendado en 1980 por la publicación *Interim Materials*⁷. Asume que el nivel de servicio experimentado en pelotones es un nivel más bajo que el que se tiene durante condiciones de flujo promedio. Efectivamente, investigadores asumen que para movimientos de pelotones, LOS A es equivalente a LOS B bajo condiciones de flujo libre. Puesto de otro modo los peatones que viajan bajo densidades de LOS B y velocidades promedio, considerarán esta velocidad de flujo óptima mientras viajen dentro de un pelotón. LOS F sigue siendo densidad de atascamiento “jam density”.

Los factores de ajuste para movimiento de pelotones resultan de la razón del flujo del pelotón, el cual es el volumen de peatones por minuto por metro de ancho, para el flujo promedio. Los factores de ajuste pueden ser calculados para flujos de sitios específicos.

Los ajustes aditivos son atajos numéricos que permiten cálculos rápidos sobre el espectro entero de los niveles de servicio, independiente del flujo. Este es el método recomendado en el capítulo 13 del *Highway Capacity Manual*.

⁷Transportation Research Board (TRB). (1980) *Interim Materials on Highway Capacity*. Transportation Research Circular 212

En un estudio publicado en 1978 por investigadores de la Universidad en Ontario, Canadá, se postuló que el flujo de un pelotón puede ser categorizado por diferentes estándares de niveles de servicio con respecto a la densidad.

Los estudios desarrollados por los investigadores canadienses concluyeron en la hipótesis que para velocidades de flujos altas, los peatones viajando en pelotones deberían estar dispuestos a sacrificar espacio personal en orden de viajar a velocidades más altas.

CAPITULO 4: DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS PREVIOS

Para el desarrollo del estudio, se fijaron 4 metas para recolectar la información necesaria.

- 1) Tener un registro de los movimientos de las personas a la salida de partidos importantes de futbol en cada estadio.
- 2) Identificar los destinos principales de los asistentes después de los eventos en los estadios y el medio de transporte que utilizan.
- 3) Determinar por género (mujer, hombre), el promedio del porcentaje de asistentes.
- 4) Conocer la geometría de las calles y aceras circundantes a los estadios de estudio.

Para alcanzar el primer objetivo, se ha realizado la filmación a la salida de las personas de cada estadio, en diferentes partidos importantes en la ciudad. Luego se ha obtenido datos promedio de velocidades para los diferentes niveles de servicio. Se han colocado dos líneas temporales en el suelo, con el fin de contabilizar el tiempo en que demora cada peatón en cruzar las dos líneas y con la distancia entre líneas se ha podido obtener datos de velocidad.

De igual forma, se ha utilizado las filmaciones realizadas para obtener datos de *flujo de velocidad* y de *espacio requerido por peatón* en diferentes tiempos y distancias y se ha clasificado visualmente el nivel de servicio para cada periodo de tiempo analizado. Esta clasificación se la muestra en los resultados del registro de movimiento de los peatones.

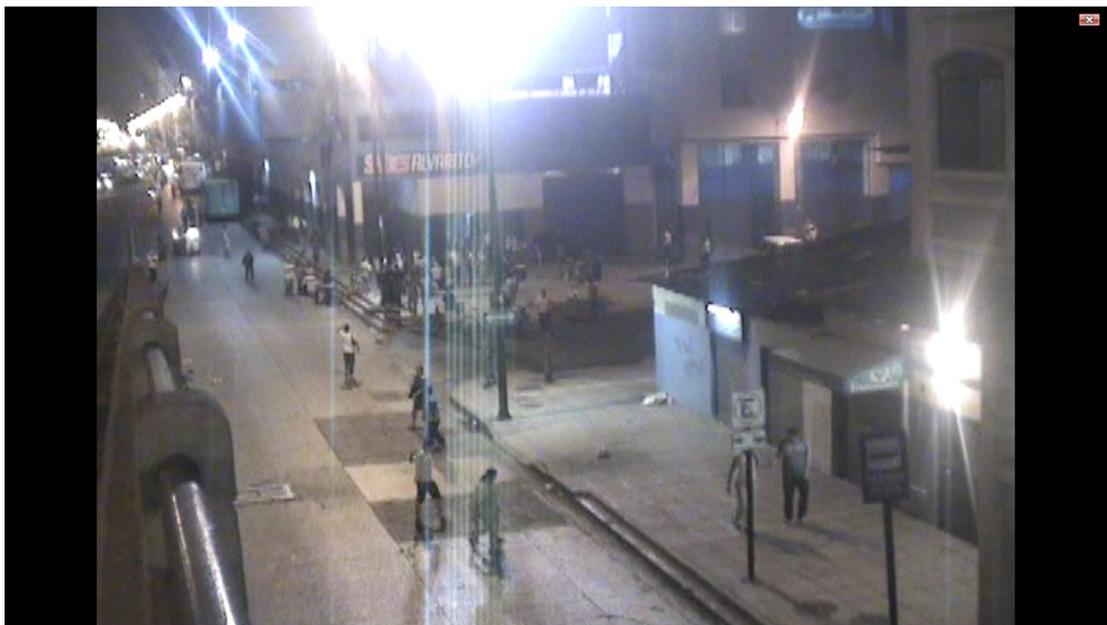
FECHAS DE FILMACIÓN:

Estadio Capwell

2 de Abril, 2013 Emelec - Peñarol

24 de Abril, 2013 Emelec – Barcelona

Gráfico 10. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo -00:05:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio George Capwell en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 11. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:05:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio George Capwell en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 12. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:15:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio George Capwell en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 13. Imagen de segunda filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:00:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio George Capwell en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 14. Imagen de primera filmación de las personas a la salida del Estadio Capwell. (Tiempo 00:20:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio George Capwell en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Estadio Monumental

28 de Abril, 2013 Barcelona – Liga de Quito

27 de Febrero, 2013 Barcelona – Boca Juniors

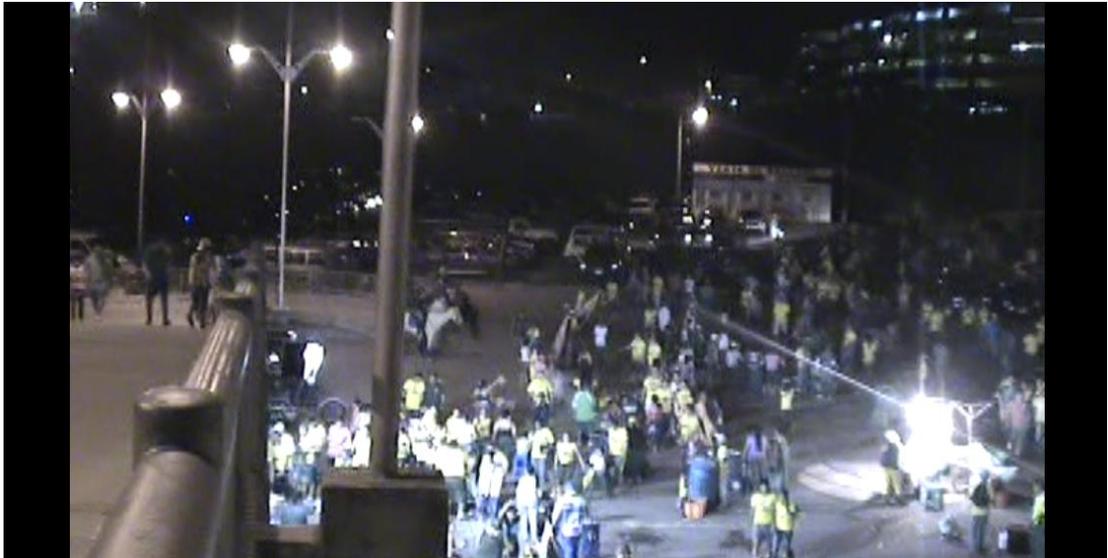
2 de Diciembre, 2010 Barcelona – Olmedo

Gráfico 15. Imagen de la primera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental.



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio Monumental en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 16. Imagen de la segunda filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:05:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio Monumental en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 17. Imagen de la segunda filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:15:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio Monumental en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 18. Imagen de la tercera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo -00:05:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio Monumental en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 19. Imagen de la tercera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:05:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio Monumental en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Gráfico 20. Imagen de la tercera filmación de las personas a la salida del Estadio Monumental. (Tiempo 00:15:00)



Elaboración: Fotografía tomada fuera del estadio Monumental en la ciudad de Guayaquil. Año: 2013.

Para alcanzar el segundo objetivo, se ha realizado encuestas de origen-destino a los asistentes a los eventos en cada estadio. Se describe en la siguiente sección el trabajo de encuesta realizado.

En referencia al tercer objetivo, se ha podido determinar, incorporando a la encuesta de origen destino, la opción de marcar el género de la persona a quien se realiza la encuesta.

En cuanto al cuarto objetivo, se ha determinado la ejecución de un conteo volumétrico de vehículos, tal como se describe en la sección adjunta.

4.2. ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO

Se han realizado estudios origen-destino mediante encuestas directas a las personas que han asistido a eventos deportivos desarrollados en los estadios Capwell y Monumental en las fechas señaladas en la tabla a continuación:

Tabla 9. Fechas de encuesta origen - destino

Fecha	Estadio	Partido	Número aprox. de espectadores que asistieron	Número de encuestas
24 de abril del 2013	Capwell	Barcelona - Emelec	20000	400
28 de abril del 2013	Monumental	Barcelona - Liga	20932	400

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

El tamaño necesario de la muestra depende de tres factores:

1. El nivel de confianza deseado
2. El margen de error que el investigador esté dispuesto a tolerar
3. La variabilidad de la población que se estudia.⁸

Para obtener el tamaño de la muestra apropiado de espectadores a quienes se les realizaría la encuesta de origen-destino, se utilizan los conceptos y formulas indicados en el libro “Estadística para Administración y Economía”, Capítulo 9, página 318.

⁸ Lind, D. Marshall, W. Mason, R. Estimación e Intervalos de confianza. (2004) *Estadística para Administración y Economía (pp. 318), (11 Ed)*. Mexico DF: Alfaomega

Si se conoce el tamaño de la población:

$$n = \frac{(zs)^2 N}{NE^2 + (zs)^2}$$

Donde

n = tamaño de la muestra

z = valor normal estándar que corresponde al tamaño de la muestra

s = estimación de la desviación estándar de la población.

E = máximo error permitido.

Para este caso de estudio:

z = 1.96*

E = 0.05

s = 0.5

*El valor z se obtiene de la tabla de distribución estándar normalizada⁹; se ha escogido un nivel de confianza de 95%

Para escoger el tercer factor, se considera una máxima variabilidad, es decir que no existen antecedentes sobre esta investigación, por lo tanto se consideran los valores p = q = 0.5 = s

⁹ Douglas A. Lind, William G. Marshall, Robert D. Mason (2004) *Estadística para Administración y Economía*, (11 Ed), Apéndice D. (pp 758).

CASO 1: Estadio Capwell

$$n = \frac{(zs)^2 N}{NE^2 + zs^2} = \frac{(1.96 * 0.5)^2 * (20100)}{20100 * 0.05^2 + 1.96 * 0.5^2}$$

$$n = 376,92 \approx 378 \text{ muestras}$$

CASO 2: Estadio Monumental

$$n = \frac{(zs)^2 N}{NE^2 + zs^2} = \frac{(1.96 * 0.5)^2 * (20932)}{20932 * 0.05^2 + 1.96 * 0.5^2}$$

$$n = 377,24 \approx 378 \text{ muestras}$$

Para el levantamiento de estos datos se ha elaborado un formato con 2 preguntas puntuales para ser realizadas a los usuarios de cada estadio, este formato se puede revisar en los anexos del documento.

Puntos de encuesta

Para la realización de las encuestas se ha escogido la hora de entrada de los aficionados al estadio, esto debido a las facilidades para realizar las preguntas mientras los usuarios están esperando en columnas para ingresar.

Personal para levantamiento de información

Para la ejecución de las encuestas se ha contado con 3 personas previamente instruidas en la tarea a realizar.

Cada persona se ha encargado de los usuarios ubicados en una puerta del estadio.

Para el cumplimiento de las encuestas se ha proporcionado al personal de los implementos necesarios como tableros, lápices y formatos impresos, además de una camiseta que identifique la tarea que se lleva a cabo.

Recopilación de información y digitación de datos

Habiéndose realizado las encuestas en campo, se ha procedido a introducir la información en una base de datos en Excel, previamente se ha revisado que la información detallada en cada formato de encuesta sea legible, coherente e identifique claramente los orígenes y destinos y el medio de transporte usado.

Agrupación de información por zonas

Para fines del estudio, se ha procedido a definir y clasificar los destinos de los peatones en: zonas “Norte”, “Sur”, “Este”, “Oeste”, “Centro”, y “Otros”.

La zona definida como “Otros” se refiere a lugares fuera de la ciudad.

En los casos de los peatones cuyo destino es la zona “Otros”, se ha decidido, para la simulación, clasificarla como Norte, ya que la mayor parte lo hace por medio de transporte público y las estaciones de estos buses de servicio intercantonal e interprovincial se encuentran ubicadas en la zona norte de la ciudad de Guayaquil.

Gráfico 21. Imágenes de encuesta Origen – Destino. Estadio Capwell



Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio George Capwell. Año: 2013

Gráfico 22. Imágenes de encuesta Origen – Destino. Estadio Monumental



Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio Monumental.
Año: 2013

4.3. MEDICIÓN GEOMÉTRICA DE CALLES CIRCUNDANTES A ESTADIOS

Para alcanzar el quinto objetivo, se ha realizado la medición geométrica de las calles y aceras alrededor del estadio y de las principales calles sobre las cuales se hace el estudio al considerarlas más críticas al momento de la salida del flujo de personas del cada estadio. Estas calles corresponden a la Av. Quito para el caso 1 del estadio Capwell, y la Av. Barcelona para el caso 2 del estadio Monumental.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Se procedieron a realizar las mediciones un fin de semana en horas tempranas de la mañana, momento en el cual no hay mayor volumen de tráfico en las avenidas principales mencionadas, ni tampoco flujos considerables de peatones caminando por las aceras.

Los instrumentos utilizados han sido:

- Cinta métrica
- Flexómetro
- Cuaderno

Se han medido las puertas de salida del estadio, los anchos de calles alrededor del mismo y los anchos de acera.

Gráfico 23. Proceso de medición de estadio Capwell y sus calles circundantes.



Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio George Capwell. Año: 2013

Gráfico 24. Proceso de medición de estadio Capwell y sus calles circundantes.



Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio George Capwell. Año: 2013

**Gráfico 25. Proceso de medición de estadio Capwell y sus calles
circundantes.**



Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio George Capwell. Año: 2013

Gráfico 26. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.



*Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio Monumental.
Año: 2013*

Gráfico 27. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.



*Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio Monumental.
Año: 2013*

Gráfico 28. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.



Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio Monumental.

Año: 2013

Gráfico 29. Proceso de medición de puertas de salida de estadio Monumental y sus calles circundantes.



*Elaboración: Fotografías tomadas en las afueras del estadio Monumental.
Año: 2013*

CAPITULO 5: RESULTADOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS

La recolección de información representa todas las observaciones que se han podido realizar en campo en cuanto al movimiento de peatones a la salida de los estadios analizados en el presente documento. Para obtener resultados se han utilizado diferentes medios ya descritos anteriormente. Este estudio asume que la población observada y estudiada es representativa del común comportamiento de los peatones a la salida de eventos masivos desarrollados en cada estadio mencionado.

5.1. REVISIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PEATONES OBSERVADO

Para este estudio se han observado a las personas saliendo de cada estadio en diferentes periodos de tiempo, desde que las puertas de salida son abiertas hasta que las mismas se cierran.

Se ha notado que, en un primer periodo comprendido desde que se abren las puertas antes de que finalice el partido, esto es un periodo de 10 minutos, la densidad de personas saliendo es muy baja. Esta densidad va incrementando a medida que se acerca el fin del evento deportivo, y llega a su punto más alto 10 minutos después de que finalizó el partido.

Durante las filmaciones y conteos realizados, no se presentaron disturbios ni eventos conflictivos de ningún tipo, que distorsionen las observaciones de movilidad de los peatones.

5.2. REGISTRO DE MOVIMIENTO DE LOS PEATONES

Con la ayuda de las filmaciones realizadas y conteos de personas en sitio se han formulado varias gráficas que muestran, para cada puerta del estadio, valores de velocidades y espacio medidos a varias distancias desde la puerta de salida.

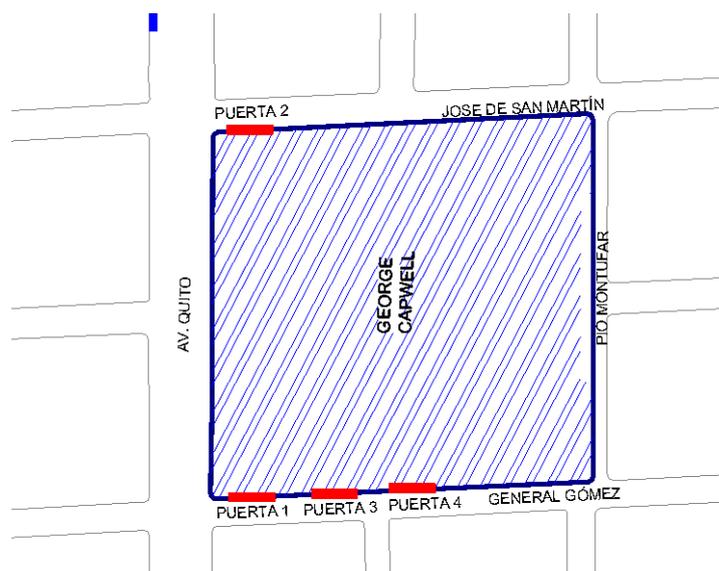
Se han realizado mediciones en la puerta de salida (0 m), a los 15 m, a los 25m y después de los 35m, registrando que el periodo más crítico en cuanto a velocidad y espacio, corresponde al comprendido entre los 10 y 20 minutos después de finalizado el partido.

Los tiempos durante los que se han efectuado las mediciones son: -10 min, 0 min, 10 min y 20 min. Considerando el tiempo 0 min cuando finaliza el partido.

CASO 1: ESTADIO CAPWELL

En el gráfico 30 se muestra las puertas en las cuales se han realizado las mediciones.

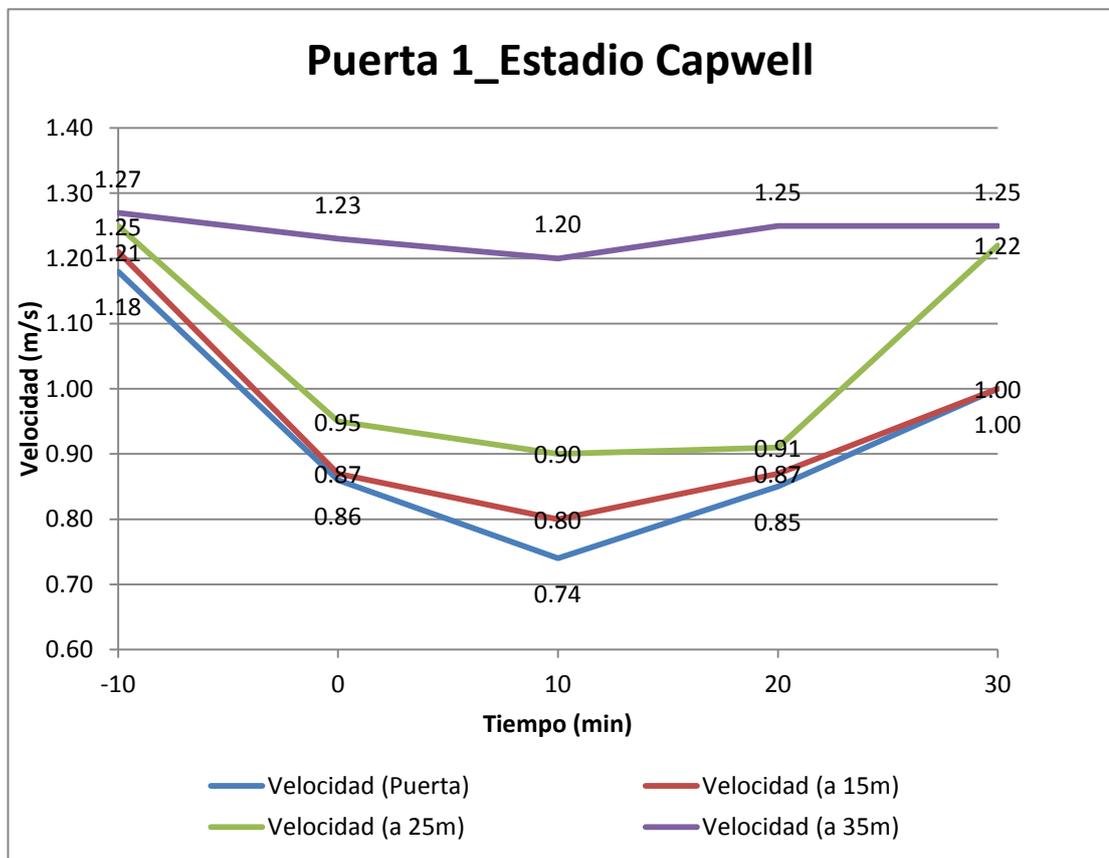
Gráfica 30. Puertas donde se han efectuado las mediciones. E. Capwell



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

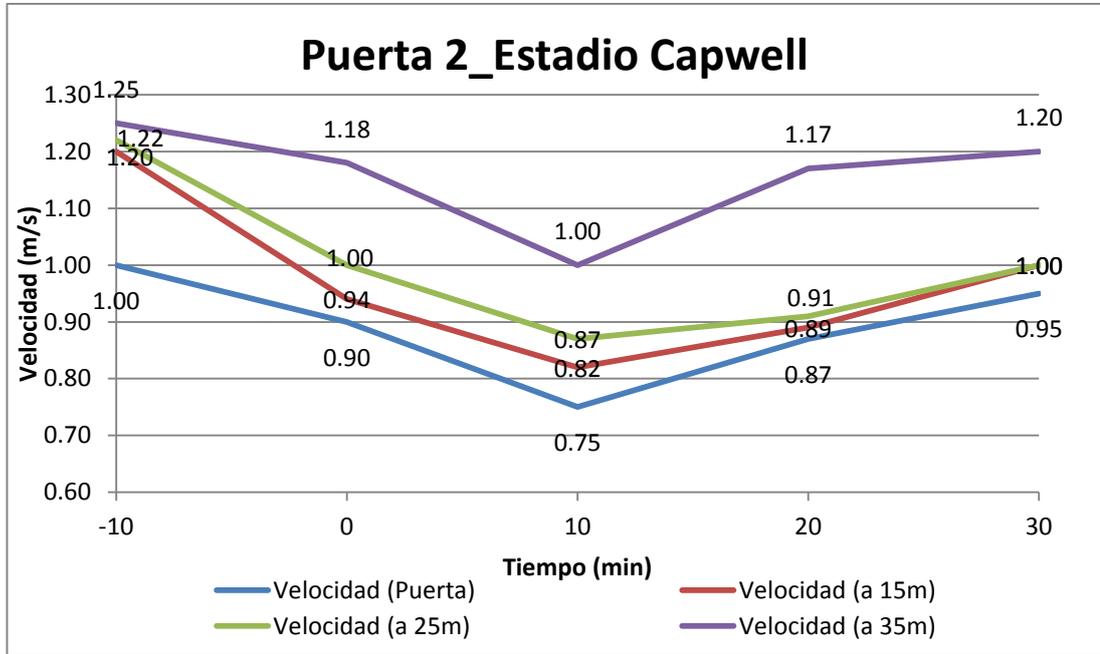
En las siguientes gráficas se puede observar el comportamiento de los peatones a distintas distancias desde la puerta de salida considerada como distancia 0. Se ha realizado curvas de velocidades y de espacio por peatón para cada puerta indicada en el gráfico 30.

Gráfica 31. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 1.



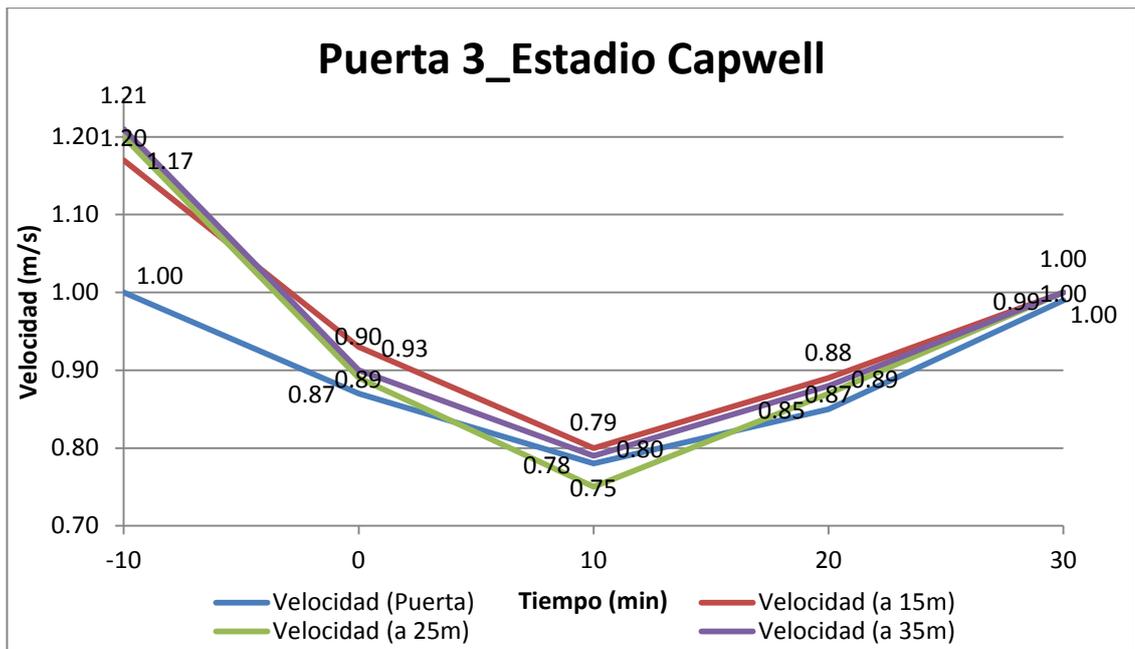
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 32. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 2.



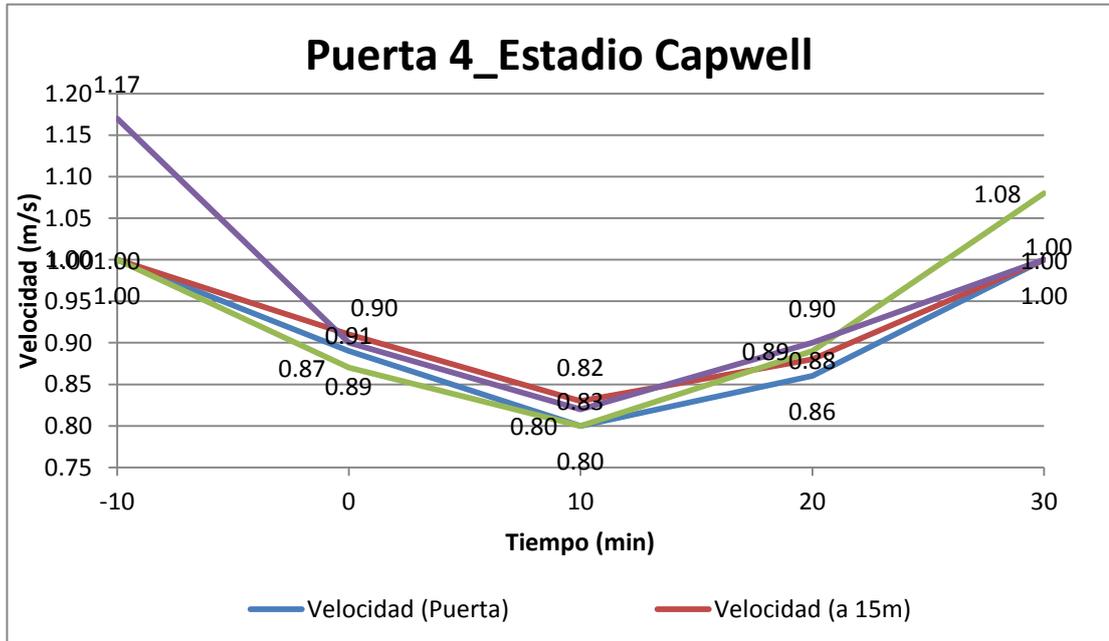
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 33. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 3.



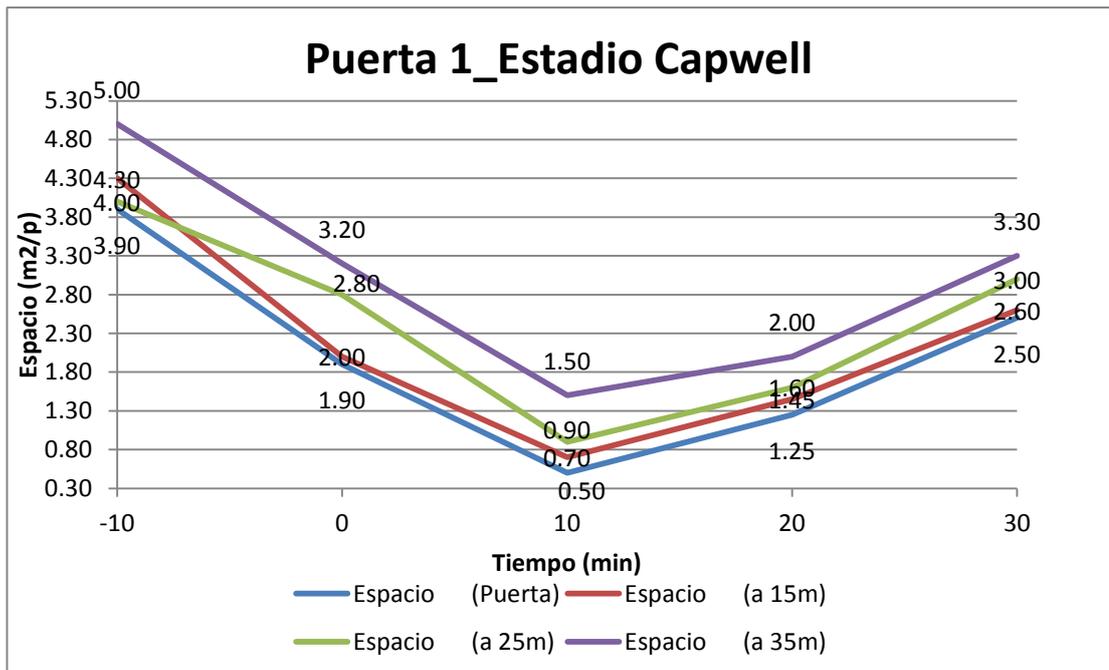
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 34. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 4.



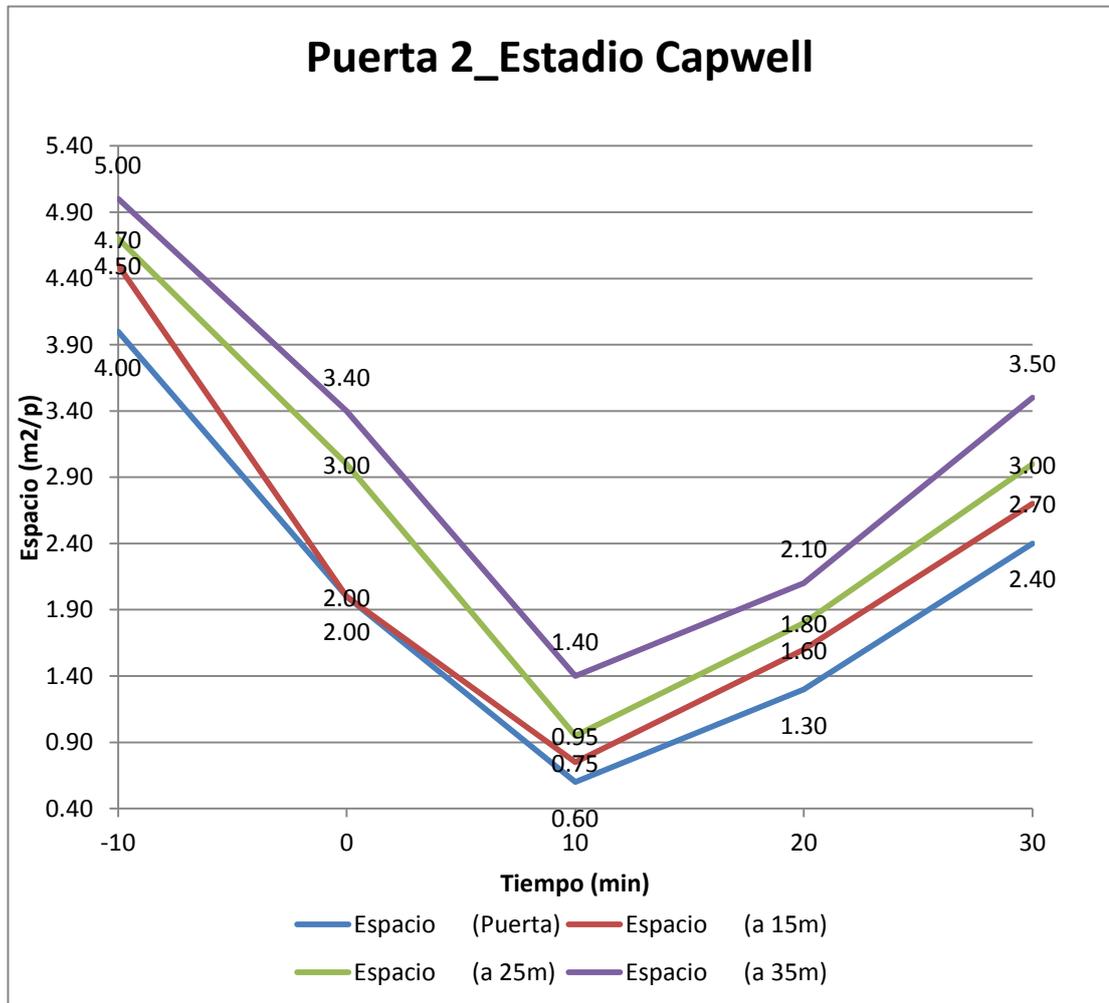
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 35. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 1.



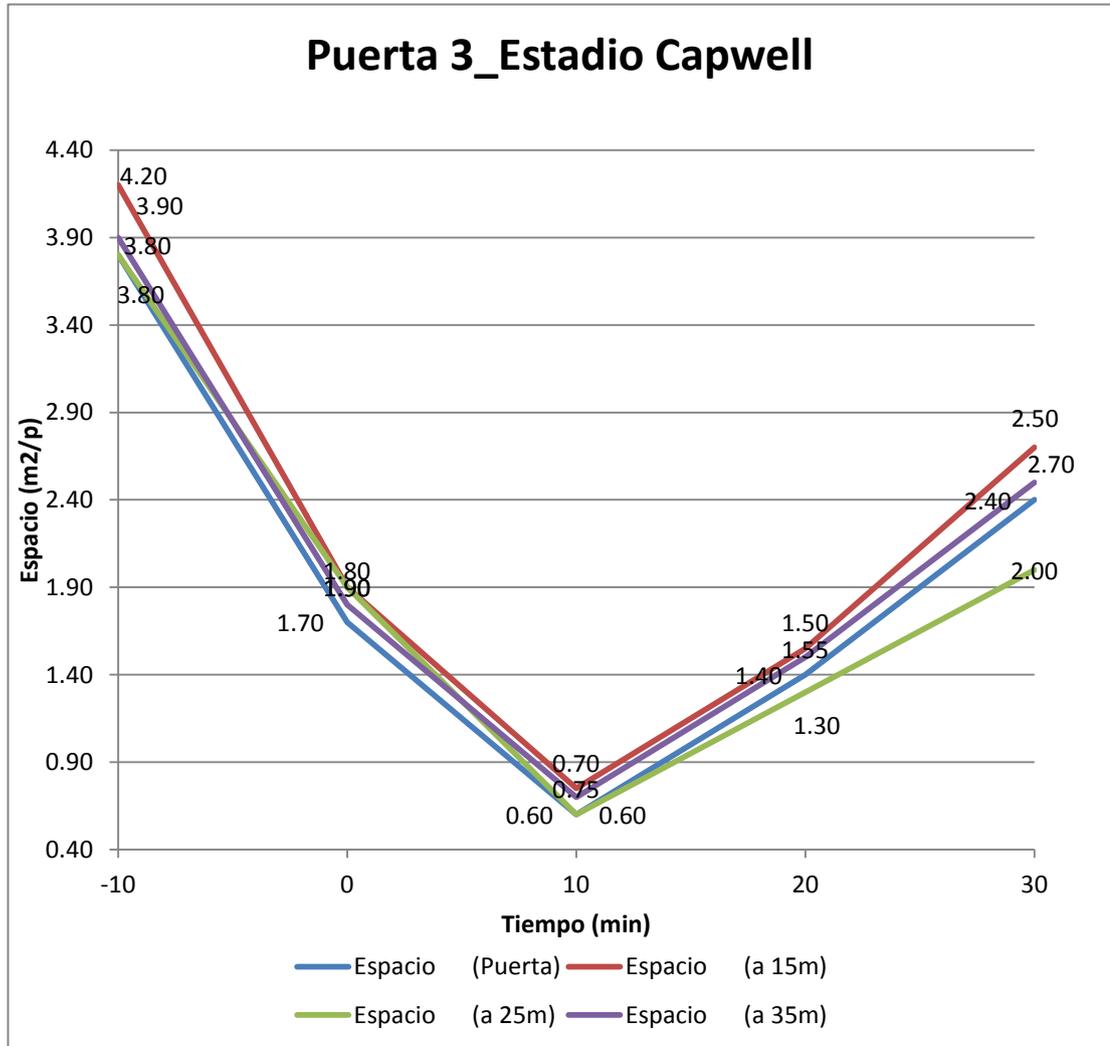
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 36. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 2.



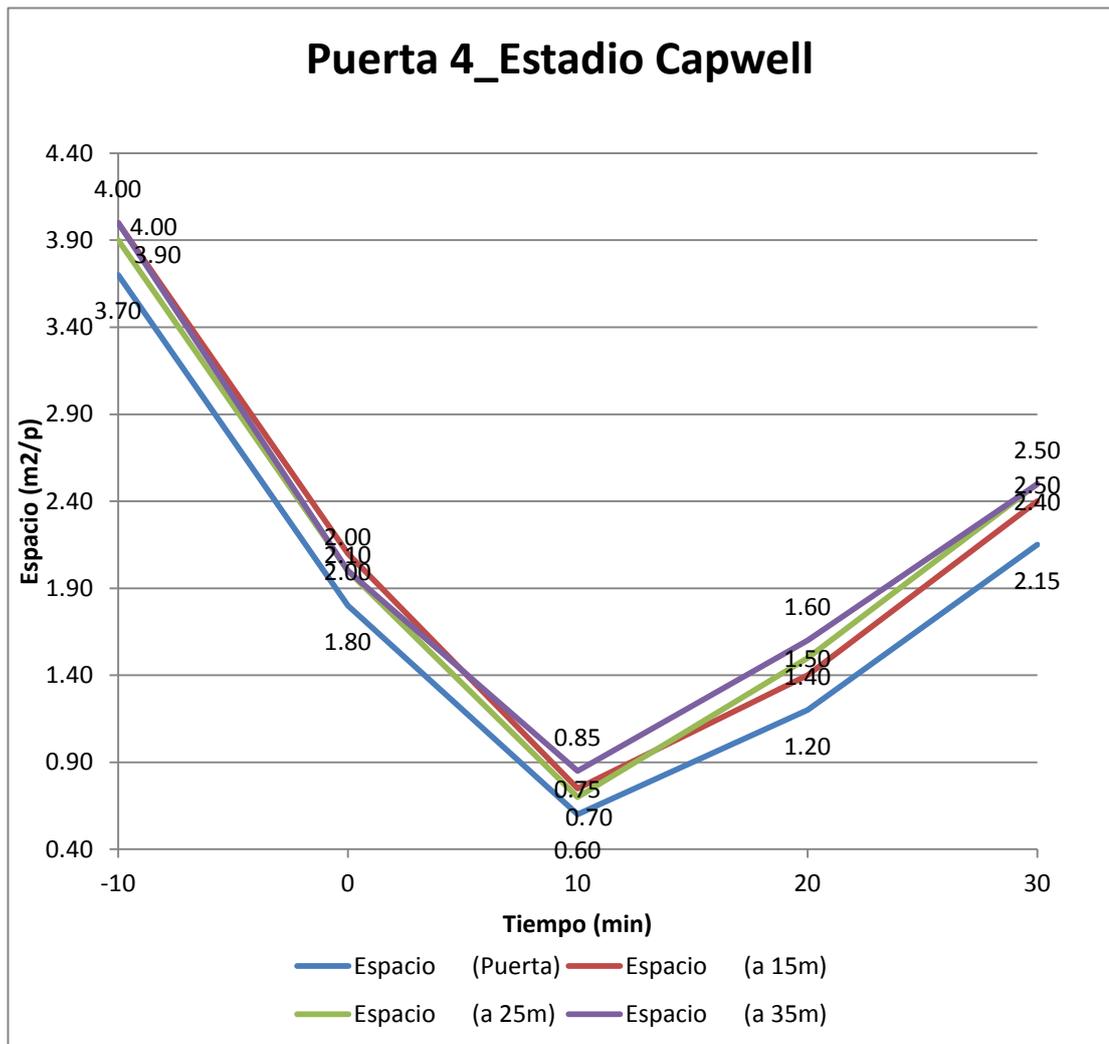
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 37. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 3.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 38. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Capwell. Puerta 4.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

De acuerdo a lo medido para cada distancia en varios periodos de tiempo, se ha resumido, en la tabla 10, los intervalos de tiempos que se observan y las características que se han identificado para cada tiempo.

PERIODO CRÍTICO

Analizando los tiempos, velocidades, espacio y volúmenes desde que empieza a ocurrir la salida de las personas del estadio hasta que termina la evacuación del mismo, se ha podido resumir los datos como se muestra en la tabla 10, definiendo un periodo crítico, el cual corresponde al periodo de tiempo durante el cual se tiene el mayor volumen de personas y los valores de velocidades y espacios más bajos.

En la tabla 10 se observan los periodos en los cuales se ha dividido el estudio y se señala el periodo crítico en base al cual se ha analizado.

Tabla 10. Clasificación de periodos de tiempo observados a la salida de Estadio Capwell.

PERIODO (min)	Actividad/Estimación
-10:00	Se abren las puertas del estadio 10 minutos antes de terminado el encuentro deportivo. Empiezan a salir las personas. Muy poco volumen de salida.
-10:00 – 00:00*	Aumenta el volumen de personas saliendo del estadio.
00:00 – 10:00	Aumenta el volumen de personas saliendo del estadio.
10:00 – 20:00	Se considera este intervalo de tiempo como periodo Crítico, debido a los resultados observados en las gráficas de velocidad y espacio para distintas distancias.
20:00 – 25:00	Baja el volumen de personas saliendo del estadio. Se estima llega nuevamente a un LOS C.
30:00	Se cierran las puertas del estadio.

*00:00: Corresponde al instante en el cual se termina el partido.

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Una vez definido el periodo crítico, se ha elaborado una tabla que muestra los valores de velocidad, velocidad de flujo y espacio que se observan durante el periodo crítico a las distancias antes mencionadas.

En la tabla 11 se indican las características que se presentan, durante el periodo crítico, a los 0, 15, 25 y 35 metros. Considerando el punto 0.00 m en la puerta de salida del estadio.

Tabla 11. Registro de la movilidad de peatones durante el periodo crítico a varias distancias por cada puerta del estadio Capwell.

PUERTA 1			
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m²/p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.74	0.80	65
15.00	0.80	1.00	60
25.00	0.90	1.30	53
35.00	1.20	2.00	40
PUERTA 2			
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m²/p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.75	0.90	65
15.00	0.82	0.95	60
25.00	0.87	1.10	53
35.00	1.00	1.40	40
PUERTA 3			
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m²/p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.78	0.80	65
15.00	0.80	0.85	60
25.00	0.75	0.80	53
35.00	0.79	1.10	40

PUERTA 4			
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.80	0.90	65
15.00	0.83	0.95	60
25.00	0.80	0.90	53
35.00	0.82	1.00	40

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL

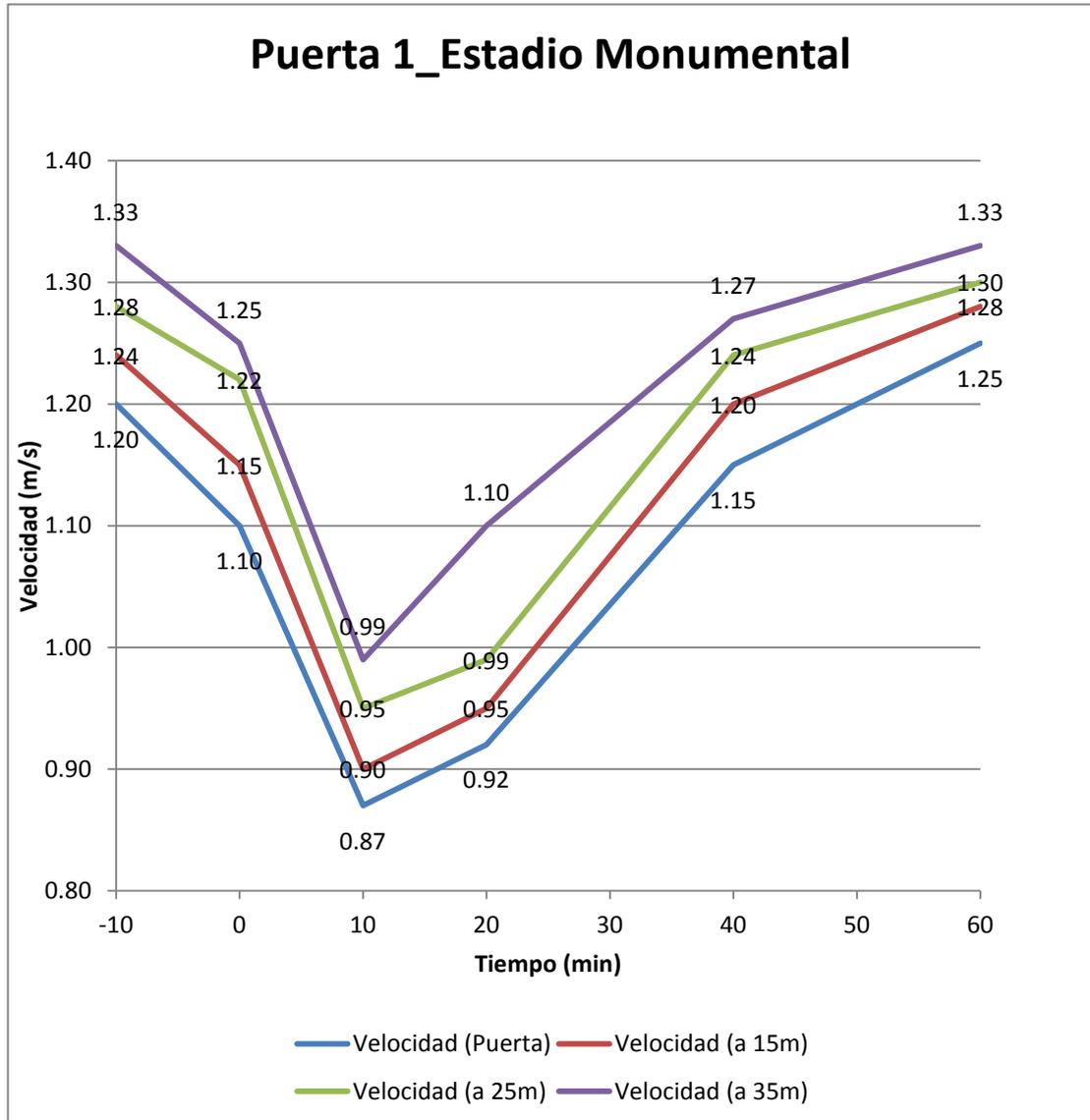
Para el caso del Estadio Monumental se ha efectuado el mismo análisis realizado en el Estadio Capwell, obteniéndose curvas de velocidad y espacio por peatón similares.

Gráfica 39. Puertas donde se han efectuado las mediciones. E. Monumental



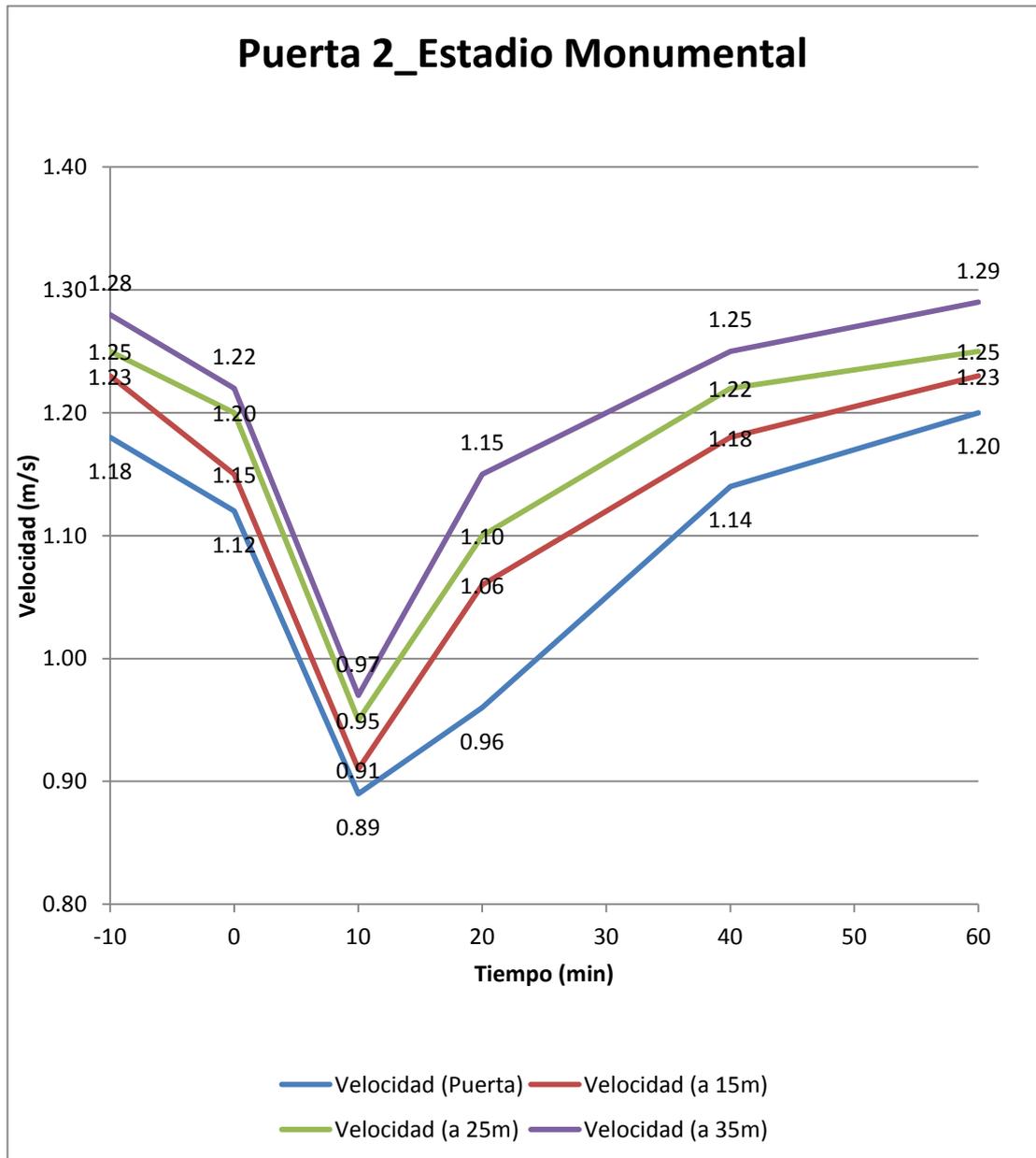
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 40. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 1.



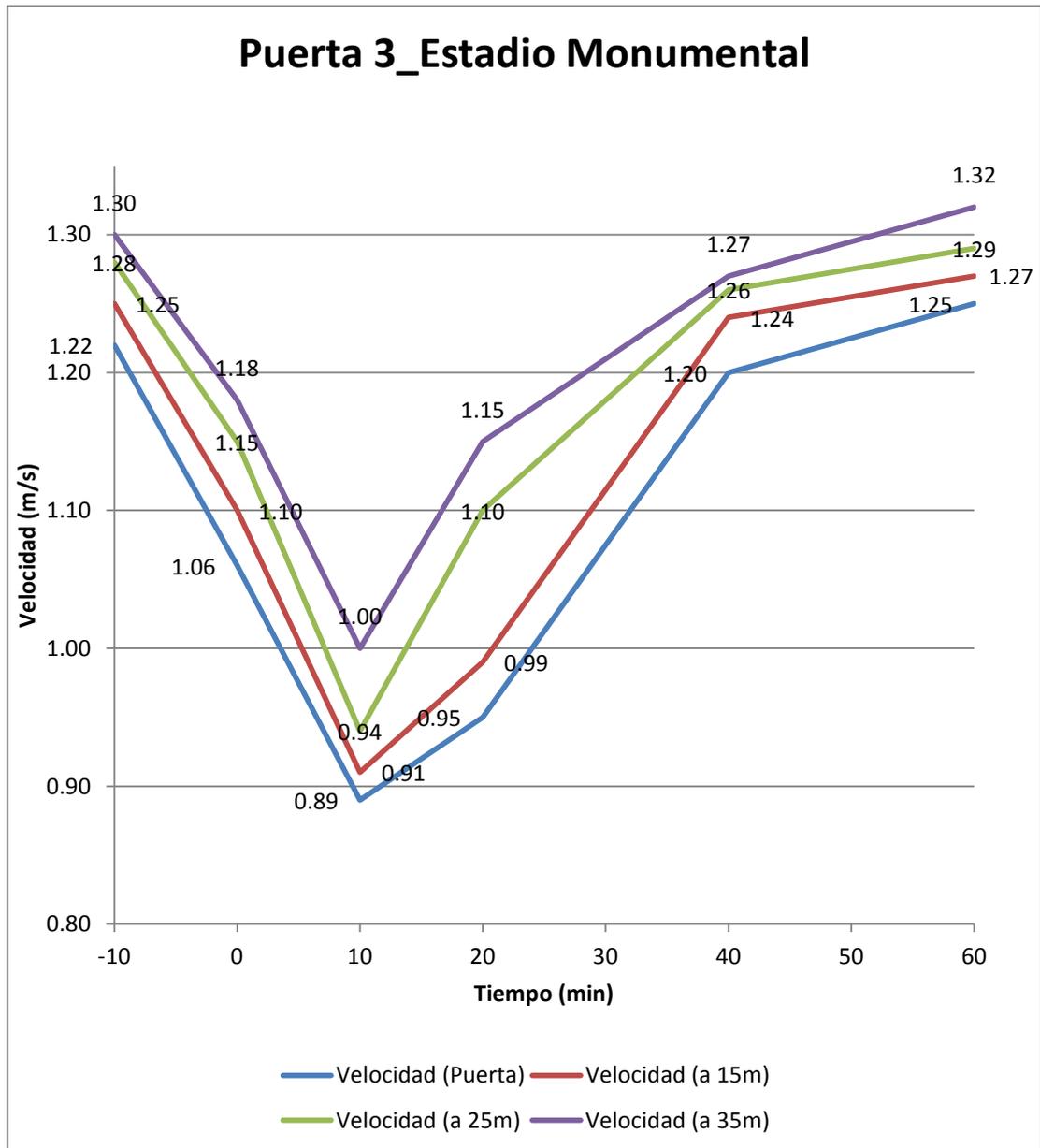
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 41. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 2.



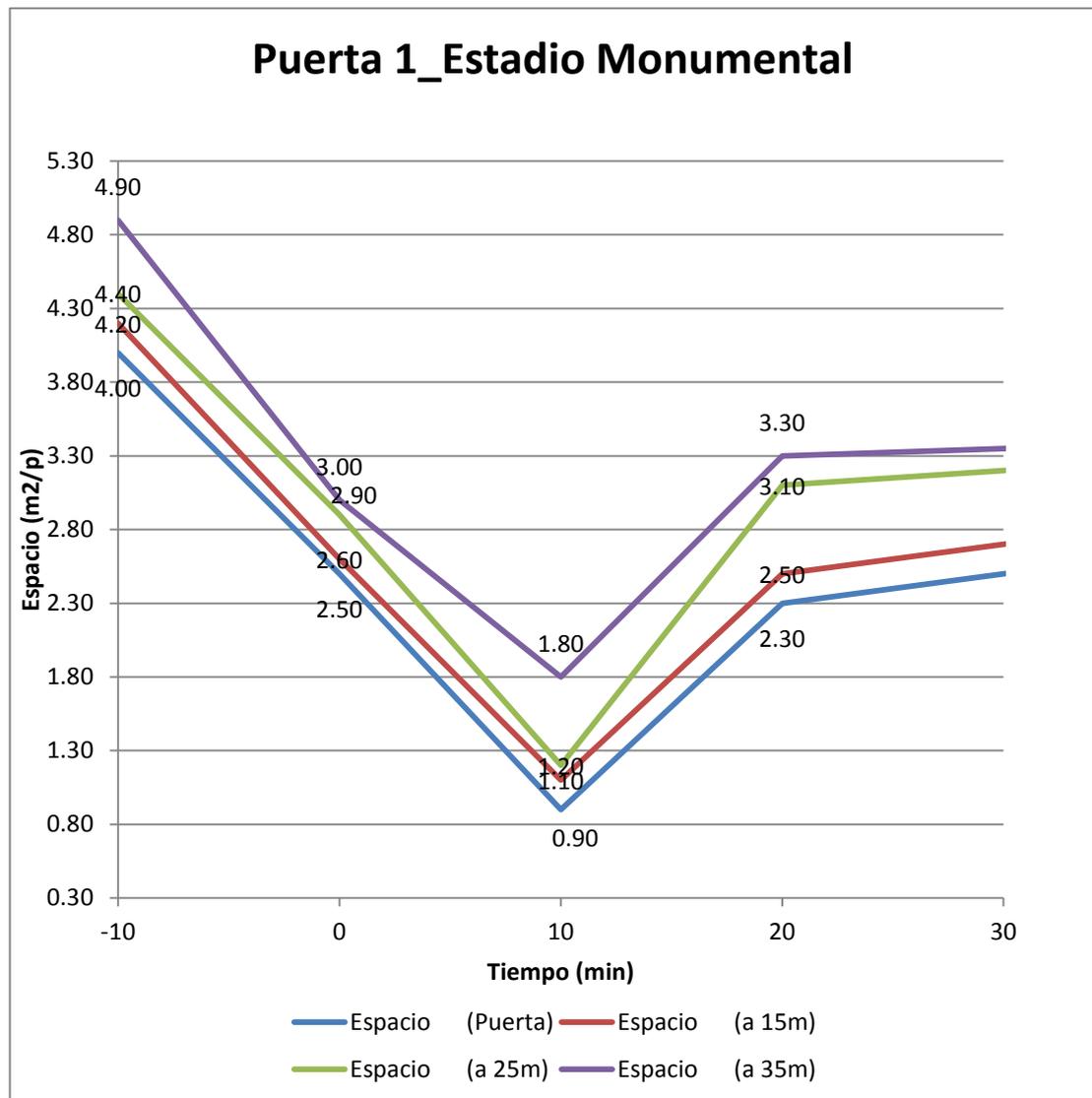
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 42. Velocidad vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 3.



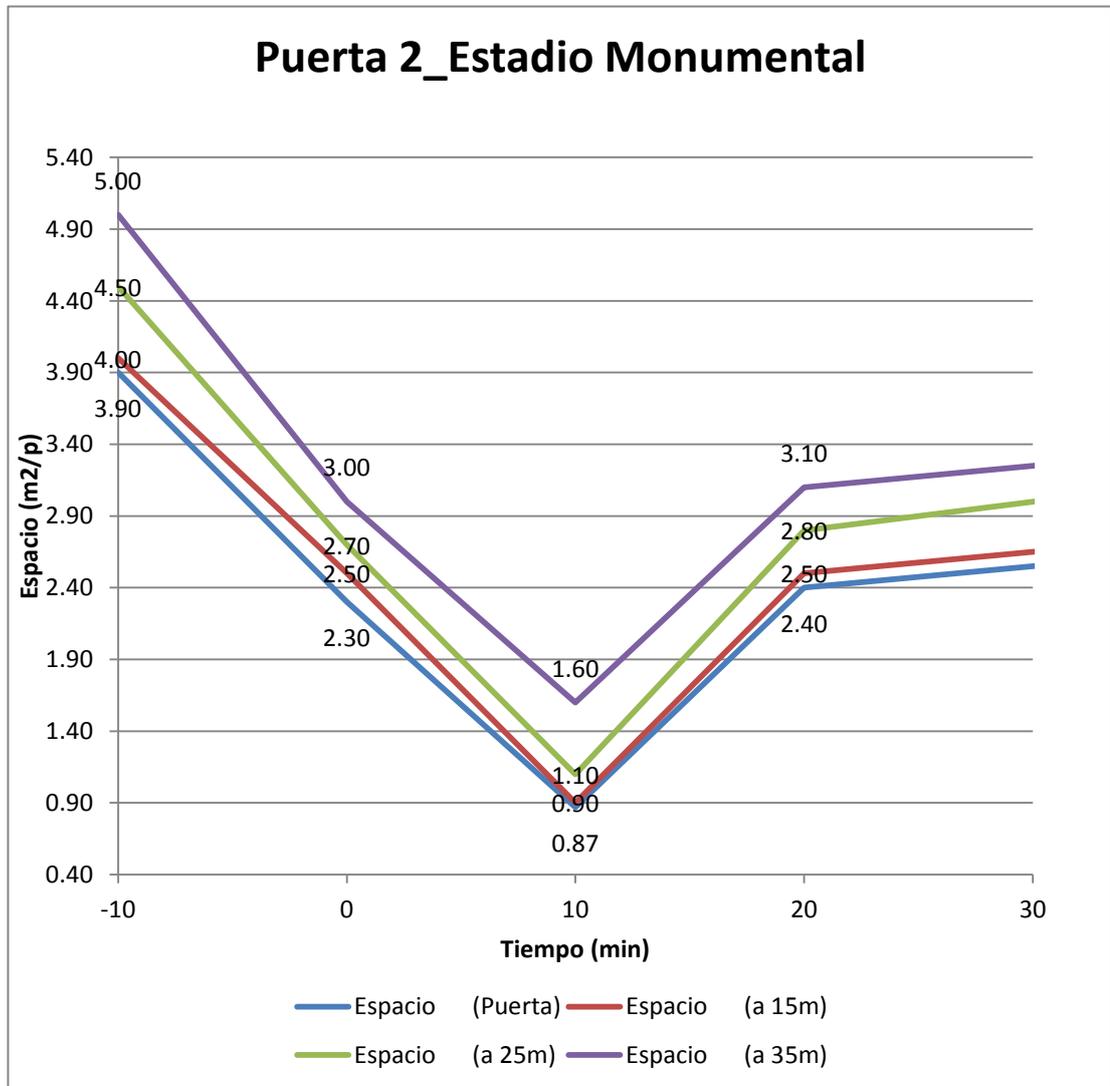
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 43. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 1.



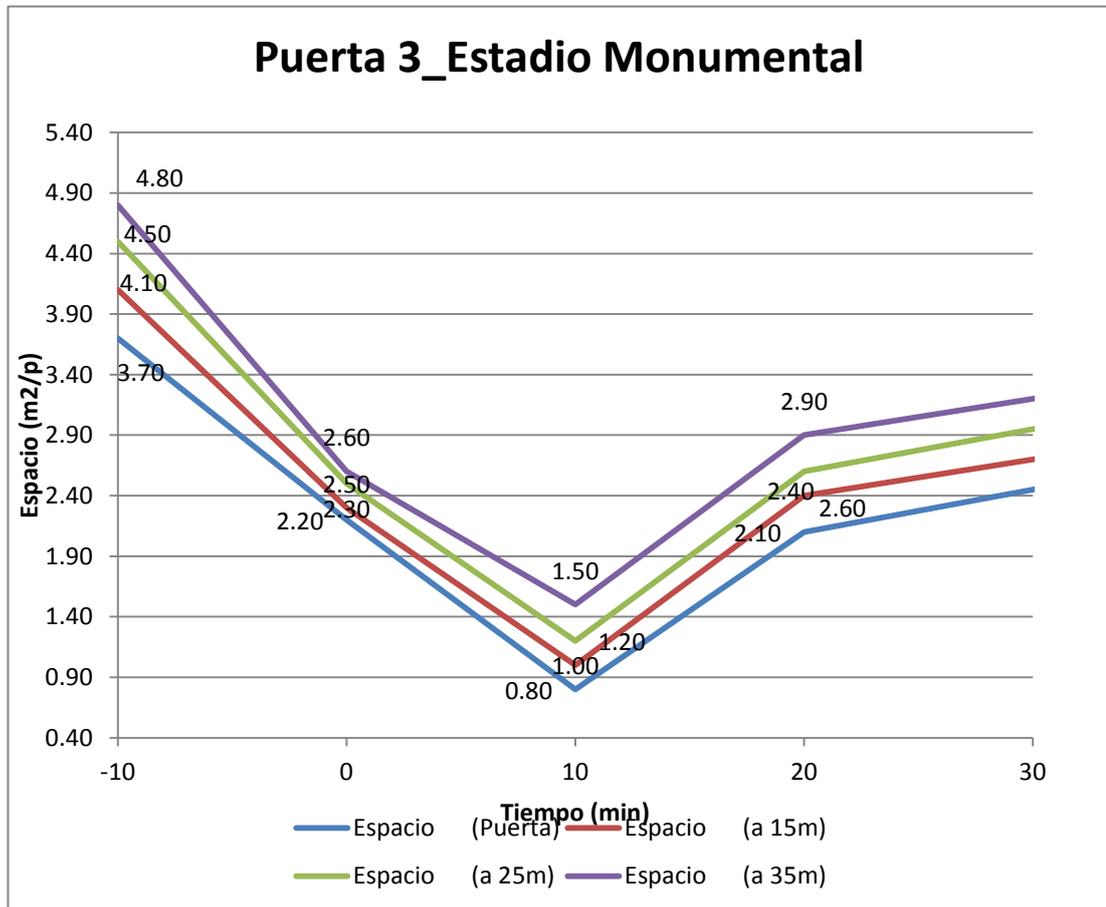
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 44. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 2.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 45. Espacio vs tiempo para diferentes distancias. Estadio Monumental. Puerta 3.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Tabla 12. Registro de la movilidad de peatones durante el periodo crítico a varias distancias por cada puerta del estadio Monumental.

PUERTA 1			
ESTADIO MONUMENTAL			
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m²/p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.87	0.90	58
15.00	0.90	1.10	59
25.00	0.95	1.20	44
35.00	0.99	1.80	41
PUERTA 2			
ESTADIO MONUMENTAL			
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m²/p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.89	0.87	60
15.00	0.91	0.90	58
25.00	0.95	1.10	53
35.00	0.97	1.60	45
PUERTA 3			
ESTADIO MONUMENTAL			
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m²/p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.89	0.80	58
15.00	0.91	1.00	56
25.00	0.94	1.20	50
35.00	1.00	1.50	46

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

5.3. ENCUESTA ORIGEN – DESTINO

De acuerdo a las encuestas realizadas, se ha recopilado información que ha sido luego procesada, se han obtenido los resultados presentados a continuación.

El objetivo de estas encuestas es conocer de forma clara en porcentajes, los destinos que tienen los asistentes a los eventos deportivos llevados a cabo en los dos estadios de análisis.

Por ser dos casos de estudio diferentes tanto en volumen de espectadores como en el sector de localización del estadio, se realizaron encuestas por separado, obteniéndose resultados parcialmente distintos para cada caso.

Estos valores al estar dados en porcentajes, pueden ser aplicados para distintos volúmenes de personas que asistan a cada estadio.

Tabla 13. Resultados de encuesta O-D. Caso 1 - Estadio Capwell

CASO 1: ESTADIO CAPWELL

	Cantidad	%																
Encuestados	400	100%																
Mujeres	105	26%																
Hombres	295	74%																
DESTINO DESPUÉS DEL EVENTO																		
	Cantidad Encuestados	%	Hombres		Mujeres		Transporte público		Transporte Privado		Bicicleta		Moto		A pie		Taxi	
			Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Norte	174	44%	134	77%	40	23%	114	66%	37	21%	0	0%	1	1%	9	5%	13	7%
Sur	168	42%	119	71%	49	29%	93	55%	17	10%	0	0%	2	1%	47	28%	9	5%
Este	7	2%	3	43%	4	57%	2	29%	0	0%	0	0%	1	14%	4	57%	0	0%
Centro	6	2%	3	50%	3	50%	2	33%	1	17%	0	0%	0	0%	3	50%	0	0%
Sur Oeste	15	4%	10	67%	5	33%	12	80%	1	7%	0	0%	0	0%	1	7%	1	7%
Otro	30	8%	26	87%	4	13%	20	67%	10	33%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
TOTAL	400	100%	295	74%	105	26%	243	61%	66	17%	0	0%	4	1%	64	16%	23	6%

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

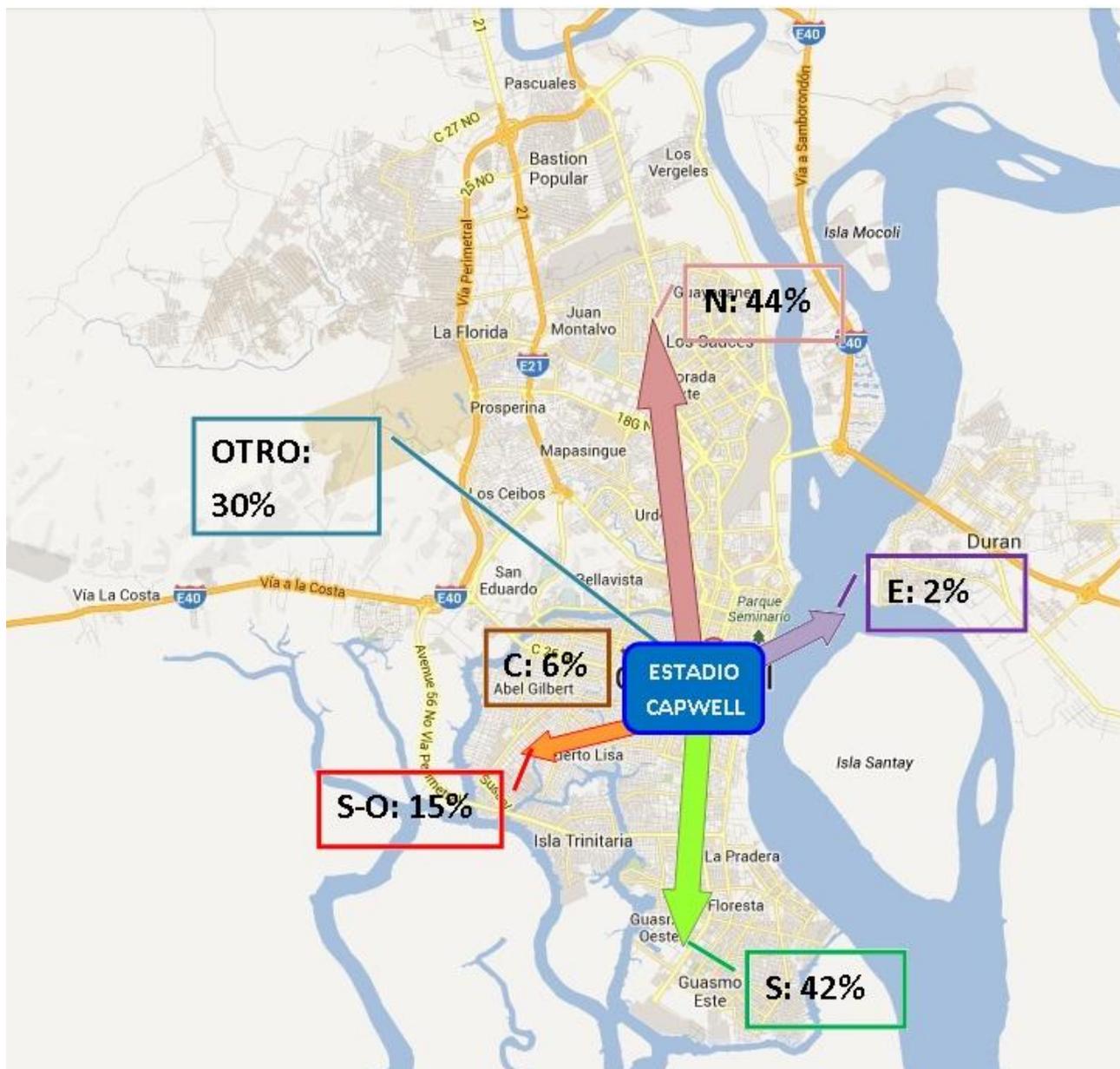
Tabla 14. Resultados de encuesta O-D. Caso 2 - Estadio Monumental

CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL

	Cantidad	%																
Encuestados	400	100%																
Mujeres	102	26%																
Hombres	298	75%																
DESTINO DESPUÉS DEL EVENTO																		
	Cantidad Encuestados	%	Hombres		Mujeres		Transporte público		Transporte Privado		Bicicleta		Moto		A pie		Taxi	
			Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Norte	138	35%	107	78%	31	22%	99	72%	13	9%	0	0%	4	3%	3	2%	18	13%
Sur	133	33%	102	77%	31	23%	58	44%	21	16%	0	0%	5	4%	22	17%	27	20%
Centro	22	6%	18	82%	4	18%	9	41%	9	41%	0	0%	0	0%	4	18%	0	0%
Otro	107	27%	71	66%	36	34%	58	54%	40	37%	0	0%	9	8%	0	0%	0	0%
TOTAL	400	100%	298	75%	102	26%	224	56%	83	21%	0	0%	18	5%	29	7%	45	11%

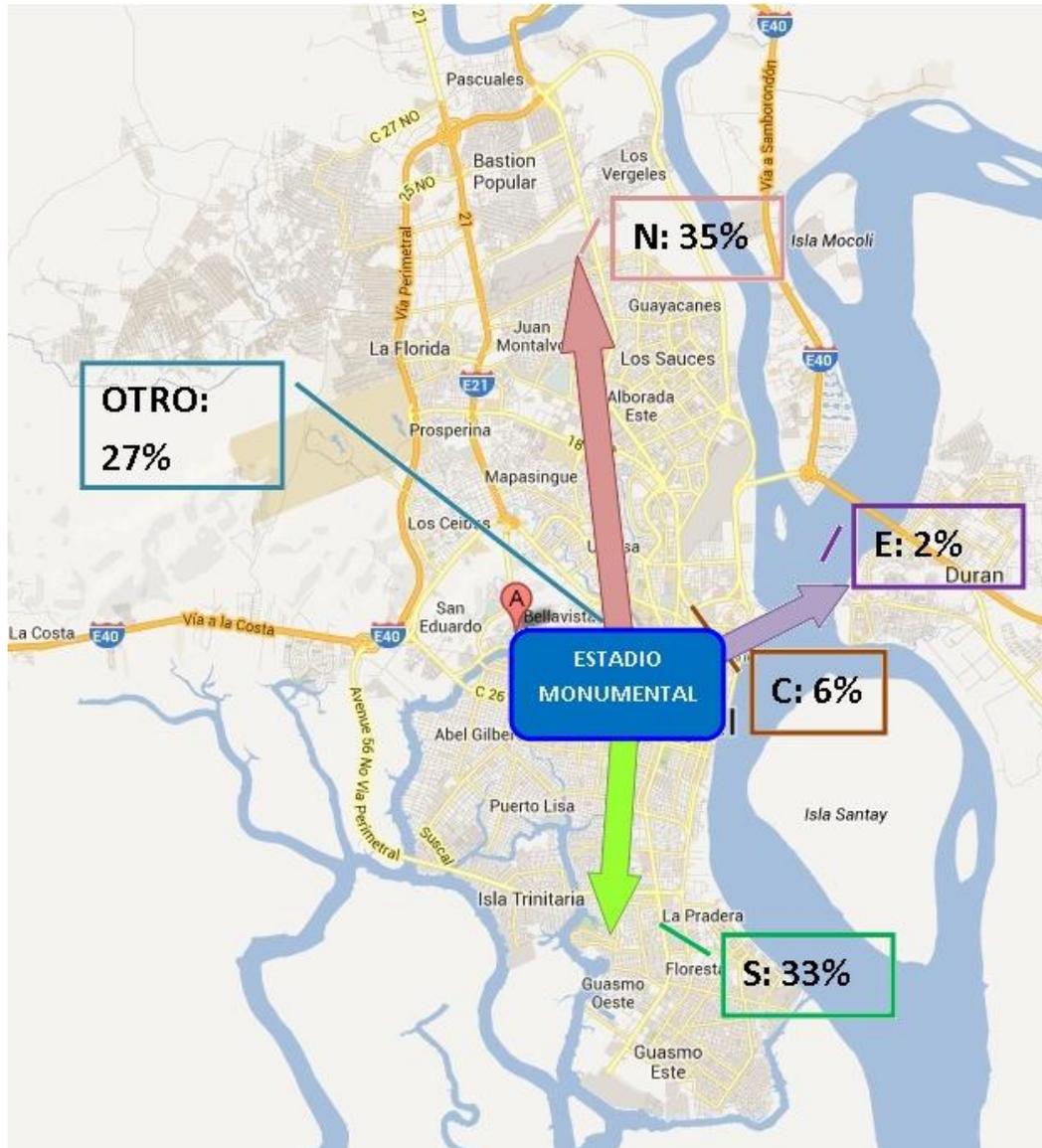
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 46. Origen – Destino. Caso 1: Estadio Capwell.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 47. Origen – Destino. Caso 2: Estadio Monumental.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

5.4. COMPARACIÓN DEL ESTUDIO DEL ESTADIO CAPWELL Y ESTADIO MONUMENTAL CON ESTUDIOS PREVIOS

Para poder definir un nivel de servicio en cada distancia medida para cada puerta, se ha realizado una comparación con los valores que indica el HCM 2010 en las tablas de niveles de servicio mostradas en el capítulo 23, página 23-3.

Tabla 15. Comparación de parámetros para el periodo crítico en Estadio Capwell, con valores definidos en estudios previos.

PUERTA 1						
ESTADIO CAPWELL				Clasificación de LOS según HCM 2010		
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.74	0.80	65	E	F	F
15.00	0.80	1.00	60	E	F	F
25.00	0.90	1.30	53	E	E	E
35.00	1.20	2.00	40	E	E	E
PUERTA 2						
ESTADIO CAPWELL				Clasificación de LOS según HCM 2010		
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010
0.00	0.75	0.90	63	E	F	F
15.00	0.82	0.95	59	E	F	E
25.00	0.87	1.10	50	E	E	E
35.00	1.00	1.40	41	E	E	E
PUERTA 3						
ESTADIO CAPWELL				Clasificación de LOS según HCM 2010		
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010
0.00	0.78	0.80	62	E	F	F

15.00	0.80	0.85	59	E	F	E
25.00	0.75	0.80	65	E	F	F
35.00	0.79	1.10	60	E	E	F
PUERTA 4						
ESTADIO CAPWELL				Clasificación de LOS según HCM 2010		
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010
0.00	0.80	0.90	63	E	F	F
15.00	0.83	0.95	58	E	F	E
25.00	0.80	0.90	62	E	F	F
35.00	0.82	1.00	61	E	F	F

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Tabla 16. Comparación de parámetros para el periodo crítico en Estadio Capwell, con valores definidos en estudios previos.

PUERTA 1						
ESTADIO MONUMENTAL				Clasificación de LOS según HCM 2010		
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)
0.00	0.87	0.90	58	E	F	E
15.00	0.90	1.10	59	E	E	E
25.00	0.95	1.20	44	E	E	E
35.00	0.99	1.80	41	E	E	E
PUERTA 2						
ESTADIO MONUMENTAL				Clasificación de LOS según HCM 2010		
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010
0.00	0.89	0.87	60	E	F	F
15.00	0.91	0.90	58	E	F	E
25.00	0.95	1.10	53	E	E	E
35.00	0.97	1.60	45	E	E	E

PUERTA 3						
ESTADIO MONUMENTAL				Clasificación de LOS según HCM 2010		
Distancia (m)	Velocidad promedio (m/s)	Espacio (m ² /p)	Velocidad de flujo (p/min/m)	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010	LOS según HCM 2010
0.00	0.89	0.80	58	E	F	E
15.00	0.91	1.00	56	E	F	E
25.00	0.94	1.20	50	E	E	E
35.00	1.00	1.50	46	E	E	E

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

5.5. GEOMETRÍA DE LAS CALLES CERCANAS AL ESTADIO

CASO 1: ESTADIO CAPWELL

La calle a analizarse por ser la más crítica, es la Av. Quito, en la cual el ancho de sus aceras y carriles están señalados en el gráfico 48 y descritos en la tabla 17.

Gráfico 48. Calles circundantes a Estadio Capwell



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Tabla 17. Medidas de ancho de carriles y acera en la Av. Quito.

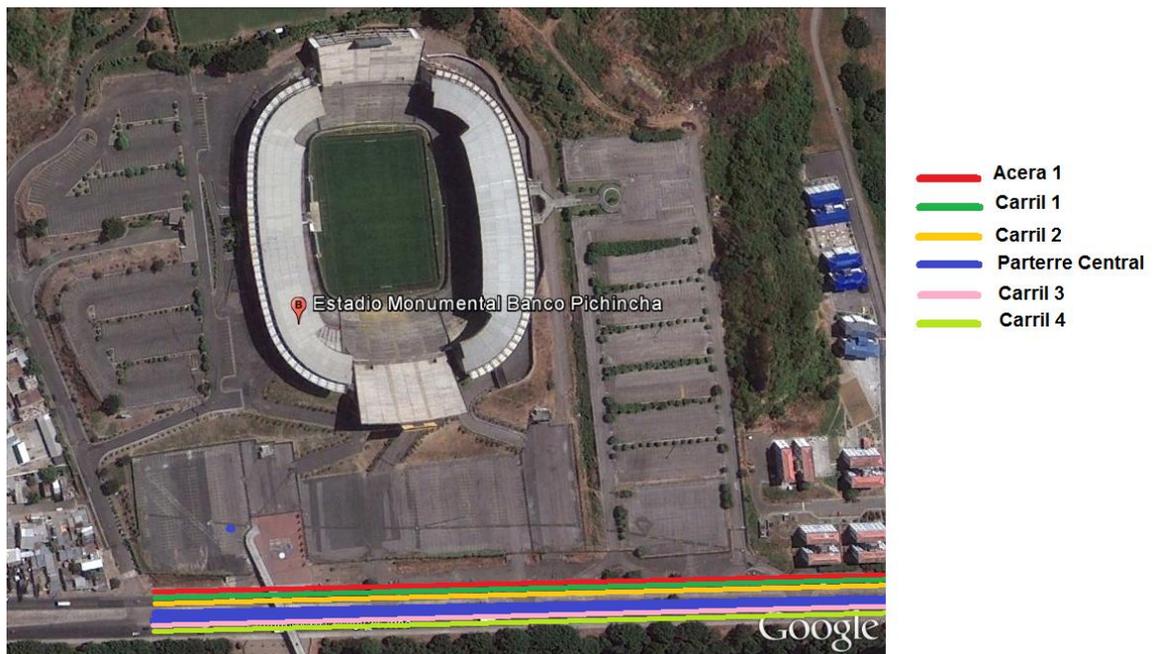
Anchos de calle (m)	
Acera 1 =	4.80
Carril 1 =	3.85
Carril 2 =	3.85
Carril 3 =	3.85
Carril 4 =	3.85
Carril 5 =	3.85

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL

La calle a analizarse por ser la más crítica, es la Av. Barcelona, en la cual los anchos de sus aceras y carriles están señalados en el gráfico 49 y descritos en la tabla 18.

Gráfico 49. Calles circundantes a Estadio Monumental



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Tabla 18. Medidas de ancho de carriles y acera en la Av. Barcelona.

ANCHOS DE ACERA Y CALLES	
Acera 1 (A1):	20 m
Carril 1 (C1):	5 m
Carril 2 (C2):	5 m
Parterre (P)	11 m
Carril 3 (C4):	4.85 m
Carril 4 (C5):	4.85 m
Acera 2 (A2)	3.15 m

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

5.6. ANÁLISIS DE VARIOS ESCENARIOS–CASO 1: ESTADIO CAPWELL

SENTIDOS DE FLUJO

En el análisis de los diferentes escenarios que se plantean a continuación, se han tomado las siguientes consideraciones previas:

- Se ha dividido la Av. Quito en 2 sentidos de flujo:
 - Sentido 1: Corresponde a los peatones movilizándose hacia el Norte de la ciudad.
 - Sentido 2: Corresponde a los peatones movilizándose hacia el Sur de la ciudad.

- En el sentido 1(Norte) se considera las personas que se dirigen hacia el norte, este, centro y otro, de acuerdo a los resultados de la encuesta de origen-destino.

- En el sentido 2(Sur) se considera las personas que se dirigen hacia el sur y sur oeste, de acuerdo a los resultados de la encuesta de origen-destino.

DEFINICIÓN DE TRAMOS

- De acuerdo a los flujos observados, se han definido tramos para cada sentido (norte y sur) a lo largo de la Av. Quito; se analiza por separado cada tramo en base a las 6 opciones mencionadas.

En la tabla 19 se indican los tramos que han sido definidos con su respectiva longitud y la dirección en la cual se ubica este tramo.

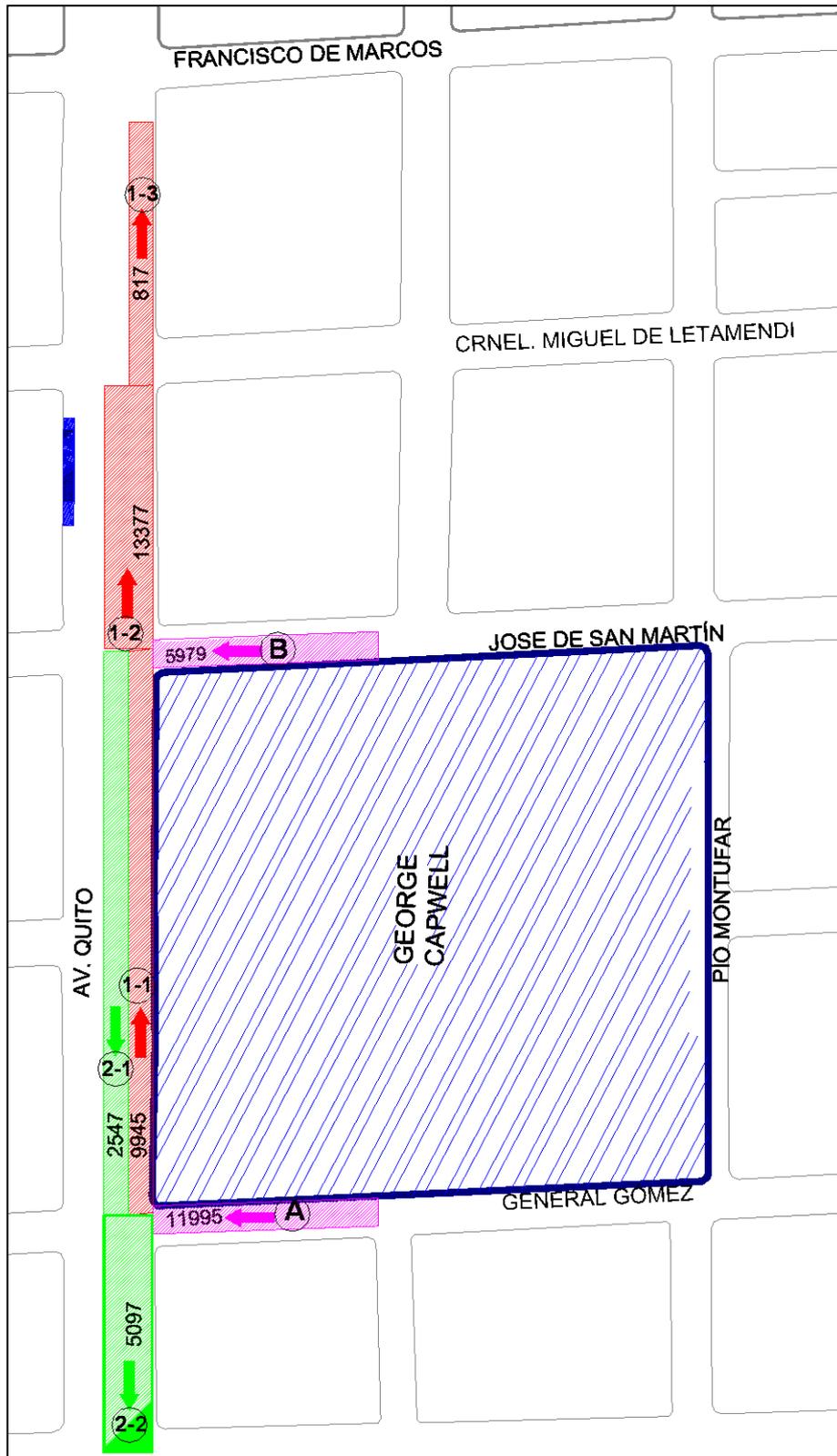
En la gráfica 50 se muestra la ubicación en plano de los tramos trazados con el número de peatones por tramo.

Tabla 19. Tramos definidos a lo largo de la Av. Quito

SENTIDO NORTE		
TRAMO	LONGITUD	DIRECCIÓN
1-1	154 m	Av. Quito entre General Gómez y Gral. José de San Martín.
1-2	80 m	Av. Quito entre Gral. José de San Martín y Cnel. Miguel de Letamendi.
1-3	76 m	Av. Quito entre Cnel. Miguel de Letamendi y Francisco de Marcos.
SENTIDO SUR		
TRAMO	LONGITUD	DIRECCIÓN
2-1	154 m	Av. Quito entre Gral. José de San Martín y General Gómez.
2-2	75 m	Av. Quito entre General Gómez y Portete de Tarqui.
TRAMO	LONGITUD	DIRECCIÓN
A	144 m	General Gómez
B	144 m	Gral. José de San Martín

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfico 50. Tramos definidos a lo largo de la Av. Quito



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

OPCIONES DE ANCHOS NECESARIOS PARA CADA CASO

- Se plantean 6 opciones en cada escenario en cuanto a espacio habilitado para movilización de peatones vs tiempo de evacuación, estos corresponden a:

- **Opción 1: Acera**

Permitir la movilización solamente por la acera al pie del estadio Capwell, la cual tiene un ancho de 4.80 m.

- **Opción 2: Acera + Carril 1**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Capwell más el primer carril junto a esta. El ancho total de ésta área es de 8.60 m.

- **Opción 3: Acera + Carril 1 + Carril 2**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Capwell más los 2 carriles junto a esta. El ancho total de ésta área es de 12.50 m.

- **Opción 4: Acera + Carril 1 + Carril 2 + Carril 3**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Capwell más los 2 carriles junto a esta y el primer carril que baja del paso elevado. El ancho total de ésta área es de 16.35 m.

- **Opción 5: Acera + Carril 1 + Carril 2 + Carril 3 + Carril 4**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Capwell más los 2 carriles junto a esta y 2 carriles que bajan del paso elevado. El ancho total de ésta área es de 20.20 m.

- **Opción 6: Acera + Carril 1 + Carril 2 + Carril 3 + Carril 4 + Carril 5**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Capwell más los 2 carriles junto a esta y los 3 carriles que bajan del paso elevado. El ancho total de ésta área es de 24.05 m.

***Bajo ningún concepto se considera el cierre del carril de transporte masivo de la ciudad, el cual debe permanecer en normal operación.**

Tabla 20. Tabla de opciones según el número de carriles habilitados para tránsito peatonal.

	DIRECCIÓN NORTE						DIRECCIÓN SUR		
	Ancho de calle habilitado para uso exclusivo de peatones (metros)						Ancho de calle habilitado para uso exclusivo de peatones (metros)		
	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	OPCIÓN 5	OPCIÓN 6	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
A	4.8	8.65	12.5	16.35	20.2	24.05	4.8	8.65	12.5
C1									
C2									
C3									
C4									
C5									

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

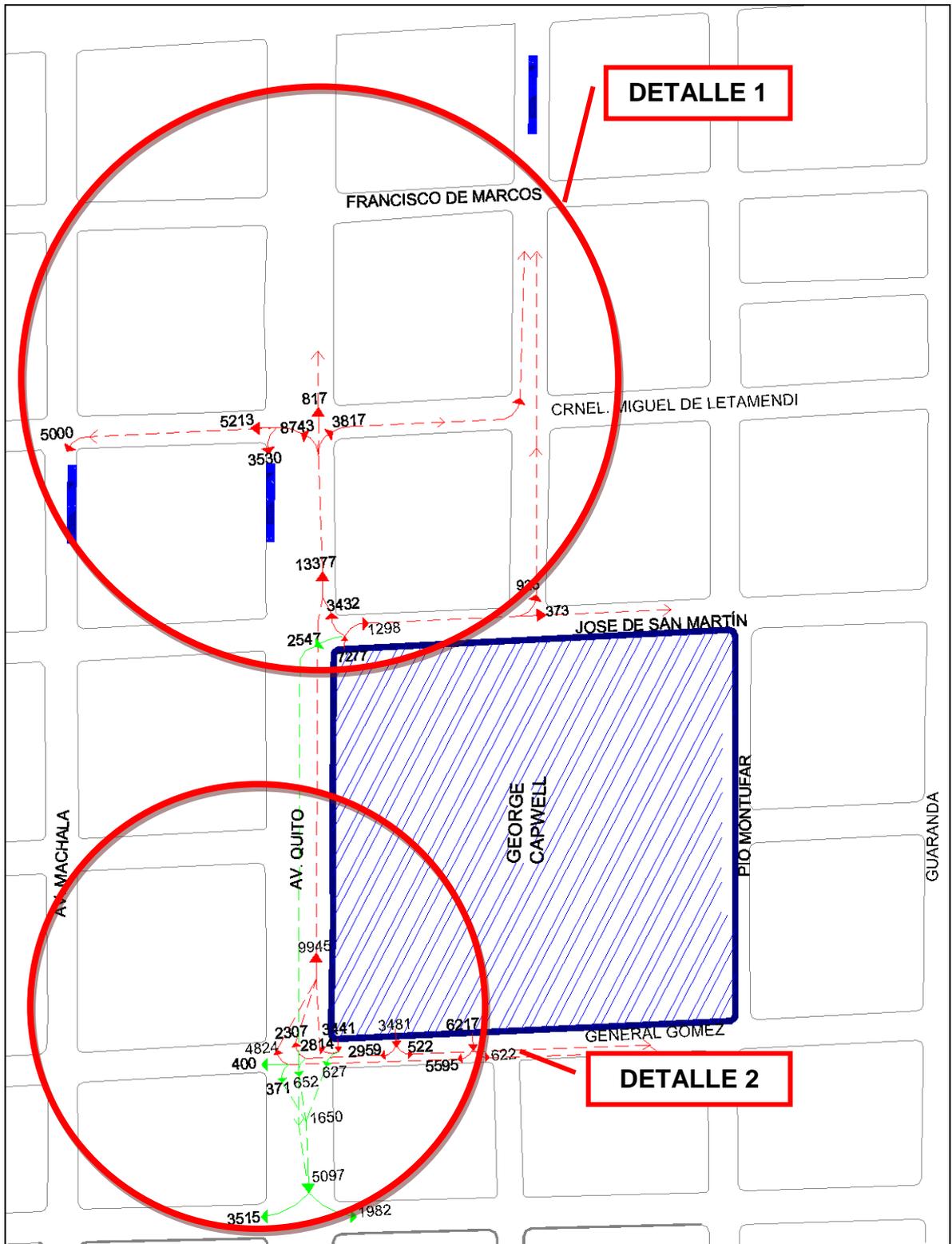
Tabla 21. Tabla de anchos de carril

ANCHOS DE ACERA Y CALLES	
Acera (A):	4.80 m
Carril 1 (C1):	3.85 m
Carril 2 (C2):	3.85 m
Carril 3 (C3):	3.85 m
Carril 4 (C4):	3.85 m
Carril 5 (C5):	3.85 m
Carril 6 (C6):	METROVIA

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

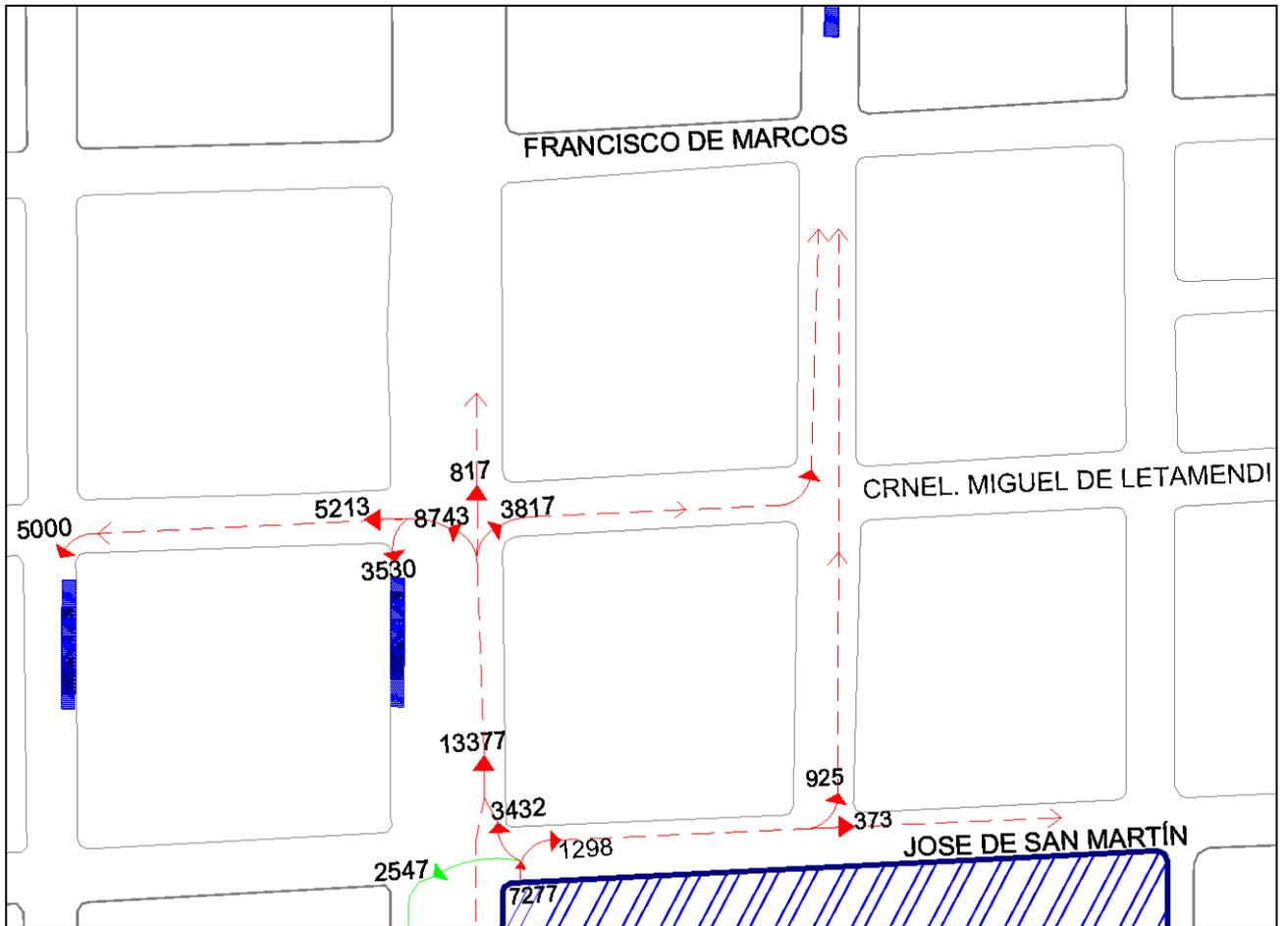
En el gráfico a continuación se indican los flujos a la salida del estadio Capwell. Esto corresponde cuando el número de asistentes equivale al 85% de la capacidad total del estadio.

Grafico 51. Grafico de flujos existentes a la salida de Estadio Capwell



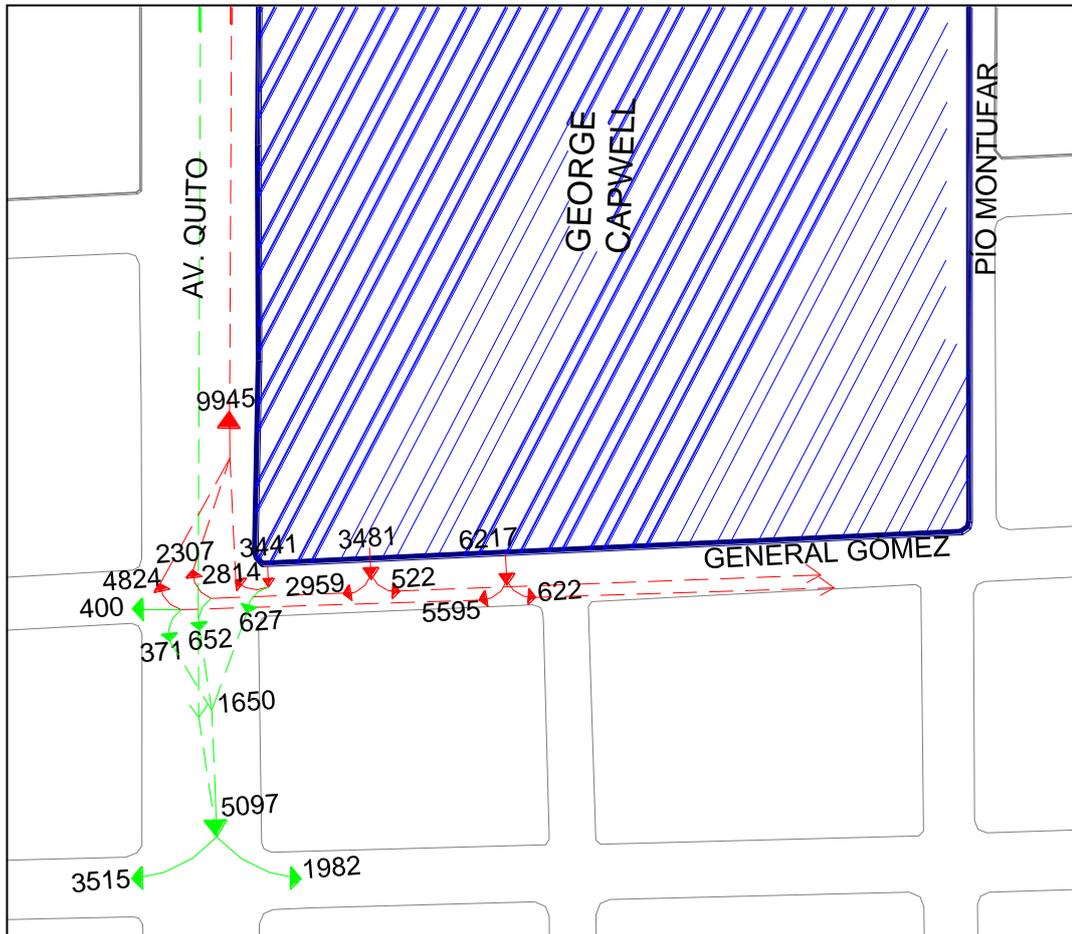
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfico 52. Detalle 1 de los flujos existentes a la salida del Estadio Capwell



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfico 53. Detalle 2 de los flujos existentes a la salida del Estadio Capwell



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Se diseña de acuerdo a los conceptos que indica el Highway Capacity 2010, analizando cada tramo bajo 2 niveles de servicio para finalmente analizar y elegir cual se adapta mejor a las necesidades del sistema.
- Los resultados se presentan definiendo el área de uso exclusivo peatonal más efectiva para realizar la evacuación de las personas por tramo en el tiempo deseado.

5.7. ANÁLISIS DE VARIOS ESCENARIOS–CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL

SENTIDO DE FLUJOS

En el análisis de los diferentes escenarios que se plantean a continuación, se han tomado las siguientes consideraciones previas:

- Se ha dividido la Av. Barcelona en 2 sentidos de flujo:
 - o Sentido 1: Corresponde a los peatones movilizándose hacia el Norte de la ciudad.
 - o Sentido 2: Corresponde a los peatones movilizándose hacia el Sur de la ciudad.
- En el sentido 1(Norte) se considera las personas que se dirigen hacia el norte, este, centro y otro, de acuerdo a los resultados de la encuesta de origen-destino.
- En el sentido 2(Sur) se considera las personas que se dirigen hacia el sur y sur oeste, de acuerdo a los resultados de la encuesta de origen-destino.

Además se ha realizado conteo de personas por puerta de salida y se ha dividido en el porcentaje de peatones que se mueven hacia el norte y hacia el sur.

DEFINICIÓN DE TRAMOS

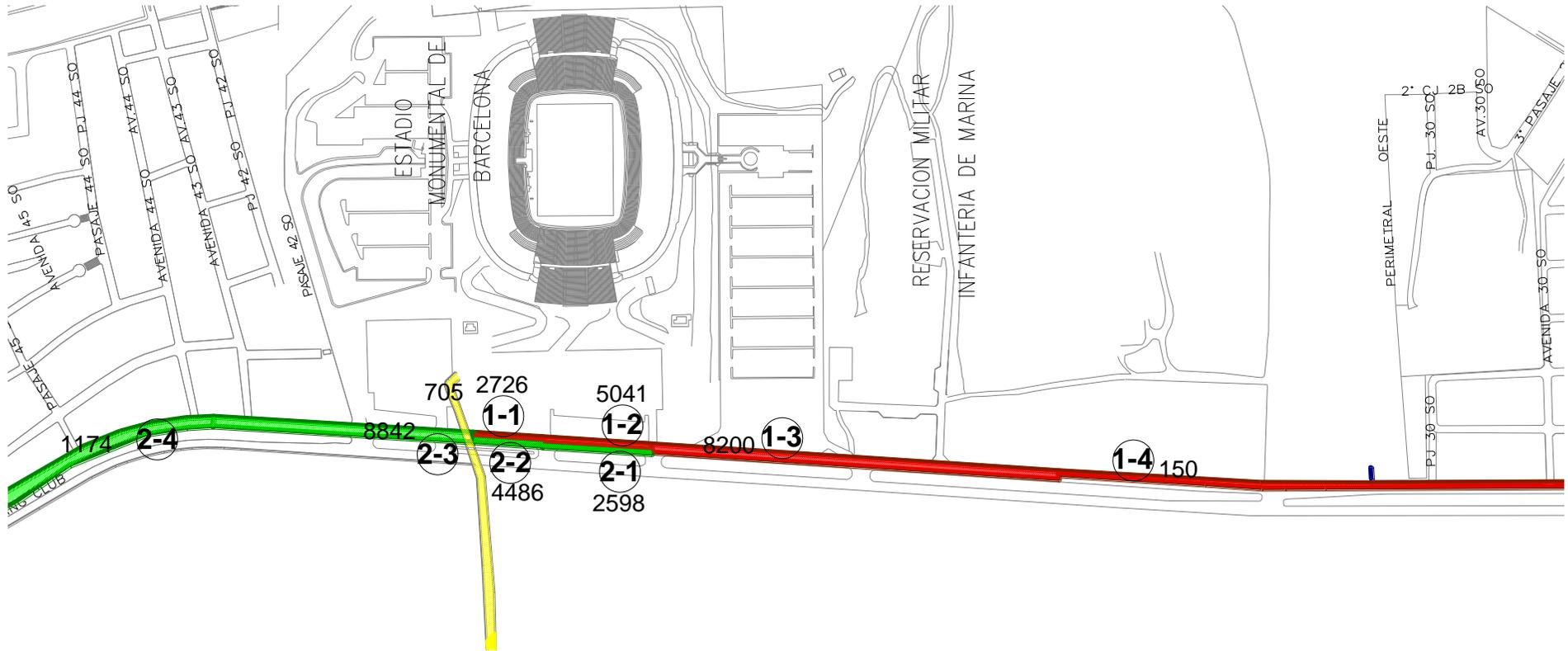
- De acuerdo a los flujos observados, se han definido tramos para cada sentido (norte y sur) a lo largo de la Av. Barcelona; se analiza por separado cada tramo en base a las 6 opciones mencionadas.
- En la tabla 22 se indican los tramos que han sido definidos con su respectiva longitud y la dirección en la cual se ubica este tramo.
- En la gráfica 54 se muestra la ubicación en plano de los tramos trazados con el número de peatones por tramo.

Tabla 22. Tramos definidos a lo largo de la Av. Barcelona

SENTIDO NORTE		
TRAMO	LONGITUD DE TRAMO	DIRECCIÓN
1-1	70 m	Av. Barcelona
1-2	105 m	Av. Barcelona
1-3	385 m	Av. Barcelona
1-4	600 m	Av. Barcelona
SENTIDO SUR		
TRAMO	LONGITUD DE TRAMO	DIRECCIÓN
2-1	105 m	Av. Barcelona
2-2	65 m	Av. Barcelona
2-3	246 m	Av. Barcelona
2-4	255 m	Av. Barcelona

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfico 54. Tramos definidos a lo largo de la Av. Barcelona



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

- Se plantean 6 opciones en cada escenario en cuanto a espacio habilitado para movilización de peatones vs tiempo de evacuación, estos corresponden a:

- **Opción 1: Acera**

Permitir la movilización solamente por la acera al pie del estadio Monumental, la cual tiene un ancho de 20 m.

- **Opción 2: Acera + Carril 1**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Monumental más el primer carril junto a esta. El ancho total de ésta área es de 25 m.

- **Opción 3: Acera + Carril 1 + Carril 2**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Monumental más los 2 carriles junto a esta. El ancho total de ésta área es de 30 m.

- **Opción 4: Acera + Carril 1 + Carril 2 + Carril 3**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Monumental más los 2 carriles junto a esta y el parterre central de la avenida. El ancho total de ésta área es de 41 m.

- **Opción 5: Acera + Carril 1 + Carril 2 + Carril 3 + Carril 4**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Monumental más los 2 carriles junto a esta, el parterre central y 1 carril después del parterre. El ancho total de ésta área es de 45.85 m.

- **Opción 6: Acera + Carril 1 + Carril 2 + Carril 3 + Carril 4 + Carril 5**

Permitir la movilización por la acera al pie del estadio Monumental más los 2 carriles junto a esta, el parterre central y 2 carriles después del parterre. El ancho total de ésta área es de 50.70 m.

Tabla 23. Tabla de anchos de carril

ANCHOS DE ACERA Y CALLES	
Acera 1 (A1):	20 M
Carril 1 (C1):	5 M
Carril 2 (C2):	5 M
Parterre (P)	11 M
Carril 3 (C4):	4.85 M
Carril 4 (C5):	4.85 M
Acera 2 (A2)	3.15 m

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

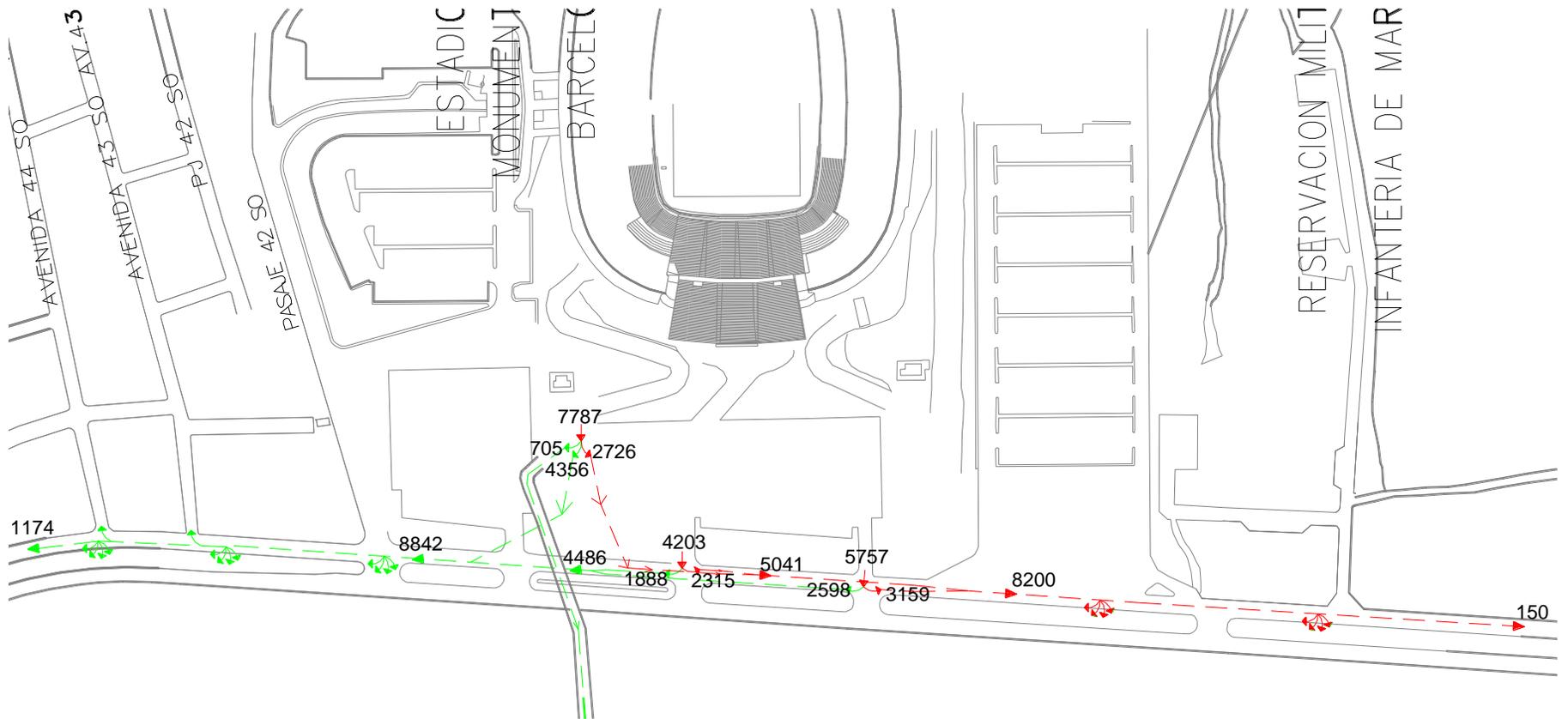
Tabla 24. Tabla de opciones según el número de carriles habilitados para tránsito peatonal.

	DIRECCIÓN NORTE						DIRECCIÓN SUR				
	Ancho de calle habilitado para uso exclusivo de peatones (metros)						Ancho de calle habilitado para uso exclusivo de peatones (metros)				
	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4	OPCIÓN 5	OPCIÓN 6	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4*	OPCIÓN 5*
A1	20	25	30	41	45.85	50.7					
C1							5				
C2							10		21	25.85	30.7
P											
C3											
C4											
A2											

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

En el gráfico a continuación se indican los flujos a la salida del estadio Monumental. Esto corresponde cuando el número de asistentes equivale al 30% de la capacidad total del estadio.

Grafico 55. Grafico de flujos existentes a la salida de Estadio Monumental



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Se diseña de acuerdo a los conceptos que indica el Highway Capacity 2010, analizando cada tramo bajo 2 niveles de servicio para finalmente analizar y elegir cual se adapta mejor a las necesidades del sistema.
- Los resultados se presentan definiendo el área de uso exclusivo peatonal más efectiva para realizar la evacuación de las personas por tramo en el tiempo deseado.

5.8. RESULTADOS DE CADA ESCENARIO – CASO 1: ESTADIO CAPWELL

ESCENARIO 1: 85% de la capacidad total de asistentes

Tabla 25. Resultados Escenario 1: 85% de asistentes a Estadio Capwell.

85%		20416 PEATONES								
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m ² /p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1	D	2.15	1	2.15	1.2	12492	20	1440	9	9
1-2	D	2.15	1	2.15	1.2	13377	20	1440	9	9
1-3	D	2.15	1	2.15	1.2	817	5	360	2	2
2-2	D	2.15	1	2.15	1.2	5097	20	1440	4	4
A	D	2.15	1	2.15	1.2	11995	20	1440	8	8
B	D	2.15	1	2.15	1.2	5979	20	1440	4	4

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

De la clasificación por tramos definida anteriormente, se ha realizado el diseño del ancho mínimo necesario para el total de peatones que ocupan cada tramo, que satisfaga las condiciones de un nivel de servicio D especificadas por el HCM 2010, mejorando de esa forma las condiciones actuales de evacuación de los peatones.

En función de este ancho obtenido se puede indicar el ancho mínimo requerido, el cual nunca podrá ser menor a este. La recomendación de diseño del Highway Capacity 2010 para un nivel de servicio D es:

Velocidad: 1.20 m/s

Espacio por peatón: 2.15 m²/p

En la tabla 25 se indican los cálculos realizados para la obtención del ancho mínimo, los cuales se detallan a continuación:

La primera columna representa los tramos analizados.

La segunda columna indica el nivel de servicio con el cual se ha diseñado el tramo. Todos se han diseñado con nivel de servicio D de acuerdo a las recomendaciones del HCM 2010.

La tercera columna corresponde a los valores de espacio por peatón, de igual forma la quinta columna representa el ancho (A) y profundidad (B) del área que ocupa el cuerpo de una persona de acuerdo a lo recomendado en el HCM 2000.

La sexta columna muestra los valores de velocidad promedio definidos en el HCM 2010 de acuerdo al nivel de servicio de diseño de cada tramo.

La séptima columna proporciona el volumen de peatones que ocupa el tramo.

En la octava columna se especifica el tiempo de evacuación deseado, el cual no puede ser mayor al tiempo total de evacuación del estadio. El tiempo total de evacuación del estadio es 30 minutos.

La novena columna indica la distancia recorrida por un peatón durante el tiempo deseado de evacuación, esto representa la longitud de evacuación del volumen de peatones por tramo. Se obtiene multiplicando la velocidad de caminar por el tiempo deseado en segundos.

En la décima columna se calcula el número de personas por ancho, es decir el número de personas paradas una a lado de otra que se va a tener en el ancho a calcularse, de acuerdo al volumen de peatones por tramo. Se obtiene de la división del total de personas por tramo para la distancia calculada en la columna 9.

Finalmente, en la última columna se calcula el ancho que se requiere para contener al número de personas obtenido en la columna 10. Se considera un ancho de 1m por persona.

ESCENARIO 2: 60% de la capacidad total de asistentes

Tabla 26. Resultados Escenario 2: 60% de asistentes a Estadio Capwell.

60%		1411 PEATONES								
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m ² /p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1	D	2.15	1	2.15	1.2	8818	20	1440	6	6
1-2	D	2.15	1	2.15	1.2	9443	20	1440	7	7
1-3	D	2.15	1	2.15	1.2	577	5	360	2	2
2-2	D	2.15	1	2.15	1.2	3598	15	1080	3	3
A	D	2.15	1	2.15	1.2	8467	20	1440	6	6
B	D	2.15	1	2.15	1.2	4220	20	1440	3	3

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

ESCENARIO 3: 40% de la capacidad total de asistentes

Tabla 27. Resultados Escenario 3: 40% de asistentes a Estadio Capwell.

40%		9607 PEATONES								
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m ² /p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1	D	2.15	1	2.15	1.2	5879	20	1440	4	4
1-2	D	2.15	1	2.15	1.2	6295	20	1440	4	4
1-3	D	2.15	1	2.15	1.2	384	5	360	1	1
2-2	D	2.15	1	2.15	1.2	2399	20	1440	2	2
A	D	2.15	1	2.15	1.2	5645	20	1440	4	4
B	D	2.15	1	2.15	1.2	2814	20	1440	2	2

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

ESCENARIO 4: 100% de la capacidad total de asistentes

Tabla 28. Resultados Escenario 4: 100% de asistentes a Estadio Capwell.

100%		24019 PEATONES								
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1	D	2.15	1	2.15	1.2	14696	20	1440	10	10
1-2	D	2.15	1	2.15	1.2	15738	20	1440	11	11
1-3	D	2.15	1	2.15	1.2	961	5	360	3	3
2-2	D	2.15	1	2.15	1.2	5996	20	1440	4	4
A	D	2.15	1	2.15	1.2	14112	20	1440	10	10
B	D	2.15	1	2.15	1.2	7034	20	1440	5	5

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

5.9. RESULTADOS DE CADA ESCENARIO – CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL

ESCENARIO 1: 30% de la capacidad total de asistentes

Tabla 29. Resultados Escenario 1: 30% de asistentes a Estadio Capwell.

30%		18000 PEATONES								
DIRECCIÓN NORTE										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1 + 2-2	D	2.15	1	2.15	1.20	24040	20	1440	17	17
1-2 + 2-1	D	2.15	1	2.15	1.20	25463	20	1440	18	18
1-3	D	2.15	1	2.15	1.20	27333	20	1440	19	19
1-4	D	2.15	1	2.15	1.20	500	5	360	1	1
DIRECCIÓN SUR										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
2-3	D	2.15	1	2.15	1.20	8842	20	1440	6	6
2-4	D	2.15	1	2.15	1.20	1174	5	360	3	3

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

ESCENARIO 2: 60% de la capacidad total de asistentes

Tabla 30. Resultados Escenario 2: 60% de asistentes a Estadio Capwell.

60%		36000 PEATONES								
DIRECCIÓN NORTE										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1 + 2-2	D	2.15	1	2.15	1.20	19232	20	1440	13	13
1-2 + 2-1	D	2.15	1	2.15	1.20	20370	20	1440	14	14
1-3	D	2.15	1	2.15	1.20	21867	20	1440	15	15
1-4	D	2.15	1	2.15	1.20	400	5	360	1	1
DIRECCIÓN SUR										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
2-3	D	2.15	1	2.15	1.20	8842	20	1440	6	6
2-4	D	2.15	1	2.15	1.20	1174	5	360	3	3

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

ESCENARIO 3: 80% de la capacidad total de asistentes

Tabla 31. Resultados Escenario 3: 80% de asistentes a Estadio Capwell.

80%		48000 PEATONES								
DIRECCIÓN NORTE										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1 + 2-2	D	2.15	1	2.15	1.20	14424	20	1440	10	10
1-2 + 2-1	D	2.15	1	2.15	1.20	15278	20	1440	11	11
1-3	D	2.15	1	2.15	1.20	16400	20	1440	11	11
1-4	D	2.15	1	2.15	1.20	300	5	360	1	1
DIRECCIÓN SUR										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
2-3	D	2.15	1	2.15	1.20	8842	20	1440	6	6
2-4	D	2.15	1	2.15	1.20	1174	5	360	3	3

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

ESCENARIO 4: 100% de la capacidad total de asistentes

Tabla 32. Resultados Escenario 4: 100% de asistentes a Estadio Capwell.

100%		60000 PEATONES								
DIRECCIÓN NORTE										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
1-1 + 2-2	D	2.15	1	2.15	1.20	24040	20	1440	17	17
1-2 + 2-1	D	2.15	1	2.15	1.20	25463	20	1440	18	18
1-3	D	2.15	1	2.15	1.20	27333	20	1440	19	19
1-4	D	2.15	1	2.15	1.20	500	5	360	1	1
DIRECCIÓN SUR										
TRAMOS	LOS de Diseño	ESPACIO (m2/p)	AREA REQUERIDA POR PERSONA		VELOCIDAD (m/s)	TOTAL PEATONES POR TRAMO	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	NUMERO DE PERSONAS POR ANCHO	ANCHO REQUERIDO (m)
			A	B						
2-3	D	2.15	1	2.15	1.20	8842	20	1440	6	6
2-4	D	2.15	1	2.15	1.20	1174	5	360	3	3

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

CAPITULO 6: SIMULACIÓN CON SOFTWARE PTV VISSIM

5.40

Con los valores obtenidos de las mediciones y filmaciones, se procede a la tercera fase del estudio, la cual se basa en el análisis de la información recolectada y la realización de la simulación con el software PTV Vissim, con la finalidad de conocer de forma más real como se comporta el sistema, comparando los resultados alcanzados en la simulación con los presentados en las tablas 25, 26, 27, 28, y de esta forma analizar qué tipo de soluciones y acciones se pueden llevar a cabo para mitigar los conflictos que se generan en cuanto a movilidad de personas a la salida de los estadios.

La empresa alemana PTV Group ha desarrollado paquetes académicos, los cuales distribuye por medio de convenios, de manera gratuita a estudiantes universitarios de países latinoamericanos para el desarrollo de tesis de graduación. Es así como se ha llegado a la obtención de este software de simulación, siendo solicitado por la estudiante y su tutor con respaldo de la Universidad Católica de Guayaquil, por medio de la carta mostrada en los anexos de este documento.

Sin embargo, al ser una muestra gratuita del software, este tiene limitaciones en sus funciones, una de ellas ha sido el número de peatones posibles de modelar (10000p), por lo tanto se ha ajustado la simulación a las posibilidades del software, tomando medidas como realizar la simulación por tramos, sin que esto afecte a los resultados finales.

Por la misma razón, la simulación ha sido realizada únicamente para el caso 1: Estadio Capwell. En este caso, ha sido posible adaptar esta limitación de 10000 peatones realizando la simulación por tramos, pero al tener una mayor capacidad y una mayor cantidad de asistentes al estadio monumental, no ha sido posible dividirlo y adaptar esta situación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos con el programa de simulación VISSIM 5.40.

La primera gráfica de cada caso indica la imagen de la corrida de la simulación.

La segunda gráfica indica, por medio de colores, el nivel de servicio que de acuerdo a las características dadas y los parámetros definidos, le corresponde al caso simulado. Estos valores de niveles de servicio son aquellos que proporciona el HCM 2010 para formaciones de pelotones. En el software Vissim, estos niveles de servicio se identifican con diferentes colores, como se muestra en la gráfica de la ventana del programa, correspondiendo cada color, con su respectivo valor a cada nivel de servicio, desde el A hasta el F.

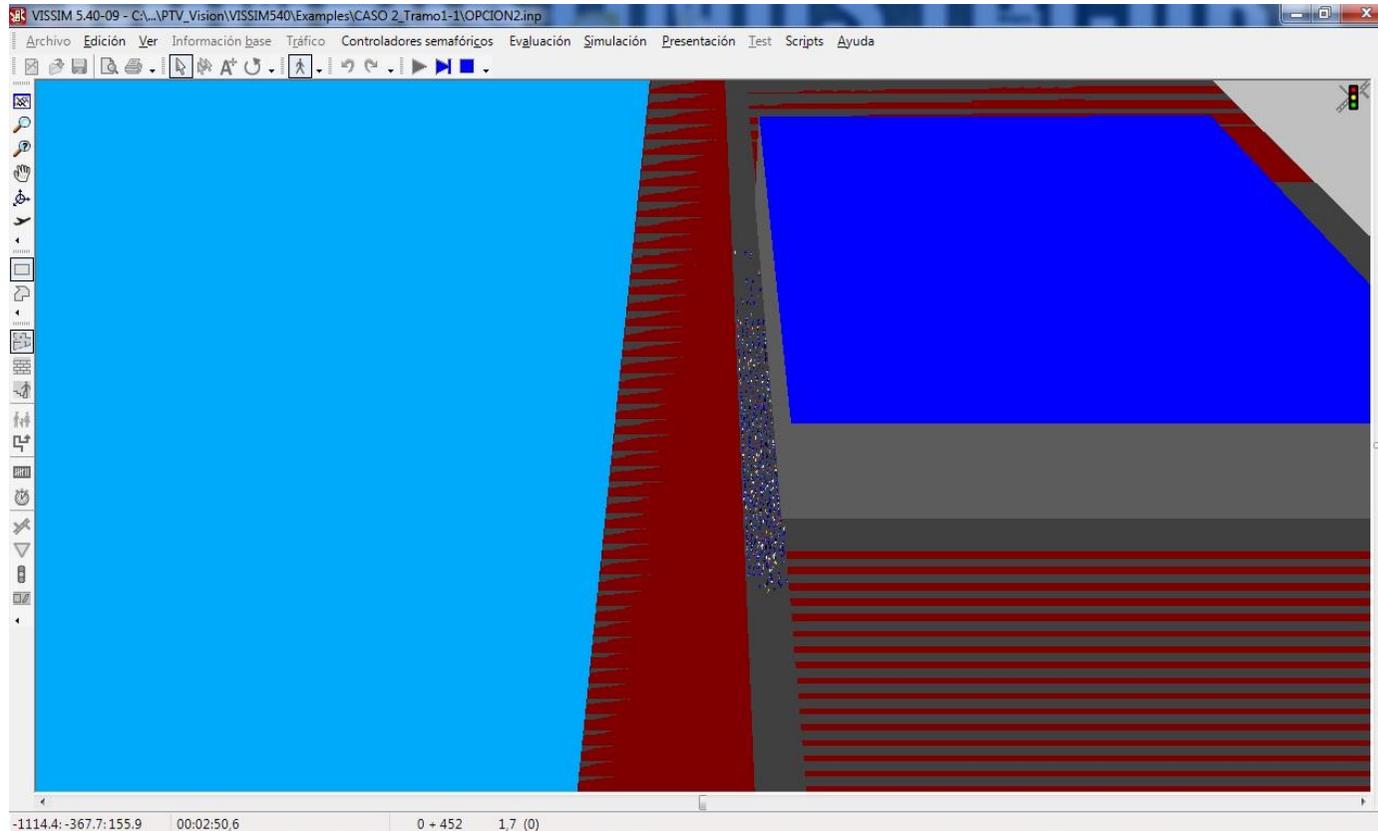
Gráfico 56. Ventana de configuración de LOS en VISSIM 5.40



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

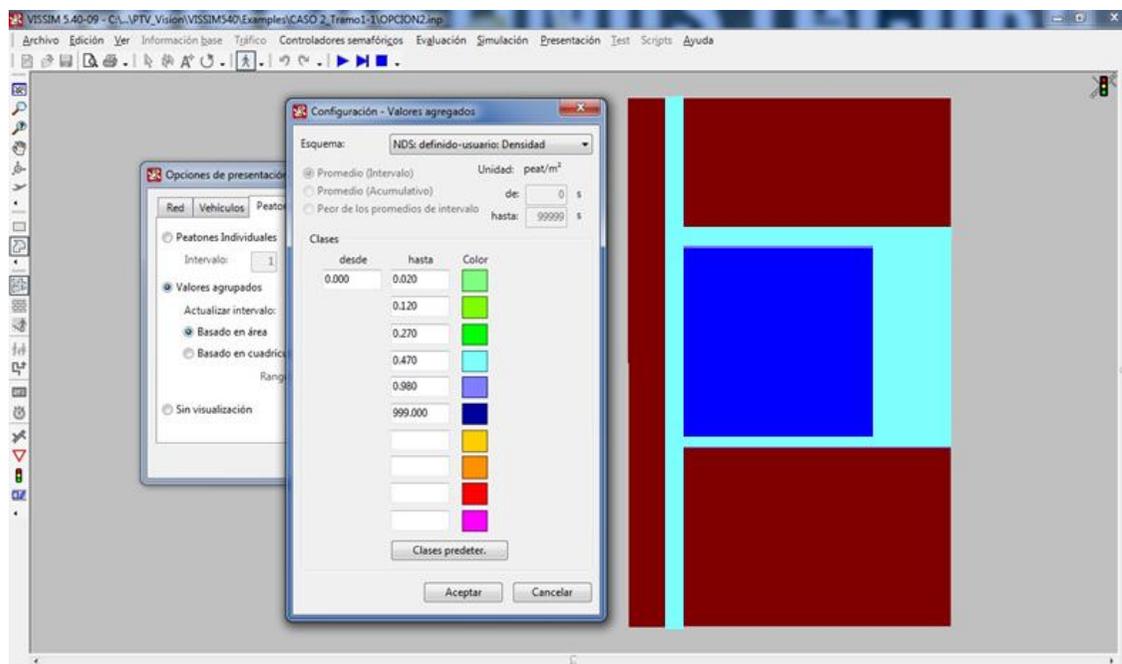
La tercera gráfica muestra los valores de velocidad deseada para cada caso y la velocidad real ocurriendo durante la simulación bajo los parámetros y características asignadas.

Gráfico 57. Simulación. Tramo 1-1. Escenario: 20416 total de peatones



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

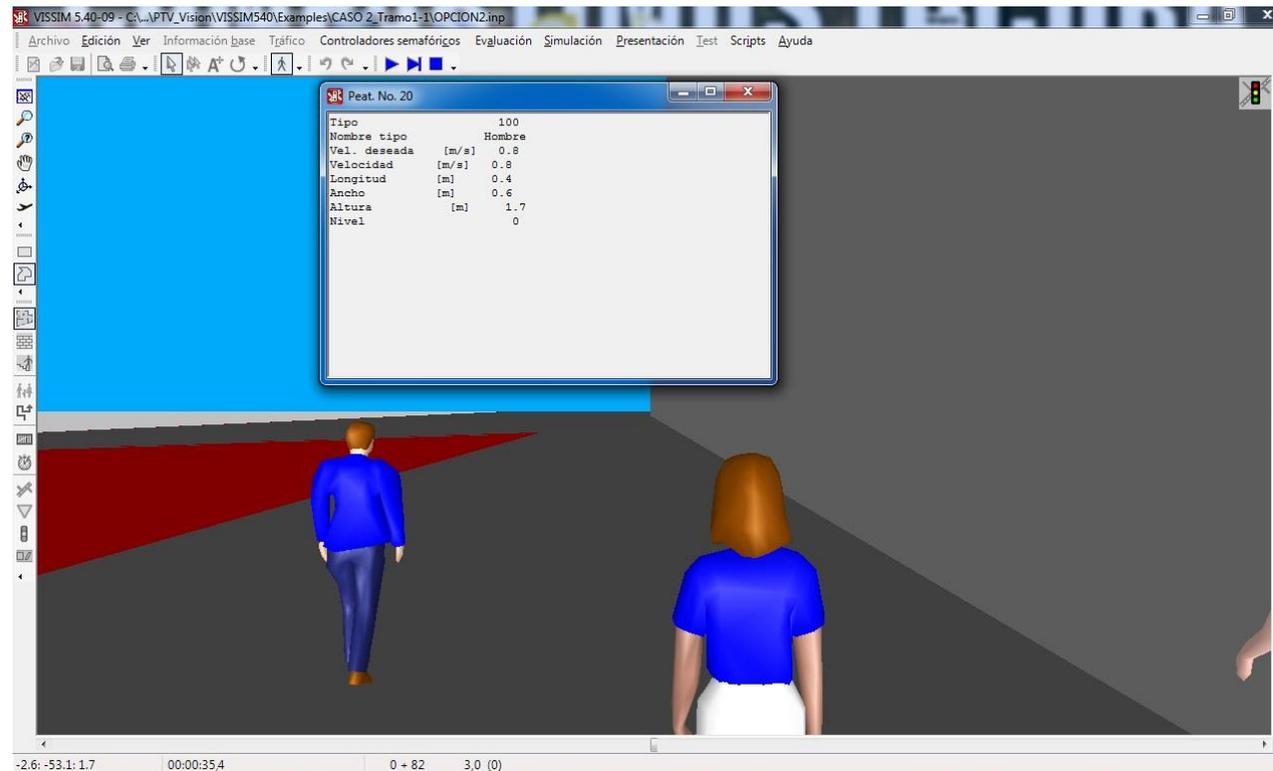
Gráfica 58. Resultado LOS. Tramo 1-1. Escenario: 20416 total de peatones



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

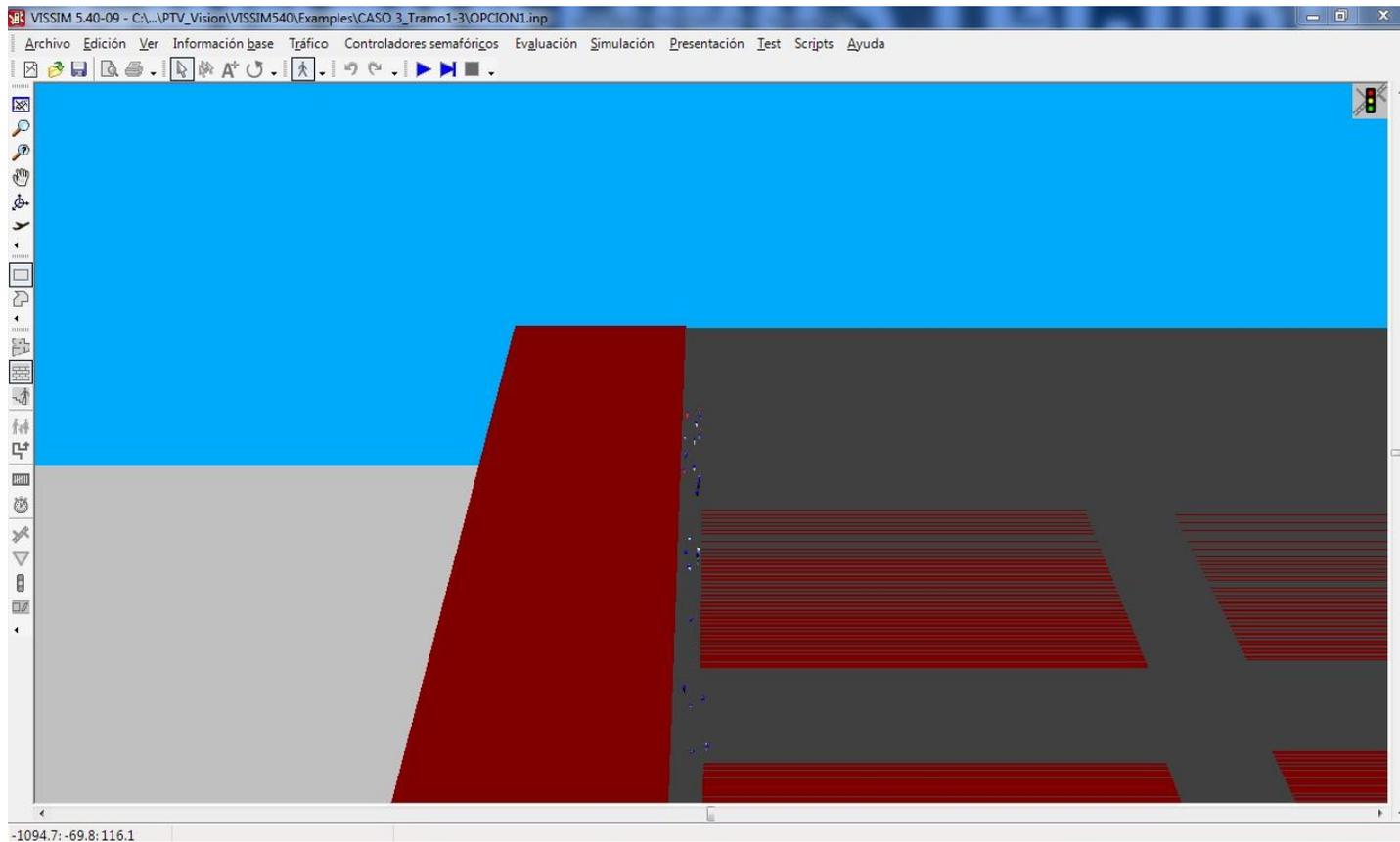
En la simulación del tramo 1-1 + 1-2 (se consideran un solo tramo para la simulación y diseño), con las condiciones de diseño especificadas para obtener un nivel de servicio D, se comprueba que se necesita un ancho de 12.50 metros equivalente a habilitar para uso peatonal: la acera 1 + carril 1+ carril 2 para de esta forma asegurar el nivel de servicio deseado.

Gráfica 59. Resultados de velocidad en simulación. Tramo 1-1. Escenario: 20416 total de peatones



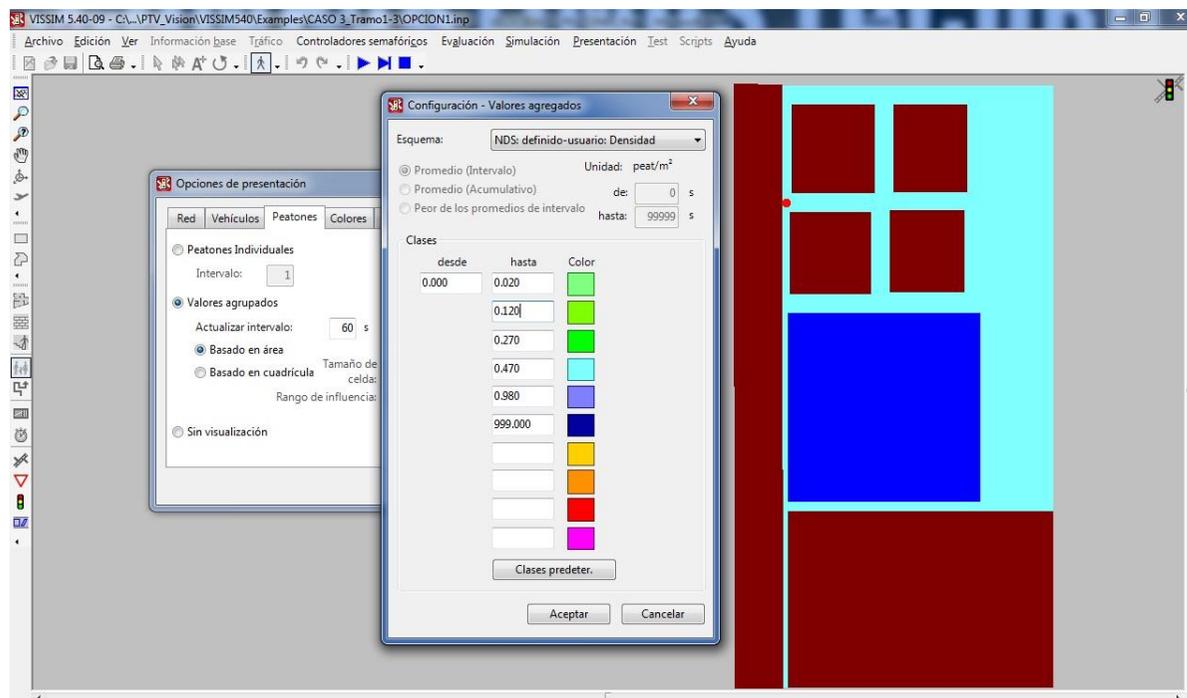
Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

Gráfico 60. Simulación. Tramo 1-3. Escenario: 20416 total de peatones



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

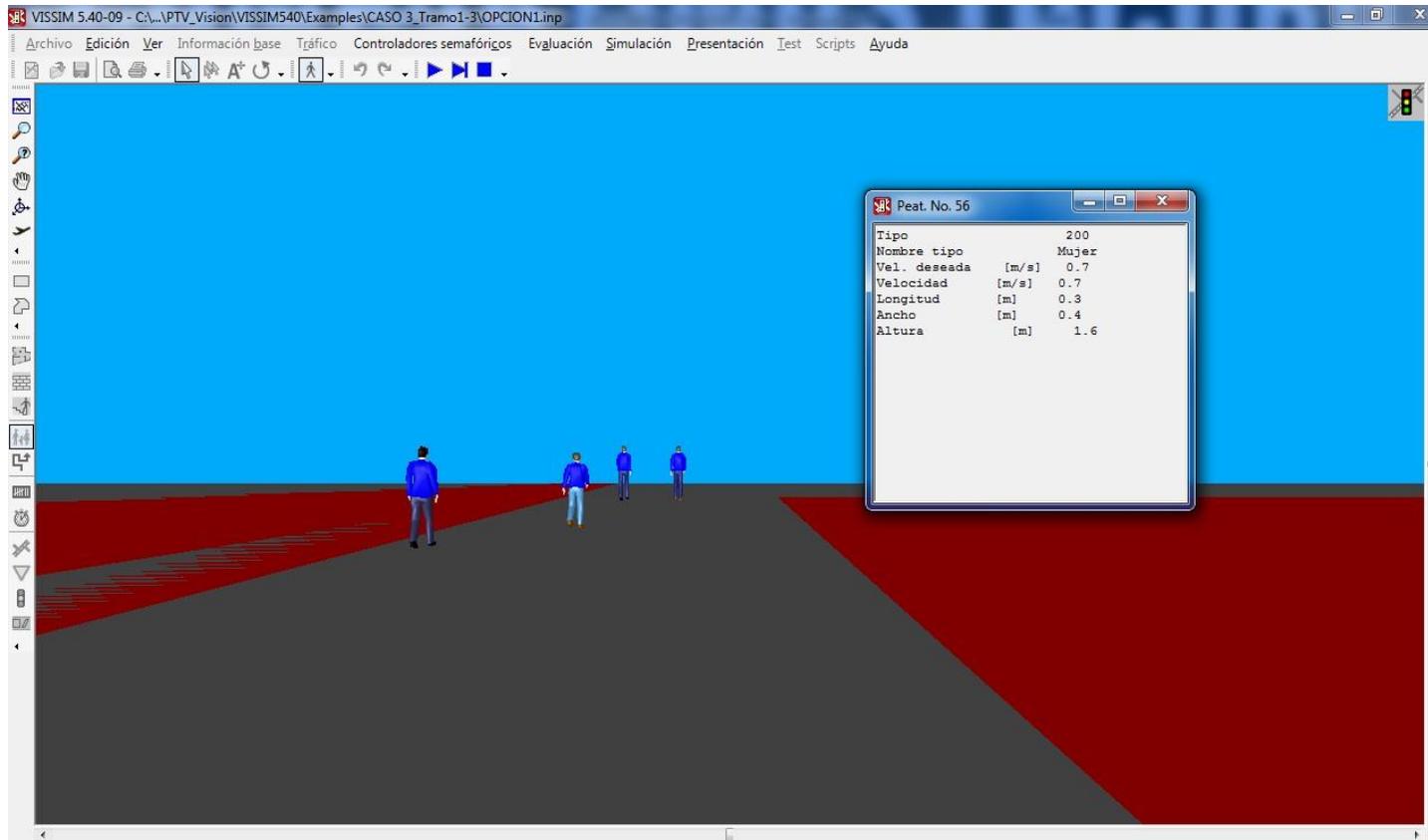
Gráfica 61. Resultado LOS para Tramo 1-3. Escenario: 20416 total de peatones



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

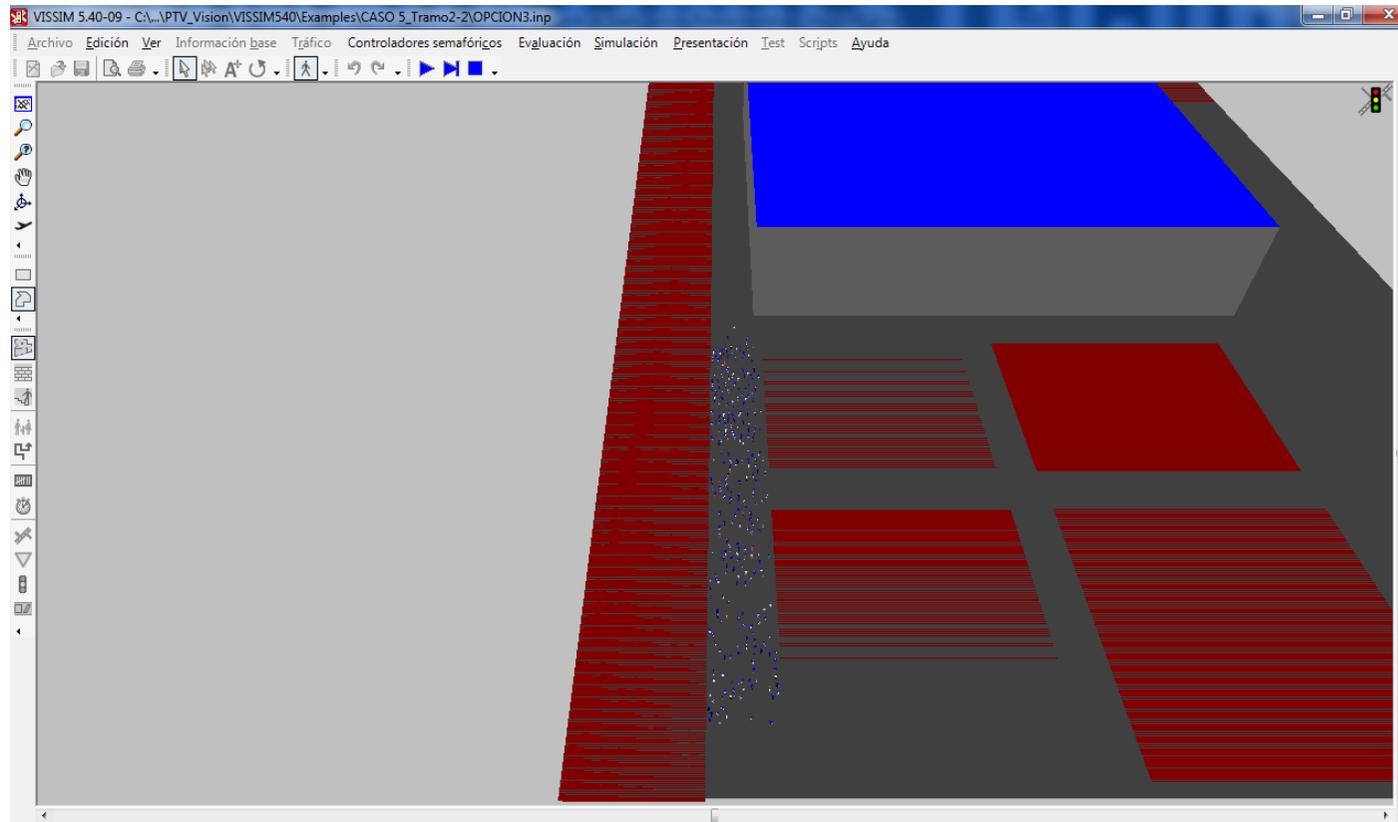
En la simulación del tramo 1-3, con las condiciones de diseño especificadas para obtener un nivel de servicio D, se comprueba que se necesita un ancho de 4.80 metros equivalente a habilitar para uso peatonal solamente la acera 1 para de esta forma asegurar el nivel de servicio deseado.

Gráfica 62. Resultados de velocidad en simulación. Tramo 1-3. Escenario: 20416 total de peatones



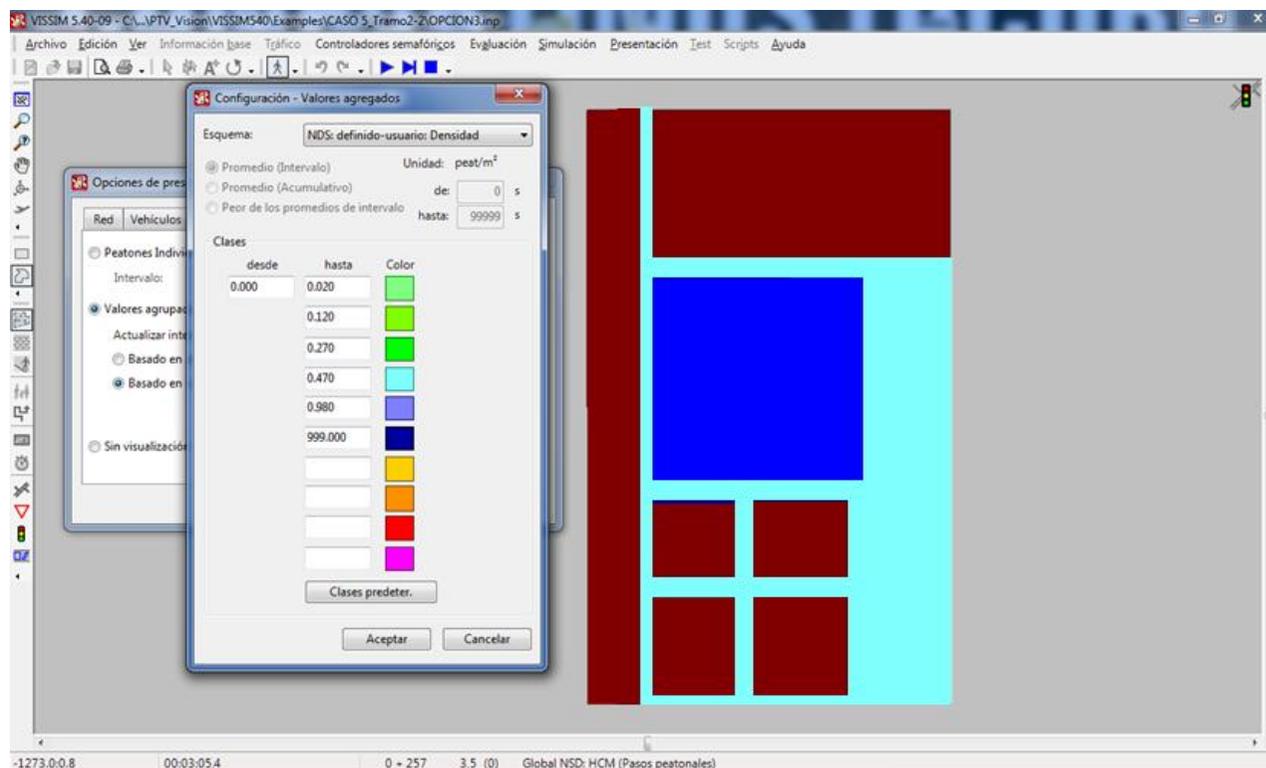
Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

Gráfica 63. Simulación. Tramo 2-2. Escenario: 20416 total de peatones



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

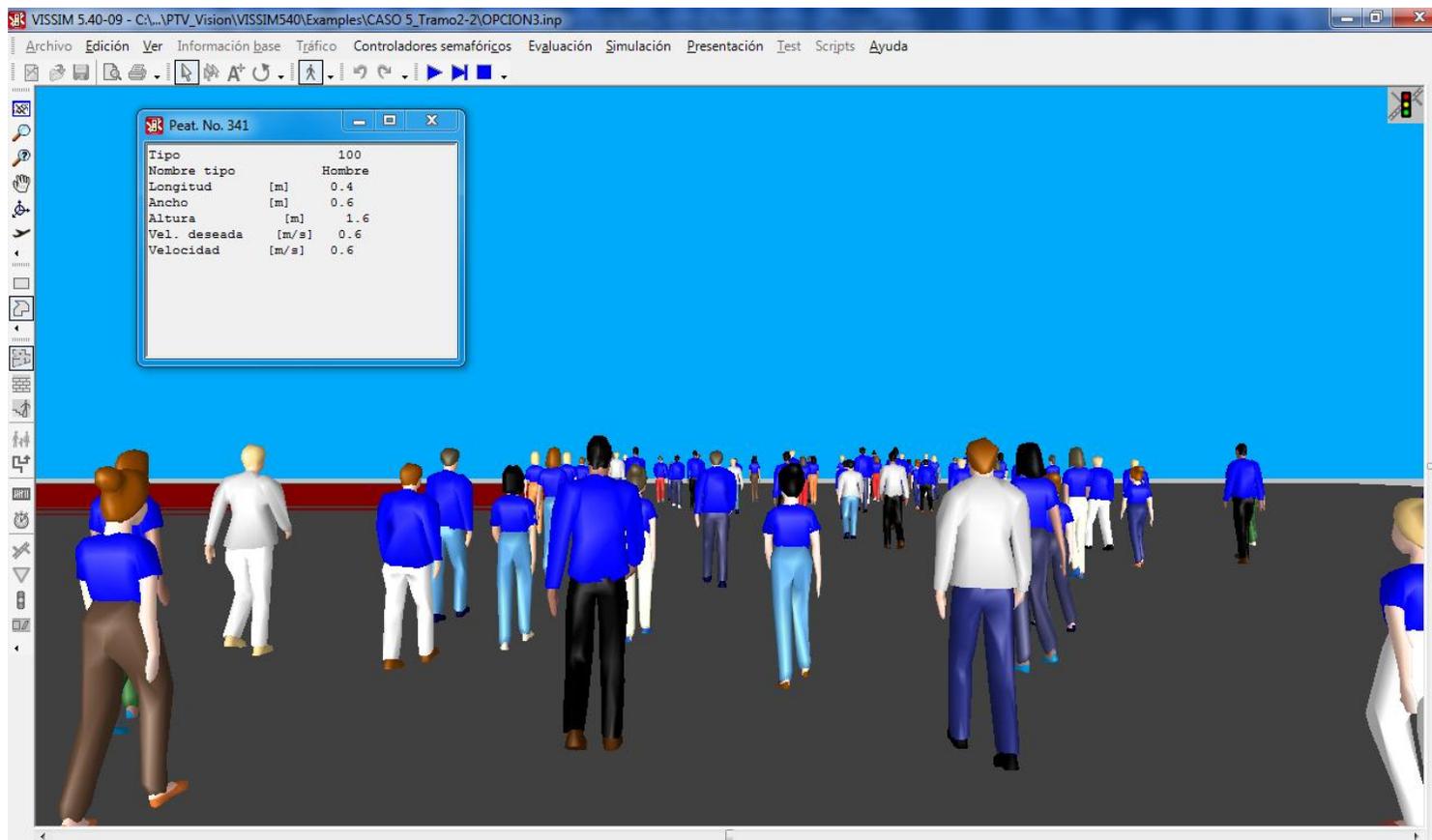
Gráfica 64. Resultado LOS para Tramo 2-2. Escenario: 20416 total de peatones



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

En la simulación del tramo 2-2, con las condiciones de diseño especificadas para obtener un nivel de servicio D, se comprueba que se necesita un ancho de 4.80 metros equivalente a habilitar para uso peatonal solamente la acera 1 para de esta forma asegurar el nivel de servicio deseado.

Gráfica 65. Resultados de velocidad en simulación. Tramo 2-2. Escenario: 20416 total de peatones



Elaboración: Imagen tomada del Software PTV Vissim 5.40. Año: 2013

CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Resumen de resultados

- 1) De acuerdo con los análisis realizados y las comparaciones con estudios previos sobre movimiento peatones formando aglomeraciones, se observa que el movimiento de peatones a la salida de los estadios de la ciudad de Guayaquil es similar en cuanto a espacio requerido por peatón, velocidades individuales y velocidades de flujo a los indicados en el Highway Capacity Manual para caso de pelotones. Por lo tanto se lo puede considerar una buena guía de diseño para las condiciones propias de la ciudad.
- 2) Las características de la movilidad de los peatones varía según la distancia a la que se encuentren desde el punto de salida del estadio. A distancias más cercanas a la puerta de salida, se registran velocidades bajas; a medida de que la distancia aumenta las velocidades incrementan también.

En el punto de salida hasta los 15 metros de distancia se observan velocidades de 0.74 m/s as 0.80 m/s.

A partir de los 15m hasta los 25m se observan velocidades de 0.80 m/s a 0.83 m/s.

Desde los 25m hasta los 35m se observan velocidades de 90 m/s.

A partir de los 35 en adelante se registran velocidades de 1 m/s a 1.20 m/s.

- 3) Existe una gran predisposición de los peatones después de un evento deportivo, a recorrer a pie largas distancias para llegar a su destino. De las personas a la salida del estadio Capwell y cuyo destino final es

el centro de la ciudad, el 50% lo hace a pie. Así mismo quienes se dirigen al sur de Guayaquil, el 28% se moviliza solamente caminando. Teniendo como origen el estadio Monumental, el 18% de quienes se dirigen al Centro, lo hacen a pie.

7.2. Conclusiones

La experiencia del estudio del movimiento de peatones a la salida de un evento multitudinario de la Ciudad de Guayaquil, ha permitido tener una base que sirva para diseños posteriores de infraestructuras peatonales y para la aplicación de medidas con el fin de dar un mejor servicio de movilidad a los usuarios de estadios y lugares de concentración masiva, de igual forma ha sido posible comparar los datos conseguidos con los del manual de diseño Highway Capacity Manual 2010, resultando estos similares cuando se forman pelotones.

En muchas ocasiones resulta ser una medida poco práctica cerrar una avenida principal como la Av. Quito, obstruyendo y provocando congestionamiento en calles cercanas, cuando en lugar de esto, sería posible conducir el movimiento de los peatones en áreas definidas de acuerdo al volumen de asistentes al evento, permitiendo una interacción segura entre los peatones y demás sistemas de transporte. Con este objetivo, en el presente estudio, se han determinado anchos de calle adecuados para diferentes volúmenes de peatones, con los cuales a más de proporcionar mejores condiciones de movilidad a las personas, también se permite el paso de vehículos, sin la necesidad de provocar una mayor afectación en las avenidas cercanas a los estadios. Así mismo, se asegura la operación normal de la Metrovía, transporte masivo de la ciudad.

Si bien es cierto, que los vehículos constituyen un medio de transporte esencial, es primordial recordar que las calles y las ciudades deben ser

diseñadas para las personas. Esto incluye realizar más estudios que ayuden a mejorar las condiciones de movilidad de los peatones y poder construir facilidades peatonales (pasos cebra, pasos peatonales, aceras, etc.) que se ajusten a las necesidades reales de los usuarios.

Se ha encontrado relaciones entre la velocidad y la densidad de peatones a varias distancias a partir de la puerta de salida del estadio, las cuales se presentan en las tablas y gráficos a continuación.

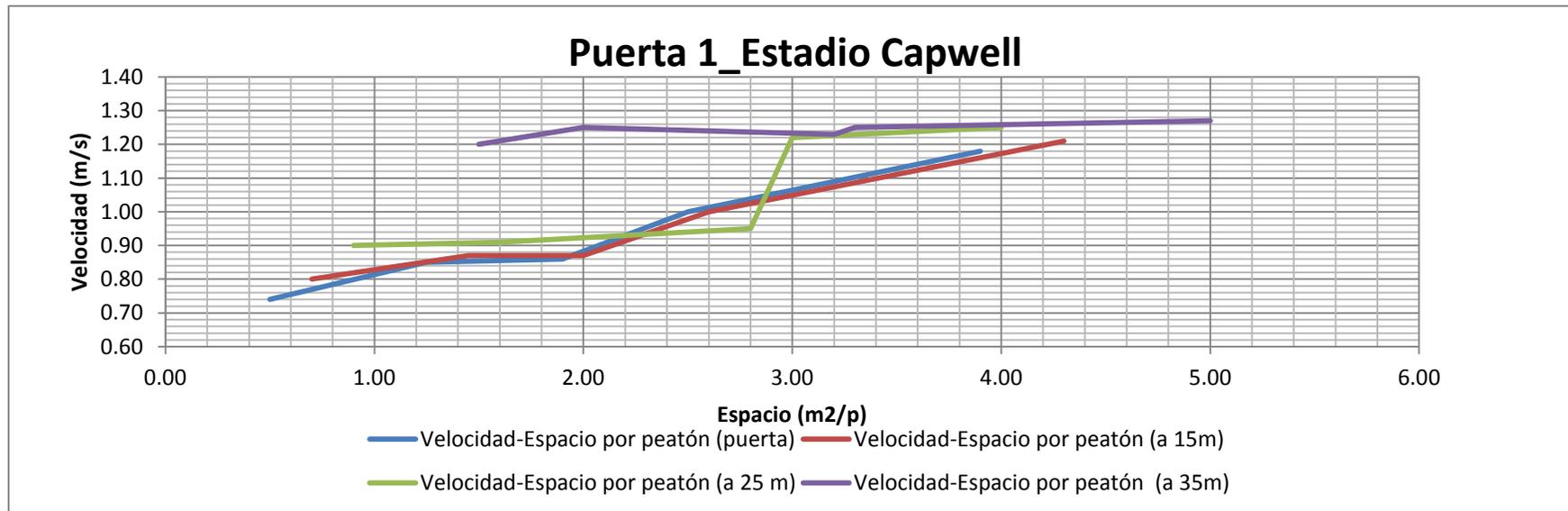
De lo observado y representado en las gráficas se obtienen ciertas conclusiones:

- Los rangos de velocidades entre los 0 metros y los 15 metros a partir de la puerta de salida son similares, pero a medida que aumenta la distancia medida desde la puerta, las velocidades aumentan en mayor proporción.
- Peatones con velocidades bajas, tienen un valor de espacio por peatón también bajo. Cuando las velocidades se incrementan, el espacio por peatón se vuelve mayor.

Para los diseños se han usado las tablas y parámetros recomendados por el Highway Capacity Manual 2010, sin embargo se ha encontrado que para las condiciones locales que se presentan en los estadios de Guayaquil, los valores especificados en el HCM 2010 son elevados y que los anchos mínimos requeridos son los determinados en este estudio.

Tabla 33. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 1.

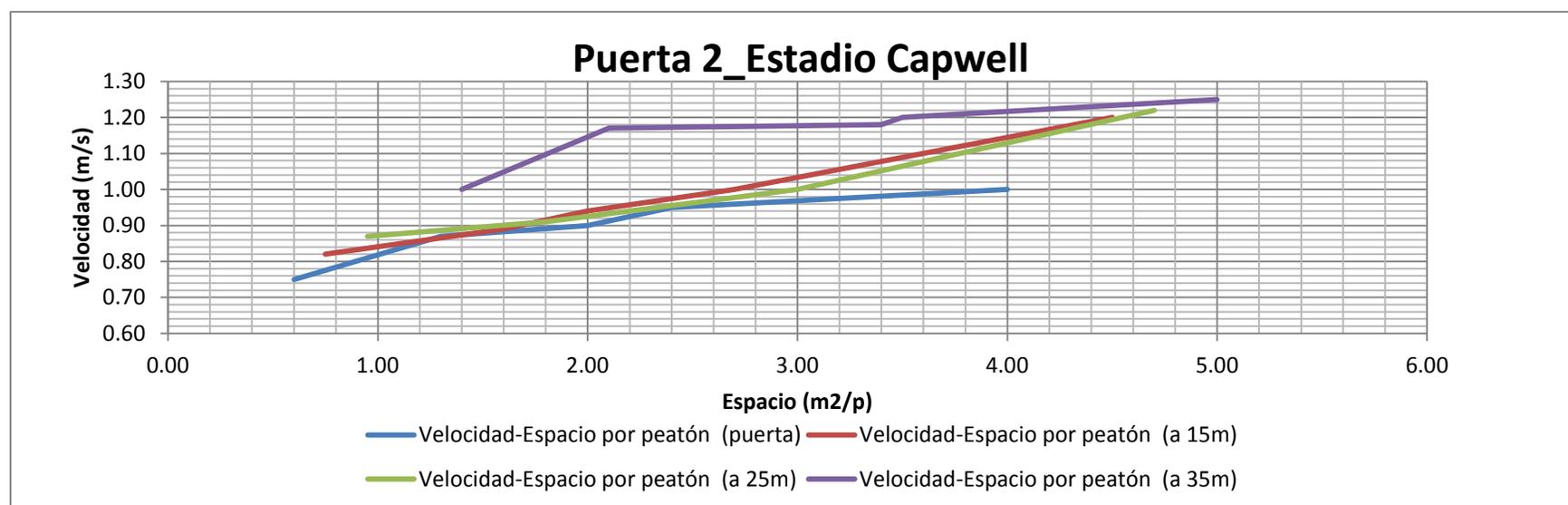
PUERTA 1							
Velocidad (Puerta)	Espacio (Puerta)	Velocidad (a 15m)	Espacio (a 15m)	Velocidad (a 25m)	Espacio (a 25m)	Velocidad (a 35m)	Espacio (a 35m)
0.74	0.50	0.80	0.70	0.90	0.90	1.20	1.50
0.85	1.25	0.87	1.45	0.91	1.60	1.25	2.00
0.86	1.90	0.87	2.00	0.95	2.80	1.23	3.20
1.00	2.50	1.00	2.60	1.22	3.00	1.25	3.30
1.18	3.90	1.21	4.30	1.25	4.00	1.27	5.00



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Tabla 34. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 2.

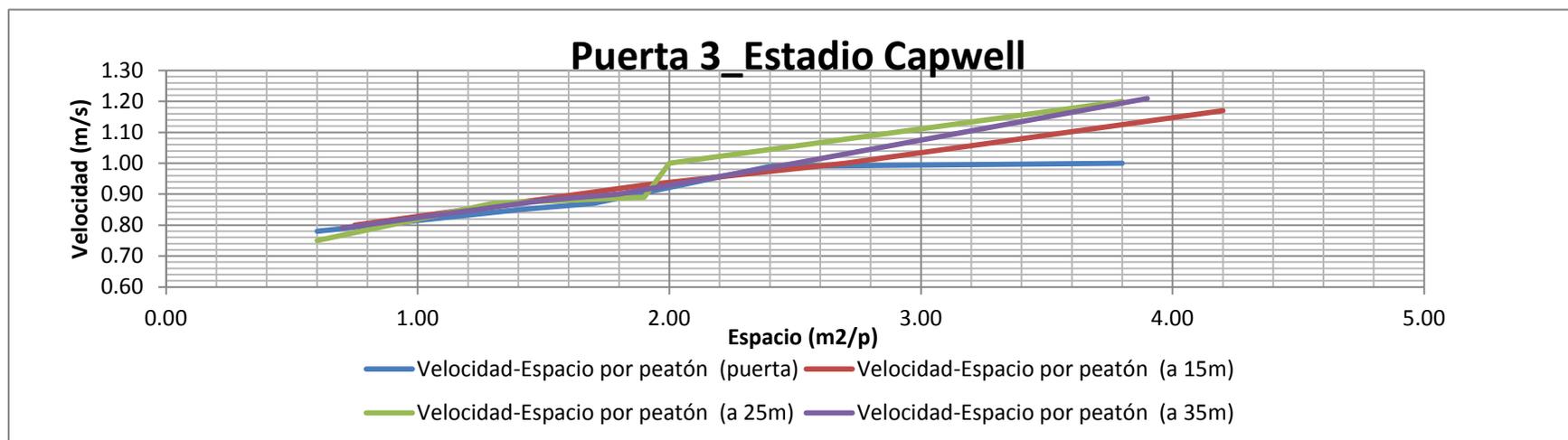
PUERTA 2							
Velocidad (Puerta)	Espacio (Puerta)	Velocidad (a 15m)	Espacio (a 15m)	Velocidad (a 25m)	Espacio (a 25m)	Velocidad (a 35m)	Espacio (a 35m)
0.75	0.60	0.82	0.75	0.87	0.95	1.00	1.40
0.87	1.30	0.89	1.60	0.91	1.80	1.17	2.10
0.90	2.00	0.94	2.00	1.00	3.00	1.18	3.40
0.95	2.40	1.00	2.70	1.00	3.00	1.20	3.50
1.00	4.00	1.20	4.50	1.22	4.70	1.25	5.00



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Tabla 35. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 3.

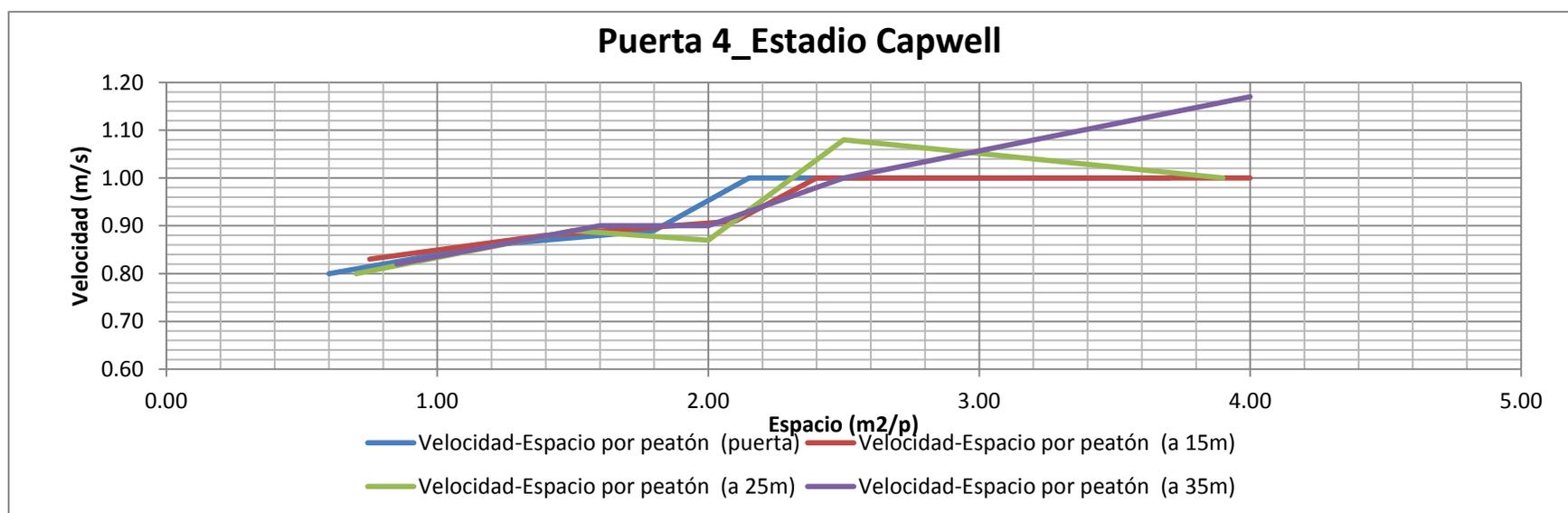
PUERTA 3							
Velocidad (Puerta)	Espacio (Puerta)	Velocidad (a 15m)	Espacio (a 15m)	Velocidad (a 25m)	Espacio (a 25m)	Velocidad (a 35m)	Espacio (a 35m)
0.78	0.60	0.80	0.75	0.75	0.60	0.79	0.70
0.85	1.40	0.89	1.55	0.87	1.30	0.88	1.50
0.87	1.70	0.93	1.90	0.89	1.90	0.90	1.80
0.99	2.40	1.00	2.70	1.00	2.00	1.00	2.50
1.00	3.80	1.17	4.20	1.20	3.80	1.21	3.90



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Tabla 36. Velocidad-Espacio a varias distancias. Estadio G. Capwell. Puerta 4.

PUERTA 4							
Velocidad (Puerta)	Espacio (Puerta)	Velocidad (a 15m)	Espacio (a 15m)	Velocidad (a 25m)	Espacio (a 25m)	Velocidad (a 35m)	Espacio (a 35m)
0.80	0.60	0.83	0.75	0.80	0.70	0.82	0.85
0.86	1.20	0.88	1.40	0.89	1.50	0.90	1.60
0.89	1.80	0.91	2.10	0.87	2.00	0.90	2.00
1.00	2.15	1.00	2.40	1.08	2.50	1.00	2.50
1.00	3.70	1.00	4.00	1.00	3.90	1.17	4.00



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

7.3. Recomendaciones

De acuerdo a las condiciones observadas y el diseño realizado utilizando las especificaciones del Highway Capacity 2010, en la tabla 33 y 34 se presentan las recomendaciones de anchos requeridos para el caso del estadio Capwell y estadio Monumental respectivamente, para permitir una correcta evacuación de los volúmenes que se registran en cada tramo definido, para distintos porcentajes de asistencia al estadio.

Se indican también, en base a los anchos mínimos obtenidos, la infraestructura que debe ser habilitadas para uso exclusivo de peatones cumpliendo la condición de que estos anchos nunca deben ser menores a los mínimos.

Para separar las áreas de uso peatonal, de aquellas que continuarán siendo de uso vehicular, se recomienda el uso de barreras como cadenas conos, mallas y supervisado por agentes de tránsito.

Para construcciones posteriores es recomendable tener en cuenta estos anchos de acera y calles, más aún si se desarrollarán eventos masivos en dicha edificación.

Se recomienda además no permitir la existencia de ningún tipo de obstáculos dentro de las áreas señaladas, ni la presencia de vendedores ambulantes que puedan interrumpir la operación de estas carriles habilitados exclusivamente para uso peatonal. Han sido diseñados únicamente para evacuación de peatones después de un evento en cada estadio analizado.

CASO 1: ESTADIO CAPWELL

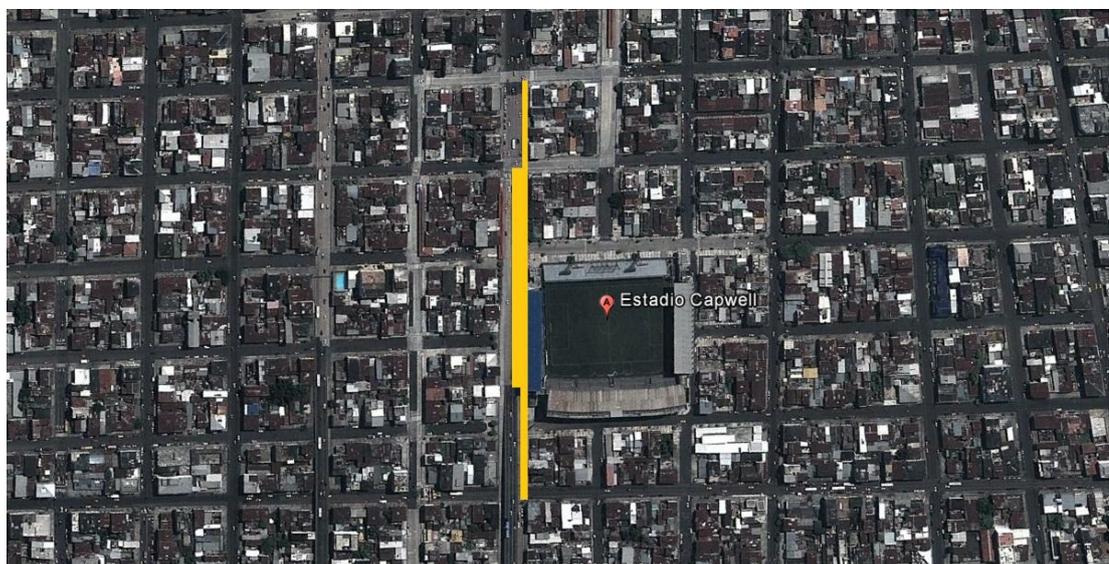
Tabla 37. Tabla de anchos recomendados para adecuada evacuación - Estadio Capwell.

ESTADIO CAPWELL				
100%	24019 PEATONES			
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO MINIMO REQUERIDO (m)	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
(1-1)+(2-1)	D	15	Acera1 + Carril1 + Carril 2 + Carril 3	16.35 m
1-2	D	16	Acera1 + Carril1 + Carril 2 + Carril 3	16.35 m
1-3	D	4	Acera1	4.8 m
2-2	D	6	Acera1 + Carril 1	8.65 m
A	D	10	Acera 1 + Carril1 + Carril 2	12.5 m
B	D	5	Acera1 + Carril 1	8.65 m
85%	20416 PEATONES			
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO MINIMO REQUERIDO (m)	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
(1-1)+(2-1)	D	9	Acera 1 + Carril1 + Carril 2	12.5 m
1-2	D	9	Acera 1 + Carril1 + Carril 2	12.5 m
1-3	D	2	Acera1	4.8 m
2-2	D	4	Acera1	4.8 m
A	D	8	Acera1 + Carril 1	8.65 m
B	D	4	Acera1	4.8 m
60%	14411 PEATONES			
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO MINIMO REQUERIDO (m)	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
(1-1)+(2-1)	D	6	Acera1 + Carril 1	8.65 m
1-2	D	7	Acera1 + Carril 1	8.65 m
1-3	D	2	Acera1	4.8 m
2-2	D	3	Acera1	4.8 m
A	D	6	Acera1 + Carril 1	8.65 m

B	D	3	Acera1	4.8 m
40%	9607 PEATONES			
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO MINIMO REQUERIDO (m)	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
(1-1)+(2-1)	D	4	Acera1	4.8 m
1-2	D	4	Acera1	4.8 m
1-3	D	1	Acera1	4.8 m
2-2	D	2	Acera1	4.8 m
A	D	4	Acera1	4.8 m
B	D	2	Acera1	4.8 m

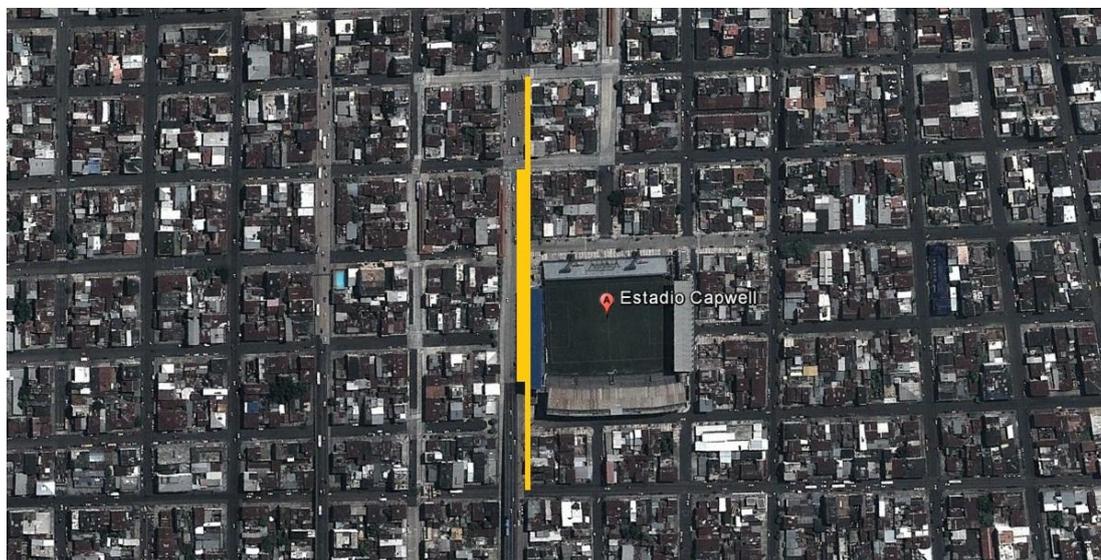
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 66. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 100% de la capacidad del estadio Capwell.



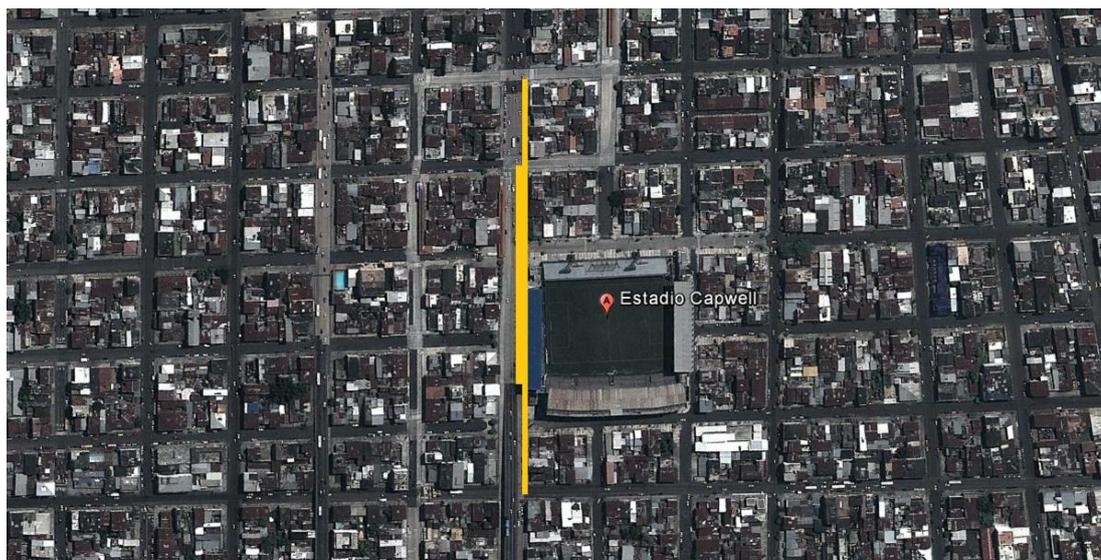
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 67. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 85% de la capacidad del estadio Capwell.



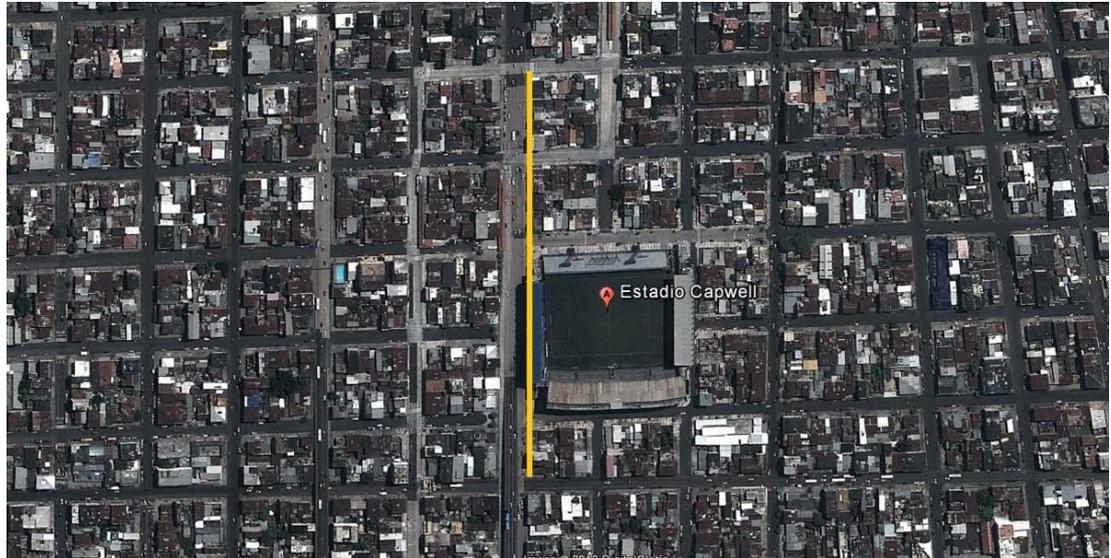
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 68. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 60% de la capacidad del estadio Capwell.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 69. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 40% de la capacidad del estadio Capwell.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

CASO 2: ESTADIO MONUMENTAL

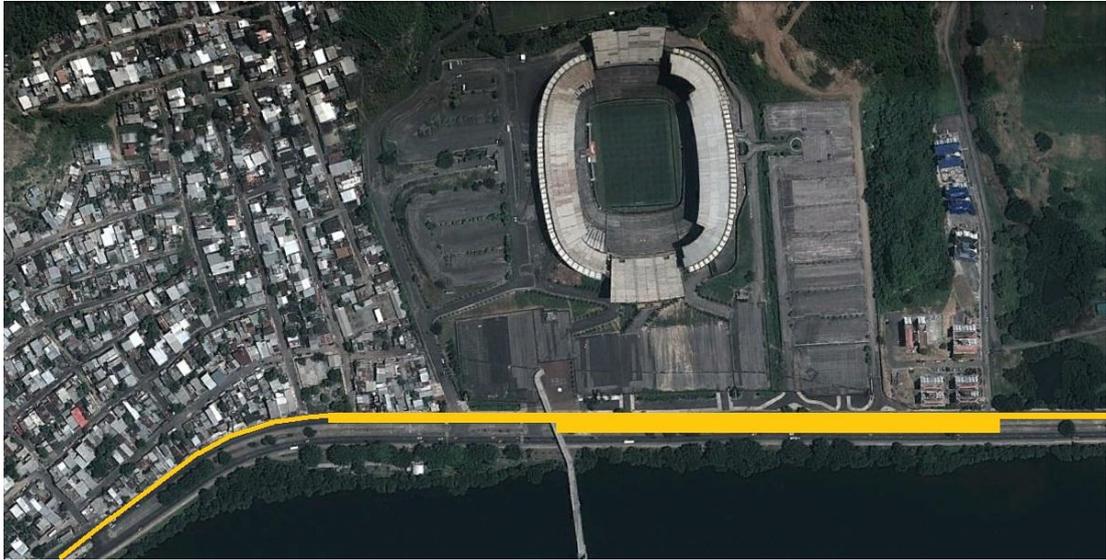
Tabla 38. Tabla de anchos recomendados para adecuada evacuación - Estadio Monumental.

ESTADIO MONUMENTAL				
30%		18000 PEATONES		
DIRECCIÓN NORTE				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
1-1 + 2-2	D	17	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-2 + 2-1	D	18	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-3	D	19	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-4	D	1	Carril 1	5 m
DIRECCIÓN SUR				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
2-3	D	6	Carril 1 + Carril 2	10 m
2-4	D	3	Carril 1	5 m
60%		36000 PEATONES		
DIRECCIÓN NORTE				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
1-1 + 2-2	D	13	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-2 + 2-1	D	14	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-3	D	15	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-4	D	1	Carril 1	5 m
DIRECCIÓN SUR				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
2-3	D	6	Carril 1 + Carril 2	10 m
2-4	D	3	Carril 1	5 m

80%		48000 PEATONES		
DIRECCIÓN NORTE				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
1-1 + 2-2	D	10	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-2 + 2-1	D	11	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-3	D	11	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-4	D	1	Carril 1	5 m
DIRECCIÓN SUR				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
2-3	D	6	Carril 1 + Carril 2	10 m
2-4	D	3	Carril 1	5 m
100%		60000 PEATONES		
DIRECCIÓN NORTE				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
1-1 + 2-2	D	17	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-2 + 2-1	D	18	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-3	D	19	Carril 1 + Carril 2 + Parterre	21 m
1-4	D	1	Carril 1	5 m
DIRECCIÓN SUR				
TRAMOS	LOS de Diseño	ANCHO REQUERIDO	INFRAESTRUCTURA HABILITADA PARA USO PEATONAL EXCLUSIVAMENTE	ANCHO HABILITADO
2-3	D	6	Carril 1 + Carril 2	10 m
2-4	D	3	Carril 1	

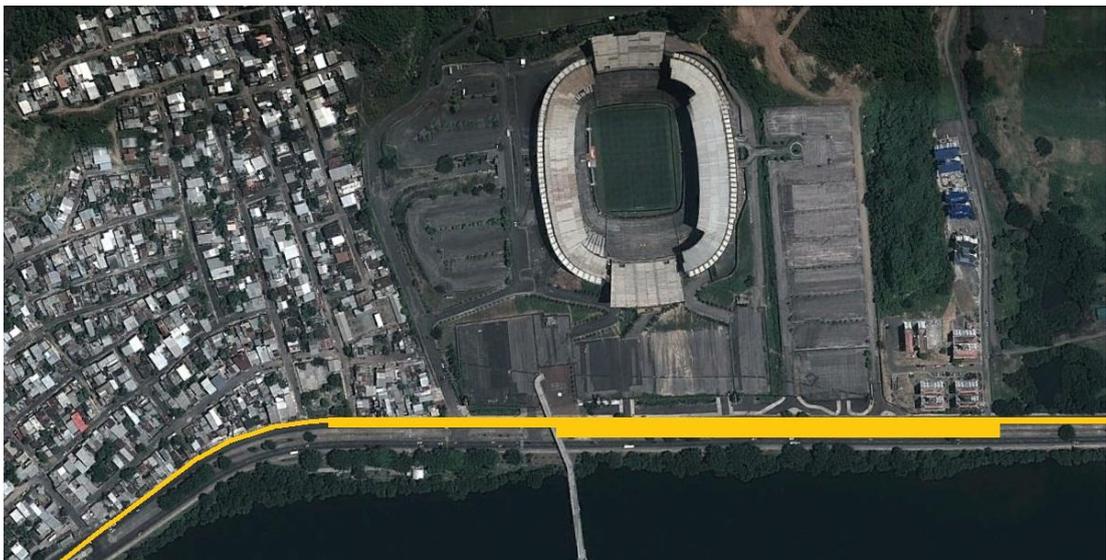
Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 70. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 30% de la capacidad del estadio Monumental.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 71. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 60% de la capacidad del estadio Monumental.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 72. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 80% de la capacidad del estadio Monumental.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

Gráfica 73. Implantación de áreas requeridas para evacuación de peatones cuando se tiene 100% de la capacidad del estadio Monumental.



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

**Gráfica 74. Definición de carriles, acera y parterre en Av. Barcelona.
Sentido Sur-Norte**



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

**Gráfica 75. Definición de carriles, acera y parterre en Av. Barcelona.
Sentido Norte-Sur**



Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fruin, John J. (1971). *Pedestrian Planning and Design*. New York, NY. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners Inc.

Lind, D. Marshall, W. Mason, R., (2004) *Estadística para Administración y Economía*, (11 Ed). México DF: Alfaomega

Pushkarev, B. Zupan, J. (1975). *Urban Space for Pedestrians*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

PTV GROUP. (s.f.). *PTV Vissim Brochure*. Recuperado de http://vision-traffic.ptvgroup.com/fileadmin/files_ptvvision/Downloads_N/0_General/2_Products/2_PTV_Vissim/EN-US_PTV_Vissim_Brochure.pdf

Milazzo, J. Roupail, N., Hummer, J., y Allen, D.P. *Quality of Service for Uninterrupted Pedestrian Facilities in the 2000 Highway Capacity Manual*. Transportation Research Record

Tanaboriboon, Yordphol, Sim Siang Hwa, Chin Hoong Chor. (1986, Mayo) *Pedestrian Characteristics Study in Singapore*. Journal of Transportation Engineering,

Transportation Research board. (2000). *Highway Capacity Manual 2000*. Washington DC. National Research Council.

Transportation Research board. (2010). *Highway Capacity Manual 2010*. Washington DC. National Research Council.

Schroeder B., Cunningham Ch., Findley D., Hummer J., y Foyle R. *Manual of Transportation Engineering Studies*. 2 Ed. (2010). Washington DC.

Kraft W., Homburger W., Pline J., *Traffic Engineering Handbook*. 6 Ed. (2010). Washington DC.

Institute of Transportation Engineers, *Transportation Planning Handbook*. 3 Ed. (2010). Washington DC.

Transportation Research Board (TRB). (1980). *Interim Materials on Highway Capacity*. Transportation Research Circular 212

ANEXOS

Gráfico 76. Formato para encuesta Origen – Destino

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL		ENCUESTA ORIGEN - DESTINO									
HOMBRE	<input type="checkbox"/>	MUJER	<input type="checkbox"/>								
1) ¿Después del partido, a que sector de la ciudad se dirigirá?											
NORTE	<input type="checkbox"/>	SUR	<input type="checkbox"/>	CENTRO	<input type="checkbox"/>	SUR-OESTE	<input type="checkbox"/>	ESTE	<input type="checkbox"/>	OTRO	<input type="checkbox"/>
2) ¿Por cual medio de transporte lo hará?											
Transporte público	<input type="checkbox"/>										
Vehículo privado	<input type="checkbox"/>										
Bicicleta	<input type="checkbox"/>										
Moto	<input type="checkbox"/>										
A pie	<input type="checkbox"/>										
Taxi	<input type="checkbox"/>										

Elaboración: Roxana Mestanza Rosero. Año: 2013