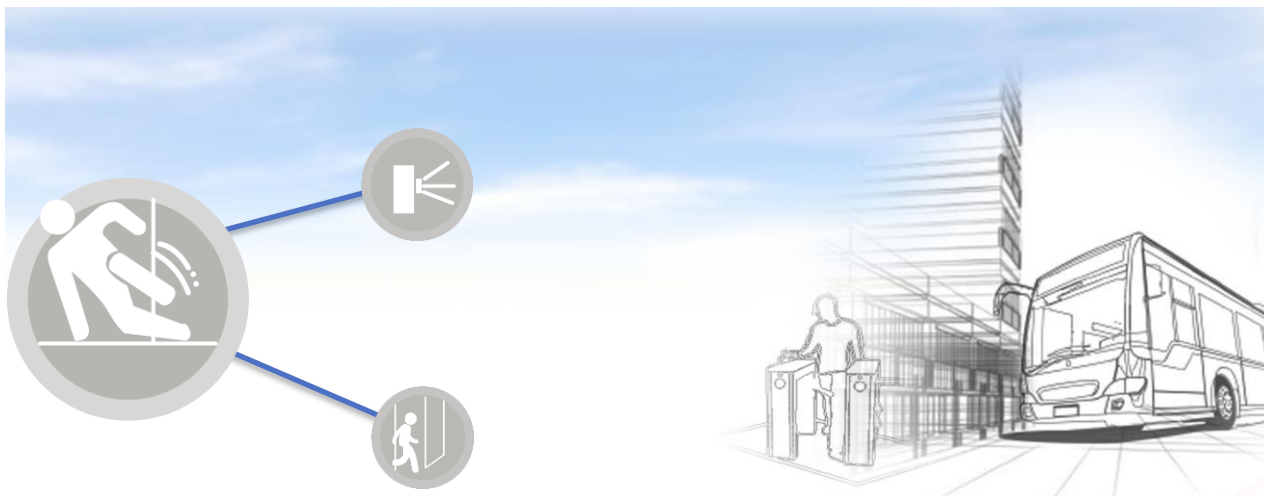




«Diseño y evaluación de pruebas piloto de intervención técnica en puertas y barreras de control de acceso, en una muestra de estaciones, portales y buses, para combatir el fenómeno de la evasión en el Sistema TransMilenio»

Informe 3. Tomo I. Diagnóstico complementario. V3



Octubre de 2017

Tabla de contenido

1. Diagnóstico de BCA en estaciones y portales	8
1.1 Capacidad de evacuación.....	8
1.1.1 Capacidad de evacuación de las BCA actuales en Portales y Estaciones	8
1.1.2 Normatividad aplicable	14
1.2 Requerimientos para la instalación de las barreras actuales	16
1.2.1 Descripción general de las BCA actuales en Portales y Estaciones	16
1.2.1 Revisión de la ficha técnica de las BCA en portales y estaciones.....	20
1.2.2 Distribución de BCA en portales y estaciones piloto	30
1.3 Esquemas de distribución de BCA actuales	47
1.4 Diagnóstico técnico integral de BCA en estaciones y portales.....	50
1.4.1 Modalidades de evasión por BCA.....	51
1.4.1 Diagnostico tecnológico del sistema existente BCA portales y estaciones....	56
1.4.2 Descripción de comunicación de las BCA actuales	59
1.4.3 Conclusiones generales sobre las BCA en Estaciones y Portales	60
1.4.4 Propuesta de BCA en portales y estaciones aplicables a la prueba piloto	64
2. Diagnóstico de BCA en buses	71
2.1 Requerimientos para la instalación de las barreras actuales.....	71
2.1.1 Características técnicas de las diferentes tipologías de buses	71
2.1.2 Clasificación de las posibles BCA para cada tipología de bus.	75
2.1.3 Normatividad aplicable	76
2.1.4 Descripción general de las BCA actuales en buses.....	78
2.1.5 Revisión de la ficha técnica de las BCA.....	80
2.1.6 Requerimientos técnicos de las BCA para su instalación.	82
2.1.7 Requerimientos en carrocería para la instalación de las BCA.....	89
2.1.8 Implicaciones de seguridad de los usuarios por tipología de BCA y carrocería.	89
2.1.9 Adecuaciones o modificaciones en carrocería para la instalación de las BCA.	91
2.1.10 Evaluación de posibilidad de modificación BCA.....	92
2.2 Diagnóstico técnico integral de BCA en buses.....	93
2.2.1 vulnerabilidad de las BCA actuales.....	93
2.2.1 Diagnostico tecnológico del sistema existente BCA en buses.	101
2.2.2 Descripción de comunicación de las BCA en buses actuales	103
2.2.3 Conclusiones generales sobre las BCA en Buses	104
2.2.4 Propuesta de BCA en buses aplicables a la prueba piloto	105
3. Diagnóstico técnico integral para puertas en estaciones	109
3.1 Análisis de la normatividad vigente.....	109
3.2 Tasa de atención buses hora - del sistema de puertas actual en estaciones	115
3.3 Requisitos mínimos para la operación de sistema de puertas y su	118
interacción bus-estación.....	118
3.3.1 Distribución de puertas en estaciones piloto	119
3.3.2 Descripción método de interacción bus-estación.....	123
3.4 Puntos críticos relacionados con la seguridad vial de los usuarios del	137
sistema	137
4.1 Diagnostico técnico integral del sistema de puertas.....	140
4.1.1 Consideraciones complementarias sobre la adopción de dos diferentes	
tipologías de puerta en las Estaciones – Puerta Dual y Puerta Cuádruple Telescópica	
146	

4.2 Diagnóstico tecnológico del sistema de interacción bus-puerta existente

147

4.2.1	Descripción de interacción bus-estación.....	147
4.2.1	Diagnostico tecnológico del sistema existente de puertas en estaciones....	148
4.2.2	Conclusiones generales del sistema de puertas y sistema de interacción bus-puertas.....	150

Índice de Figuras

Figura 1.	BCA estándar brazo rígido	8
Figura 2.	BCA estándar brazo abatible	9
Figura 3.	BCA Estándar	17
Figura 4.	BCA – Mecanismo de liberación.....	17
Figura 5.	BCA – Validador incluido en BCA	18
Figura 6.	BCA – Elementos internos de la BCA	19
Figura 7.	BCA PMR (Persona con Movilidad Reducida)	19
Figura 8.	Descripción BCA suministradas por Recaudo Bogotá.....	23
Figura 9.	Descripción instalación BCA suministradas por Recaudo Bogotá.....	23
Figura 10.	Puntos de sujeción/anclaje BCA portales y estaciones	24
Figura 11.	Elementos de conexión BCA portales y estaciones	24
Figura 12.	Portal Norte.....	30
Figura 13.	Acceso Principal (Batería BCA – A Der. Batería BCA – B Izq.)	32
Figura 14.	Batería BCA - C.....	32
Figura 15.	Batería BCA - D.....	32
Figura 16.	Batería BCA - E.....	33
Figura 17.	Batería BCA - F.....	33
Figura 18.	Batería BCA - G	33
Figura 19.	Batería BCA - H.....	34
Figura 20.	Batería BCA - I	34
Figura 21.	Batería BCA - J	34
Figura 22.	Batería BCA - K.....	35
Figura 23.	Batería BCA - L	35
Figura 24.	Portal Tunal.....	36
Figura 25.	Portal Tunal Acceso Principal	37
Figura 26.	Batería BCA - A.....	38
Figura 27.	Batería BCA - B.....	38
Figura 28.	Batería BCA - C.....	38
Figura 29.	Batería BCA - D.....	39
Figura 30.	Estación Santa Lucía	40
Figura 31.	Batería BCA - A Der. Batería BCA – B Izq.....	41
Figura 32.	Estación Virrey	42
Figura 33.	Batería BCA - A.....	42
Figura 34.	Estación Pradera	43
Figura 35.	Batería BCA - A.....	43
Figura 36.	Estación Universidades.....	44
Figura 37.	Batería BCA - A.....	45
Figura 38.	Esquema distribución BCA en estación Virrey.....	47
Figura 39.	Esquema distribución BCA en estación Pradera	48
Figura 40.	Esquema distribución BCA en estación Santa Lucía accesos Sur y Norte.....	49
Figura 41.	Esquema distribución BCA en estación Universidades	50
Figura 42.	Área inferior vulnerable de la BCA estándar y PMR.....	52
Figura 43.	Ejemplo evasión: Madre con bebe en brazos.	52
Figura 44.	Área superior vulnerable de la BCA básica y PMR	53

Figura 45. Ejemplo evasión: Joven saltando torniquete.....	53
Figura 46. Ejemplo evasión: Validación 2x1.....	54
Figura 47. Ejemplo 2 evasión: 2x1.....	54
Figura 48. Ejemplo evasión: retroceso de torniquete.	55
Figura 49. Ejemplo 2 retroceso de torniquete.....	55
Figura 50. Formato macro de comunicaciones BCA.....	59
Figura 51. Barrera A – Pasillo basculante	65
Figura 52. Barrera B – Pasillo Tipo Bandera	65
Figura 53. Barrera C - Torniquete Piso-Techo.....	66
Figura 54. Torniquete múltiples brazos	67
Figura 55. Barrera F - Pasillo motorizado	67
Figura 56. Barrera anti-evasión.....	68
Figura 57. Barrera H – BCA Persona de movilidad reducida (PMR)	68
Figura 58. Bus – Padrón dual.....	71
Figura 59. Bus – Padrón zonal	73
Figura 60. Bus – Busetón / Buseta	74
Figura 61. Bus – Microbús.....	75
Figura 62. BCA Bus (embarcado)	79
Figura 63. BCA Bus (Laboratorio)	79
Figura 64. BCA Bus – Mecanismo de liberación.....	80
Figura 65. Detalle de la perforación para instalación BCA Wolpac	83
Figura 66. Posiciones de instalación BCA Wolpac.....	83
Figura 67. Posicionamiento BCA Wolpac.....	84
Figura 68. Detalle del esquema PCCS – Estándar	85
Figura 69. Vista General del mecanismo Minibloqueo	86
Figura 70. Método de inversión de rotación BCA.....	87
Figura 71. Dimensiones BCA	88
Figura 72. Doble fijación instalaciones a bordo.....	89
Figura 73. Ubicación BCA en buses.....	93
Figura 74. Distancia vertical 90 Cms BCA en buses	94
Figura 75. Distancia horizontal promedio 30 Cms BCA en buses	94
Figura 76. Vista interior puerta trasera vulnerabilidad de la BCA en buses	95
Figura 77. Vista superior vulnerabilidad de la BCA en buses	95
Figura 78. Instrucciones del fabricante de elementos para minimizar la evasión	96
Figura 79. Vista interior vulnerabilidad en tubos en buses	97
Figura 80. Vista interior puerta intermedia	98
Figura 81. Acceso de usuarios en la BCA en buses.....	99
Figura 82. Área superior vulnerable de la BCA en buses	100
Figura 83. Área superior vulnerable de la BCA en buses	100
Figura 84. Esquema macro de comunicaciones BCA buses.....	103
Figura 85. Barrera A – Tipo Mariposa Modelo A	106
Figura 86. Barrera A – Tipo Mariposa Modelo B	106
Figura 87. Barrera A – Tipo Mariposa Modelo C	107
Figura 88. Máximos de Buses hora en estación Pradera.....	116
Figura 89. Máximos de Buses hora en estación Santa Lucía	117
Figura 90. Máximos de Buses hora en estación Universidades	117
Figura 91. Máximos de Buses hora en estación Virrey	118
Figura 92. Ubicación puertas estación Santa Lucía	119
Figura 93. Distribución de puertas en Estación Virrey	120
Figura 94. Distribución de puertas en Estación Pradera	121
Figura 95. Distribución de puertas en Estación Universidades	122
Figura 96. Esquema macro interacción bus-estación.....	123
Figura 97. Indicadores y botón de cambio de canal (botón verde).....	124
Figura 98. Indicador de canal de apertura de puertas.....	124
Figura 99. Indicador externo de canal.....	125
Figura 100. Sistemas de apertura de puertas bus	125
Figura 101. Proceso de apertura de puertas canal bus Vs canal estación	126
Figura 102. Circuito Controlador de puertas.....	126

Figura 103. Indicador externo en vagón	127
Figura 104. Indicadores en vagón sentido A.....	128
Figura 105. Indicadores en vagón sentido B.....	128
Figura 106. Receptor en estaciones	132
Figura 107. Ubicación aproximada del receptor en estaciones	132
Figura 108. Múltiples receptores en estaciones	133
Figura 109. Receptores en estación etiquetados TX/RX 360/388.....	134
Figura 110. Receptores en estación etiquetados RX 270/290	134
Figura 111. Visita a estación Virrey	140
Figura 112. Vista baterías y convertidor de voltaje	141
Figura 113. Vista control de apertura	141
Figura 114. Vista control de apertura	142
Figura 115. Vista interna del receptor	142
Figura 116. Vista correas.....	143
Figura 117. Vista motor sincrónico	143
Figura 118. Vista sistema de movimiento.....	144
Figura 119. Vista puertas inicialmente instaladas	144
Figura 120. Esquema comunicaciones Bus-Estación.....	147
Figura 121. Vista interior de puertas en estación inicialmente instaladas	150
Figura 122. Vista interior de puertas en estación con refuerzo en marcos	150
Figura 123. Vista interior de puertas en estación con otro tipo de refuerzo en marcos	151
Figura 124. Puertas permanentemente abiertas en estaciones	151
Figura 125. Estaciones sin receptor visible	153
Figura 126. Receptor ubicado en cajón metálico.....	153
Figura 127. Diagrama macro del funcionamiento del sistema bus-estación.....	158

Índice de tablas

Tabla 1. BCA de Salida en Estaciones y portales	9
Tabla 2. Resumen general de tasas de salida.	11
Tabla 3. Tasa de evacuación teórica por salida de emergencia.....	12
Tabla 4. Validaciones día - hábil	12
Tabla 5. Distribución de BCA en Portal Norte	31
Tabla 6. Distribución de BCA en Estación Tunal	37
Tabla 7. Distribución de BCA en Estación Santa Lucia	40
Tabla 8. Distribución de BCA en Estación Virrey	42
Tabla 9. Distribución de BCA en Estación Pradera	43
Tabla 10. Distribución de BCA en Estación Universidades	44
Tabla 11. Resumen general de BCA a considerar en el piloto.	45
Tabla 12. Forma de Evasión en torniquete.	51
Tabla 13. Diagnóstico tecnológico del sistema existente. BCA en portales y estaciones.....	56
Tabla 14. Resumen general de tasas de ingreso.	63
Tabla 15. Resumen general de tasas de salida.	64
Tabla 16. Comparativo de tecnologías aplicables.	69
Tabla 17. Información general buses padrón dual.	72
Tabla 18. Información general buses padrón zonal.....	73
Tabla 19. Información general bus buseta.	74
Tabla 20. Información general microbús.	75
Tabla 21. Clasificación BCA por tipología de bus.	75
Tabla 22. Ficha técnica BCA bus.	80
Tabla 23. Diagnostico tecnológico del sistema existente BCA en buses.	101
Tabla 24. Comparativo de tecnologías aplicables.	107
Tabla 25. Normatividad Internacional para Puertas en Estaciones.	109
Tabla 26. Máximo de Buses hora en estación por vagón por costado por periodo	115
Tabla 27. Distribución de puertas en Estación Santa Lucia	119
Tabla 28. Distribución de puertas en Estación Virrey	120
Tabla 29. Distribución de puertas en Estación Pradera.....	121
Tabla 30. Distribución de puertas en Estación Universidades.....	122
Tabla 31. Indicador externo de canal por vagón.....	127
Tabla 32. Tipología de buses que hacen uso de la estructura troncal.	128
Tabla 33. Resumen general de puertas a considerar en el piloto.	129
Tabla 34. Diferentes combinaciones interacción bus-estación.	130
Tabla 35. Resumen de frecuencias de comunicación en estaciones.	135
Tabla 36 Clasificación realizada por Transmilenio para eventos no deseados	137
Tabla 37. Estaciones y portales de mayores accidentes e incidentes reportados 2016-2017	137
Tabla 38 Clasificación por tipo de evento	138
Tabla 39 Siniestros graves en intersecciones viales del sistema troncal	139
Tabla 40 Diagnostico tecnológico del sistema existente puertas en estaciones.....	148
Tabla 41. Diagnostico tecnológico del sistema existente puertas en estaciones.....	152

Glosario

ANSI:	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, (por sus siglas en inglés: American National Standards Institute ANSI).
BCA:	Barrera de Control de Acceso
BHMA:	Asociación de Fabricantes de <i>Hardware</i> de Constructores (por sus siglas en inglés: <i>Builders Hardware Manufacturers Association BHMA</i>)
BRT:	Autobús de tránsito rápido (por sus siglas en inglés: <i>Bus Rapid Transit BRT</i>)
IBC:	Código internacional de construcción (por sus siglas en inglés: International Building Code IBC).
ICC	Consejo Internacional de Códigos (por sus siglas en inglés: International Code Council ICC)
NFPA:	Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (por sus siglas en inglés: <i>National Fire Protection Association NFPA</i>).
NTC:	Norma Técnica Colombiana
PMR:	Persona de Movilidad Reducida
PCCS:	Interfaz electrónica micro-controlada configurable con protecciones eléctricas
SIRCI:	Sistema Integrado de Recaudo, Control de Flota e Información y Servicio al Usuario.
TMSA:	TRANSMILENIO S.A

1. Diagnóstico de BCA en estaciones y portales

1.1 Capacidad de evacuación

El Sistema TRANSMILENIO S.A debe prever salidas de emergencia en Portales y Estaciones que permitan llevar a cabo una rápida evacuación de conformidad con la normatividad vigente dispuesta para tal fin, no obstante para el caso específico de las BCA, en caso de emergencia estas poseen un mecanismo que activa la funcionalidad para que queden en modo libre (para BCA estándar) o un mecanismo de caída de un brazo abatible, de forma que no impidan o bloqueen el libre flujo de salida de los Usuarios. La capacidad de evacuación inicial de las BCA estándar se calcula en un flujo mínimo de treinta (30) usuarios por minuto de conformidad con el Anexo Técnico de Especificaciones Técnico-Operativas y de Puesta en Funcionamiento del SIRCI numeral 4.21.1. Barreras de control de acceso literal (g) página 41/123 de la Licitación Pública TMSA-LP-003 de 2011, que indica:

“(g) La barrera de control de acceso deberá tener una capacidad para manejar un flujo mínimo de treinta (30) usuarios por minuto, medidos en ambiente controlado.”

1.1.1 Capacidad de evacuación de las BCA actuales en Portales y Estaciones

Se realizó una visita a campo a cada uno de los portales y estaciones que hacen parte de la prueba piloto para identificar la capacidad teórica de evacuación de cada una de ellas, discriminando el tipo de BCA (estándar o brazo abatible) existente en cada una de las estaciones, antes de describir el resultado de este levantamiento de información se realiza la descripción de la diferencia principal de las BCA tipo estándar o BCA de brazo abatible:

- a) BCA estándar: La principal característica de la BCA estándar radica en la rigidez de cada uno de los brazos que hacen parte del torniquete.

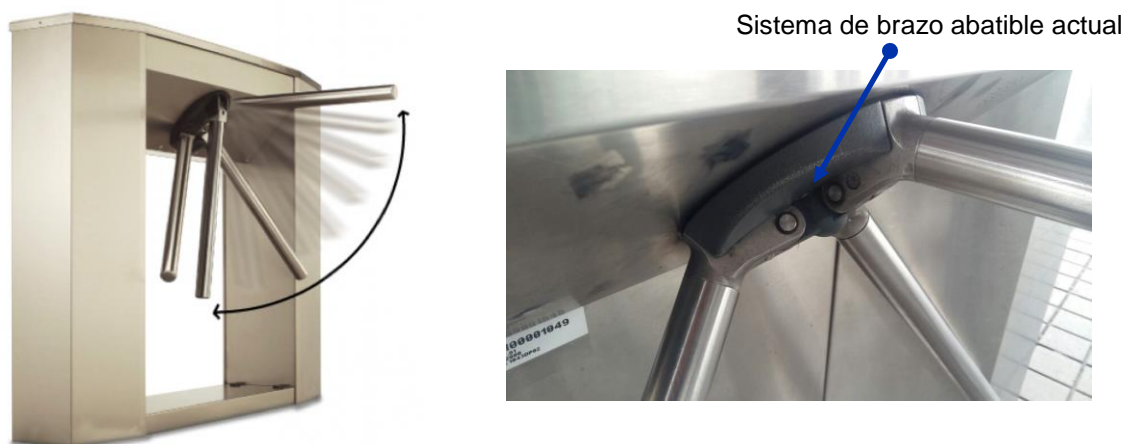
Figura 1. BCA estándar brazo rígido



Fuente: Imagen web / Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- b) BCA brazo abatible: La principal característica de la BCA de brazo abatible radica en la posibilidad de permitir la caída de cada uno de los brazos del torniquete, en caso de emergencia el brazo que se encuentre impidiendo el paso (posición de 90°) cae por efecto de gravedad permitiendo una salida más fluida con respecto al giro libre de una BCA estándar en caso de emergencia.

Figura 2. BCA estándar brazo abatible



Fuente: Imagen web / Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Para efectos de evaluar la capacidad teórica de evacuación en portales y estaciones se tomara como referencia únicamente los puntos de salida en cada una de las rutas de evacuación identificadas en cada una de las instalaciones.

Los datos generados como resultado del levantamiento de información en campo de la distribución de BCA estándar y BCA de brazo abatible se muestran a continuación:

Tabla 1. BCA de Salida en Estaciones y portales

Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR
1	Salidas de Portal Norte	4	2	1
2	Salidas de Portal Tunal	1	1	1
3	Salidas de estación Santa Lucia	3	2	2
4	Salidas estación Virrey	3	1	1
5	Salidas estación Pradera	2	0	1
6	Salidas estación Universidades	3	1	1

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Tomando como base la información suministrada con los datos¹ de giro de salida en un día hábil de cada torniquete para cada una de las estaciones y portales bajo estudio, esta información esta agrupada en giros de salida realizados en periodos de 15 minutos, se tomaran las tasas más representativas (más altas) de todos los torniquetes de salida para el caso de estaciones y las cinco tasas más representativas de los torniquetes de portales, para determinar la tasa de salida se dividirá este valor en quince (15) para obtener el flujo teórico de usuarios por minuto, los resultados de ejercicio fueron:

Portal Norte

Código torniquete	10001026	10001049	10001052	10001056	10001060
Max 15 min	294	360	388	385	264
Tasa por min	20	24	26	26	18

Tasa máxima de salida de usuarios presentada en un día hábil en portal Norte en cinco torniquetes con mayor carga: **26 usuarios por minuto.**

Portal Tunal

Código torniquete	10000580	10000581	10000582	10000584	10000585
Max 15 min	322	320	312	349	284
Tasa por min	21,5	21,3	20,8	23,3	18,9

Tasa máxima de salida de usuarios presentada en un día hábil en portal Tunal en cinco torniquetes con mayor carga: **23,3 usuarios por minuto.**

Estación Virrey

Código torniquete	10000908	10000909	10000910	10000911	10000912
Max 15 min	224	438	399	160	355
Tasa por min	14,9	29,2	26,6	10,7	23,7

Tasa máxima de salida de usuarios presentada en un día hábil en la estación virrey en todos los torniquetes: **29,2 usuarios por minuto**

Estación Universidades

Código torniquete	10000067	10000068	10000069	10000196	10000378
Max 15 min	144	179	104	113	140
Tasa por min	9,6	11,9	6,9	7,5	9,3

Tasa máxima de salida de usuarios presentada en un día hábil en la estación Universidades en todos los torniquetes: **11,9 usuarios por minuto**

¹ Los datos han sido tomados para un día hábil de semana correspondiente al 28/ septiembre / 2017

Estación Pradera

Código torniquete	10000394	10000395	10000396
Max 15 min	251	183	268
Tasa por min	16,7	12,2	17,9

Tasa máxima de salida de usuarios presentada en un día hábil en la estación Pradera en todos los torniquetes: **17,9 usuarios por minuto**

Estación Santa Lucia

Código torniquete	10000599	10000600	10000601	10000603	10000604
Max 15 min	59	125	71	241	155
Tasa por min	3,9	8,3	4,7	16,1	10,3

Tasa máxima de salida de usuarios presentada en un día hábil en la estación Santa Lucia en todos los torniquetes: **16,1 usuarios por minuto**

Se resume en la siguiente tabla las tasas de salida resultantes del análisis ordenado de mayor a menor:

Tabla 2. Resumen general de tasas de salida.

#	Estación/Portal	Tasa de Salida
1	Salidas estación Virrey	29,2
2	Salidas de Portal Norte	26,0
3	Salidas de Portal Tunal	23,3
4	Salidas estación Pradera	17,9
5	Salidas de estación Santa Lucia	16,1
6	Salidas estación Universidades	11,9

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Con el fin de determinar un valor teórico de la tasa de salida (evacuación) de cada portal o estación se plantearán las siguientes hipótesis²,

² Para determinar el valor real de la tasa de evacuación se deben realizar pruebas controladas en operación real para cada uno de los tipos de BCA del sistema, el dato generado no es una muestra representativa.

- a) Capacidad de evacuación BCA estándar: para efectos de determinar la tasa de evacuación para este tipo de torniquete, se tomara como referencia el máximo valor encontrado en portales o estaciones para un día hábil en este ejercicio el valor máximo fue el generado en la estación Virrey con una tasa de salida de 29,2 usuarios por minuto, para efectos de la hipótesis se trabajara con números cerrados, quedando por lo tanto en una tasa de 29 usuarios de salida por minuto.
- b) Capacidad de evacuación BCA brazo abatible: para efectos de determinar la tasa de evacuación para este tipo de torniquete, se tomara como referencia la no limitante del giro del torniquete, generando un aumento teórico de 30%³ de la tasa de salida de una BCA estándar, quedando por lo tanto en una tasa de 38 usuarios de salida por minuto
- c) Capacidad de evacuación BCA PMR: para efectos de determinar la tasa de evacuación para este tipo de barrera, se tomara como referencia el doble espacio entre cada mueble, permitiendo teóricamente el doble de capacidad de evacuación que la presentada en una BCA brazo abatible, quedando por lo tanto en una tasa de 76 usuarios de salida por minuto.

Tabla 3. Tasa de evacuación teórica por salida de emergencia

#	Estación/Portal	BCA Estándar		BCA Brazo Abatible		BCA PMR		Total Usuarios por minuto
		Cantidad de BCA	Tasa 29 Usuarios por minuto	Cantidad BCA Brazo Abatible	Tasa 38 Usuarios por minuto	Cantidad BCA PMR	Tasa 76 Usuarios por minuto	
1	Salidas de estación Santa Lucía	3	87	2	76	2	152	315
2	Salidas de Portal Norte	4	116	2	76	1	76	268
3	Salidas estación Virrey	3	87	1	38	1	76	201
4	Salidas estación Universidades	3	87	1	38	1	76	201
5	Salidas de Portal Tunal	1	29	1	38	1	76	143
6	Salidas estación Pradera	2	58	0	0	1	76	134

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Tabla 4. Validaciones día - hábil

HÁBIL

³ Porcentaje generado por la experiencia de los diferentes fabricantes de barreras de control de acceso de esta tipología
www.transconsult.com.mx

	Virrey	Universidades	Santa Lucia	Pradera	Tunal	Norte
Validaciones día	19.003	20.671	13.003	11.746	50.900	96.539

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Analizando los resultados se identifica que:

- a) La estación Santa Lucia la cual cuenta con dos accesos (entradas/salidas) presenta la tasa más alta de evacuación teórica de usuarios por minuto, principalmente generada por tener instalada una BCA con brazo abatible y una BCA de Persona con Movilidad Reducida en cada una de las puertas, aumentando considerablemente la tasa de salida.
- b) Desde la perspectiva de la cantidad de validaciones diarias realizadas se esperaba que el Portal Norte y el Portal Tunal obtuvieran las tasas de salida más alta, de forma proporcional al número de validaciones que atienden diariamente.
- c) En el caso del Portal Tunal que genera una tasa de evacuación teórica levemente más alta que la estación Pradera es un aspecto que debe ser evaluado, la señalética ubicada en este portal guía el flujo de usuarios hacia la salida principal. Con la tasa actual se puede considerar un riesgo muy alto utilizar esta salida como único lugar principal de salida en caso de una eventual emergencia.
- d) Como punto a resaltar el Portal Tunal no cuenta en su infraestructura con BCA de brazo abatible en las baterías de BCA ubicadas en la plataforma de zona no paga a zona paga. Este portal cuenta con diecisiete (17) BCA todas de tipo estándar distribuidas en cuatro baterías en plataforma. La entrada principal solo cuenta con dos BCA una de las cuales es de brazo abatible. Del total de BCA ubicadas en el Portal Tunal solo una (acceso a portal) posee brazo abatible.
- e) En el caso de estaciones, Pradera no cuenta en su infraestructura con BCA de brazo abatible en la única batería de BCA de paso de zona no paga a zona paga.

1.1.2 Normatividad aplicable

Documento o Norma	Texto de referencia u Objeto
Plan Institucional de Respuesta a Emergencias del Sistema Transmilenio – PIRE	Anexo 9 y 10
Ley 1523 de 2012	"Por el cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones".

No se evidencia ninguna normatividad que especifique propiamente las tasas de evacuación para barreras de control de acceso ubicadas en estaciones o portales.

Solo aplicarían las normas de ámbito nacional distrital como Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y distrital como los Protocolos Distritales de Respuesta del Plan de Emergencias de Bogotá – P.E.B, o Institucional Plan Institucional de Respuesta Emergencias del Sistema Transmilenio

El ANEXO_2_DEL_CONTRATO_ESPECIFICACIONES_TECNICAS TMSA SIRCI, no especifica el cumplimiento de ninguna norma al respecto, se limita a solicitar para el caso de emergencia que las barreras de control de acceso:

“4.21.1.1. Características generales para las estaciones

*(h) En el caso personas en situación de discapacidad y personal de servicio en estaciones y portales, se deberán contemplar puertas para el acceso abatibles en la dirección de uso o en una sola dirección siempre y cuando la apertura no genere riesgos para el usuario, en vez de torniquete, las cuales estarán integradas dos (2) equipos de validación del medio de pago, uno en el sentido de entrada y el otro en el sentido de salida, los que permitirán desbloquearla en operación normal. **También contarán con un sistema de desbloqueo en la dirección de salida en caso de emergencia.** La puerta deberá tener un ángulo de apertura de 90° como mínimo, con un mecanismo de cierre automático inmediato después de cada uso. Igualmente, deberá contar con un mecanismo visual y sonoro al momento de su apertura. La disposición de estas barreras de control dependerá del diseño arquitectónico.”*

Negrilla fuera del texto

Este requerimiento solamente es especificado para las BCA tipo PMR, no se realiza este requerimiento para las BCA estándar.

En la página web de Transmilenio tampoco se evidencia aspecto alguno de cómo se debe evacuar en el área de torniquetes:

En caso de emergencia



No use los ascensores en caso de sismo, incendio o atentado terrorista.



Bajo ningún motivo regrese a la zona donde se ha presentado la situación de emergencia.



Nunca camine por las vías del Sistema, éstas también son usadas por los vehículos de emergencia (además de los buses) - Podría generar un accidente.



Mantenga la calma y siga las instrucciones del personal del Sistema, autoridades u organismos de socorro.



No inicie una evacuación hasta que el personal así lo indique.



La operación manual de las puertas de la estación sólo debe activarse en caso de emergencia o si no funcionan correctamente.



Use los extintores en caso de ser necesario, sólo si está capacitado para hacerlo y siguiendo sus instrucciones de manejo.



Ante una emergencia médica, informe al personal de la Policía y/o TransMilenio para brindar la atención adecuada. No obstaculice la labor de los profesionales de la salud.



Informe de inmediato sobre personas con dificultades para evacuar, lesiones físicas o en shock y apóyelos en caso de requerirlo.

Fuente: www.transmilenio.gov.co.

1.2 Requerimientos para la instalación de las barreras actuales

Con el fin de analizar los requerimientos para la instalación de las barreras actuales en portales o estaciones, se solicitó por medio de TRANSMILENIO SA, la entrega de información por parte de Recaudos Bogotá así:

- Información del fabricante, modelo, tipología, características técnicas y manuales de instalación de las BCA actualmente instaladas en estaciones y portales.
- Información de los esquemas y protocolos actuales de conexión con los equipos centrales.
- Planos de las estaciones y portales seleccionados de común acuerdo con el Comité Técnico de este proyecto (Portal Norte, Portal Tunal, Estación Santa Lucia, Estación Pradera, Estación Universidades y Estación Virrey), en los cuales se visualicen los ductos y acometidas utilizados para la conexión de cada BCA.

Con la información disponible y suministrada a la fecha por parte de TRANSMILENIO SA y la información básica suministrada por Recaudo Bogotá, se realizara el análisis el cual se basará principalmente en la información secundaria recolectada por el consultor y en la información recolectada durante las reuniones y visitas en campo realizadas en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO SA.

1.2.1 Descripción general de las BCA actuales en Portales y Estaciones

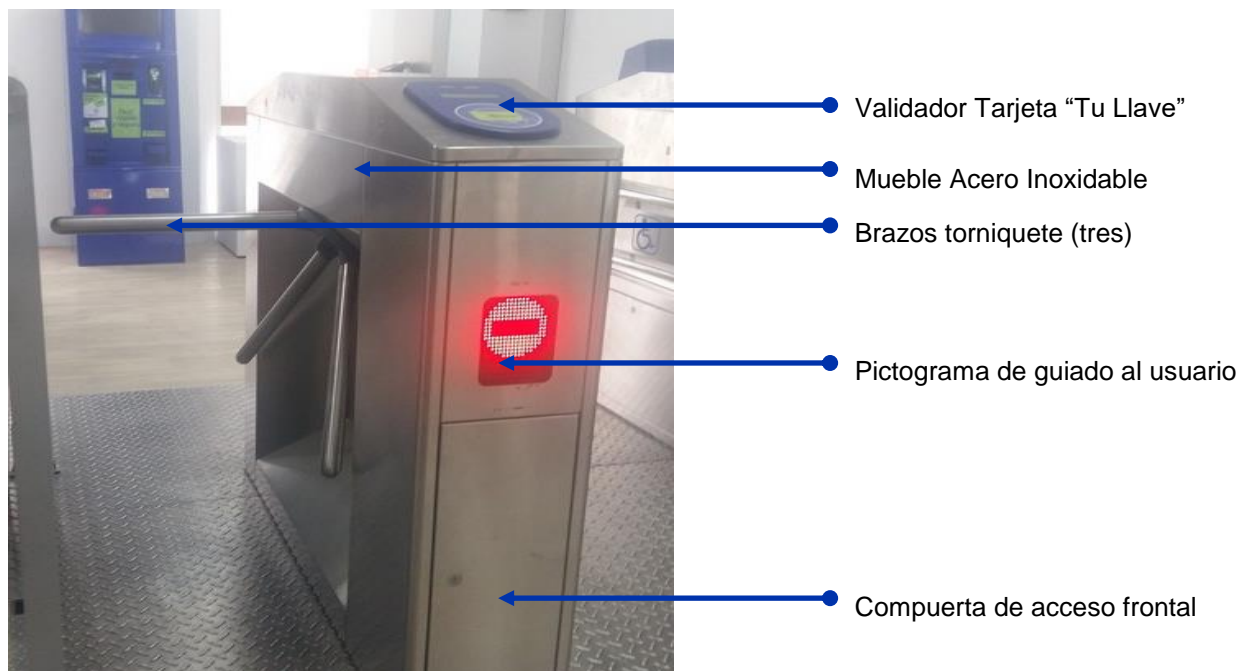
En la primera visita permitida por el Concesionario Recaudo Bogotá a su laboratorio, localizado en Bogotá, en el Edificio Colpatria - Piso 30, los representantes que atendieron la visita notificaron que no estaban autorizados para entregar ninguna especificación o documento escrito hasta que TMSA suscriba con el Concesionario el acuerdo para la realización de la Prueba Piloto.

Sin embargo después de algunas aclaraciones preliminares, Recaudo Bogotá aceptó permitir observar externa e internamente la barrera de control de acceso utilizada en Portales y Estaciones.

La BCA estándar o tipología convencional presenta las siguientes características visuales:

- Base elaborada en acero inoxidable y posee tres brazos de acero inoxidable a 120° formando una pirámide horizontal. (brazos en un solo costado Ver Figura 3)
- Posee puertas laterales con cerraduras para acceder a los equipos que se encuentran instalados en el interior y permitir la instalación de la BCA (sujeción al suelo).

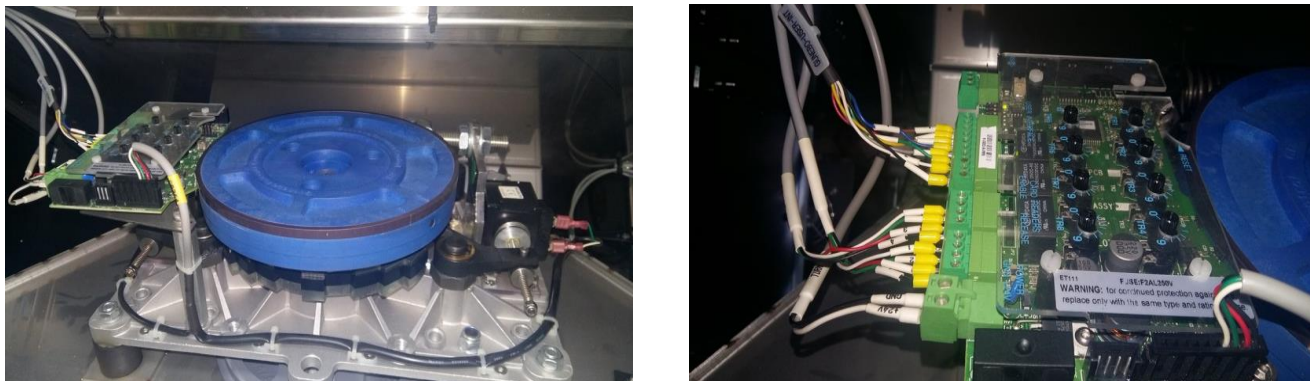
Figura 3. BCA Estándar



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Mecanismo de apertura de paso por solenoide, accionado por señal. (Ver Figura 4)
- Tapa superior con cerradura y bisagras laterales de sujeción, para realizar las tareas de instalación y mantenimiento.

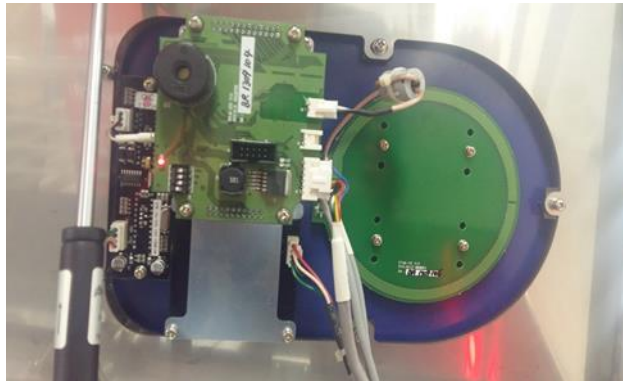
Figura 4. BCA – Mecanismo de liberación



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Pictogramas de información al usuario en cada cara frontal.
- El modo operativo de la BCA está compuesto por 2 modos configurables (Modo normal y de Emergencia):
 - Modo normal (Configuradas para trabajo bidireccional, con validador únicamente de entrada)
 - Entrada y salida: en Modo de servicio, la entrada es posible y la salida es posible también.
 - Pare: Modo fuera de servicio, el ingreso y la salida no son posibles.
 - Entrada: La entrada es posible, la salida no es posible.
 - Salida: La entrada no es posible, la salida si lo es.
 - Modo de emergencia (ingreso y salida libre)
- Validador de tarjeta con conexión a unidad procesadora para liberación de barrera únicamente a la entrada, para la salida no se usa validador por estado en modo libre.

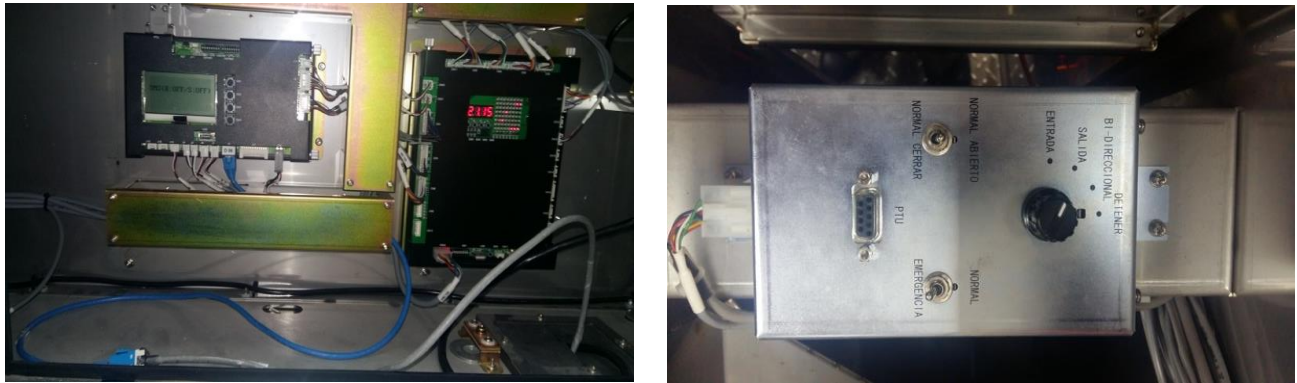
Figura 5. BCA – Validador incluido en BCA



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Batería de soporte en caso de pérdida de la alimentación de la red.
- Electrónica interna de control de la BCA y envío de estado a centro de control.
- Soporte audio visual del proceso de validación

Figura 6. BCA – Elementos internos de la BCA

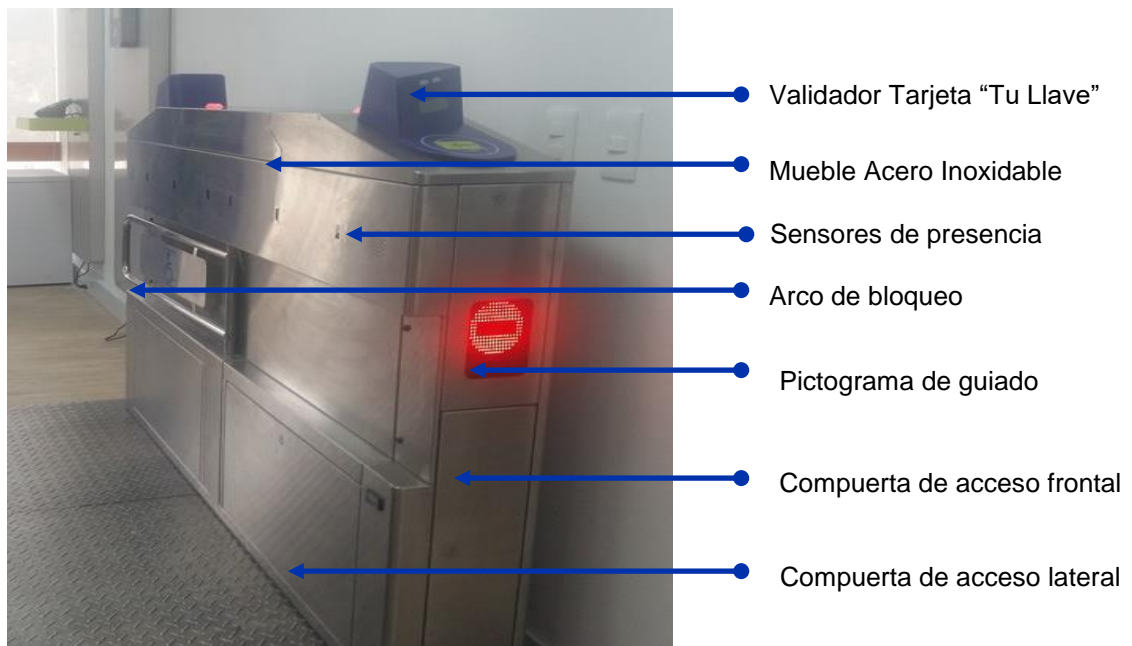


Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Módulo para configuración manual de la BCA.
- Contador electromecánico de giros.
- Soporte audio visual del proceso de validación.

La BCA para personas con movilidad reducida (PMR) presenta las siguientes características visuales:

Figura 7. BCA PMR (Persona con Movilidad Reducida)



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Base elaborada en acero inoxidable. Posee un único arco de acero inoxidable a 90°.
- Posee puertas laterales y frontales con cerraduras para acceder a los equipos que se encuentran instalados en el interior y permitir la instalación de la BCA (sujeción al suelo).
- Tapa superior con cerradura y bisagras laterales de sujeción, para realizar las tareas de instalación y mantenimiento.
- Validador de tarjeta con diseño especial y con conexión a unidad procesadora para liberación de barrera tanto en la entrada como en la salida.
- Sensores de dirección del flujo.
- Pictogramas de información al usuario en cada cara frontal.
- Soporte audio visual del proceso de validación.
- Batería de soporte en caso de pérdida de la alimentación de la red.
- Electrónica interna de control de la BCA y envío de estado a centro de control.

Se informa a TMSA que la entrega de la información técnica detallada de las barreras de control de acceso (BCA estándar, brazo abatible y PMR) y las interfaces de software y hardware que permiten su comando desde el equipo validador son absolutamente necesarias para poder establecer los requerimientos que se deberán entregar a los proveedores interesados en participar en la prueba piloto. Ratificando lo informado por el Concesionario de Recaudo la entrega de dicha información está supeditada a la firma del acuerdo entre Transmilenio S.A. y Recaudo Bogotá S.A.S.

Es importante aclarar que la información que finalmente suministre el Concesionario de Recaudo no puede estar sujeta a confidencialidad por parte de TMSA porque en este caso no podrá ser entregada a terceros, tal y como se requerirá para efectos de permitir a los interesados estimar el esfuerzo de integración que deberán realizar tanto en costo como en tiempo, con anterioridad a la entrega de sus ofertas.

1.2.1 Revisión de la ficha técnica de las BCA en portales y estaciones.

Basadas en la información suministrada por Recaudo Bogotá, las Barreras de Control de acceso instaladas actualmente en las estaciones y portales del Sistema FI, FII, FIII cumplen con el numeral 4.21.1 del Anexo 2 de especificaciones técnicas del Contrato, las cuales se enuncian a continuación:

«4.21.1. Barreras de control de acceso 4.21.1.1. Características generales para las estaciones

(a) Diseñadas para uso pesado y para el acceso masivo de personas. Resistentes a la abrasión, polvo, vibración y a las condiciones ambientales de operación para la ciudad de Bogotá, considerando como mínimo:

- Temperatura de funcionamiento: Entre 0 ° C y 50 ° C.*
- Humedad: 15% al 90% sin condensación.*
- Índice de protección (polvo y líquido): IP 54.*
- Contador electromecánico con capacidad de lectura desde el exterior del gabinete de la barrera para registrar la salida de los usuarios.*

(b) Carcasa en acero inoxidable AISI 304 de 1.5 mm de espesor como mínimo, de preferencia lijado longitudinalmente en la cara exterior.

(c) Tres (3) brazos (torniquete) y fabricadas en acero inoxidable AISI 304 con diámetro mínimo de 35 mm, con puntas redondeadas.

Sin perjuicio de lo anterior, el CONCESIONARIO podrá presentar, de manera opcional, otros mecanismos que funjan como barreras de control de acceso, para aprobación de TRANSMILENIO S.A. los cuales deberán cumplir los mínimos establecidos y demostrar que cuentan con las características técnicas, operativas y funcionales iguales o superiores a los requeridos en este anexo.

(d) La estructura del mueble deberá garantizar la rigidez del equipo mediante la utilización de una estructura principal metálica, la cual deberá fijarse al piso por lo menos mediante cuatro (4) tornillos o pernos, con tratamiento para el óxido. En casos excepcionales podrá hacerse uso de barreras móviles.

(e) La barrera de control de acceso deberá permitir el reemplazo rápido de un módulo en caso de daños, golpes, etc. sin que sea necesario reemplazarla completamente. De igual forma se deberá prever las actividades de mantenimiento, reparación, o sustitución de los elementos que la componen.

(f) Deberá responder a un diseño ergonómico, sin elementos que pueda causar daño a los usuarios. Igualmente deberán contar con bisagras y cerraduras para las puertas disimuladas o escondidas con una sola llave maestra.

(g) La barrera de control de acceso deberá tener una capacidad para manejar un flujo mínimo de treinta (30) usuarios por minuto, medidos en ambiente controlado.

(h) En el caso personas en situación de discapacidad y personal de servicio en estaciones y portales, se deberán contemplar puertas para el acceso abatibles en la dirección de uso o en una sola dirección siempre y cuando la

apertura no genere riesgos para el usuario, en vez de torniquete, las cuales estarán integradas dos (2) equipos de validación del medio de pago, uno en el sentido de entrada y el otro en el sentido de salida, los que permitirán desbloquearla en operación normal. También contarán con un sistema de desbloqueo en la dirección de salida en caso de emergencia. La puerta deberá tener un ángulo de apertura de 90° como mínimo, con un mecanismo de cierre automático inmediato después de cada uso. Igualmente, deberá contar con un mecanismo visual y sonoro al momento de su apertura. La disposición de estas barreras de control dependerá del diseño arquitectónico.

(i) Las barreras de control de acceso deberán contar con pictogramas de aproximación, de tecnología LED's (o similar) de color verde o rojo que sean visibles a lo menos a diez (10) metros de distancia, con una dimensión mínima de ochenta por ochenta (80 x 80) milímetros. Éstas deben permitir al pasajero identificar el estado de cada torniquete e informarle al usuario si está operando en el sentido en que el pasajero se aproxima. Las barreras de control de acceso deberán estar provistas de Indicadores que orientarán al usuario sobre el resultado de la validación de su medio de pago. Dichos indicadores serán:



- a. Uno de tipo luminoso de alta visibilidad (rojo y verde), y*
- b. Otro de tipo acústico programable tipo buzzer de alta sonoridad.*

(j) Las barreras de control de acceso deberán estar provistas de un display que informe al usuario el resultado de la validación realizada, de tipo luminoso, ya sea -retro-iluminado u otra tecnología similar. Éste debe ser claramente visible bajo las diferentes condiciones de operación e iluminación existentes en los horarios de operación del SITP.

(k) En el caso que TRANSMILENIO S.A requiera implementar barreras móviles se deberá disponer de las condiciones técnicas necesarias para esta funcionalidad.»

De acuerdo a las condiciones establecidas en el Contrato de Concesión del SIRCI, Recaudo Bogotá a través de Proveedor Tecnológico LG-CNS suministro las siguientes BCA:

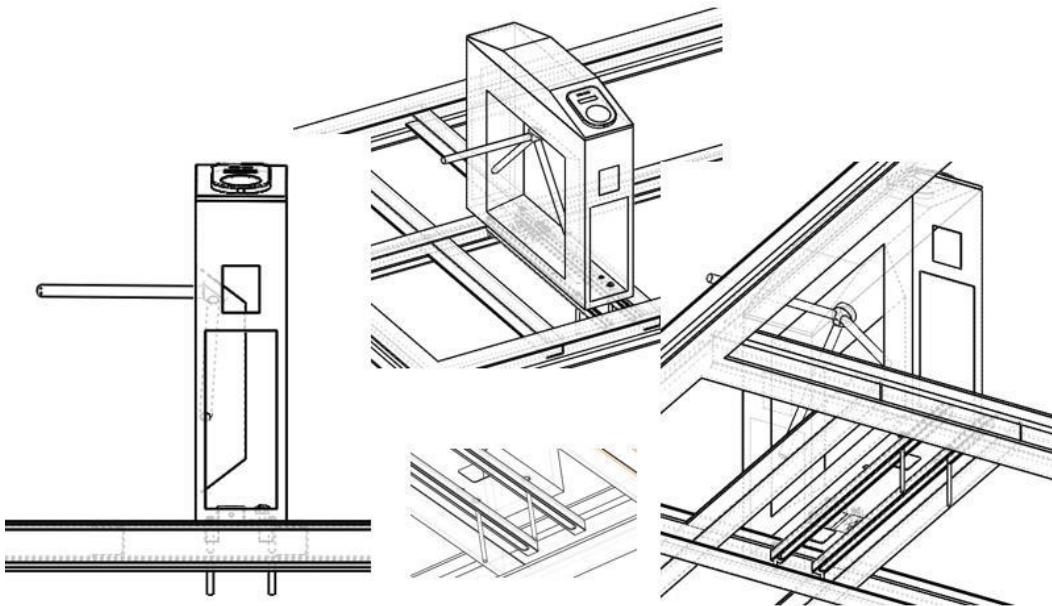
Figura 8. Descripción BCA suministradas por Recaudo Bogotá

	Barreras Acceso (Estaciones)	Puerto de Comunicacion	Ethernet	RJ-45	ESTACION
		Corriente	Input : AC 110V, Output : DC26V/3A		
		Tamaño	280(W) X 1100(H) X 1200(D)		
		Peso			
	Barreras Acceso (Discapacitados)	Puerto de Comunicacion	Ethernet	RJ-45	ESTACION
		Corriente	Input : AC 110V, Output : DC26V/3A		
		Tamaño	280(W) X 1100(H) X 1800(D)		
		Peso			

Fuente: Ficha tecnica suministrada por Recaudo Bogota.

La instalación de las BCA en estaciones se ajusta a la infraestructura existente, ver figura a continuación:

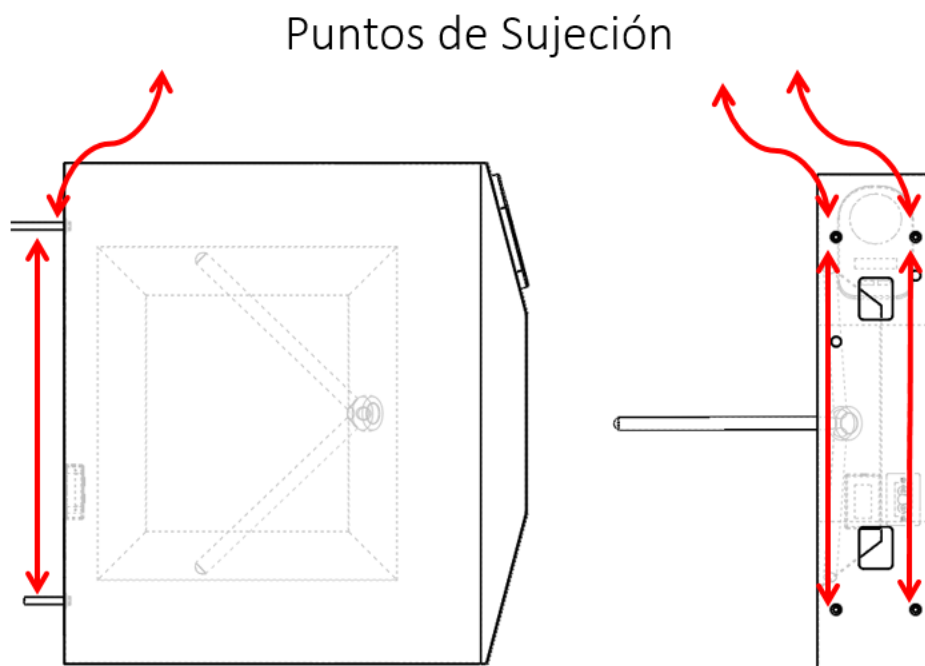
Figura 9. Descripción instalación BCA suministradas por Recaudo Bogotá



Fuente: Ficha tecnica suministrada por Recaudo Bogota.

La base de la BCA en estaciones posee cuatro puntos de fijación, ver figuras a continuación:

Figura 10. Puntos de sujeción/anclaje BCA portales y estaciones



Fuente: Ficha tecnica suministrada por Recaudo Bogota.

Figura 11. Elementos de conexión BCA portales y estaciones



Fuente: Ficha tecnica suministrada por Recaudo Bogota.

En lo que se refiere a las especificaciones técnicas del protocolo de comunicaciones de las BCA con el sistema central debido a restricciones de propiedad intelectual y de seguridad

no se tiene previsto entregar dichas especificaciones. A cambio se instalaría en las barreras de estación provistas por los proveedores del proyecto Piloto de Anti-Evasión un software de validación que se ocupa de todas las reglas de operación de la barrera y la comunicación con el sistema central.

En lo que respecta al esquema actual de operación las BCA cuentan con las siguientes funcionalidades básicas:

a) Barrera de Control de Acceso (BCA)

El sistema se incluye dos tipos de BCA:

- La BCA, utilizada por casi todos los usuarios para ingresar, se dividen en brazo fijo y brazo de liberación),
- La BCA para discapacitados, utilizadas exclusivamente por usuarios en condición de movilidad reducida, con coches de bebé, etc.).

b) Composición BCA

Las BCA son dispositivos ubicados en las estaciones troncales, relacionadas directamente con las TISC de los usuarios. Incluyen los siguientes componentes:

- Un dispositivo de R/W de TISC,
- Un display de usuario,
- Un indicador rojo/verde de usuario (mostrando si la TISC es válida o no)
- Una interfaz de sonido/voz de usuario con al menos 2 sonidos diferentes (para TISC válidas o no)
- Una pantalla de aproximación de puerta (Cruz roja, Flecha verde),

c) Principales funcionalidades de la BCA

Las BCA son dispositivos que les permiten a los usuarios validar la TISC en cada una de las entradas del subsistema troncal. Adicionalmente al proceso de validación gestionado por las BCA para cada uno de los ingresos de los usuarios, las BCA gestiona la salida de los usuarios al contar el número de salidas de usuarios (número de rotaciones del torniquete en la dirección de la salida). El conteo del número de salidas de usuarios se puede revisar en la BCA.

d) Listas negras de las TISC

En las listas negras se encuentran todas las TISC que no se pueden usar más dentro del sistema de transporte. En el proceso se realiza:

- Registro TISC en las listas negras (incluyendo tarjetas funcionario)

- Se descarga de manera periódica a todos los dispositivos del sistema.

e) Información operativa

Los componentes de la información operativa incluyen parámetros operativos que tienen que usarse por parte del sistema y los diferentes dispositivos de recaudo durante todo el proceso de recaudo de pasajes.

La principal información con que se cuenta en las barreras es:

- Estructura tarifaria: Los datos de incluyen todas las tablas de tarifa, las matrices y parámetros que deben usar los dispositivos de validación para calcular la tarifa que debe pagar un usuario durante cada transacción de ingreso. Se cuenta con una versión actual y una versión futura con fecha y hora de entrada en vigencia.
- Versión de Firmware de las barreras o validadores: El firmware del dispositivo y la información de voz están dedicados a cada tipo de dispositivo particular e incluye:
 - - El aplicativo para el tipo de dispositivo correspondiente.
 - El mensaje de voz eventual para cada tipo de dispositivo correspondiente.
 - Se cuenta con una versión actual y una versión futura con fecha y hora de entrada en vigencia.

f) Transacción de validación

Las transacciones de validación son mensajes que se generan por todos los dispositivos de validación luego de cada ingreso realizado por un usuario con una TISC válida.

Las transacciones de validación se generan por los siguientes dispositivos:

- La barrera de control de acceso a la troncal (BCA),
- El dispositivo de validación de Bus Zonal (VBZ),

Cada transacción de validación generado por la BCA se sube en tiempo real, cuando los dispositivos se encuentran en línea, en caso que algún dispositivo no se encuentre en línea se realiza un encolamiento de las transacciones para ser enviadas posteriormente al sistema central de recaudo.

Las transacciones de validación generadas por el dispositivo de validación de bus zonal se guardan en archivos de transacciones de validación que se envían al sistema de recaudo.

g) Gestión de datos de la BCA

Como todos los demás dispositivos relacionados con las TISC y los usuarios, la BCA gestiona:

- Los diferentes mensajes de transacción de TISC y archivos: Las transacciones de validación TISC (para todos los tipos de perfil),

- Los datos de salida de usuarios.
- Recibe desde el sistema central de recaudo los parámetros operativos, los cuales permiten la gestión de las tarjetas del sistema, las tarjetas híbridas, la estructura tarifaria, las reglas de transbordo, los subsidios entre otros.

h) Modos operativos de la BCA

El modo operativo de la BCA está compuesto por 2 modos (Modo normal y de Emergencia), en donde el modo normal está compuesto de 4 sub modos:

- Modo normal
 - Entrada y salida: en Modo de servicio, la entrada es posible y la salida es posible también.
 - Pare: Modo fuera de servicio, el ingreso y la salida no son posibles.
 - Entrada: la entrada es posible, la salida no es posible.
 - Salida: La entrada no es posible, la salida si lo es.

- Modo de emergencia (ingreso y salida libre)

i) Particularidades de la BCA para discapacitados

Independientemente de las dimensiones de la barrera y el tipo, las BCA para discapacitados tienen unas particularidades funcionales enlistadas a continuación:

- Cuando la tarjeta se acerca y aprueba, se abre la puerta y se activa un sonido para que los usuarios ciegos sepan que ya pueden ingresar.
- El lado de la salida de cada BCA para discapacitados está equipada con un módulo de R/W TISC y un mecanismo de liberación para facilitar la salida de los usuarios.

j) Dispositivo de validación de Bus Zonal (VBZ):

Composición del VBZ, El validador de buses es un dispositivo ubicado en a bordo de los buses zonales, en directa relación con las TISC de los usuarios. Incluye los siguientes componentes:

- Una R/W TISC,
- Un display de usuario,
- Una interfaz de barrera de torniquete.

El dispositivo de validación está conectado con la unidad lógica del bus para gestionar:

- Las comunicaciones hacia y desde el sistema de recaudo (interfaz 3G),
- La posición geográfica (GPS) del bus en tiempo real para poder obtener los datos relacionados con la ruta exacta, la dirección, las paradas del bus, etc. para poder procesar el ingreso del usuario.

Principales funcionalidades del VBZ, el dispositivo de validación de Bus Zonal es un dispositivo que les permite a los usuarios realizar la validación de la Tisc y realizar el descuento correspondiente para permitir el ingreso del usuario al bus zonal. También

permite validación sin saldo, permitiendo el ingreso del usuario bajo la modalidad de crédito.

El validador zonal aplica la tarifa a descontar de acuerdo con la política tarifaria definida para cada perfil de tarjetas y gestiona las listas negras de las TISC.

Gestión de datos VBZ, como todas las otras TISC y los dispositivos relacionados con los usuarios, el validador del bus gestiona:

- Los diferentes mensajes correspondientes a las transacciones y la generación de las transacciones, para cada uno de los perfiles definidos en el sistema de recaudo
- Recibe desde el sistema central de recaudo los parámetros operativos, los cuales permiten la gestión de las tarjetas del sistema, las tarjetas híbridas, la estructura tarifaria, las reglas de transbordo, los subsidios entre otros

Modos operativos del VBZ, existen tres modos posibles:

- Modo por defecto (Alarma, mantenimiento.)
- Modo fuera de servicio (no permite el ingreso),
- Modo de servicio (Modo de ingreso normal).

Desde el Sistema Central se realiza monitoreo del estado de la conectividad de los equipos

El soporte eléctrico mediante UPS en las estaciones del Sistema, cumple con lo requerido en el numeral 9.1 *“Unidades de Suministro Ininterrumpido de Poder”* del *Anexo 2 del Contrato de Especificaciones Técnicas*; este soporte consta de una (1) UPS de 3.0 KVA por acceso, con autonomía de 2 horas a plena carga.

Así mismo, Recaudo Bogotá cuenta con un número suficiente de plantas eléctricas móviles para desplazarlas a las estaciones, en caso de que la ausencia de fluido eléctrico persista durante un tiempo cercano a la autonomía de las UPS; en cumplimiento de lo requerido en el numeral 9.2 del *Anexo 2 del Contrato de Especificaciones Técnicas*

En cuanto a las BCA de estación, debido a que Recaudo Bogotá proveerá las librerías del software de validación, se solicitará a cada uno de los proveedores implementar una librería con una interfaz definida para que el validador se comunique con cada una de las barreras.

En cuanto a las BCA de buses se entregarán las especificaciones de comunicación de los torniquetes Wolpac que se encuentran actualmente instalados en buses.

La clasificación de los Incidentes atendidos en la Operación, se relacionan a continuación:

- ❖ Atención de una solicitud
- ❖ Bloqueo encolamiento de transacciones

- ❖ Causa ajena a Recaudo Bogotá
- ❖ Daño o Pérdida Por Causa Ajena A La Operación
- ❖ Desconocimiento de usuario
- ❖ Duplicidad de registro
- ❖ Alimentación de energía
- ❖ Brazo trípode de torniquete
- ❖ Módulos de Seguridad
- ❖ Configuración de parámetros
- ❖ Contador de paso usuario
- ❖ Cableado – conexiones
- ❖ De firmware
- ❖ Mecanismo de acceso
- ❖ Módulo de pantalla para pasajeros
- ❖ Pantalla de dirección de acceso
- ❖ Sensor de paso
- ❖ Sistema mecánico
- ❖ Tarjetería de los dispositivos
- ❖ Top Lamp -lámpara superior de bca
- ❖ Sin falla al revisar
- ❖ Versión errada

Las estadísticas de falla y parámetros de las mismas, de ser necesarios serán entregadas una vez se realice la firma de autorización de entrega de información, por tratarse de datos sensibles de la operación.

1.2.2 Distribución de BCA en portales y estaciones piloto

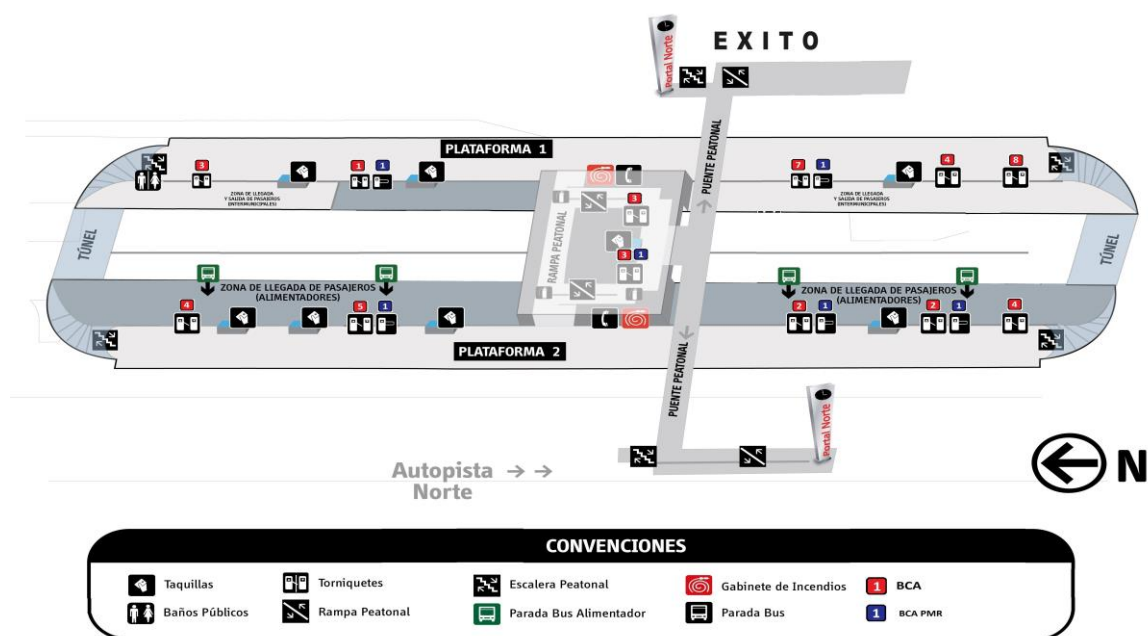


Portal Norte

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las barreras de control de acceso (BCA) (Ver detalle en Anexo 1 de este documento) los cuales se encuentran ubicados en dos zonas:

- BCA de ingreso principal al portal
- BCA en plataforma uno separando zona no paga (Llegada de buses intermunicipales) a zona paga.
- BCA en plataforma dos separando zona no paga (Llegada de buses alimentadores) a zona paga

Figura 12. Portal Norte



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

La información obtenida en campo acerca de la distribución de los BCA del Portal Norte es la siguiente:

Tabla 5. Distribución de BCA en Portal Norte

Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
1	Acceso a Portal Norte				
	Batería BCA – A	2	1	1	Paralelo
	Batería BCA – B	2	1	0	Paralelo
	Sub-Total	4	2	1	

Zona		BCA		BCA PMR	Ubicación
2	Plataforma Uno				
	Batería BCA – C	8	0	0	Paralelo
	Batería BCA – D	3	1	0	Paralelo
	Batería BCA – E	6	1	1	Paralelo
	Batería BCA – F	0	1	1	Paralelo
	Batería BCA – G	2	1	0	Paralelo
	Sub-Total	19	4	2	

Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
2	Plataforma Dos				
	Batería BCA – H	4	0	0	Paralelo
	Batería BCA – I	1	1	1	Paralelo
	Batería BCA – J	1	1	1	Paralelo
	Batería BCA – K	4	1	1	Paralelo
	Batería BCA – L	4	0	0	Paralelo
	Sub-Total	14	3	3	

Total		37	9	6	
-------	--	----	---	---	--

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 13. Acceso Principal (Batería BCA – A Der. Batería BCA – B Izq.)



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 14. Batería BCA - C



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 15. Batería BCA - D



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 16. Batería BCA - E



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 17. Batería BCA - F



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 18. Batería BCA - G



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 19. Batería BCA - H



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 20. Batería BCA - I



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 21. Batería BCA - J



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 22. Batería BCA - K



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 23. Batería BCA - L



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

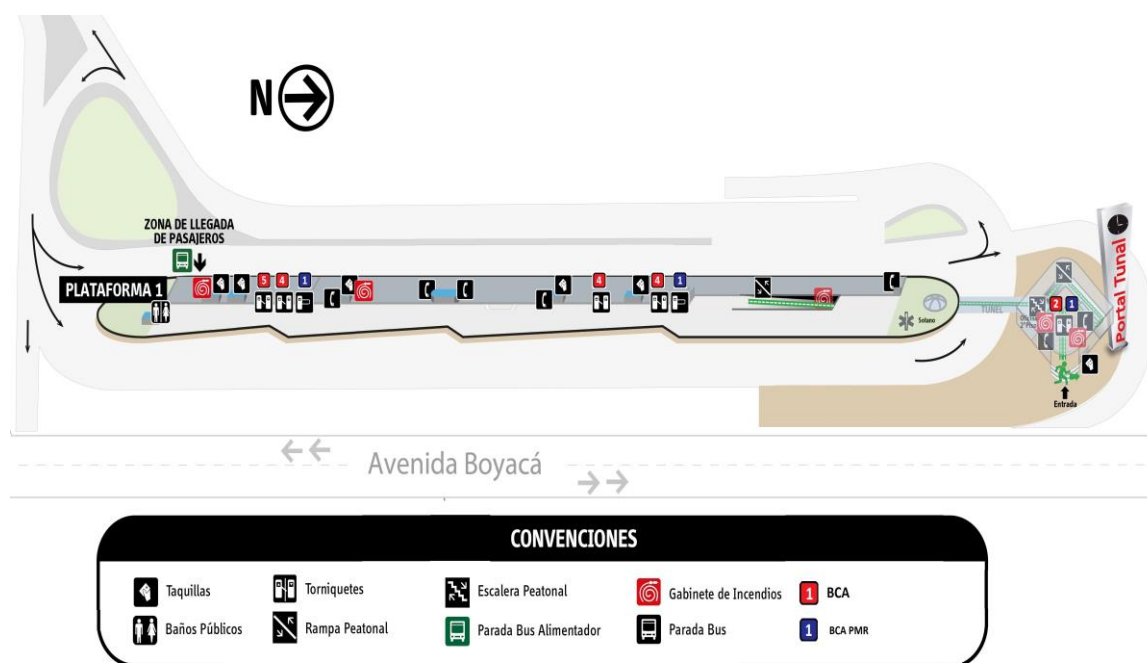


Portal Tunal

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las barreras de control de acceso (BCA) (Ver detalle en Anexo 1 de este documento) las cuales se encuentran ubicadas en dos zonas:

- d) BCA de ingreso al portal
- e) BCA en plataforma separando la zona no paga (Llegada de alimentadores) de la zona paga.

Figura 24. Portal Tunal



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

La información obtenida en campo acerca de la distribución de los BCA del Portal Tunal es la siguiente:

Tabla 6. Distribución de BCA en Estación Tunal

Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
1	Acceso a Portal Tunal	1	1	1	Paralelo
	Sub-Total	1	1	1	

Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
2	Plataforma Única				
	Batería BCA – A	5	0	0	Paralelo
	Batería BCA – B	4	0	1	Paralelo
	Batería BCA – C	4	0	0	Paralelo
	Batería BCA – D	4	0	1	Paralelo
	Sub-Total	17	0	2	
Total		18	1	3	

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 25. Portal Tunal Acceso Principal



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 26. Batería BCA - A



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 27. Batería BCA - B



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 28. Batería BCA - C



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 29. Batería BCA - D



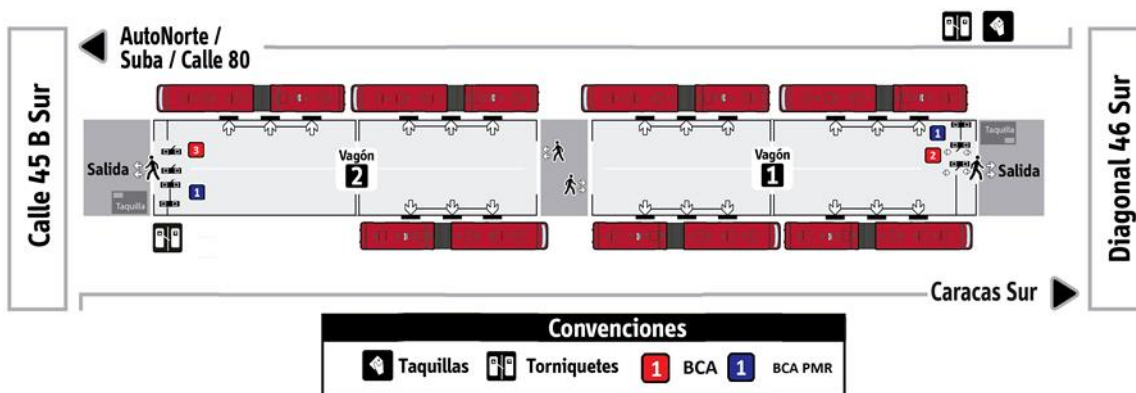
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.



Estación Santa Lucia

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las barreras de control de acceso (BCA) (Ver detalle en Anexo 1 de este documento) las cuales se encuentran ubicadas en dos puntos: BCA de ingreso a la estación por Diagonal 46 Sur y Calle 45 B sur.

Figura 30. Estación Santa Lucia



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

Tabla 7. Distribución de BCA en Estación Santa Lucia

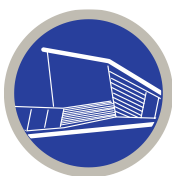
Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
1	Acceso Diagonal 46 Sur BCA - A	1	1	1	Paralelo
2	Acceso Calle 45 b Sur BCA - B	2	1	1	Paralelo
Total		3	2	2	

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 31. Batería BCA - A Der. Batería BCA – B Izq.



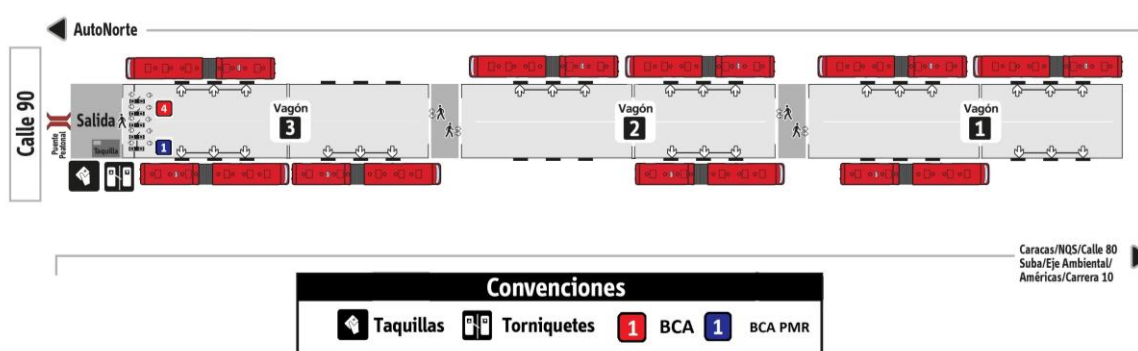
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.



Estación Virrey

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las barreras de control de acceso (BCA) (Ver detalle en Anexo 1 de este documento) las cuales se encuentran ubicados en una sola zona: BCA de ingreso a la estación por la Calle 90.

Figura 32. Estación Virrey



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

Tabla 8. Distribución de BCA en Estación Virrey

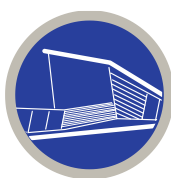
Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
1	Acceso Calle 90 BCA - A	3	1	1	Paralelo
Total		3	1	1	

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 33. Batería BCA - A.



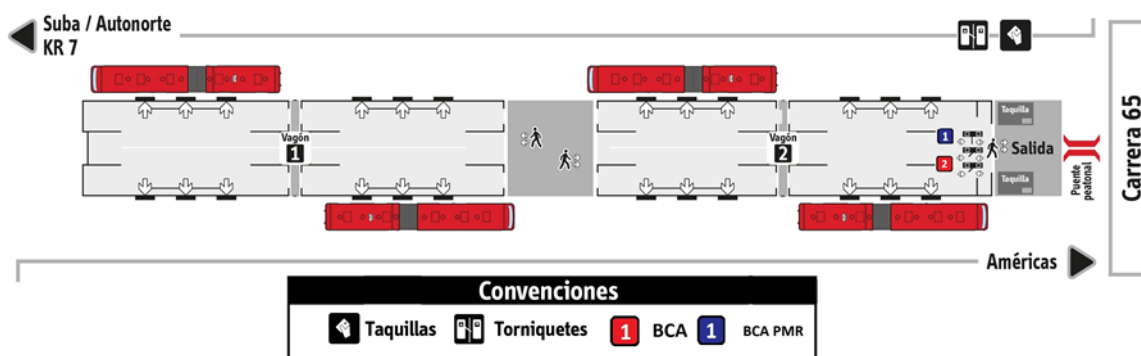
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.



Estación Pradera

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las barreras de control de acceso (BCA) (Ver detalle en Anexo 1 de este documento) las cuales se encuentran ubicados en una sola zona: BCA de ingreso a la estación por la Carrera 65

Figura 34. Estación Pradera



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

Tabla 9. Distribución de BCA en Estación Pradera

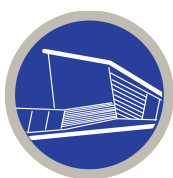
Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
1	Acceso Carrera 65 BCA - A	2	0	1	Paralelo
Total		2	0	1	

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 35. Batería BCA - A.



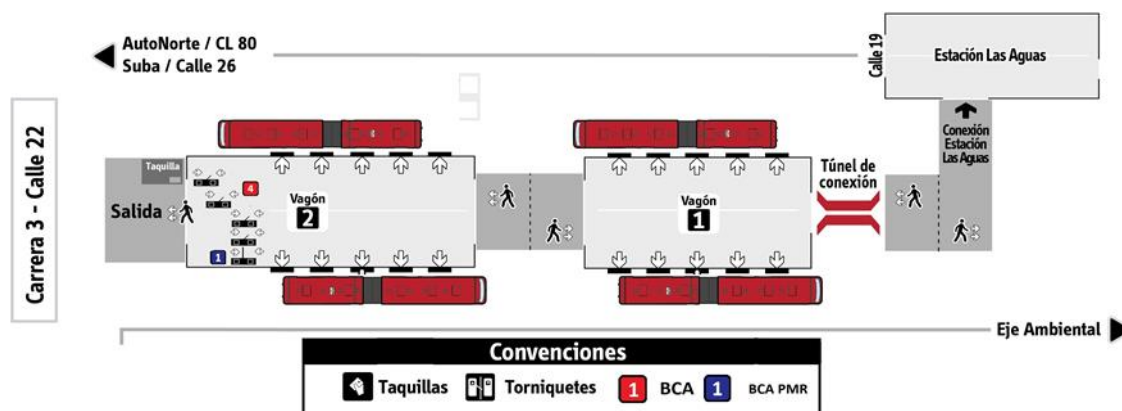
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.



Estación Universidades

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las barreras de control de acceso (BCA) (Ver detalle en Anexo 1 de este documento) las cuales se encuentran ubicados en una sola zona: BCA de ingreso a la estación por la Carrera 3

Figura 36. Estación Universidades



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

Tabla 10. Distribución de BCA en Estación Universidades

Zona		BCA Estándar	BCA Brazo Abatible	BCA PMR	Ubicación
1	Acceso Carrera 3 BCA - A	3	1	1	Asimétrica en cascada
Total		3	1	1	


Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 37. Batería BCA - A.



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Tabla 11. Resumen general de BCA a considerar en el piloto.

Tipo Único – BCA Estación				
				
Estación	# BCA Estándar	# BCA Brazo Abatible	# BCA PMR	Total Estación
Portal Norte	37	9	6	52
Portal Tunal	18	1	3	22
Santa Lucia	3	2	2	7
Universidades	3	1	1	5
Virrey	3	1	1	5
Pradera	2	0	1	3
Total BCA Estándar				66
Total BCA Brazo Abatible				14

Tipo Único – BCA Estación	
Total BCA PMR	14
Total General BCA	94

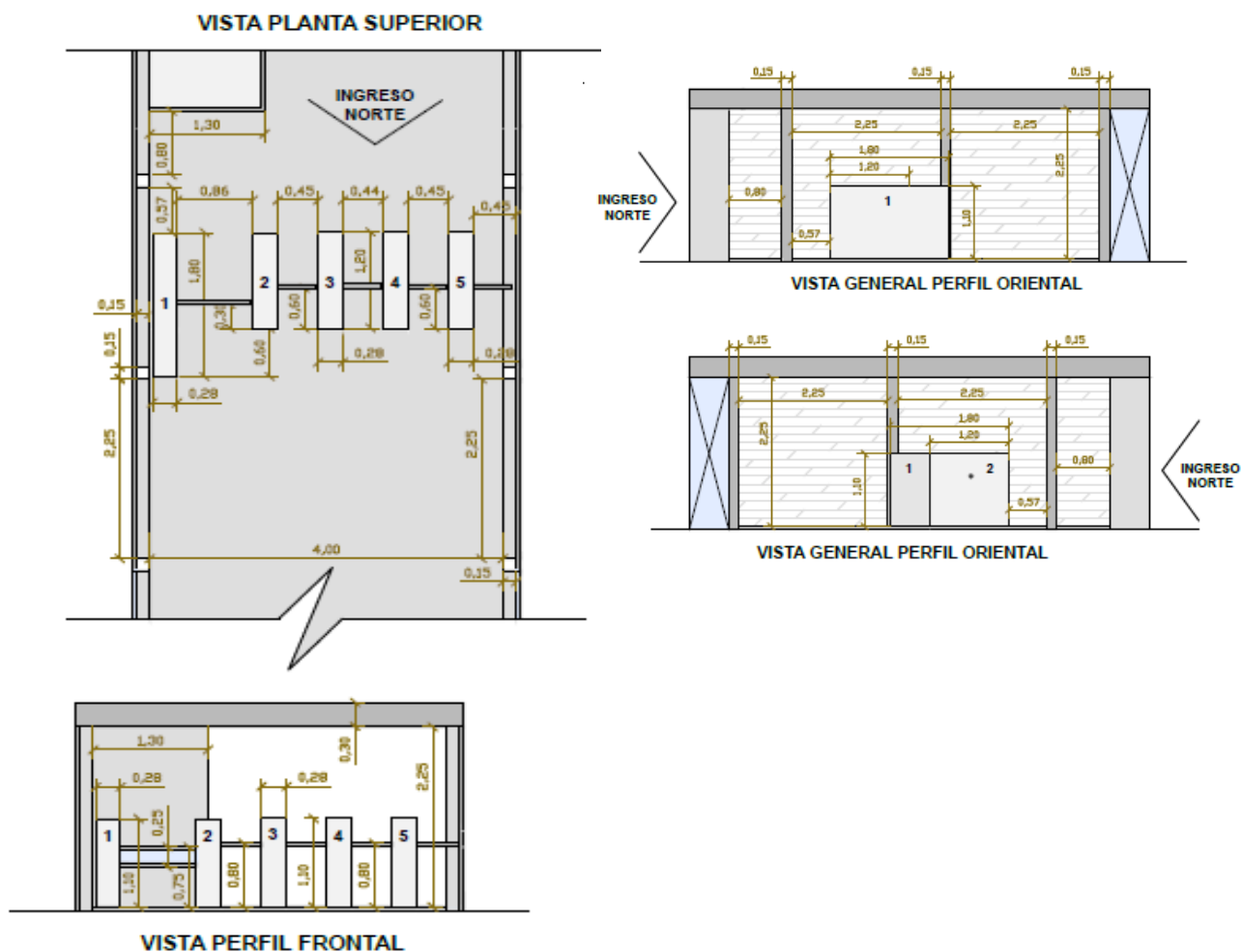
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia, Imágenes <http://www.transmilenio.gov.co>

1.3 Esquemas de distribución de BCA actuales

Las estaciones actuales presentan dos esquemas básicos de distribución de BCA tipo tripode en los accesos a las estaciones. El primero corresponde a un esquema tipo lineal en donde todas las BCA se encuentran en paralelo. El segundo tipo de esquema corresponde a un esquema en cascada donde se da un desplazamiento interno de las BCA, generándose un escalonamiento hacia el interior de la estación en la ubicación de las BCA.

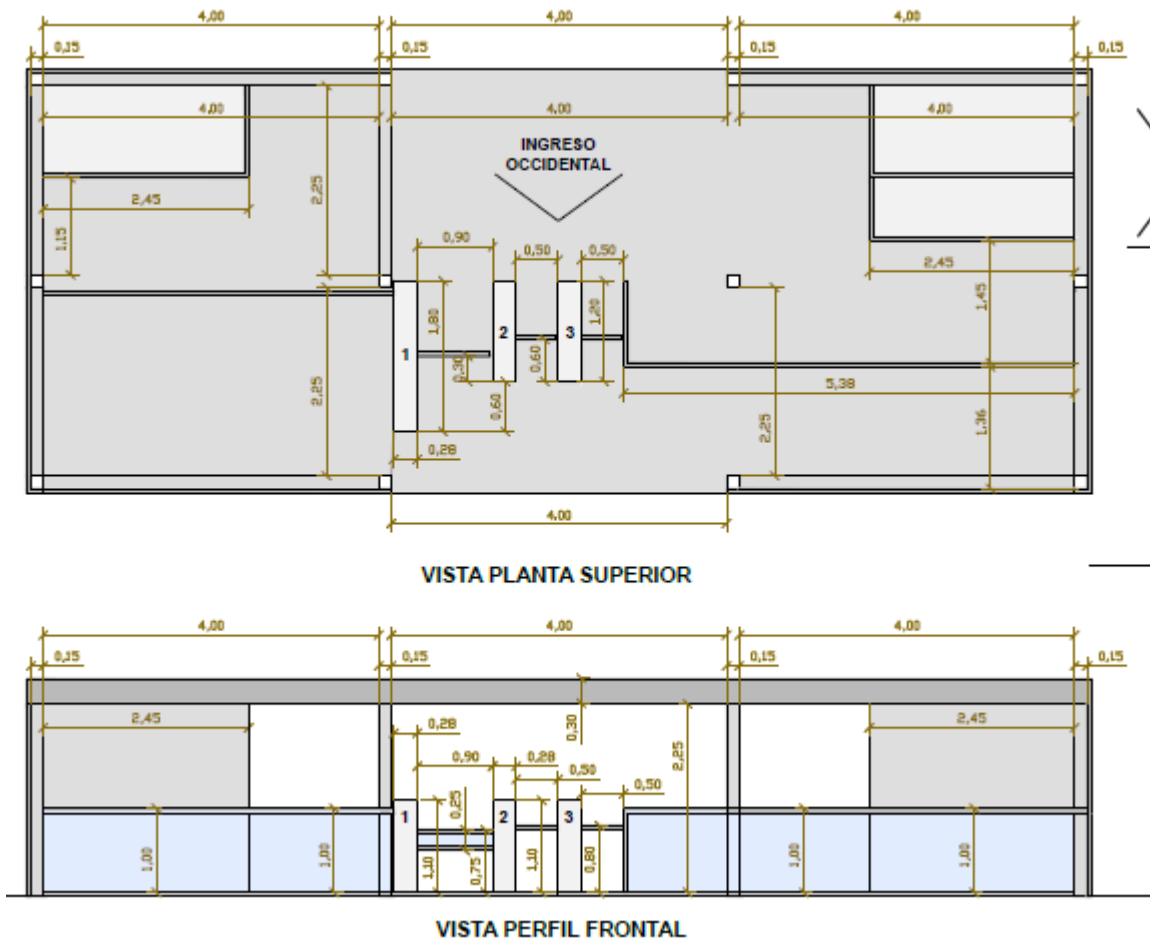
Las estaciones Virrey, Santa Lucía y Pradera, presentan esquemas de distribución del primer tipo, en tanto que la estación universidades presenta un esquema escalonado. Las figuras siguientes presentan algunas vistas de los accesos peatonales de cada una de las estaciones, la distribución de BCA y medidas. En archivos anexos se encuentran en PDF y autocad el detalle de estos perfiles construidos para cada estación.

Figura 38. Esquema distribución BCA en estación Virrey



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 39. Esquema distribución BCA en estación Pradera

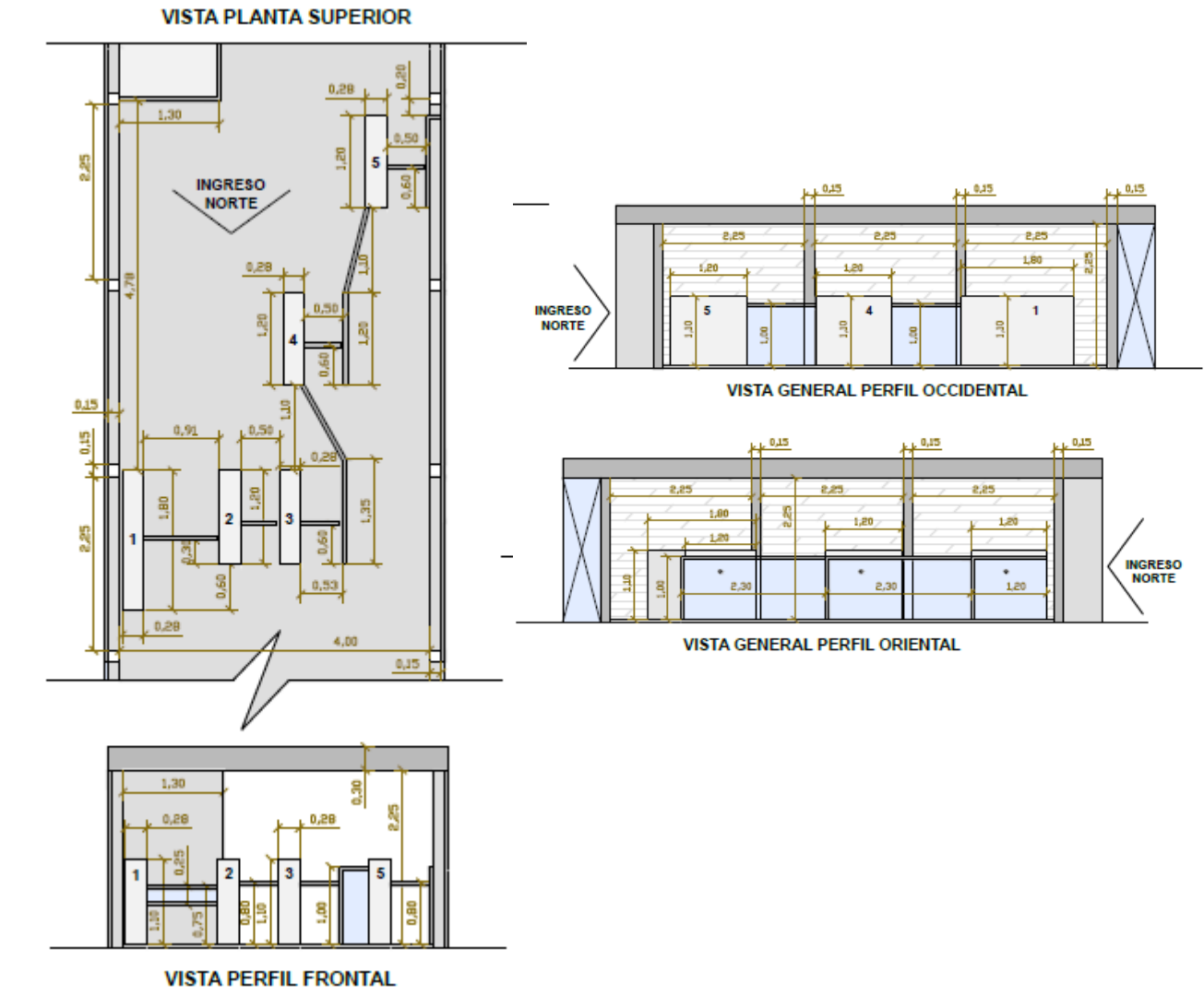


Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

www.transcosult.com.mx



Figura 41. Esquema distribución BCA en estación Universidades



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

1.4 Diagnóstico técnico integral de BCA en estaciones y portales.

Con el objetivo de generar el diagnóstico técnico integral de las BCA en estaciones o portales, se solicitó por medio de TRANSMILENIO SA, la entrega de información por parte de Recaudo Bogotá así:

- Información del fabricante, modelo, tipología, características técnicas y manuales de instalación de las BCA actualmente instaladas en estaciones y portales.

- Información de los esquemas de conexión eléctrica, características de los sistemas de respaldo eléctrico (UPS) y respectivas cargas para BCA y puertas en estaciones y BCA en portales.

La información a la fecha de elaboración de informe no ha sido suministrada en su totalidad, el análisis de información se basará en la información y suministrada a la fecha por parte de TRANSMILENIO SA y la información suministrada por Recaudo Bogotá, se realizara el análisis el cual se basará principalmente en la información secundaria recolectada por el consultor y en la información recolectada durante las visitas en campo realizadas en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO SA.

1.4.1 Modalidades de evasión por BCA.

En las visitas a campo en operación, en las pruebas en ambiente controlado (después de finalizar la operación) en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO SA y en los resultados generados por la línea base se evidenció que las BCA estándar, BCA de brazo abatible y PMR pueden ser fácilmente evitadas permitiendo los siguientes tipos de modalidad de evasión

Tabla 12. Forma de Evasión en torniquete.

Forma de evasión en Torniquete	Virrey	Universidades	Santa Lucia	Pradera
Arriba	9,90%	15,00%	11,80%	26,50%
Debajo	16,60%	22,30%	27,60%	30,10%
2X1	23,30%	24,40%	42,20%	23,60%
Retroceso de Torniquete	50,20%	38,20%	18,40%	19,80%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

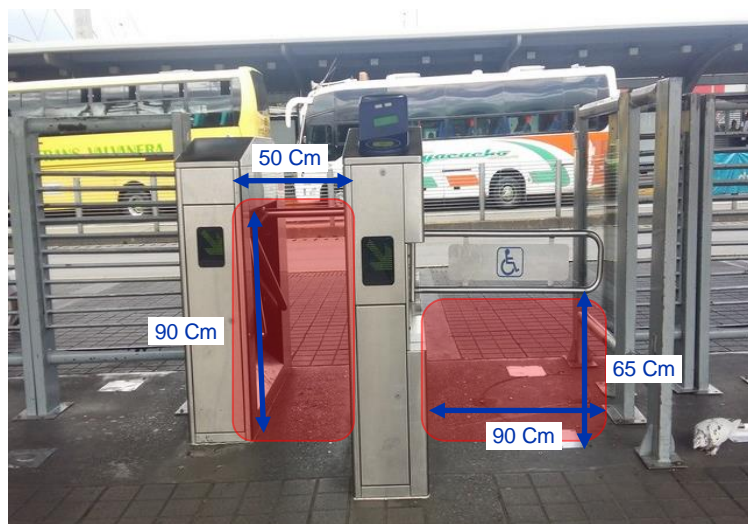
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

No existe una forma de evasión que sea predominante, se evidencia que cada fenómeno puede estar definido por múltiples criterios externos como son los socioeconómicos, ubicación geográfica de la estación o portal, infraestructura adicional en la zona de torniquetes, falta de vigilancia.



- 1) **Evasión por paso por debajo del brazo horizontal:** No se presenta mayor dificultad en realizar este proceso, el espacio generado entre el brazo de la BCA a lo largo y alto, para el caso de BCA PMR el espacio es más reducido.

Figura 42. Área inferior vulnerable de la BCA estándar y PMR



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 43. Ejemplo evasión: Madre con bebe en brazos.

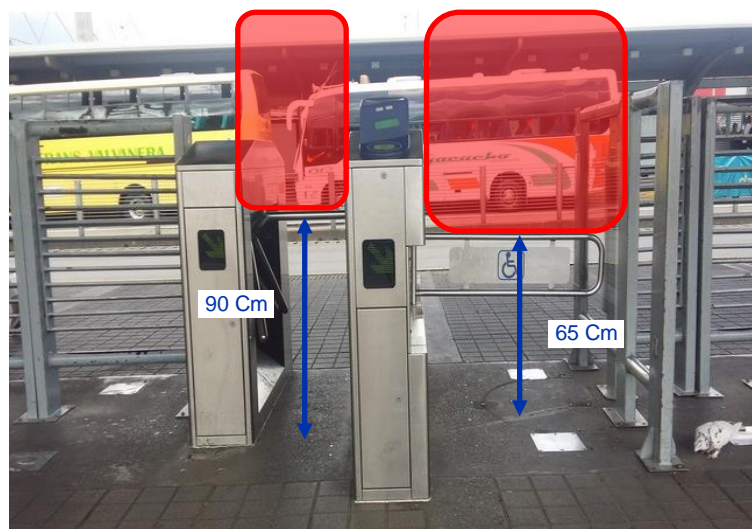


Fuente: www.emaze.com.



2) Evasión por salto por encima de la BCA: Es necesario tener un poco de habilidad física, pero es fácilmente superable. Este proceso se facilita con el apoyo en las barreras laterales, en las barreras que finalizan una batería no se presenta este fenómeno por falta de apoyo.

Figura 44. Área superior vulnerable de la BCA básica y PMR



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 45. Ejemplo evasión: Joven saltando torniquete.

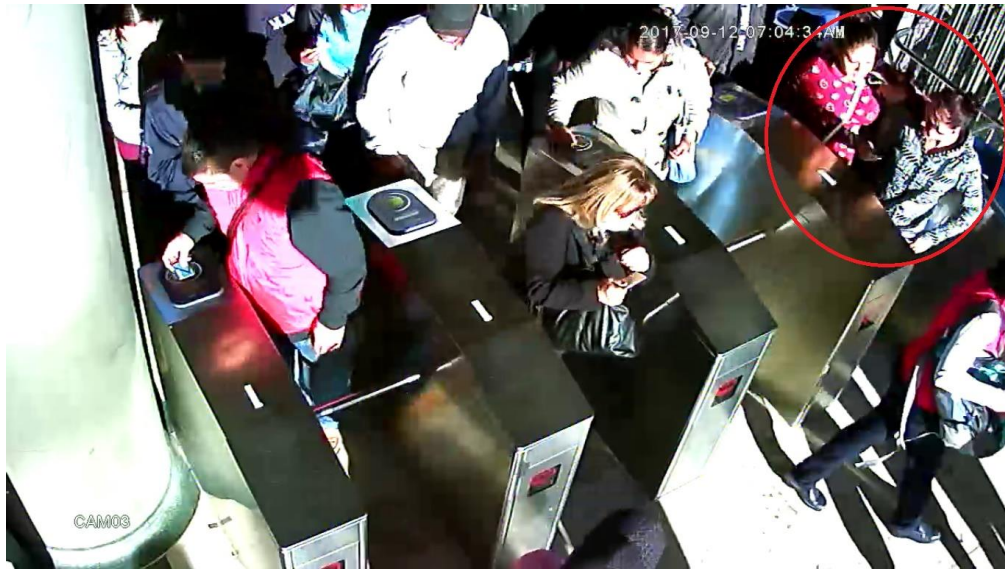


Fuente: <http://www.eltiempo.com>.



3) Tránsito de Dos por Uno con una sola validación (2x1): No representa dificultad con personas de contextura media. Durante las pruebas se pudo realizar inclusive el paso de tres personas al mismo tiempo con una sola validación (3x1)

Figura 46. Ejemplo evasión: Validación 2x1.



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 47. Ejemplo 2 evasión: 2x1.



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

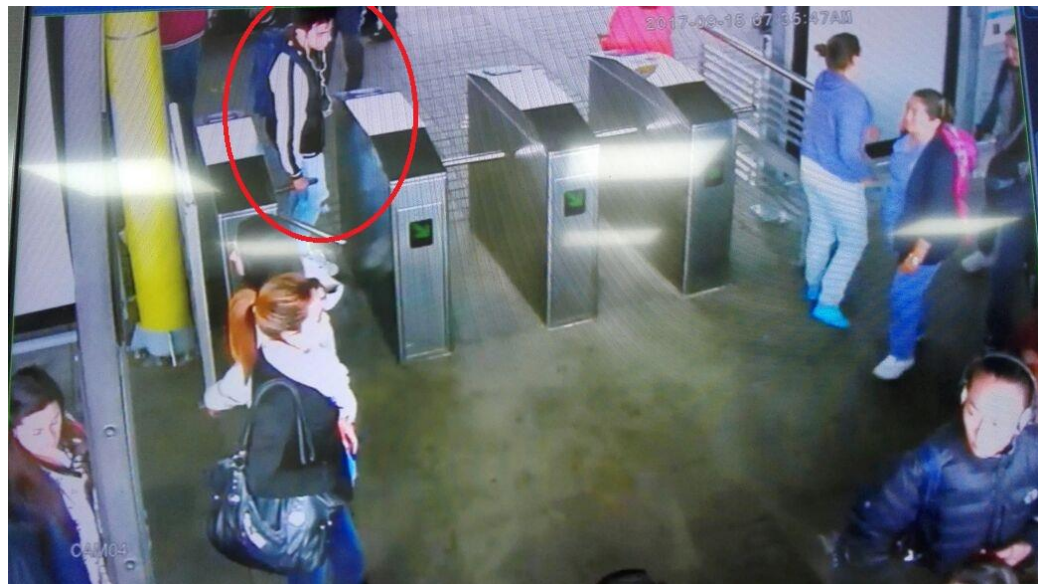
4) Retroceso del brazo horizontal del torniquete: No representa dificultad con personas de contextura variable. Las BCA por ser de características bidireccionales permiten al usuario simular la salida de un usuario y realizar el ingreso.

Figura 48. Ejemplo evasión: retroceso de torniquete.



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 49. Ejemplo 2 retroceso de torniquete.



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

En el caso de una BCA PMR se presentan los mismos elementos, con el agravante que el arco (barrera) permite la modificación de su estado “cerrado” a “abierto” sin mayor esfuerzo y en algunas estaciones basta con empujarla sin necesidad de presentar la tarjeta específica para la liberación de este tipo de barrera.

1.4.1 Diagnostico tecnológico del sistema existente BCA portales y estaciones.

Se describe a continuación el diagnostico tecnológico del sistema existente (BCA portales y estaciones actuales) en términos de Interoperabilidad, Capacidad de Integración, Reusabilidad, Flexibilidad y Compatibilidad.

Tabla 13. Diagnóstico tecnológico del sistema existente. BCA en portales y estaciones

	Característica	Diagnóstico	Concepto
1	Interoperabilidad	En concepto del Consultor la interoperabilidad puede ser fácilmente lograda mediante integración física, eléctrica y lógica por parte de cada proveedor a partir de la información para integradores que debe suministrar el Operador de Recaudo.	Si
2	Capacidad de Integración	<p>Desde la óptica de todos los proveedores entrevistados para el proyecto la integración no reviste mayor complejidad siempre y cuando cuenten con la documentación para integradores que debe colocar a disposición el desarrollador referente a las salidas y entradas que el validador posee para el comando de las BCA's.</p> <p>Se aclara que la integración debe incluir la ejecución de pruebas conjuntas de correcta integración antes de la instalación de las nuevas tipologías de BCA destinadas a la Prueba Piloto.</p> <p>Se recomienda que sean los diferentes proveedores de BCA's los que ajusten</p>	Si

		los protocolos e interfaces de cada uno de sus productos para que estos adhiran a una única especificación establecida y documentada por el desarrollador del validador.	
3	Reusabilidad	<p>En tecnología la reusabilidad se aplica a la programación (software) hace referencia a la capacidad de poder volver a usar parte de un programa o software en otro proyecto.</p> <p>En concepto del consultor esta característica no aplica al diagnóstico de las BCA's por tratarse esencialmente de un conjunto de componentes electro-electrónicos y mecánicos y no de un programa o soporte lógico de software.</p> <p>No se consideró para efectos del diagnóstico el término "reusabilidad" desde la óptica de la ecología o del medio ambiente.</p>	No Aplica
4	Flexibilidad	La Flexibilidad se analizó desde el punto de vista de capacidad de configuración y parametrización dinámica y selectiva del modo de operación de las BCA's, ya que desde el punto de vista operativo se considera que una vez definido el comportamiento que debe tener de la barrera en un determinado modo de operación esta debe actuar sistemáticamente de la misma forma (comportamiento rígido).	Si
5	Compatibilidad	La compatibilidad se analizó desde el punto de vista de disponibilidad de por lo menos dos o más las siguientes interfaces estándares de mercado tanto en las BCA's como en el Validador: Ethernet RJ-45, RS-232/485, Contactos secos NA/NC, comprobándose la viabilidad de compatibilidad.	Si

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

En el desarrollo del documento “Medidas de control del fraude en Transmilenio”, realizado por el consultor Javier Aldecoa, el consultor comparte las apreciaciones presentadas (Página 27, numeral 2, capítulo Principales actuaciones)

“Actualmente los accesos por los torniquetes son totalmente vulnerables.

Es necesario cambiarlos por otros más seguros que impidan traspasarlos por encima o por debajo como ocurre en la actualidad.

En documento describe varias opciones para el control del fraude con variación de la tipología de las barreras de control de acceso como:

“Portillo especial para estaciones de transporte masivos

Es una compuerta motorizada para transporte masivo particularmente utilizada para el control de acceso. Presenta una estructura gruesa en acero inoxidable lo cual hace que esta sea apta para realizar fácilmente una gran cantidad de tránsitos por día; otras características importantes son su programación, versatilidad y su fácil integración con cualquier tipo de dispositivo para la validación de los títulos de transporte. Las puertas pueden estar fabricadas en vidrio templado o policarbonato y la altura de las puertas puede ser de 170 cm.”

Molinete

En las estaciones con menor demanda y mínima presencia de personal de seguridad o de control se pueden poner molinetes aunque no es conveniente instalarlos en Estaciones con gran demanda porque ralentizan mucho el paso de personas.”

Estas alternativas se analizarán en una etapa avanzada del estudio, teniendo en cuenta la capacidad de paso en usuarios por minuto de estas tipologías y los requerimientos de espacio para su instalación

1.4.2 Descripción de comunicación de las BCA actuales

En visita al Laboratorio del Concesionario Recaudo Bogotá, este solo realizó una descripción general sin ningún detalle del equipo por el motivo ya mencionado.

Figura 50. Formato macro de comunicaciones BCA



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- a) Todas las BCA del sistema poseen un validador en el sentido de entrada que permite desbloquear el torniquete, para el caso de BCA PMR se encuentran instalados dos validadores en cada dirección.

- b) La BCA solo es liberada si un usuario presenta la tarjeta del sistema, si esta posee saldo o no está incluida en la lista negra⁴ del sistema.
- c) La comunicación entre las BCA y el sistema central de recaudo es por medio de la red de fibra óptica del sistema.
- d) Cada una de los BCA recibe la orden de liberación del validador después de generar una transacción de validación⁵.
- e) Después de confirmado el descuento de la tarjeta presentada por el usuario, la BCA recibe la orden de desbloquear el torniquete con un tiempo específico de liberación, si el usuario no realiza el giro del torniquete este se bloquea automáticamente.
- f) Cada transacción de validación generado por la BCA se sube en tiempo real, cuando los dispositivos se encuentran en línea, en caso que algún dispositivo no se encuentre en línea se realiza un encolamiento de las transacciones para ser enviadas posteriormente al sistema central de recaudo.
- g) En caso de emergencia la BCA libera el torniquete dejando el paso en modo libre.
- h) La BCA gestiona la salida de los usuarios al contar el número de salidas de usuarios (número de rotaciones del torniquete en la dirección de la salida).
- i) La BCA recibe desde el sistema central de recaudo los parámetros operativos, los cuales permiten la gestión de las tarjetas del sistema, las tarjetas híbridas, la estructura tarifaria, los subsidios entre otros parámetros.
- j) La BCA posee conexión directa con el software de mantenimiento y gestión del sistema central de recaudo para envío de información del estado operativo, errores o fallas presentadas, bloqueos o liberación remota.

La entrega de la documentación técnica para integradores que detalle la interfaz mecánica, eléctrica y lógica, entre el validador y la BCA de forma detallada por parte del Concesionario es absolutamente necesaria para poder establecer los requerimientos que se deberán entregar a los proveedores interesados en participar en la Prueba Piloto.

1.4.3 Conclusiones generales sobre las BCA en Estaciones y Portales

Se puede concluir a partir de la inspección técnica y verificación realizada en campo que las BCA's desplegadas actualmente en las Estaciones y Portales actuales no poseen las características necesarias para contrarrestar o limitar el fenómeno de la evasión por arriba

⁴ En las listas negras se encuentran todas las TISC que no se pueden usar más dentro del sistema de transporte

⁵ Las transacciones de validación son mensajes que se generan por todos los dispositivos de validación luego de cada ingreso realizado por un usuario con una TISC válida

del torniquete, por debajo del torniquete, paso dos por uno y retroceso de torniquete que se viene presentando en el Sistema Transmilenio.

- a) Considerar el posible cambio de tipología de BCA por una que reduzca las posibilidades de acceso sin pago de la tarifa minimizando o eliminando los fenómenos evidenciados durante el levantamiento de información de la línea base.
- Las características físicas de las BCA seleccionadas para la realización de la prueba piloto deben minimizar o eliminar:
 - La evasión por salto o paso por arriba del torniquete.
 - La evasión por ingreso por debajo del torniquete.
 - La evasión por paso dos por uno.
 - La evasión por paso por retroceso de torniquete.
- b) Considerar el posible cambio de tipología de BCA por una que mantenga o mejore las características tecnológicas descritas en el numeral 4.21.1.1 del Anexo 2 de especificaciones técnicas del Contrato actual y haciendo uso del segundo párrafo del literal c):

“Sin perjuicio de lo anterior, el CONCESIONARIO podrá presentar, de manera opcional, otros mecanismos que funjan como barreras de control de acceso, para aprobación de TRANSMILENIO S.A. los cuales deberán cumplir los mínimos establecidos y demostrar que cuentan con las características técnicas, operativas y funcionales iguales o superiores a los requeridos en este anexo.”

- Las características tecnológicas mínimas de las BCA seleccionadas para la realización de la prueba piloto son:
 - Permitir su apertura/giro con múltiples interfaces con equipos de validación de sistemas BRT.
 - Detectar el intento de paso irregular por la BCA mediante señales sonoras, mensajes de voz sintetizada y accionamiento de señales luminosas
 - Electrónica interna de control de la BCA y envío de estado y alarmas a un centro de control.
 - Pictogramas de información al usuario en cada cara frontal
 - Contador electromecánico de giros.

- c) Considerar el posible cambio de tipología de BCA por una que mantenga o mejore las tasas de ingreso y salida descritas en el numeral 4.21.1.1 del Anexo 2 de especificaciones técnicas del Contrato del literal g):

“La barrera de control de acceso deberá tener una capacidad para manejar un flujo mínimo de treinta (30) usuarios por minuto, medidos en ambiente controlado.”

- Las características operativas de las BCA seleccionadas para la realización de la prueba piloto deben:
 - Mantener como mínimo las tasas de ingreso y salida presentadas actualmente en el sistema.

Para comparar los resultados de la prueba piloto con respecto a la tasa de ingreso se tomara como base la información suministrada con los datos⁶ de validaciones actuales en un día hábil de cada torniquete de cada una de las estaciones y portales bajo estudio, la cual esta agrupada en validaciones realizadas en periodos de 15 minutos, se tomaran las tasas más representativas (más altas) de todos los BCA para el caso de estaciones y las cinco tasas más representativas BCA de portales. Para determinar la tasa de ingreso se dividirá este valor en quince (15) para obtener el flujo de ingreso de usuarios por minuto.

Se describen a continuación los resultados de este ejercicio:

Portal Norte

Código torniquete	10001054	10001055	10001056	10001058	10001059
Max 15 min	204	247	230	269	243
Tasa por min	13,6	16,5	15,3	17,9	16,2

Tasa máxima de ingreso de usuarios presentada en un día hábil en portal Norte en los cinco torniquetes con mayor carga: **17,9 usuarios por minuto.**

Portal Tunal

Código torniquete	10000580	10000590	10000591	10000592	10000595
Max 15 min	223	225	239	236	212
Tasa por min	14,9	15,0	15,9	15,7	14,1

⁶ Los datos han sido tomados para un día hábil de semana correspondiente al 28/ septiembre / 2017

Tasa máxima de ingreso de usuarios presentada en un día hábil en portal Tunal en cinco torniquetes con mayor carga: **15,9 usuarios por minuto**.

Estación Virrey

Código torniquete	10000908	10000909	10000910	10000911	10000912
Max 15 min	146	237	242	267	12
Tasa por min	9,7	15,8	16,1	17,8	0,8

Tasa máxima de ingreso de usuarios presentada en un día hábil en la estación virrey en todos los torniquetes: **17,8 usuarios por minuto**

Estación Universidades

Código torniquete	10000067	10000068	10000069	10000196	10000378
Max 15 min	154	191	10	140	100
Tasa por min	10,3	12,7	0,7	9,3	6,7

Tasa máxima de ingreso de usuarios presentada en un día hábil en la estación Universidades en todos los torniquetes: **12,7 usuarios por minuto**

Estación Pradera

Código torniquete	10000394	10000395	10000396
Max 15 min	211	212	60
Tasa por min	14,1	14,1	4,0

Tasa máxima de ingreso de usuarios presentada en un día hábil en la estación Pradera en todos los torniquetes: **14,1 usuarios por minuto**

Estación Santa Lucia

Código torniquete	10000599	10000600	10000601	10000603	10000604
Max 15 min	95	131	160	162	166
Tasa por min	6,3	8,7	10,7	10,8	11,1

Tasa máxima de ingreso de usuarios presentada en un día hábil en la estación Santa Lucia en todos los torniquetes: **11,1 usuarios por minuto**

Se resume en la siguiente tabla las tasas de ingreso resultantes del análisis ordenado de mayor a menor:

Tabla 14. Resumen general de tasas de ingreso.

#	Estación/Portal	Tasa de Ingreso
1	Salidas de Portal Norte	17,9

2	Salidas estación Virrey	17,8
3	Salidas de Portal Tunal	15,9
4	Salidas estación Pradera	14,1
5	Salidas estación Universidades	12,7
6	Salidas de estación Santa Lucia	11,1

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Las tasas de salida fueron evaluadas en el numeral 1.1.1 Capacidad de evacuación de las BCA actuales en Portales y Estaciones. Se transcribe la tabla resumen de la tasa de salida actual.

Tabla 15. Resumen general de tasas de salida.

#	Estación/Portal	Tasa de Salida
1	Salidas estación Virrey	29,2
2	Salidas de Portal Norte	26,0
3	Salidas de Portal Tunal	23,3
4	Salidas estación Pradera	17,9
5	Salidas de estación Santa Lucia	16,1
6	Salidas estación Universidades	11,9

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

1.4.4 Propuesta de BCA en portales y estaciones aplicables a la prueba piloto

- a) En la etapa de evaluación de las tecnologías aplicables para la prueba piloto se verificaron mediante juicio de expertos, análisis *in-situ*, reuniones realizadas junto a los principales fabricantes de las plataformas que de acuerdo con las buenas prácticas y la tendencia actual de la tecnología de barreras de control de acceso permitieran:
- Eliminar o reducir los fenómenos de evasión detectados en la etapa de levantamiento de línea base.
 - Cumpla con los requerimientos tecnológicos mínimos exigidos para el sistema.

- Mantenga las tasas de ingreso y salida actuales.

b) Se analizaron las siguientes tipologías de BCA:

- Barrera A – Pasillo basculante

Figura 51. Barrera A – Pasillo basculante



Fuente: <http://www.iqgroup.com.mx>

- Barrera B – Pasillo Tipo Bandera

Figura 52. Barrera B – Pasillo Tipo Bandera



- Barrera C - Torniquete Piso-Techo

Figura 53. Barrera C - Torniquete Piso-Techo



Fuente: <http://zhonghaitianhong.en.made-in-china.com>

- Barrera D – Torniquete múltiples brazos

Figura 54. Torniquete múltiples brazos



Fuente: <http://www.automaticturnstiles.com>

- Barrera F - Pasillo motorizado

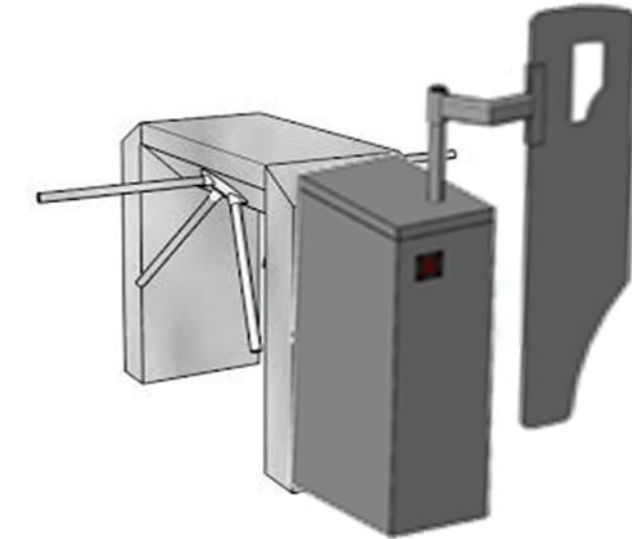
Figura 55. Barrera F - Pasillo motorizado



Fuente: <http://www.poonsystems.com> / <http://www.tdzgs.com>

- Barrera G – Barrera anti-evasión

Figura 56. Barrera anti-evasión

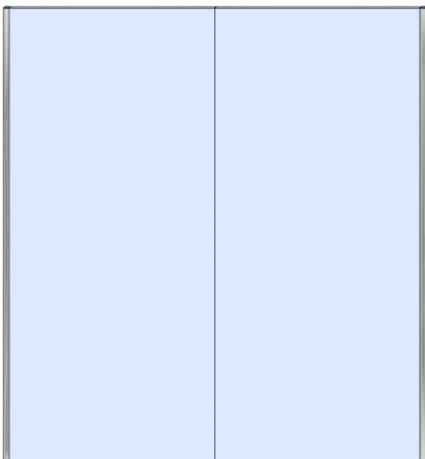


Fuente: www.wolpac.com.br

- Barrera H – BCA Persona de movilidad reducida (PMR)

Figura 57. Barrera H – BCA Persona de movilidad reducida (PMR)

Puerta automática PMR



Barrera Alta de 90 Cms de ancho



Fuente: Elaboración propia / <http://www.prweb.com>

La evaluación se enfoca exclusivamente a las características que permitan minimizar el fenómeno de evasión en portales, estaciones.

Tabla 16. Comparativo de tecnologías aplicables.

	Salto o paso encima	Por debajo	Retroceso torniquete	Dos por uno	Bidireccional
BCA Estaciones Actual					
Pasillo Basculante					
Pasillo Tipo Bandera					
Pasillo Motorizado					
Torniquete Piso-Techo					
Barrera anti-evasión					

	Presenta Evasión
	Minimiza Evasión
	Elimina Evasión

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

En base al análisis se recomienda considerar el uso de pasillos motorizados con hoja deslizante y el uso Torniquetes Piso-Techo las cuales físicamente permiten mitigar los fenómenos de evasión presentados actualmente en el sistema y el uso de barreras anti-evasión que permiten utilizar las barreras actualmente instaladas.

En la etapa de prueba piloto se deberá validar en ambiente de operación real la capacidad de paso medida en usuarios por minuto y los requerimientos de espacio para su instalación, ya que estas tipologías son más voluminosas que el torniquete de trípode actualmente utilizado en el sistema.

Estas nuevas tipologías de barrera de acceso deben ser principalmente consideradas en el diseño de las estaciones pertenecientes a nuevas Troncales del sistema y en aquellas Estaciones o Portales existentes donde los niveles de fraude actuales sean mayores que el costo de la actualización de la tecnología (Análisis Costo- Beneficio).

Se comparte que las nuevas tecnologías disponibles en el mercado permiten detectar automáticamente mediante complejos mecanismos de sensórica (implementados en el propio cuerpo del gabinete) complementados con capacidad de procesamiento local (mediante algoritmos inteligentes) situaciones consideradas

como tránsitos irregulares para de esta forma generar alarmas inmediatas que permiten al personal de la seguridad del sistema reaccionar oportuna y eficazmente.

En este sentido la barrera de acceso debe permitir —aún en aquellos casos en que no se logre impedir que el usuario ingrese sin pago— detectar el evento y alertar localmente mediante señales sonoras, mensajes de voz sintetizada y accionamiento de señales luminosas el tránsito irregular. Las BCA's deben además enviar las alarmas de este evento en tiempo real al Centro de Control.

Adicionalmente a los aspectos técnicos se proponen como medidas de mitigación de la evasión las siguientes alternativas que deben ser consideradas como un conjunto de acciones:

- a) Implementar mecanismos complementarios de conteo e identificación de los infractores basados en Analítica de Video, que permitan automáticamente alertar, documentar y apalancar la capacidad de reacción del personal de seguridad asociado.

Estas herramientas de video analítico no solo permitirán identificar y documentar en tiempo real los eventos de evasión, sino que generarían datos referenciales del número real de usuarios que accede diariamente el sistema para permitirle a la autoridad poder confrontar estos resultados con las validaciones reportadas por el sistema de recaudo.

- b) Considerar el despliegue de campañas estratégicas de socialización dirigidas a los usuarios del sistema, que lo motiven y estimulen al pago de la tarifa y que censuren el ingreso al sistema sin el respectivo pago. Es claro que el fenómeno de la evasión tiene un alto componente de comportamiento social, por lo cual esta medida se torna necesaria.
- c) Reforzar la vigilancia del sistema en las zonas de acceso a las zonas pagas (para impedir que los usuarios se arriesguen acceder a las zonas pagas sin el pago de la tarifa).
- d) Implementar procedimientos de fiscalización aleatoria en las zonas pagas, mediante la solicitud de presentación de los medios de acceso (TISC) utilizados por el usuario, para detectar aquellos que han accedido al sistema sin el pago de la tarifa y aplicarles las sanciones establecidas en el nuevo Código de Policía en caso de constatarse el no pago.

2. Diagnóstico de BCA en buses

2.1 Requerimientos para la instalación de las barreras actuales.

La información técnica referente a la única tipología de barrera de control acceso (BCA) que se encuentra instalada en los buses (fabricante Wolpac), a la fecha de elaboración de informe no ha sido suministrada por parte de Recaudos Bogotá, el análisis de información se basará por tanto en la información suministrada a la fecha por parte de TRANSMILENIO SA, la información secundaria recolectada por el consultor, las visitas a campo realizadas en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO SA .

Para la revisión de los requerimientos para la instalación de las barreras actuales se analizaron los siguientes aspectos:

2.1.1 Características técnicas de las diferentes tipologías de buses

La información técnica asociada a los buses a la fecha de elaboración de este informe no ha sido suministrada por parte de los operadores de transporte, por tanto el análisis de información se basará en la información secundaria recolectada por el consultor y en las visitas a campo.

2.1.1.1 Padrón dual

Los buses Padrón dual permiten realizar recorridos circulando por el carril exclusivo de Transmilenio y realizando paradas en vagones previamente asignados para posteriormente salir a las vías mixtas y poder operar como buses tradicionales y operar recogiendo usuarios en paraderos en la vía mixta.

Los puntos de parada están indicados en cada una de las estaciones de Transmilenio, en los respectivos vagones.

Figura 58. Bus – Padrón dual



Fuente: <http://www.transmilenio.gov.co>.

En los carriles mixtos los paraderos están indicados con paletas donde se especifica BUS DUAL y la marquesina está destacada con un color rojo para indicar su numeración.

Adicionalmente presenta accesibilidad total a personas en condición de discapacidad. Este bus cuenta con puertas de servicio al costado izquierdo para su operación en el componente troncal, junto con puertas en el costado derecho para operar en el componente zonal; por lo anterior, cuenta con validadores y sistema de recaudo a bordo.

Tabla 17. Información general buses padrón dual.

Descripción		Detalle
1	Tipología de bus	Padrón Dual
2	Longitud de carrocería	12.90 mts
3	Ancho de Carrocería	2.75 mts
4	Capacidad	80 Pasajeros
5	Consumo energético en vatios	No fue suministrada información técnica del bus por parte de los operadores
6	Accesibilidad de conexiones eléctricas	Tablero de control o fusilera
7	Capacidad de alternador	1 o 2 alternadores
8	Voltaje	24 voltios
9	Distribución de puertas y distancia entre las mismas	3 puertas lado derecho h 2 mts X A 1.20 mts y dos al lado izquierdo.
10	Sistema de apertura de puertas	Neumático (Un cilindro por cada hoja con válvula electro neumática)
11	Localización de BCA	Puerta delantera y trasera.
12	Cantidad de BCA	Dos (2)
13	Sistema del BCA	Torniquete sencillo (trípode)

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

2.1.1.2 Padrón zonal

El padrón zonal transita por las principales vías de la ciudad, conectando paraderos de las rutas establecidas.

Su color característico es el azul, sirve para movilizarse por las principales vías de la ciudad y transita por carriles mixtos, es similar a las rutas actuales de la ciudad y el pago se realiza en los vehículos con la tarjeta inteligente.

Figura 59. Bus – Padrón zonal



Fuente: <http://www.transmilenio.gov.co>.

Tabla 18. Información general buses padrón zonal.

Descripción		Detalle
1	Tipología de bus	Padrón Zonal
2	Longitud de carrocería	10.90 mts
3	Ancho de Carrocería	2.60
4	Capacidad	80 Pasajeros
5	Consumo energético en vatios	No fue suministrada información técnica del bus por parte de los operadores
6	Accesibilidad de conexiones eléctricas	Tablero de control o fusilera
7	Capacidad de alternador	1 o 2 alternadores
8	Voltaje	12 o 24 Voltios
9	Distribución de puertas y distancia entre las mismas	3 puertas de h 2.0 mts X A 1.20 mts
10	Sistema de apertura de puertas	Neumático (Un cilindro por cada hoja con válvula electro neumática)
11	Localización de BCA	Puerta delantera.
12	Cantidad de BCA	Una (1)
13	Sistema del BCA	Torniquete sencillo (trípode)

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

2.1.1.3 Bus Busetón / Buseta

El Busetón / Buseta transita por las principales vías de la ciudad, conectando paraderos de las rutas establecidas.

Su color característico es el azul, sirve para movilizarse por las principales vías de la ciudad y transita por carriles mixtos, es similar a las rutas actuales de la ciudad y el pago se realiza en los vehículos con la tarjeta inteligente.

Figura 60. Bus – Busetón / Buseta



Fuente: <http://www.transmilenio.gov.co>.

Tabla 19. Información general bus buseta.

Descripción	Detalle
1 Tipología de bus	Bus Buseta
2 Longitud de carrocería	7.80
3 Ancho de Carrocería	2.40 mts
4 Capacidad	50 pasajeros / 40 pasajeros
5 Consumo energético en vatios	No fue suministrada información técnica del bus por parte de los operadores
6 Accesibilidad de conexiones eléctricas	Fusilera
7 Capacidad de alternador	1
8 Voltaje	12 o 24 voltios
9 Distribución de puertas y distancia entre las mismas	2 puertas
10 Sistema de apertura de puertas	Eléctrico o Neumático
11 Localización de BCA	Puerta delantera.
12 Cantidad de BCA	Una (1)
13 Sistema del BCA	Torniquete sencillo (trípode)

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

2.1.1.4 Microbús

El microbús transita por las principales vías de la ciudad, conectando paraderos de las rutas establecidas.

Su color característico es el azul, sirve para movilizarse por las principales vías de la ciudad y transita por carriles mixtos, es similar a las rutas actuales de la ciudad y el pago se realiza en los vehículos con la tarjeta inteligente.

Figura 61. Bus – Microbús



Fuente: <http://www.transmilenio.gov.co>.

Tabla 20. Información general microbús.

Descripción		Detalle
1	Tipología de bus	Microbús
2	Longitud de carrocería	6.44 mts
3	Ancho de Carrocería	2.44mts
4	Capacidad	19 Pasajeros
5	Consumo energético en vatios	No fue suministrada información técnica del bus por parte de los operadores
6	Accesibilidad de conexiones eléctricas	Fusilera
7	Capacidad de alternador	1
8	Voltaje	12 voltios
9	Distribución de puertas y distancia entre las mismas	1 puerta
10	Sistema de apertura de puertas	Eléctrico o neumático
11	Localización de BCA	Puerta delantera.
12	Cantidad de BCA	Una (1)
13	Sistema del BCA	Torniquete sencillo (trípode)

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

2.1.2 Clasificación de las posibles BCA para cada tipología de bus.

Se realiza la aclaración que las BCA de todo el sistema son de la misma marca y tipología, se realiza la clasificación y descripción del número de torniquetes por tipología de bus.

Tabla 21. Clasificación BCA por tipología de bus.

Tipología		BCA
1	Padrón Dual	Dos Torniquetes sencillos (trípode)
2	Padrón Zonal	Un Torniquete sencillo (trípode)
3	Bus Busetá	Un Torniquete sencillo (trípode)
4	Microbús	Un Torniquete sencillo (trípode)

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

2.1.3 Normatividad aplicable

Tabla 22 Normatividad aplicable

Documento o Norma	Texto de referencia u Objeto
Plan Institucional de Respuesta a Emergencias del Sistema Transmilenio – PIRE	Anexo 9 y 10
Resolución 059 de 2014	“Por la cual se adopta el Manual de Operaciones del Componente Zonal del Sistema Integrado de Transporte Público - SITP.”
Manual de operaciones componente zonal (rutas urbanas - complementarias - especiales)	<p>Numeral 3.1.6 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y EMERGENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Los vehículos para la operación del Sistema Integrado de Transporte Público, deberán cumplir como mínimo las Normas Técnicas Colombianas NTC 4901-3 y 5701 en sus últimas versiones...” - “...Las ventanas de emergencia deben tener mecanismos para su fragmentación siguiendo al norma NTC 1467. Las ventanas deben ser de fácil y rápido accionamiento desde el interior del vehículo en cualquier momento de la operación...” <p>Numeral 3.2.5 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y EMERGENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Los vehículos para la operación del Sistema Integrado de Transporte Público, deberán cumplir como mínimo las Normas Técnicas Colombianas NTC 5206 y 5701 en sus últimas versiones...”
NTC 4901-3	<p>Vehículos para el transporte urbano masivo de pasajeros.</p> <p>Parte 3: Autobuses Convencionales.</p> <p>5.4.2 Puertas de emergencia</p> <p>5.5.2 Ventanas de emergencia</p> <p>5.5.3 Escotillas de emergencia</p> <p>5.6 Salidas de emergencia “Número de pasajeros y tripulación Número total mínimo de salidas de emergencia 80 a 100 pax = 9 y 101 a 120 pax =10”</p> <p>La norma no especifica características de evacuación. Número de salidas de emergencia por pax.</p>

NTC 5701	<p>Vehículos accesibles con características para el transporte urbano de personas, incluidas aquellas con movilidad y/o comunicación reducida. Capacidad mínima de diez pasajeros más conductores.</p> <p>5.2.2.2 Ventanas y salidas de emergencia</p> <p>La norma no especifica características de evacuación. Solo especifica la ubicación, el tamaño y tipo de vidrio templado y sistema de desintegración.</p>
NTC 5206	<p>Vehículos para el transporte terrestre público colectivo y especial de pasajeros.</p> <p>Requisitos y métodos de ensayo.</p> <p>5.8.5 salidas de emergencia.</p> <p>5.8.5.3 puertas de emergencia</p> <p>5.8.5.5 ventanas de emergencia</p> <p>5.8.5.6 escotillas de emergencia</p> <p>La norma no especifica características de evacuación. Solo especifica la ubicación, el tamaño y tipo de vidrio templado y sistema de desintegración.</p>
Ley 1523 de 2012	<p>"Por el cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones".</p>

Al analizar la normatividad anterior no se evidencia especificación para las tasas de evacuación en barreras de control de acceso ubicadas en buses.

Las normas especifican claramente las salidas de emergencia como puertas, ventanas y escorillas describiendo tamaño, ubicación y cantidad pero no especifica para ninguna de estas una tasa de evacuación o método de ensayo para las salidas de emergencia.

En la página web de Transmilenio tampoco se evidencia aspecto alguno de cómo se debe evacuar en el área de torniquetes:

En caso de emergencia

Mecanismos de activación de las puertas

En los buses, si las salidas de emergencia no funcionan, ubique los mecanismos de activación de las puertas o:



Hale la palanca para soltar el vidrio.



Empuje el vidrio de emergencia.



Rompa el vidrio en caso de emergencia.

Fuente: www.transmilenio.gov.co.

Las salidas de emergencia en la flota cumplen con lo estipulado esto es por puertas de servicio, claraboyas, y ventanas las cuales pueden ser de expulsión o con martillo de fragmentación, esto con el fin de garantizar una evacuación rápida en caso de emergencia.

En cuanto a la efectividad de la salida por el sitio de la barrera a implementar, se podrá verificar en la prueba piloto y a partir de ello se darán las recomendaciones a que hubiere lugar en caso de que la misma impida utilizar este acceso como salida de emergencia.

2.1.4 Descripción general de las BCA actuales en buses

A la fecha de la elaboración del informe la información técnica sobre las BCA's de bus se encuentra pendiente, aguardando la suscripción de un acuerdo u Otrosí entre RBSAS y TMSA

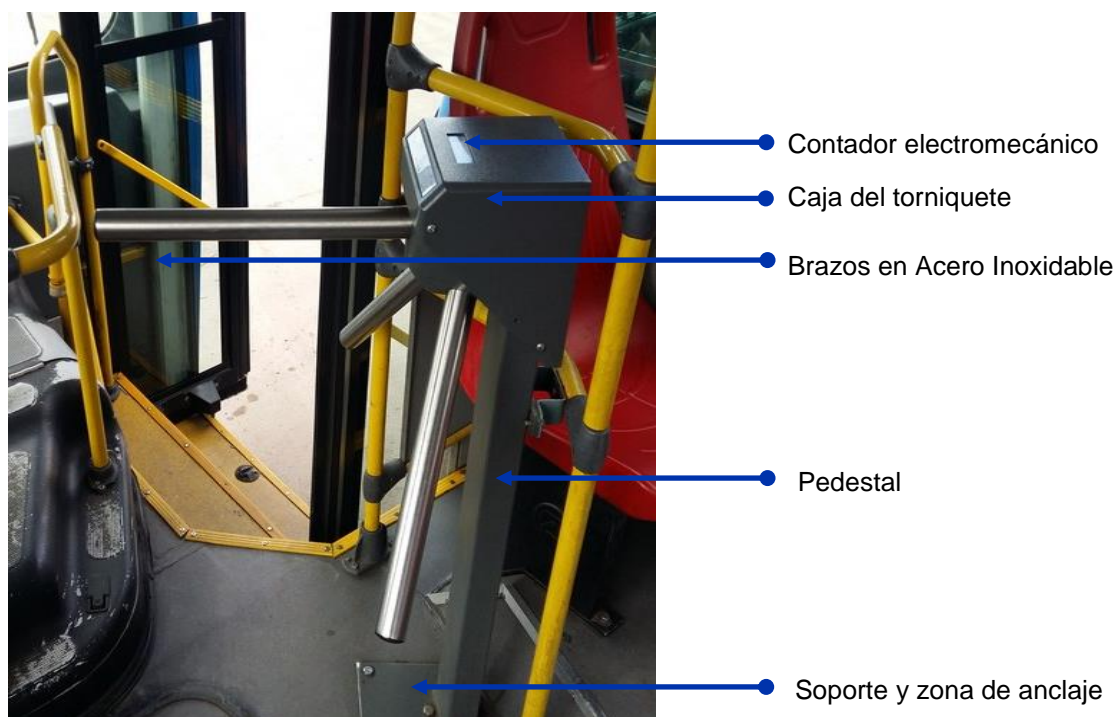
Sin embargo después de algunas aclaraciones preliminares, Recaudos Bogotá acepto permitir observar externa e internamente la barrera de control de acceso utilizada en los buses del SITP.

La BCA básica o tipología convencional presenta las siguientes características visuales (ver figura 57):

- La caja es elaborada en acero carbono pintado con pintura epoxi en polvo.
- El pedestal es elaborada en acero carbono pintado con pintura epoxi en polvo.
- Tres brazos en acero inoxidable.
- Contador electromecánico ubicado en la parte superior.

- Base de soporte cuadrada para anclaje a la carrocería del bus.

Figura 62. BCA Bus (embarcado)



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

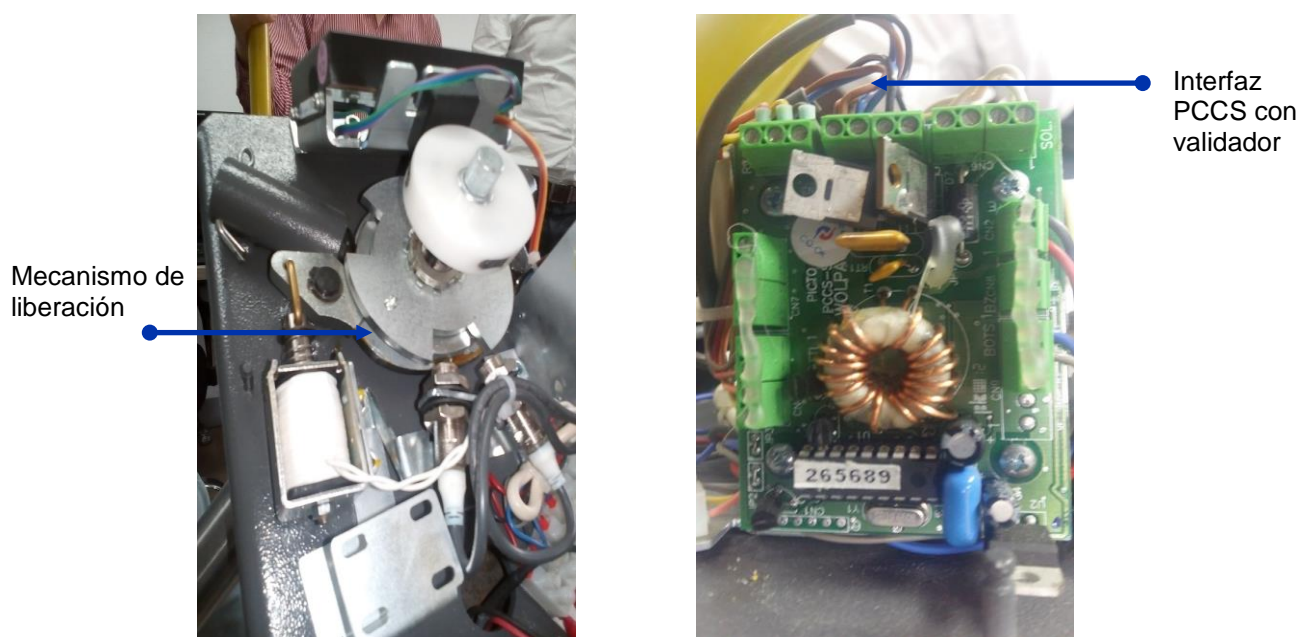
Figura 63. BCA Bus (Laboratorio)



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Mecanismo de apertura de paso por solenoide, accionado por señal.
- Esta barrera está alimentada por una batería auxiliar que permite su operación sin depender de la energía del vehículo.
- El control de giro del torniquete consiste en una interfaz electrónica micro-controlada configurable con protecciones eléctricas llamada PCCS, dejando por su cuenta el control de giro, puede controlar pictogramas y contadores electrónicos.(ver Figura 58)

Figura 64. BCA Bus – Mecanismo de liberación.



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

2.1.5 Revisión de la ficha técnica de las BCA.

Se describe a continuación las principales características de las BCA basadas en las fichas técnicas encontradas como información secundaria.

Tabla 23. Ficha técnica BCA bus.

Descripción		Detalle
1	Fabricante	Wolpac
2	Tipo	Mini bloqueo
3	Aplicaciones	Ambientes públicos con poco espacio para instalación, buses y microbuses.
4	Presentación	Un Torniquete sencillo (trípode)

Descripción		Detalle
5	Material	Caja y pedestal: Acero carbono pintado con pintura epoxi en polvo Cabezal: Hierro fundido nodular pintado con pintura epoxi en polvo Brazos: Acero Inoxidable AISI 304 cepillado con tapas protectoras de material plástico.
6	Dimensiones	Alto 975 mm
7	Instalación	Sentido de paso a la derecha o izquierda
8	Funcionalidad	Electromecánico para el control de paso en sentido unidireccional
9	Mecanismo	El control de la operación del equipo es realizado por un mecanismo electromecánico localizado en la parte superior del pedestal. Su bloqueo es automático después del paso de un usuario por el equipo
10	Interrupción de Energía	En los casos de interrupción de energía o eventos de emergencia, el equipo fue desarrollado para quedar bloqueado en ambos sentidos, volviendo a su funcionamiento normal después del restablecimiento de la energía interrumpida. Si se necesita liberar el paso, el equipo posee en su caja un sistema de liberación por llave mecánica, que contempla dos llaves, una para cada sentido de paso.
11	Interfaz	El equipo está equipado con un módulo de control de nominado PCCS, que está compuesto por dos sensores inductivos que supervisa el paso del usuario, un solenoide y una tarjeta que es responsable por liberar el paso. La señal de liberación en este tipo de módulos es de responsabilidad del sistema de validación
12	Alimentación	24V
13	Consumo máximo	9 W
14	Índice de protección	IP-42
15	MCEF (Media de ciclos entre fallos)	1 millón de ciclos
16	MTEF (Media de tiempo entre fallos)	20.000 horas
17	MTTR (Media de tiempo para reparación)	Máx. 30 min
18	Temperatura de trabajo	0 °C a 50°C
19	Temperatura de almacenamiento	-10 a 55°C
20	Humedad relativa	Máx. 95% sin condensación
21	Peso aproximado	30 Kg.

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

2.1.6 Requerimientos técnicos de las BCA para su instalación.

a) Preparación del piso

Antes de la instalación del equipo, se deben verificar los siguientes ítems:

- Estudio de los suelos para la fijación (madera, aluminio, etc.);
- Estudio de la disposición del equipo (derecho/izquierdo);
- Preparación del paso de cables eléctricos (alimentación y comunicación);
- Características de la energía de alimentación del producto;
- Espacio físico del local

b) Condiciones del ambiente

Para el correcto funcionamiento del equipo instalado, se deben encontrar las siguientes condiciones:

- Temperatura de trabajo entre -5 y 50°C
- Humedad relativa no superior al 95%
- Ambiente sin polvo de metal
- Ambiente sin componentes sólidos, líquidos ni gaseosos contaminantes que puedan corroer cables o componentes metálicos del equipo.
- No exponer el equipo a condiciones climáticas malas o a la acción directa de los rayos del sol.

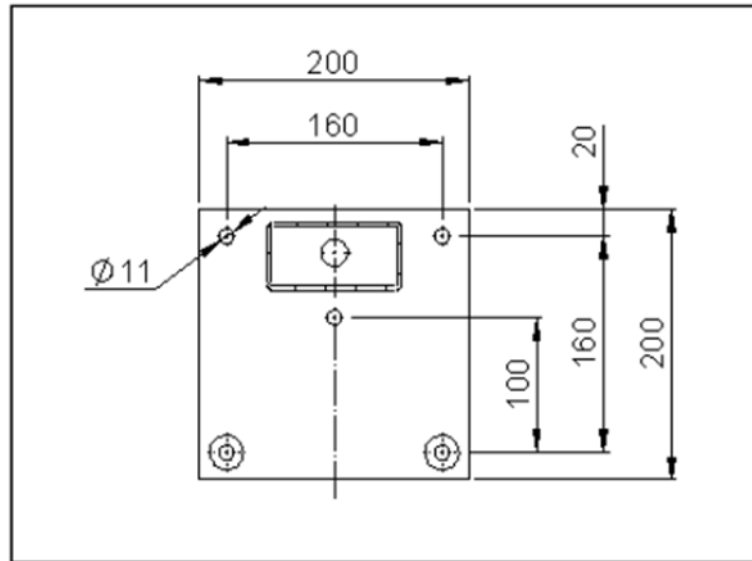
c) Procedimiento de perforación y fijación del equipo

Después de realizar los procedimientos de preparación del local, la instalación debe tener lugar de la siguiente manera:

- Marcar la perforación utilizando una plantilla (puede ser proporcionada por Wolpac);
- Perforar con una broca de Ø 9 mm.
- Colocar el equipo en el local de la instalación e introducir manualmente los tornillos, tuercas y arandelas.
- Realizar el apriete con la ayuda de una llave de ½
- Verificar si el equipo fijado está firme en su local de instalación.

d) Detalle de la perforación

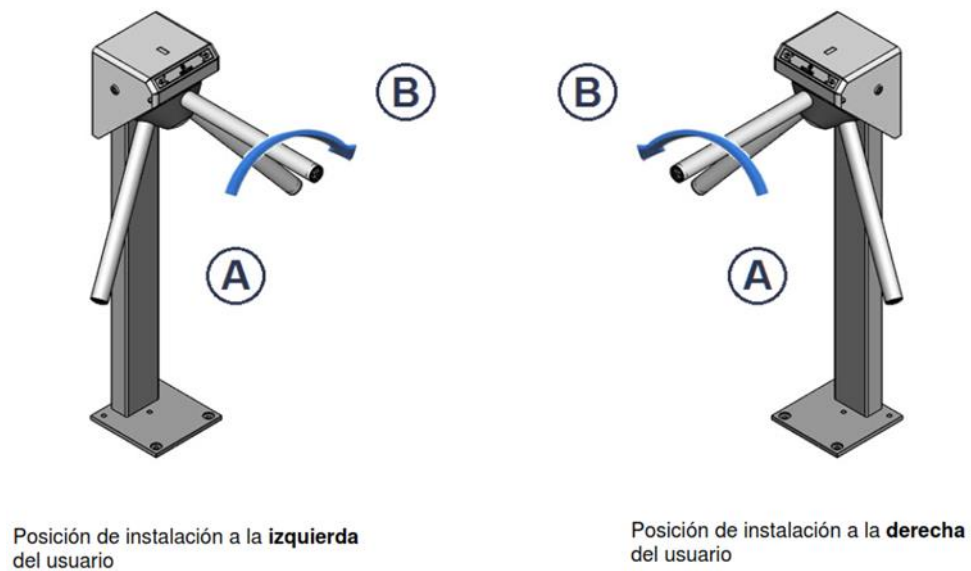
Figura 65. Detalle de la perforación para instalación BCA Wolpac



Fuente: Ficha tecnica Wolpac – Mini Bloqueo.

e) Detalle de las posiciones de instalación y sentidos de paso.

Figura 66. Posiciones de instalación BCA Wolpac



Posición de instalación a la **izquierda**
del usuario

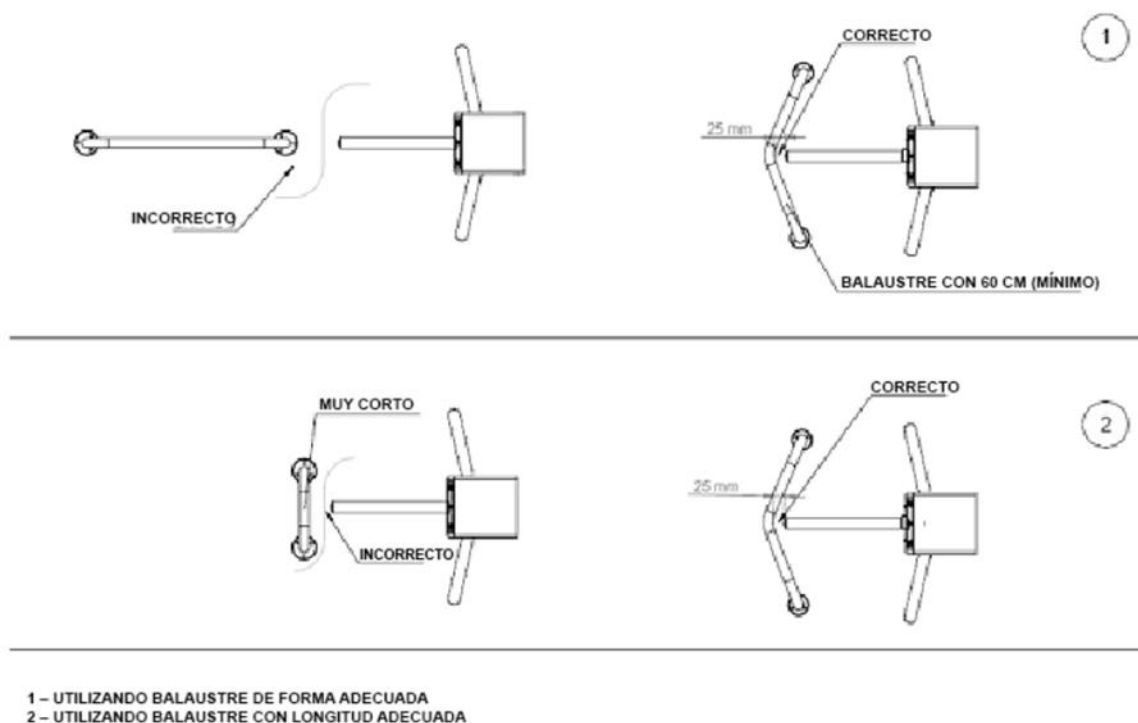
Posición de instalación a la **derecha**
del usuario

Fuente: Ficha tecnica Wolpac – Mini Bloqueo.

f) Posicionamiento

El Mini bloqueo debe ser instalado cerca de un balaustre curvado horizontal para evitar la pérdida de ingresos causada por pasos no pagados, de acuerdo con las siguientes instrucciones:

Figura 67. Posicionamiento BCA Wolpac



Fuente: Ficha técnica Wolpac – Mini Bloqueo.

g) Conexiones eléctricas

El paso de cables bajo el suelo del vehículo, siempre que sea posible, debe estar acompañada por pestañas ya existentes. Si no es posible, los recorridos adoptados siempre deben evitar estar cerca o amarrados a componentes móviles, superficies sujetas a calentamiento, áreas de mantenimiento frecuente, etc.

Preparación básica de la instalación eléctrica, para el equipo Minibloqueo son requeridos dos tipos de cableado:

- Cableado de alimentación
- Cableado de comunicación de señales

A continuación se muestran las instrucciones para instalar el cableado del equipo:

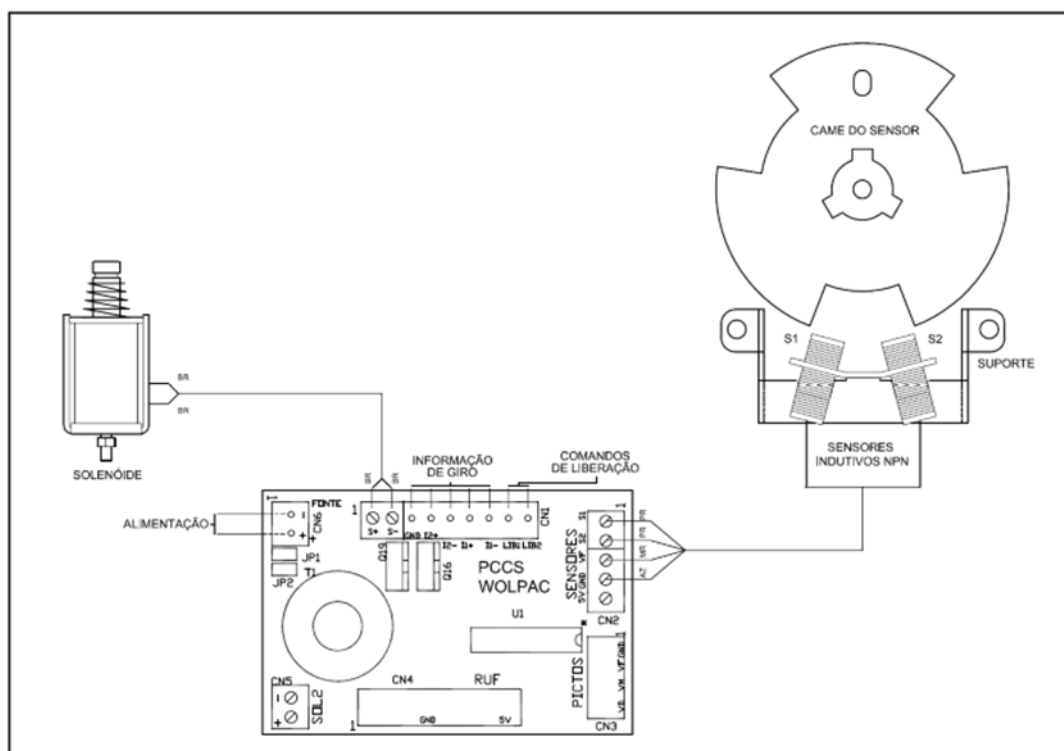
- La alimentación del equipo debe ser retirada directamente de la batería del vehículo.
- La instalación de la pestaña de comunicación y alimentación debe estar lejos del cableado de otros equipos, como accesorios de radiofrecuencia, motores eléctricos y demás productos.

- Coloque la pestaña lo más lejos posible de los orificios de anclaje del equipo en el piso.
- Todos los cables y pestañas para este producto son proporcionados por el cliente y deben estar en el local antes de la instalación.
- Verifique si la tensión disponible está de acuerdo con las tolerancias permitidas para un buen uso del producto.

h) Instalación de la tarjeta PCCS

Para la instalación eléctrica de este equipo, debe proporcionarse una alimentación de 24 V, se deben hacer todas las conexiones como los diagramas requeridos en el manual. Para la instalación con una tensión de 12 V, el modelo de equipo debe ser revisado.

Figura 68. Detalle del esquema PCCS – Estándar



Fuente: Ficha técnica Wolpac – Mini Bloqueo.

El control del producto consiste en una interfaz electrónica micro-controlada configurable con protecciones eléctricas llamada PCCS, dejando por su cuenta el control de giro, puede controlar pictogramas y contadores electrónicos.

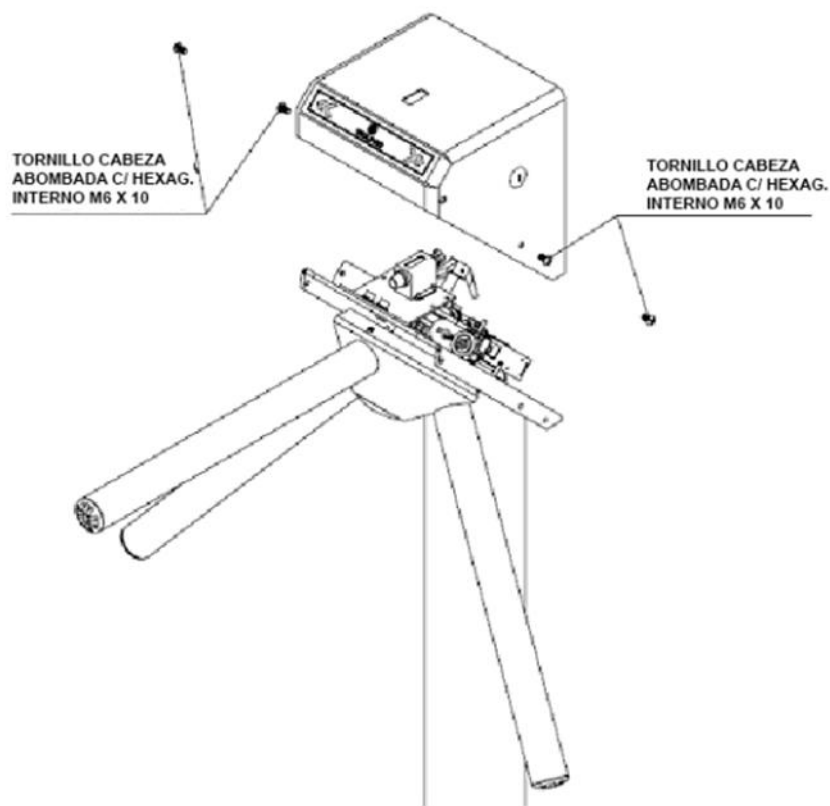
El conjunto electrónico es una interfaz segura, aislada y eficiente con los validadores, computadoras de a bordo y otros equipos.

Para información adicional y posibles configuraciones de la tarjeta electrónica, el debe ser consultado el Manual Técnico.

i) Mecanismo Minibloqueo

Está localizado en la parte superior del pedestal de la catraca, la retirada del mecanismo tiene lugar por la parte superior retirando la caja, donde la misma está fijada con cuatro tornillos tipo Allen M6.

Figura 69. Vista General del mecanismo Minibloqueo



Fuente: Ficha tecnica Wolpac – Mini Bloqueo.

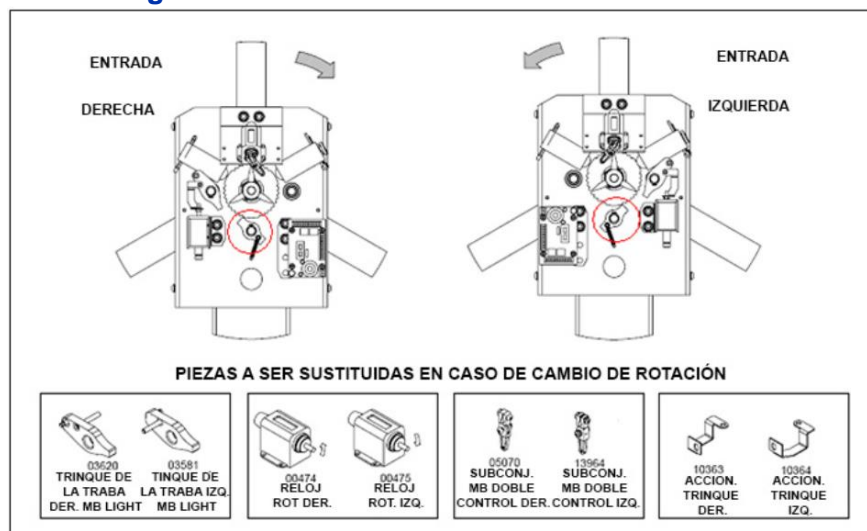
- Sistema de bloqueo a través de disco catraca y trinqués que son accionados a través de solenoides con un periodo de conexión del 100% (PL);
- Dispositivo antirretorno de tipo disco catraca, bloqueado por trinqué antirretorno, con capacidad para torques pesados de hasta 2000 N;
- Mecanismo con rodamientos y eje central de aleación de acero SAE 8640, resistente a la tracción y torsión;

- Leva de reposo que determina los puntos de parada a través de un sistema que utiliza resortes y esferas;
- Cabezal de hierro fundido nodular mecanizado de forma orbital y angular que posee rasgos internos enchavetados por el proceso de brochado para no permitir la fuga angular de la posición de los brazos del equipo;
- Brazos en tubos de acero inoxidable 304 fijados en púas de acero y enroscados en el cabezal con tornillos de bloqueo sin cabeza de difícil acceso;
- Sus componentes reciben tratamientos superficiales que propician durabilidad y resistencia contra la corrosión, tratamientos como bicromatización y pintura epoxi en polvo;

j) Inversión de rotación

Para cambiar la rotación del equipo, se debe estar atento a algunas piezas que deben ser sustituidas, como por ejemplo, el trinquete, reloj contador y la barra del reloj. Otras piezas deben ser alteradas de posición, como la placa electrónica (cuando haya), el solenoide y el trinquete antirretorno.

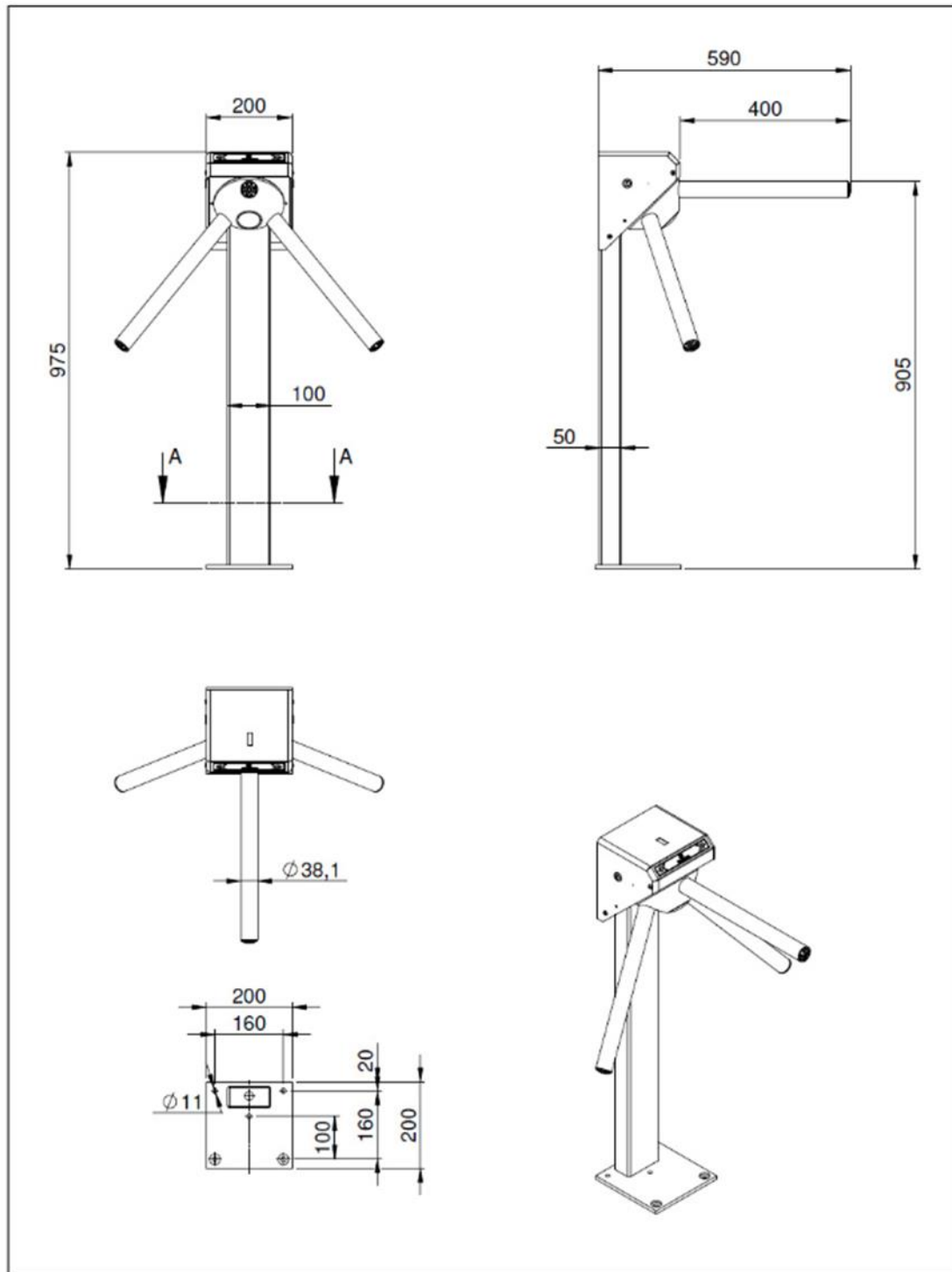
Figura 70. Método de inversión de rotación BCA



Fuente: Ficha técnica Wolpac – Mini Bloqueo.

k) Dimensiones

Figura 71. Dimensiones BCA



Fuente: Ficha tecnica Wolpac – Mini Bloqueo.

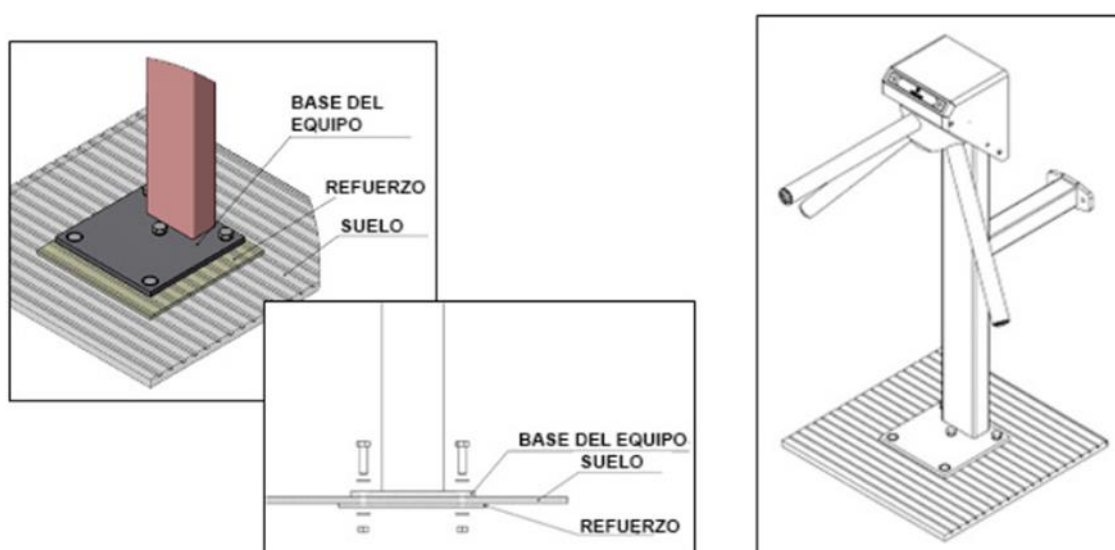
2.1.7 Requerimientos en carrocería para la instalación de las BCA.

En el caso de instalaciones embarcadas, debe ser prevista una contrabase soldada justo debajo del suelo de chapa de acero con un espesor de 1/4" (6,35 mm) con un área mínima un 20% mayor que la base del Minibloqueo.

En vehículos, utilice siempre tornillos con tratamientos anticorrosivos porque el suelo está sujeto a la acción de oxidantes.

Es altamente recomendado la doble fijación del equipo, es decir, la fijación por la base inferior y por el soporte antivibración localizado en la parte superior del pedestal (Conforme se muestra en la siguiente figura):

Figura 72. Doble fijación instalaciones a bordo



Fuente: Ficha tecnica Wolpac – Mini Bloqueo.

2.1.8 Implicaciones de seguridad de los usuarios por tipología de BCA y carrocería.

Se realiza la aclaración que las BCA de todo el sistema son de la misma marca y tipología, se realiza el análisis por tipología de bus.

2.1.8.1 Padrones Duales:

- a) Son vehículos con menos de 4 años de uso, donde la fabricación corresponde a unas normas de fábrica, tipo europeo, homologado y ensamblados bajo

normas colombianas de seguridad, poseen un torniquete en la puerta delantera y puerta trasera, la puerta central no cuenta con torniquete.

- b) Acorde a los anexos técnicos para autobuses, estos cuentan con ventanas definidas como salidas de emergencia, las cuales tienen áreas mínimas según la norma, ventanas de expulsión y vidrios de fragmentación.
- c) Ya que el promedio de altura de la gente colombiana no sobrepasa los 1.80 en hombres y 1.60 en mujeres, deberá verificarse el cumplimiento de la instalación de los pasamanos a alturas acordes a lo establecido en el Manual de operaciones y verificar si en la flota existente cumple con ello.

2.1.8.2 Padrones Zonales.

- a) Son vehículos de modelos recientes, ensamblados bajo normas colombianas de seguridad, poseen un torniquete en la puerta delantera la puerta central y trasera no cuentan con torniquete.
- b) Acorde a los anexos técnicos para autobuses, estos cuentan con ventanas definidas como salidas de emergencia, las cuales tienen áreas mínimas según la norma, ventanas de expulsión y vidrios de fragmentación.

2.1.8.3 Busetón / Buseta Flota usada

- a) Estos vehículos son flota usada, proveniente del TPC, no adquirida bajo normas de seguridad NTC lo que hace la evacuación difícil.
- b) Son vehículos, que en caso de emergencia en movimiento, sería muy difícil la evacuación.
- c) No traen ventanas de expulsión, y los martillos de fragmentación son están por ventana.
- d) Las puertas no tienen 1.20 de ancho lo que hace que la evacuación sea casi imposible, el promedio de apertura de estas puertas de es 80 cm.

2.1.8.4 Busetón / Buseta Flota Nueva

- a) La flota nueva de esta tipología cumple las condiciones de seguridad de acuerdo a la normatividad colombiana

2.1.8.5 Microbús.

- a) Vehículos con más de 10 años de uso.
- b) Una sola puerta de acceso y descenso, con torniquete.
- c) La evacuación es casi imposible en caso de emergencia.

- d) La carrocería es muy baja lo que hace que las personas de pie no estén en una posición ergonómica adecuada.
- e) El pasillo es muy angosto no más de 50 cm.

2.1.9 Adecuaciones o modificaciones en carrocería para la instalación de las BCA.

2.1.9.1 BCA Padrones duales

- a) Se requiere retirar las sillas de la primera y última fila costado derecho.
- b) Reforzar el piso del vehículo desde el chasis para el anclaje de la BCA.
- c) Se requiere modificar la posición de los pasamanos.
- d) El voltaje de alimentación no debe ser mayor a 24 voltios.

2.1.9.2 BCA Padrones Zonales

- a) Se requiere retirar las sillas de la primera costado derecho.
- b) Reforzar el piso del vehículo desde el chasis para el anclaje de la BCA.
- c) Se requiere modificar la posición de los pasamanos.
- d) El voltaje de alimentación no debe ser mayor a 24 voltios, y en los zonales de 12 voltios ajustar la alimentación.

2.1.9.3 BCA Busetas

- a) Se requiere retirar las sillas de la primera costado derecho.
- b) Reforzar el piso del vehículo desde el chasis para el anclaje de la BCA.
- c) Se requiere modificar la posición de los pasamanos
- d) El voltaje de alimentación no debe ser mayor 12 voltios la alimentación.

2.1.9.4 BCA Micro buses.

- a) Se requiere retirar las sillas de la primera y segunda fila en el costado izquierdo y primera fila en costado derecho.
- b) Reforzar el piso del vehículo desde el chasis para el anclaje de la BCA.

- c) Se requiere modificar la posición de los pasamanos
- d) El voltaje de alimentación no debe ser mayor 12 voltios la alimentación.

2.1.10 Evaluación de posibilidad de modificación BCA.

Después de realizar la inspección de las BCA en buses se puede concluir que:

- El eje de giro del torniquete se encuentra a 45°
- El giro del eje es esta posición hace imposible colocar barreras superiores e inferiores con el fin de evitar la evasión, esto ya que al girar golpea al usuarios.
- Las barreras de control de acceso (BCA) de trípode a bordo de los buses padrón dual, padrón zonal, busetón / buseta o microbús, no son susceptibles a modificaciones adecuadas para evitar la evasión.

2.2 Diagnóstico técnico integral de BCA en buses.

2.2.1 vulnerabilidad de las BCA actuales

Con el objetivo generar el diagnóstico integral de las BCA en buses, se solicitó por medio de TRANSMILENIO SA, la entrega de información por parte de Recaudo Bogotá así:

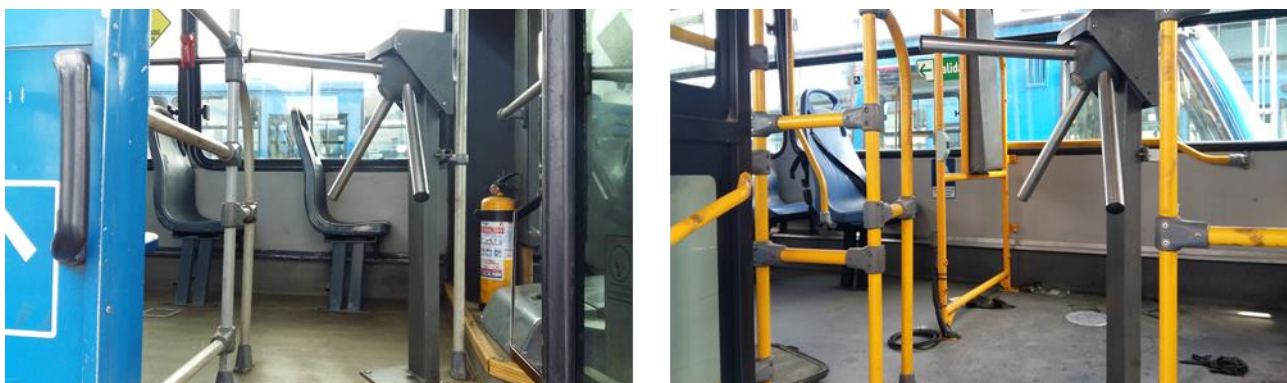
- Información del fabricante, modelo, tipología, características técnicas y manuales de instalación de las BCA actualmente instaladas en buses.
- Información de los esquemas de conexión eléctrica, y respectivas cargas para BCA.

La información a la fecha de elaboración de este informe no ha sido suministrada por parte de Recaudo Bogota, el análisis de información se basará por tanto en la información disponible y suministrada a la fecha por parte de TRANSMILENIO SA y la información secundaria recolectada por el consultor durante las reuniones y visitas en campo realizadas en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO SA.

De acuerdo a la verificación, análisis y comprobación en campo, se ha evidenciado que las BCA actuales independientemente de la tipología del bus, no presentan seguridad en cuanto a ingreso a los buses, debido a:

- Visualmente desde la parte exterior la ubicación de la BCA genera la percepción de paso libre.

Figura 73. Ubicación BCA en buses



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- La Altura de la BCA respecto al piso de la BCA es de 90 cm aproximadamente permitiendo el ingreso por la parte inferior, evitando el pago del pasaje.

Figura 74. Distancia vertical 90 Cms BCA en buses



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- La longitud vertical de la BCA, en promedio la apertura entre el paral horizontal y la barrera de acceso aproximadamente 30 cm

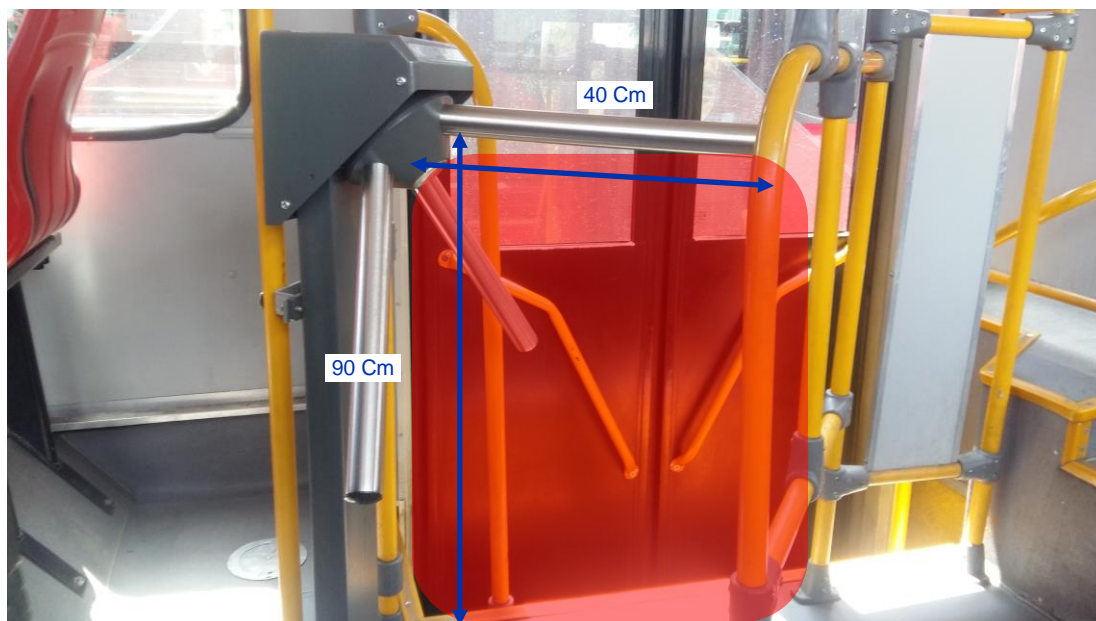
Figura 75. Distancia horizontal promedio 30 Cms BCA en buses



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

La figura 65. Presenta desde la vista interna el área aproximada generada por la altura de piso a brazo del torniquete de 90 Cms de alto, complementado con el largo del brazo de 40 cms.

Figura 76. Vista interior puerta trasera vulnerabilidad de la BCA en buses



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

La figura 66. Presenta desde la vista superior el área aproximada generada por el brazo del torniquete de 40 Cms de largo, a este espacio se le debe sumar la distancia generada con los pasamanos, esta distancia es variable para cada tipología y carrocería de bus.

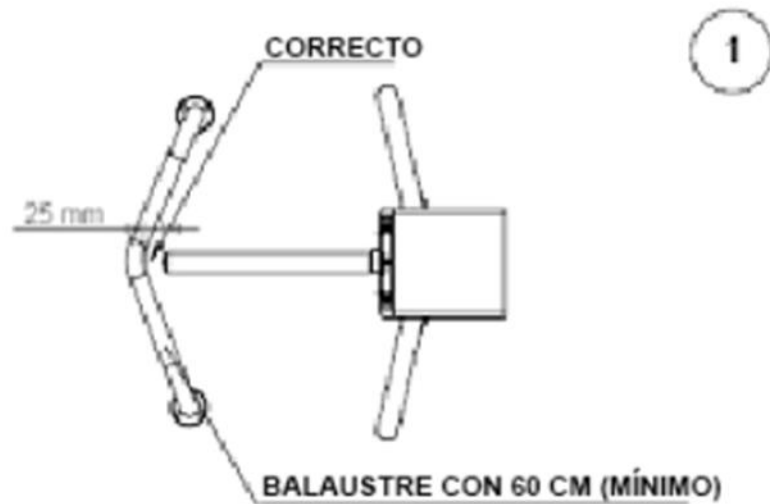
Figura 77. Vista superior vulnerabilidad de la BCA en buses



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Ángulo de apertura de la BCA: El ángulo de apertura de las BCA en buses es de 120° aproximadamente, permitiendo el acceso con una pequeña rotación de los brazos del torniquete.
- Las instrucciones del fabricante no fueron atendidos durante el proceso de instalación. En campo no se encuentran ninguna estructura como la indicada por el fabricante.

Figura 78. Instrucciones del fabricante de elementos para minimizar la evasión



Fuente: Ficha tecnica Wolpac – Mini Bloqueo.

- Distancia entre pasamanos: La distancia de los brazos es de 30 cm aproximadamente, los pasamanos no es estándar, debido a las diferentes tipologías de las carrocerías, haciendo fácil el acceso este fenómeno no se presenta en todas las tipologías.
- Altura de pasamanos: La altura en algunas tipologías es de 90 cm, la disposición de los pasamanos no es estándar, debido a las diferentes tipologías de las carrocerías, haciendo fácil el acceso este fenómeno no se presenta en todas las tipologías.

Disposición de los pasamanos: En algunas tipologías se generan cuadrados de un tamaño que permiten el acceso de usuarios.

Figura 79. Vista interior vulnerabilidad en tubos en buses

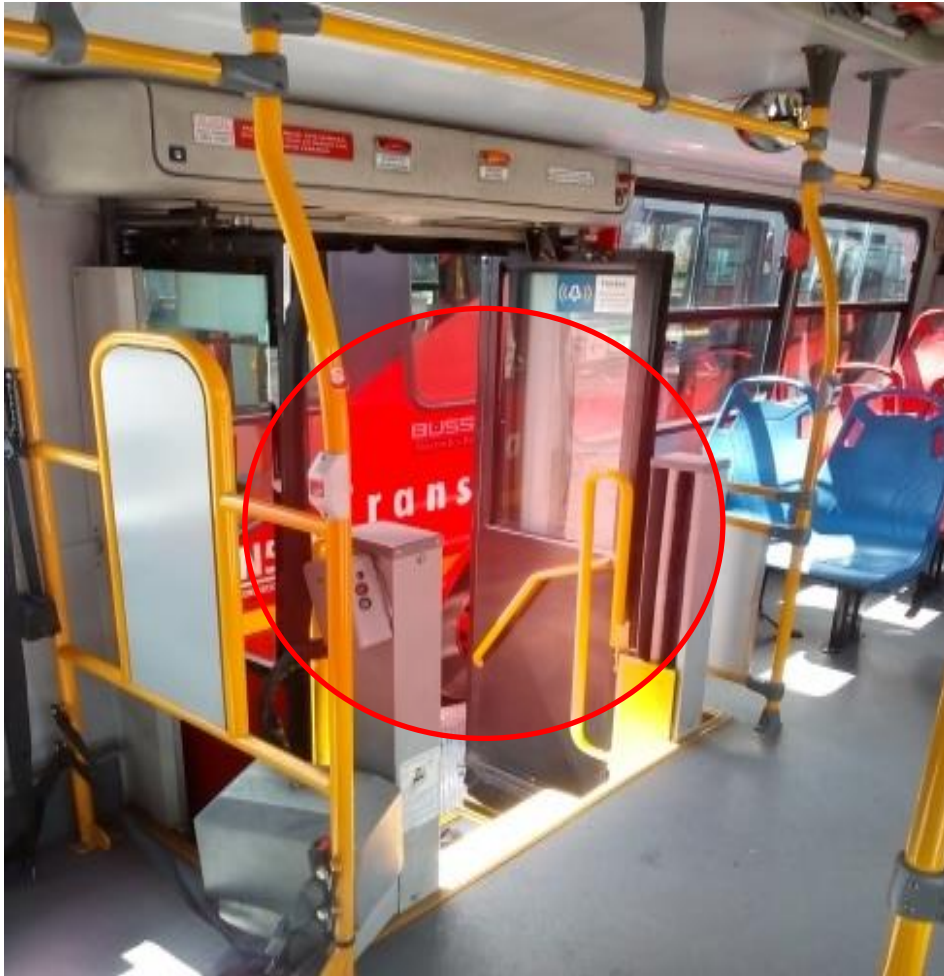


Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

La figura 79. Presenta desde la vista interior el área aproximada generada por la infraestructura de pasamanos el área (cuadrado), el tamaño de este espacio es variable para cada tipología y carrocería de bus, esta área por estar antes del torniquete es un punto de ingreso para usuarios sin el pago.

La figura 68. Presenta desde la vista interior de los buses Padrón Zonal la no existencia de barreras físicas permite el acceso de usuarios sin el pago.

Figura 80. Vista interior puerta intermedia



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Cualquier punto de la BCA actual es susceptible a la evasión ya sea:

- Por debajo de la BCA.
- Por encima de la BCA.
- Regresando la BCA 45° aproximadamente permitiendo el acceso.
- Ingresando simultáneamente dos personas y pagando una (2x1).
- Por la ubicación de los pasamanos sin cierre adecuado. Estos también son vulnerables a la evasión del pago.

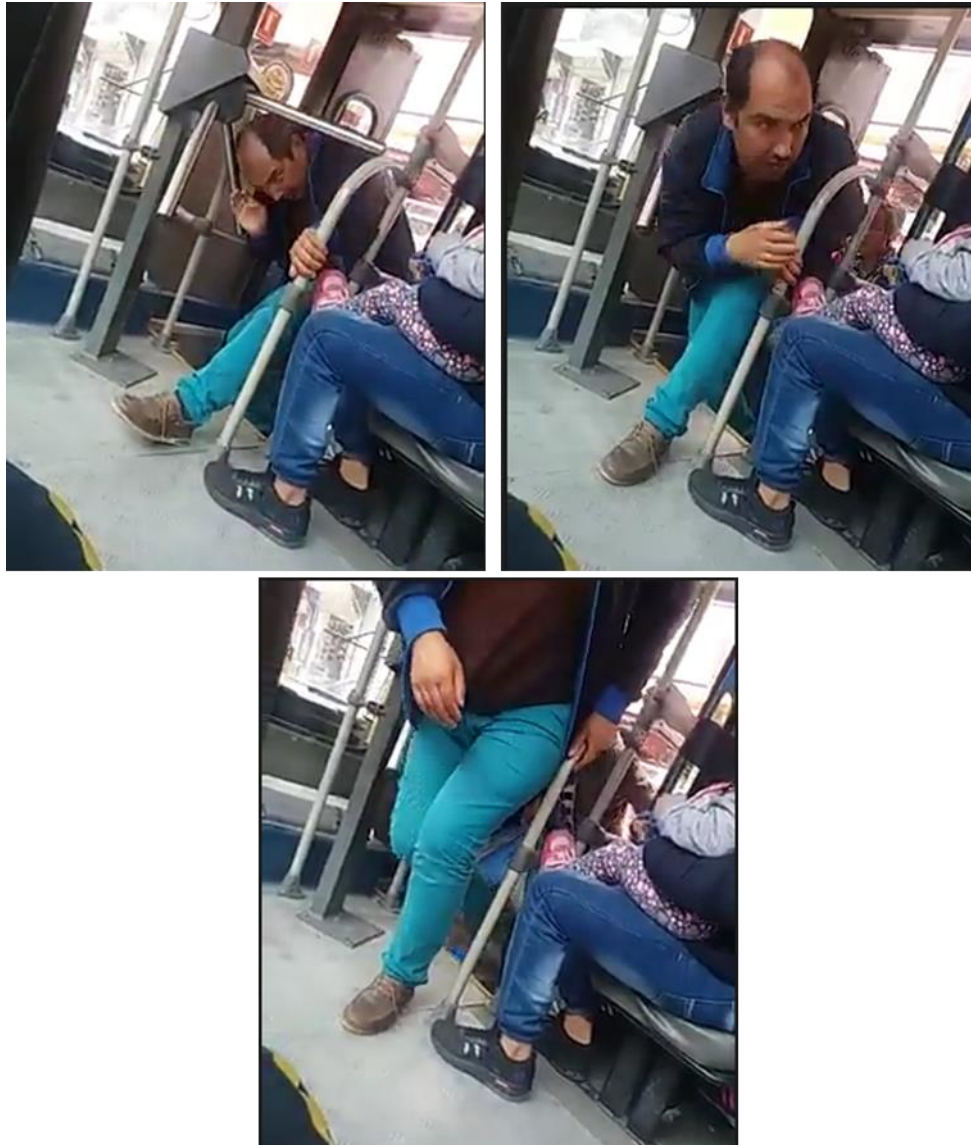
En las visitas a campo en operación y en las pruebas en ambiente controlado (después de finalizar la operación) se evidenció que las BCA en buses pueden ser fácilmente evadidas, permitiendo los siguientes tipos de modalidad de evasión.



- 1) **Evasión por paso por debajo del brazo horizontal:** No se presenta mayor dificultad.

La barrera de control de acceso al estar habitualmente ubicada cerca al ultimo escalon de acceso al bus, la altura de la misma permite que los usuarios realicen el ingreso sencillamente inclinando la cabeza para sobrepasar el brazo del tornique y la incorporación del usuario es sencilla.

Figura 81. Acceso de usuarios en la BCA en buses



Fuente: Video presentado en <https://noticias.caracol.tv.com>.



- 2) **Evasión por salto por encima de la BCA:** Es necesario tener un poco de habilidad física, pero es fácilmente superable, los usuarios aprovechan la estructura de pasamanos para realizar más fácil la evasión del pago. En las reuniones realizadas los conductores afirmaron que es un fenómeno poco utilizado, esto a que es más sencillo pasarla por debajo

Figura 82. Área superior vulnerable de la BCA en buses

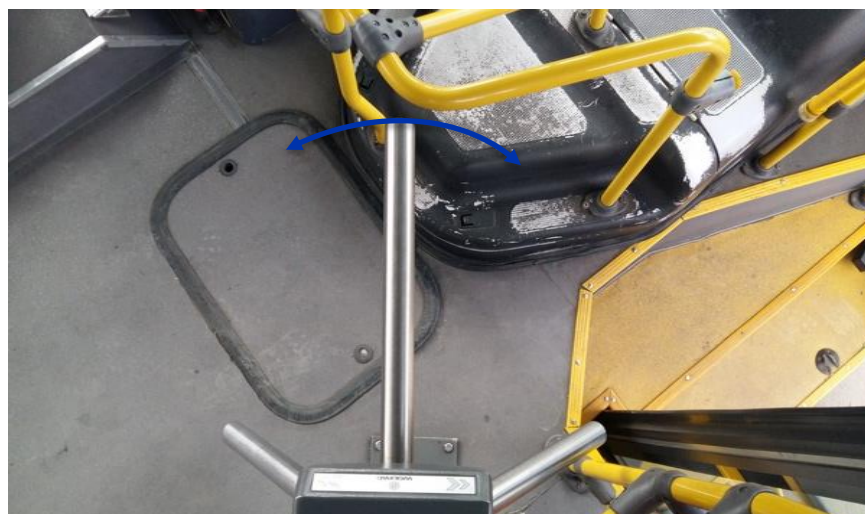


Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.



- 3) **Retroceso del brazo horizontal del torniquete:** No representa dificultad con personas de contextura variable. Este fenómeno es más frecuente cuando la extensión del pasamano permitiendo

Figura 83. Área superior vulnerable de la BCA en buses



2.2.1 Diagnostico tecnológico del sistema existente BCA en buses.

Se describe a continuación el diagnostico tecnológico del sistema existente (BCA buses actuales) en términos de Interoperabilidad, Capacidad de Integración, Reusabilidad, Flexibilidad y Compatibilidad.

Tabla 24. Diagnóstico tecnológico del sistema existente BCA en buses.

	Característica	Diagnostico	Concepto
1	Interoperabilidad	En concepto del Consultor la interoperabilidad puede ser fácilmente lograda mediante integración física, eléctrica y lógica por parte de cada proveedor a partir de la información para integradores que debe suministrar el COncesionario de Recaudo.	Si
2	Capacidad de Integración	<p>Desde la óptica de todos los proveedores entrevistados para el proyecto la integración no reviste mayor complejidad siempre y cuando cuenten con la documentación para integradores que debe colocar a disposición el desarrollador referente a las salidas y entradas que el validador posee para el comando de las BCA's.</p> <p>Se aclara que la integración debe incluir la ejecución de pruebas conjuntas de correcta integración antes de la instalación de las nuevas tipologías de BCA destinadas a la Prueba Piloto.</p> <p>Se recomienda que sean los diferentes proveedores de BCA's los que ajusten los protocolos e interfaces de cada uno de sus productos para que estos adhieran a una única especificación establecida y documentada por el desarrollador del validador.</p>	Si
3	Reusabilidad	<p>En tecnología la reusabilidad se aplica a la programación (software) hace referencia a la capacidad de poder volver a usar parte de un programa o software en otro proyecto.</p> <p>En concepto del consultor esta característica no aplica al diagnóstico</p>	No Aplica

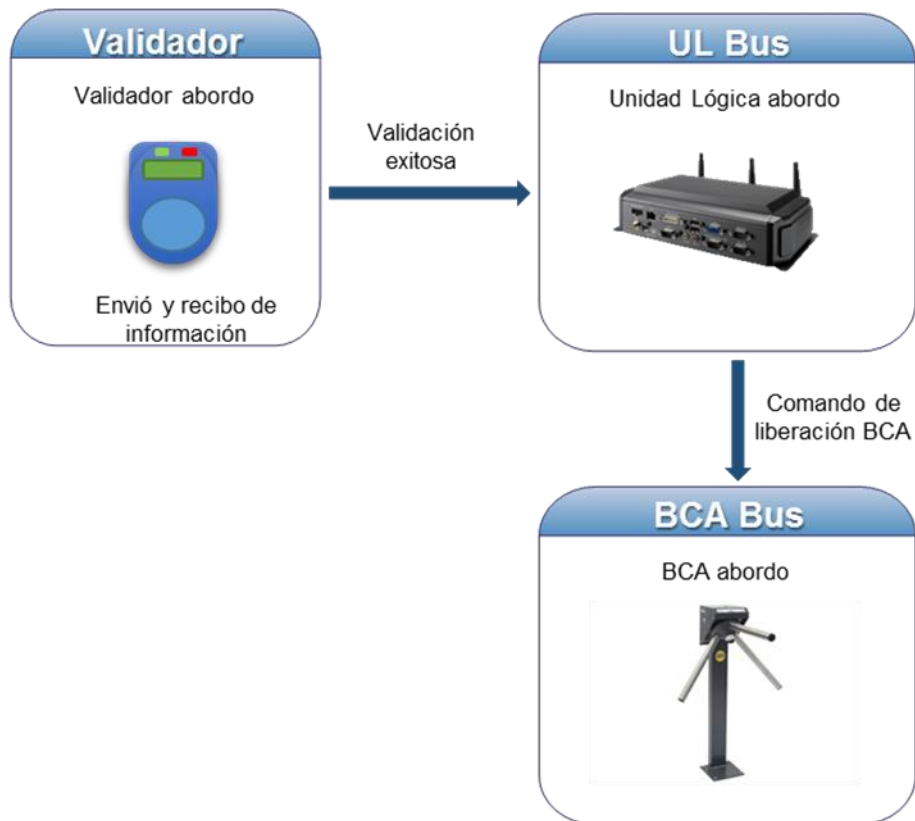
		<p>de las BCA's por tratarse esencialmente de un conjunto de componentes electro-electrónicos y mecánicos y no de un programa o soporte lógico de software.</p> <p>No se consideró para efectos del diagnóstico el término "reusabilidad" desde la óptica de la ecología o del medio ambiente.</p>	
4	Flexibilidad	<p>La Flexibilidad se analizó desde el punto de vista de capacidad de configuración y parametrización dinámica y selectiva del modo de operación de las BCA's, ya que desde el punto de vista operativo se considera que una vez definido el comportamiento que debe tener de la barrera en un determinado modo de operación esta debe actuar sistemáticamente de la misma forma (comportamiento rígido).</p>	Si
5	Compatibilidad	<p>La compatibilidad se analizó desde el punto de vista de disponibilidad de por lo menos dos o más las siguientes interfaces estándares de mercado tanto en las BCA's como en el Validador: Ethernet RJ-45, RS-232/485, Contactos secos NA/NC, CanBUS, comprobándose la viabilidad de compatibilidad.</p>	Si

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

2.2.2 Descripción de comunicación de las BCA en buses actuales

En visita al Laboratorio del Concesionario Recaudo Bogotá, este solo realizó una descripción general del equipo por los argumentos ya mencionados.

Figura 84. Esquema macro de comunicaciones BCA buses



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- a) Todas las BCA del sistema poseen un validador en el sentido de entrada que permite desbloquear el torniquete
- b) La BCA solo es liberada si un usuario presenta la tarjeta del sistema, si esta posee saldo o no está incluida en la lista negra⁷ del sistema.
- c) Cada una de los BCA recibe la orden de liberación de la unidad lógica a bordo después de después de recibir del validador una transacción de validación⁸.

⁷ En las listas negras se encuentran todas las TISC que no se pueden usar más dentro del sistema de transporte

⁸ Las transacciones de validación son mensajes que se generan por todos los dispositivos de validación luego de cada ingreso realizado por un usuario con una TISC válida

- d) La BCA en buses no tienen la capacidad de conexión con el sistema central para envío de información del estado operativo, errores o fallas presentadas, bloqueos o liberación remota.
- e) Cada transacción de validación generado por la BCA se sube en tiempo real por medio de comunicaciones 3G, cuando los dispositivos se encuentran en línea, en caso que algún dispositivo no se encuentre en línea se realiza un encolamiento de las transacciones para ser enviadas posteriormente al sistema central de recaudo.
- f) En caso de emergencia la BCA libera el torniquete dejando el paso en modo libre

La entrega de la documentación técnica para integradores que detalle la interfaz mecánica, eléctrica y lógica, entre el validador y la BCA de forma detallada por parte del Concesionario es absolutamente necesaria para poder establecer los requerimientos que se deberán entregar a los proveedores interesados en participar en la Prueba Piloto.

2.2.3 Conclusiones generales sobre las BCA en Buses

Se puede concluir a partir de la inspección técnica y verificación realizada en campo que La BCA utilizada actualmente en los buses del sistema presenta visibles limitaciones en cuanto a la capacidad y efectividad para evitar la evasión del pago de la tarifa, debido a la existencia de puntos débiles en la parte superior, inferior y a través de los espacios correspondientes a los cerramientos laterales. Adicionalmente el tránsito irregular en modo 2x1 o el retroceso parcial del brazo permiten la entrada de usuarios sin la validación respectiva.

- a) Considerar el posible cambio de tipología de BCA por una que reduzca las posibilidades de acceso sin pago de la tarifa minimizando o eliminando los fenómenos evidenciados durante el levantamiento de información de la línea base.
 - Las características físicas de las BCA seleccionadas para la realización de la prueba piloto deben minimizar o eliminar:
 - La evasión por salto o paso por arriba del torniquete.
 - La evasión por ingreso por debajo del torniquete.
 - La evasión por paso dos por uno.
 - La evasión por paso por retroceso de torniquete.
- b) Considerar el posible cambio de tipología de BCA por una que mantenga o mejore las características tecnológicas descritas en el numeral 4.21.1.2 del Anexo 2 de especificaciones técnicas del Contrato

- Las características tecnológicas mínimas de las BCA en buses seleccionadas para la realización de la prueba piloto son:
 - Permitir su apertura/giro con múltiples interfaces con equipos de validación de sistemas BRT.
 - Contador electromecánico de giros.
- d) Considerar el posible cambio de tipología de BCA por una que mantenga o mejore las tasas de ingreso y salida descritas en el numeral 4.21.2 del Anexo 2 de especificaciones técnicas del Contrato del literal b):

“ La barrera de control de acceso deberá tener capacidad para manejar un flujo mínimo de treinta (30) usuarios por minuto, medidos en ambiente controlado.”

- Las características operativas de las BCA seleccionadas para la realización de la prueba piloto deben:

Mantener como mínimo las tasas de ingreso y salida presentadas actualmente en el sistema.

2.2.4 Propuesta de BCA en buses aplicables a la prueba piloto

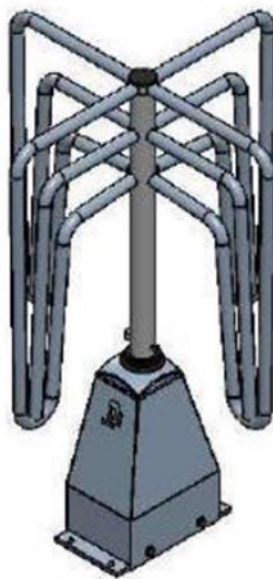
- a) En la etapa de evaluación de las tecnologías aplicables para la prueba piloto se verificaron mediante juicio de expertos, análisis *in-situ*, reuniones realizadas junto a los principales fabricantes de las plataformas que de acuerdo con las buenas prácticas y la tendencia actual de la tecnología de barreras de control de acceso permitieran:
 - Eliminar o reducir los fenómenos de evasión detectados en la etapa de levantamiento de línea base.
 - Cumpla con los requerimientos tecnológicos mínimos exigidos para el sistema.
 - Mantenga las tasas de ingreso y salida actuales.
- b) En el mercado son limitadas las opciones , las cuales se limitan a barreras de control de acceso verticales tipo mariposa:
 - Barrera A – Tipo Mariposa

Figura 85. Barrera A – Tipo Mariposa Modelo A



Fuente: www.wolpac.com.br

Figura 86. Barrera A – Tipo Mariposa Modelo B



Fuente: www.idpgpatria.com

Figura 87. Barrera A – Tipo Mariposa Modelo C



Fuente: <http://www.foca.com.br>

La evaluación se enfoca en Minimizar el fenómeno de evasión en buses de diferentes tipologías.

Tabla 25. Comparativo de tecnologías aplicables.

	Salto o paso encima	Por debajo	Retroceso torniquete	Dos por uno	Bidireccional
BCA Buses Actual					
BCA Mariposa					

Presenta Evasión

Minimiza Evasión

Elimina Evasión

Fuente: *Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia*

Se debe considerar el cambio de tipología de BCA instalada en los buses por una que reduzca las posibilidades de acceso sin pago de la tarifa. Para este caso se recomienda el uso de Torniquetes verticales tipo mariposa. En la etapa de prueba piloto se deberá validar en ambiente de operación real la capacidad de paso medida en usuarios por minuto y los requerimientos de espacio para su instalación.

Adicionalmente a los aspectos técnicos se proponen como medidas de mitigación de la evasión las siguientes alternativas que deben ser consideradas como un conjunto de acciones:

- a) Se recomienda reforzar la ejecución de campañas estratégicas de socialización dirigidas a los usuarios del sistema, que los motiven y estimulen a pagar la tarifa y que censuren el ingreso al sistema sin el respectivo pago. Es claro que el fenómeno de la evasión tiene un alto componente de comportamiento social, razón por la cual esta medida se torna altamente necesaria.
- b) Se recomienda también implementar procedimientos de fiscalización aleatoria durante el recorrido, mediante la presentación de los medios de acceso (TISC) utilizados por el usuario, para detectar aquellos que han accedido al sistema sin el debido pago de la tarifa y aplicarles las sanciones establecidas en el nuevo Código de Policía en caso de constatarse el no pago.
- c) Complementariamente se recomienda implementar mecanismos de conteo automático de pasajeros (APC) que permitan generar estadísticas que alerten cuando existan diferencias significativas entre el número de validaciones reportadas por el sistema de recaudo y la detección a bordo de entradas y salidas. En el caso particular de detección de entradas no autorizadas por puertas asignadas específicamente para la salida de pasajeros estos eventos podrán alertar en tiempo real al conductor para que éste no reinicie el recorrido.

3. Diagnóstico técnico integral para puertas en estaciones

3.1 Análisis de la normatividad vigente

a) Normatividad Internacional Identificada para Puertas en Estaciones

La normatividad internacional existente permitirá al proyecto especificar requerimientos de diseño y fabricación de las puertas de estación que cumplan con los requisitos funcionales de seguridad, rendimiento, operacionalidad, durabilidad y resistencia requeridos para un Sistema de Transporte Masivo como el de la ciudad de Bogotá.

Adicionalmente la exigencia de estándares de calidad permitirá al proyecto convocar proveedores calificados con vasta experiencia en la fabricación de puertas con características similares a las requeridas para el proyecto cuyos productos tengan un historial probado de desempeño exitoso en operación.

Tabla 26. Normatividad Internacional para Puertas en Estaciones.

Normatividad	Referencia
ANSI A117.1 Accessible and Usable Buildings and Facilities.	<p>Esta norma proporciona criterios técnicos para sitios, instalaciones, edificios y elementos accesibles.</p> <p>La autoridad administrativa proporcionará una disposiciones para especificar en qué medida estas se aplican los criterios. Este alcance es aplicable a: Tipo de edificio y ocupación; nueva construcción, alteraciones, instalaciones temporales y edificios existentes; elementos específicos del emplazamiento y del edificio; y a múltiples elementos o espacios proporcionados dentro de un sitio o edificio.</p>
ICC/IBC International Building Code	<p>El International Building Code @ (IBC®) es un código modelo que proporciona los requisitos mínimos para salvaguardar la salud pública, seguridad y bienestar general de los ocupantes de edificios y estructuras nuevos y existentes. El IBC es totalmente compatible con el ICC incluyendo códigos internacionales de conservación de energía.</p> <p>El IBC aborda la resistencia estructural, los medios de salida, el saneamiento, la iluminación y la ventilación adecuadas, la accesibilidad, la conservación de la energía y la seguridad de la vida con respecto a los edificios, instalaciones y sistemas nuevos y existentes.</p>
NFPA 70 National Electrical Code	<p>Esta norma cubre los requisitos de seguridad eléctrica para los lugares de trabajo de los empleados que son necesarios para la seguridad práctica de ellos en su empleo. Esta norma comprende la instalación de</p>

	<p>conductores eléctricos, equipos eléctricos, equipos de señalización conductores de comunicaciones, y canalizaciones para lo siguiente:</p> <p>(1) Propiedades públicas y privadas, incluidos edificios, estructuras, casas móviles, vehículos de recreo y edificios flotantes</p> <p>(2) Patio, lotes, estacionamientos, parques de atracciones, y subestaciones industriales.</p> <p>(3) Instalaciones de conductores y equipos que conectan a la fuente de suministro de electricidad</p> <p>(4) Instalaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, tales como edificios de oficinas, depósitos, garajes, talleres y edificios recreativos, que no forman parte integral de una planta generadora, una subestación o centro de control</p>
NFPA 101 Life Safety Code.	El propósito de este Código es proporcionar los requisitos mínimos, con la debida consideración hacia la función, para el diseño, la operación, y el mantenimiento de edificios y estructuras para la seguridad de la vida humana contra los incendios. Sus cláusulas son también aplicables a la seguridad de la vida humana en emergencias similares.
ANSI/BHMA A156.10 American National Standard for Power Operated Pedestrian Doors.	Los requisitos de esta Norma se aplican a las puertas accionadas mecánicamente para uso peatonal que se abren automáticamente cuando se aproximan los peatones y un pequeño tráfico vehicular o por un acto. Se incluyen disposiciones para reducir la posibilidad de lesiones o atrapamiento de los usuarios. Puertas eléctricas para el tráfico industrial o entrenado no están cubiertos en esta Norma.
ANSI Z97.1 Standards for Safety Glazing Material Used in Buildings.	De acuerdo con el alcance determinado por el Comité de Normas Z97, esta norma establece las especificaciones y métodos de ensayo para las propiedades de seguridad del acristalamiento de seguridad (materiales de acristalamiento diseñados para promover la seguridad y reducir o minimizar la probabilidad de cortar y perforar lesiones cuando los materiales de acristalamiento están rotos por contacto humano) tal como se utiliza para todos los propósitos de construcción y arquitectura.
UL 325 Standard for Safety for Door, Drapery, Gate, Louver and window Operators and Systems.	<p>El nuevo estándar UL 325 es un estándar de seguridad para operadores y sistemas de puertas, cortinas, portones, persianas y ventanas. Específicamente, se aplica a los operadores eléctricos para puertas, cortinas, puertas, persianas, ventanas y otros dispositivos de apertura y cierre de 600 voltios o menos.</p> <p>Esta nueva norma es el resultado de líderes de la industria que trabajan con Underwriters Laboratories (UL), con el objetivo común de proveer productos seguros para el público en general, así como para prevenir riesgos de incendio y eléctricos</p>

UNE-EN 12433-2 (2000) Puertas industriales, comerciales y de garaje y portones. Terminología. Parte 2: Componentes de puertas	Puertas industriales, comerciales y de garaje y portones. Terminología. Parte 2: Componentes de puertas
CAN/CSA-C22.2 No. 247 Operators and Systems of Doors, Gates, Draperies, and Louvers.	<p>Esta es la segunda edición de CSA C22.2 No. 247, Operadores y sistemas de puertas, portones, cortinas y persianas. Sustituye a la primera edición publicada en 1992. Es parte de una serie de Normas emitidas por el Grupo CSA bajo la Parte II del Código Eléctrico Canadiense.</p> <p>Esta Norma se aplica a los dispositivos de apertura de puertas con motor eléctrico y otros aparatos de apertura y cierre de 600 V o menos y destinados a ser utilizados en lugares no peligrosos de acuerdo con las Reglas del Código Eléctrico Canadiense, Parte I.</p> <p>Esta Norma da requisitos para puertas completas, compuertas, y otros ensambles tales que incluyen dispositivos de apertura y cierre accionados eléctricamente.</p>
UNE-EN 12424:2000, Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Seguridad de uso de puertas motorizadas. Requisitos y clasificación	Tiene por objetivo clasificar las ventanas en función de la resistencia a la acción del viento. La clasificación se efectúa según dos parámetros, por un lado según la carga de viento y por el otro según la flecha relativa frontal

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- b) Normatividad Local para Puertas en Estaciones: a nivel nacional y distrital existe las siguientes normas que no son explícitas pero si aplicables.

Normatividad	Referencia
NTC-6047 "Accesibilidad al Medio Físico. Espacios del Servicio al Ciudadano en la Administración Pública. Requisitos"	NTC-6047 "Accesibilidad al Medio Físico. Espacios del Servicio al Ciudadano en la Administración Pública. Requisitos" la cual dentro de su alcance detalla en el numeral 16 página 65 las especificaciones de tamaño y seguridad que deben cumplir las puertas incluyendo las Puertas de Apertura Automática.
NTC 5715 Puertas industriales, comerciales y de garaje y portones. Aspectos mecánicos. Métodos de ensayo. (EN 12605)	Esta norma especifica los métodos de ensayo para verificar los requisitos mecánicos para puertas, portones y barreras, destinadas para su instalación en áreas accesibles al público y cuyo principal objetivo es dar seguridad de acceso a mercancías y vehículos acompañados de personas en locales industriales y comerciales o en garajes de viviendas

<p>NTC 5974-1 Puertas industriales, comerciales y de garaje y portones. Terminología. Parte 1: tipos de puertas (EN12433-1).</p>	<p>Esta norma especifica la terminología para puertas, portones y barreras instaladas en zonas accesibles a las personas, cuyo objeto principal es la protección de las personas y la seguridad de utilización de los vehículos y de los bienes en locales industriales, comerciales y en garajes residenciales.</p> <p>Esta norma describe, con la ayuda de ilustraciones, los diferentes tipos usuales de puertas, portones y barreras, cualquiera sea la naturaleza del material.</p> <p>Las puertas para la circulación solamente de personas se contemplan en los proyectos de Norma Europea prEN 12650-1 y EN 12519.</p> <p>La terminología para los componentes de las puertas se trata en la NTC 5974-2 (EN 12433-2).</p>
<p>NTC 5670 Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Dispositivos de seguridad para puertas y portones motorizados. Requisitos y métodos de ensayo. (EN 12978)</p>	<p>Esta norma se aplica para el diseño, fabricación y ensayos de equipos de protección sensibles cuando estos equipos se utilizan para detectar peatones en aplicaciones tales como personas mayores con desplazamientos lentos, personas discapacitadas con desplazamientos lentos y niños que corren el riesgo de ser heridos por las puertas y portones motorizados alimentados eléctricamente por fuentes de energía y destinadas a ser instaladas en zonas accesibles a personas y cuyo uso previsto es principalmente dar acceso seguro a mercancías y vehículos acompañados o conducidos por personas en locales industriales, comerciales, públicos o residenciales.</p> <p>Esta norma se aplica también a dispositivos de seguridad para puertas comerciales tales como cierres enrollables y rejas enrollables utilizadas como puertas en lugares de venta y que están previstas para acceso de personas más que de vehículos o mercancías.</p> <p>Normalmente el ruido no es un peligro relevante para este tipo de maquinaria Esta norma trata de todos los peligros significativos enumerados en el anexo A y especifica los requisitos a eliminar o minimizar.</p> <p>Esta norma trata de requisitos relativos a equipos de protección sensibles utilizando una alimentación eléctrica principal previstos para ser instalados en puertas motorizadas o conjuntamente con ellas para evitar situaciones peligrosas que se pueden presentar cuando un puerta se utiliza normalmente.</p> <p>El dispositivo de protección sensible se diseña para dar un cambio en el estado del interruptor de salida que puede ser utilizado para asegurar la protección de la persona expuesta al riesgo.</p> <p>Esta norma se aplica a equipos de protección sensibles preparados para el empleo y a los equipos de protección sensibles integrados (colocados sobre una puerta motorizada o conectados a la puerta motorizada en utilización normal).</p>

	Esta norma se aplica únicamente a los dispositivos de seguridad de puertas fabricados después de la fecha de su publicación
NTC 5974-2	Puertas industriales, comerciales y de garaje y portones. Terminología. Parte 2: componentes de puertas (EN12433-2).
NTC 5999.	Puertas Industriales, Comerciales, de garaje y portones. Seguridad De Utilización De Puertas Motorizadas. Requisitos (EN 12543)
NTC 6003. Puertas Industriales, Comerciales, de garaje y portones. Aspectos Mecánicos. Requisitos (EN 12604).	Esta norma especifica los requisitos mecánicos para puertas, portones y barreras, destinadas a instalarse en áreas accesibles al público y cuyo principal objetivo es dar acceso seguro a mercancías y vehículos acompañados de personas en locales industriales, comerciales y de viviendas. Estos productos pueden ser maniobrados manualmente o de forma motorizada. NOTA Las puertas maniobradas de forma motorizada pueden ser suministradas bien como una puerta maniobrada originalmente de forma motorizada o por adición posterior de una unidad de maniobra.
NTC 6009 Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Seguridad de utilización de puertas motorizadas. Métodos de ensayo. (EN 12445)	Esta norma especifica los métodos de ensayo a aplicar en una puerta motorizada para demostrar su conformidad con los requisitos detallados en la NTC 5999 (EN 12453). Especifica principalmente el método de medición de las fuerzas desarrolladas por una puerta motorizada. Se aplica a cualquier puerta motorizada cubierta en la NTC 5999 (EN 12453).
NTC 6010 Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Instalación y uso. (EN 12635)	Esta norma especifica la información que debe ser suministrada por el fabricante de la puerta y el fabricante de los componentes para asegurar una instalación, maniobra, uso (incluyendo mantenimiento y reparación) seguros de las puertas, portones y barreras que se pretenden instalar en áreas accesibles al público y cuyo principal objetivo es dar acceso seguro a mercancías y vehículos acompañados de personas en locales industriales y comerciales o residenciales. Esta norma también cubre puertas comerciales tales como persianas enrollables o rejas enrollables utilizadas en locales comerciales que están destinadas principalmente para el acceso de personas más que para vehículos o bienes. Esta norma se aplica a puertas de maniobra manual o motorizada, a puertas y componentes previstos para ser instalados por "instaladores no profesionales" y puede también aplicarse a la instalación y uso de componentes de mejora. Esta norma sólo se aplica a puertas y componentes fabricados después de la fecha de su publicación

<p>NTC 5926-3 Revisión técnico-mecánica de sistemas de transporte vertical y puertas eléctricas. Parte 3: Puertas eléctricas (automáticas)..</p>	<p>Objeto de la Norma: Especificaciones para la Seguridad y la Protección de los usuarios de puertas Y portones accionados por mecanismos eléctricos, en el ámbito de uso Industrial, Comercial y Doméstico, con independencia del tipo de puertas y Portones.</p> <p>Referencias Normativas :NTC-ISO/IEC 17020 Criterios generales para el funcionamiento de los diversos tipos de organismos que realizan la inspección</p>
<p>ACUERDO 470 DE 2011</p>	<p>Por el cual se establece como obligatoria la revisión general anual de los sistemas de transporte vertical en edificaciones y puertas eléctricas en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones</p>

Generalmente las puertas automáticas para uso en sitio público se configuran para reaccionar suspendiendo y reversando la dirección del movimiento en caso de detectarse un obstáculo o impedimento del cierre. Este tipo de procedimiento se implementa en las puertas automáticas destinadas a permitir el acceso del público a centros comerciales, hospitales, oficinas, establecimientos públicos generalmente con el objetivo de controlar las condiciones de ingreso de polvo, humedad, pérdida del aire acondicionado, o transmitir disuasivamente el mensaje de área de acceso controlado.

Las principales normas internacionales aplicables al funcionamiento de las puertas automáticas como por ejemplo la norma EN 16005:2012 (Puertas automáticas peatonales Seguridad de uso Requisitos y métodos de ensayo) y la norma nacional que aborda las especificaciones para la seguridad y la protección de los usuarios de puertas y portones NTC 5926-3 (Revisión Técnico–Mecánica de sistemas de Transporte Vertical y Puertas Eléctricas Parte 3 Puertas Eléctricas (Automáticas) establecen que en caso de detectarse un objeto la puerta debe detenerse antes de tocarlo o invertir el movimiento o cambiar a movimiento de baja velocidad (e inclusive consideran que se dote a las puertas de detectores de movimiento para que estas se abran automáticamente ante la proximidad de un peatón).

Es claro que las puertas automáticas destinadas a evitar el ingreso no autorizado y sin el previo pago de la tarifa de los usuarios a las zonas pagas de un sistema de transporte tiene un objetivo de control totalmente diferente al de las puertas peatonales que tienen como finalidad facilitar el flujo peatonal.

De forma análoga a la exclusión explícita que se observa en las normas para el caso de las puertas de ascensores, bancos o aeropuertos, entre otras, se plantea que el proceso de cierre y apertura de las puertas de los sistemas de transporte público masivo debe llevar en consideración la generación de una Norma Técnica Colombiana (NTC) específica para las puertas automáticas destinadas a servir como barrera de control de acceso no autorizado desde el exterior de las estaciones, sin que con ello se desconsideren las medidas aplicables para evitar peligros de aplastamiento, cizallamiento, impacto o atrapamiento durante los ciclos de apertura y cierre.

Durante las Pruebas Piloto de las puertas automáticas se propone al comité de TMSA la realización de las pruebas bajo dos escenarios específicos:

Escenario 1: Escenario con cumplimiento de las normas que establecen que en caso de detectarse un objeto la puerta deba detenerse antes de tocarlo o invertir el movimiento o cambiar a movimiento de baja velocidad.

Escenario 2: Escenario concertado con los fabricantes en base a su experiencia internacional en sistemas de transporte público bajo el cual la puerta intente cerrar progresivamente para evitar el fraude de evasión.

3.2 Tasa de atención buses hora - del sistema de puertas actual en estaciones

A partir de estudio de aforos de buses en las estaciones bajo estudio, de los cuales los resultados en detalle se presentan como parte de los anexos del producto 2 de línea base, se establece para cada estación en cada vagón en cada costado, el número máximo de buses atendidos en la hora.

En las tablas siguientes se presentan estos valores, estableciéndose valores máximos de buses atendidos en la hora para 3 periodos de análisis:

- Periodo 1 Mañana: 04:30 – 10:30
- Periodo 2 medio día: 10:30 – 15:30
- Periodo 3 tarde noche: 15:30 – 23:00

Las mediciones fueron realizadas para dos días típicos de semana. Los resultados presentados corresponden al promedio de los valores encontrados en los dos días. La Tabla 27 presenta los valores de buses hora máximos observados en cada caso, identificando como el caso mayor el presentado en estación Santa Lucia Vagón 2 costado occidente con un promedio de 79 buses hora prestando servicio.

Tabla 27. Máximo de Buses hora en estación por vagón por costado por periodo

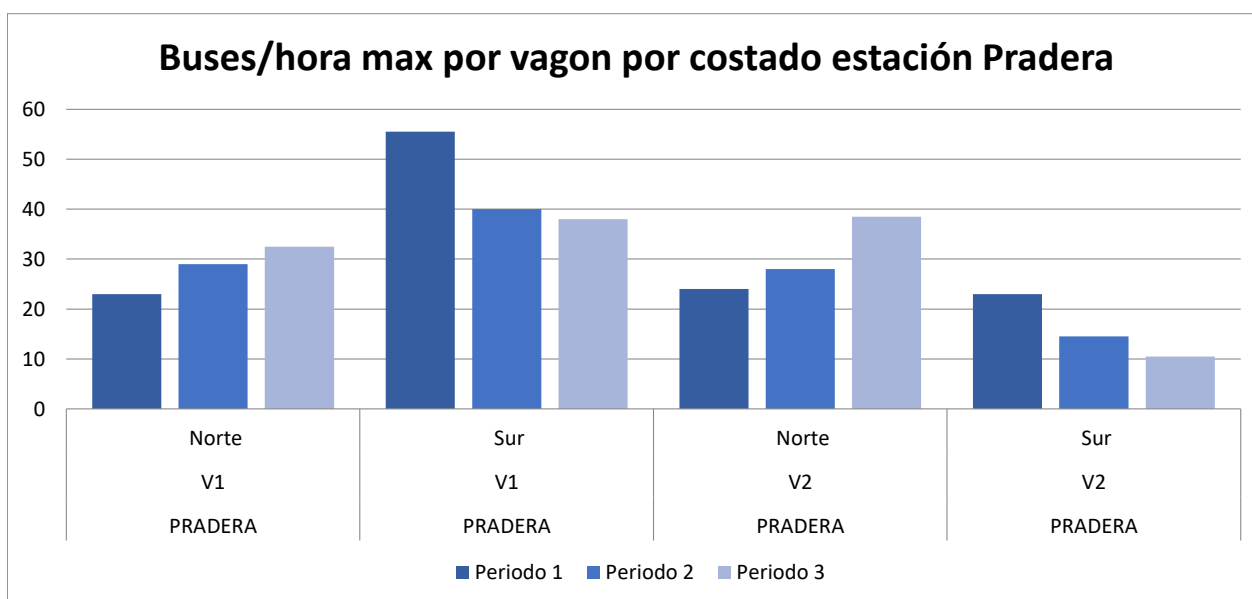
Estación	Vagón	Costado	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
PRADERA	V1	Norte	23	29	33
PRADERA	V1	Sur	56	40	38
PRADERA	V2	Norte	24	28	39
PRADERA	V2	Sur	23	15	11
SANTA LUCIA	V1	Occidente	43	30	31
SANTA LUCIA	V1	Oriente	51	18	21
SANTA LUCIA	V2	Occidente	61	47	79
SANTA LUCIA	V2	Oriente	69	40	51
UNIVERSIDADES	V1	Occidente	24	17	12
UNIVERSIDADES	V1	Oriente	10	12	30
UNIVERSIDADES	V2	Occidente	29	33	33

Estación	Vagón	Costado	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
UNIVERSIDADES	V2	Oriente	28	31	30
VIRREY	V1	Occidente	40	34	48
VIRREY	V1	Oriente	54	21	25
VIRREY	V2	Occidente	30	32	40
VIRREY	V2	Oriente	57	56	54
VIRREY	V3	Occidente	29	23	36
VIRREY	V3	Oriente	32	17	21

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

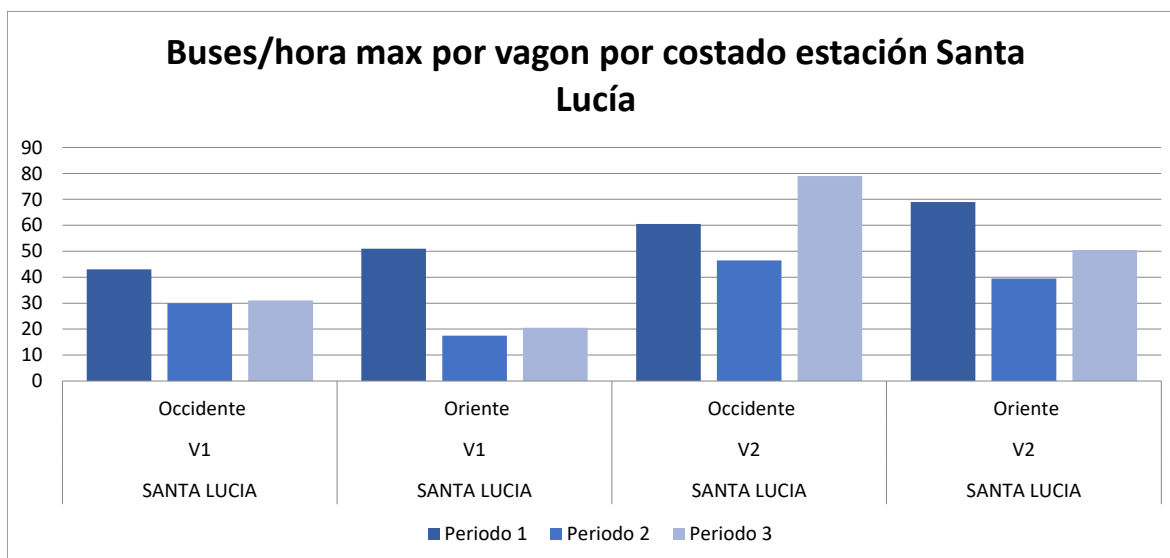
Las figuras siguientes presentan estos valores para cada estación:

Figura 88. Máximos de Buses hora en estación Pradera



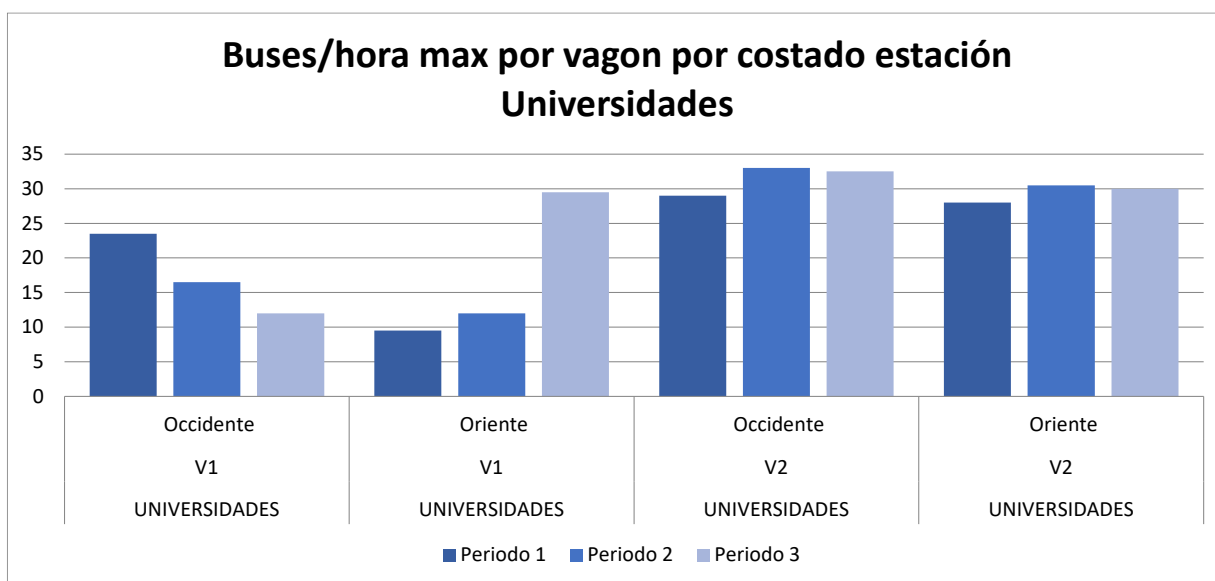
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 89. Máximos de Buses hora en estación Santa Lucía



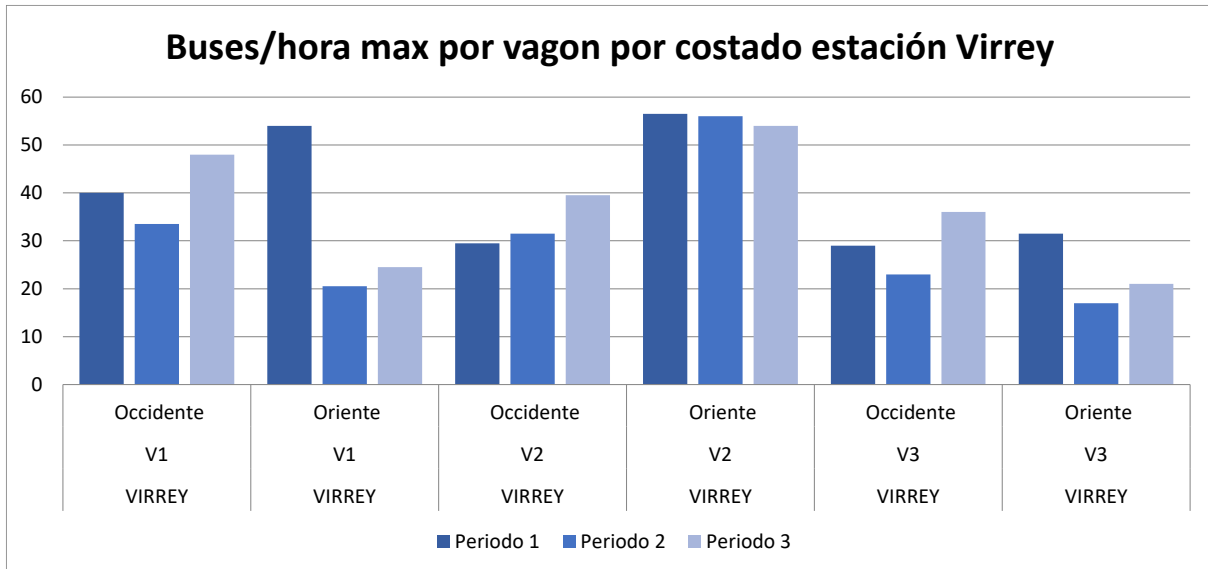
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 90. Máximos de Buses hora en estación Universidades



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 91. Máximos de Buses hora en estación Virrey



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

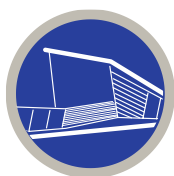
3.3 Requisitos mínimos para la operación de sistema de puertas y su interacción bus-estación.

Con el fin de analizar los requisitos mínimos para la operación del sistema de puertas y su interacción bus-estación, se solicitó por medio de TRANSMILENIO SA, la entrega de información por parte de la empresa que realiza el mantenimiento integral de las puertas en estaciones y del sistema de interacción bus - estación:

- Información del fabricante, modelo y características técnicas de los equipos actualmente instalados en estaciones y buses para la apertura sincronizada de puertas.
- Información de los esquemas actuales de operación y conexión.
- Información de la distribución de radiofrecuencias utilizadas (canales).
- Diagramas de instalación y conexión en estaciones.
- Diagramas de instalación y conexión en buses.

Con la información disponible y suministrada a la fecha por parte de TRANSMILENIO a la fecha de elaboración de este informe, se realizara el análisis el cual se basará principalmente en la información secundaria recolectada por el consultor y en la información recolectada durante las reuniones y visitas en campo realizadas en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO SA.

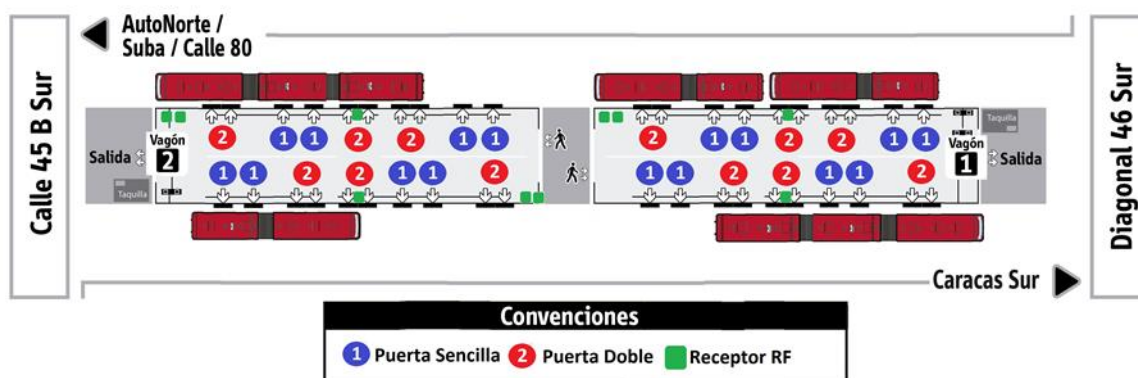
3.3.1 Distribución de puertas en estaciones piloto



Estación Santa Lucia

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de la distribución y tipología en campo de las puertas: (Ver detalle en Anexo 2 de este documento)

Figura 92. Ubicación puertas estación Santa Lucia



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

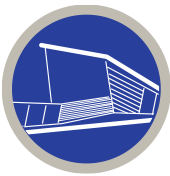
Tabla 28. Distribución de puertas en Estación Santa Lucia

Ubicación		Sentido Norte	Sentido Sur
1	Vagón Uno	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		Doble	Doble
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencillas 3 Dobles	4 Sencillas 3 Dobles

2	Vagón Dos	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		Doble	Doble
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencillas 3 Dobles	4 Sencillas 3 Dobles

Total		8 Sencillas 6 Dobles	8 Sencillas 6 Dobles
-------	--	----------------------	----------------------

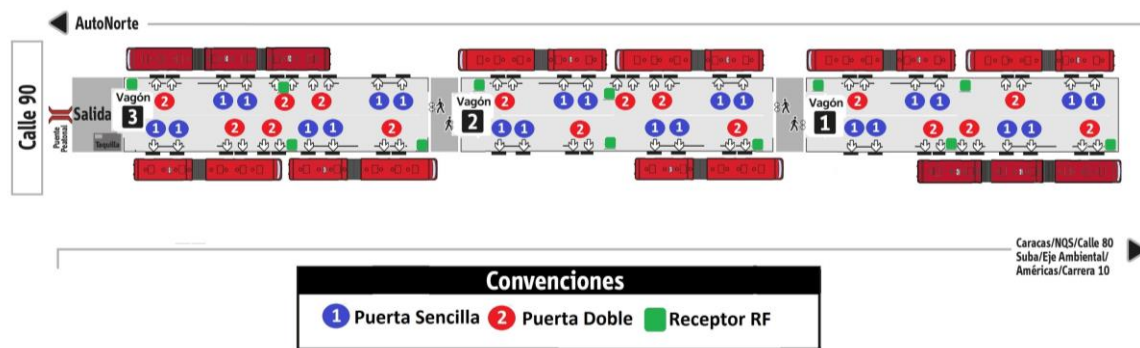
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia



Estación Virrey

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las puertas: (Ver detalle en Anexo 2 de este documento)

Figura 93. Distribución de puertas en Estación Virrey

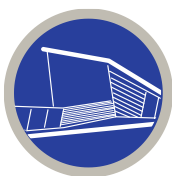


Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

Tabla 29. Distribución de puertas en Estación Virrey

Ubicación		Sentido Norte	Sentido Sur
1	Vagón Uno	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		Doble	N/A
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencillas 3 Dobles	4 Sencillas 2 Dobles
2	Vagón Dos	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		N/A	Doble
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencillas 2 Dobles	4 Sencillas 3 Dobles
3	Vagón Tres	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		Doble	Doble
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencillas 3 Dobles	4 Sencillas 3 Dobles
Total		12 Sencillas 8 Dobles	12 Sencillas 8 Dobles

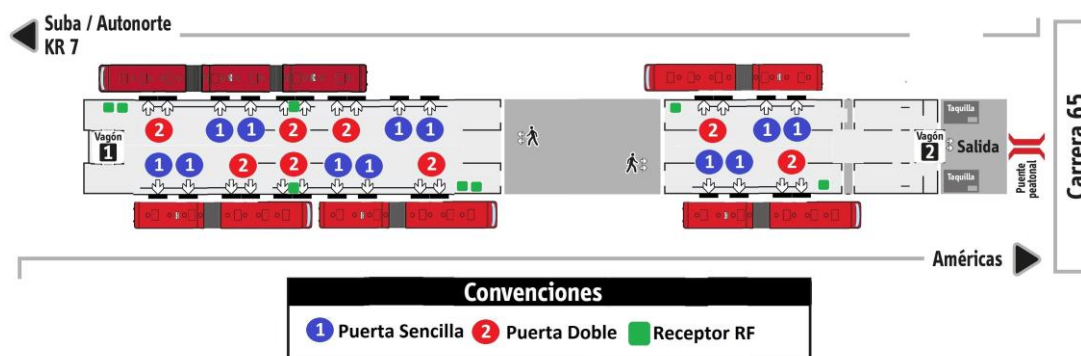
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia



Estación Pradera

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las puertas: (Ver detalle en Anexo 2 de este documento)

Figura 94. Distribución de puertas en Estación Pradera



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

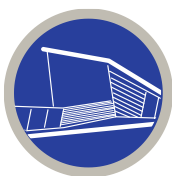
Tabla 30. Distribución de puertas en Estación Pradera

Ubicación		Sentido Norte	Sentido Sur
1	Vagón Uno	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		Doble	Doble
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencilla 3 Dobles	4 Sencilla 3 Dobles

2	Vagón Dos	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		2 Sencilla 1 Dobles	2 Sencilla 1 Dobles

Total		6 Sencilla 4 Dobles	6 Sencilla 4 Dobles
-------	--	---------------------	---------------------

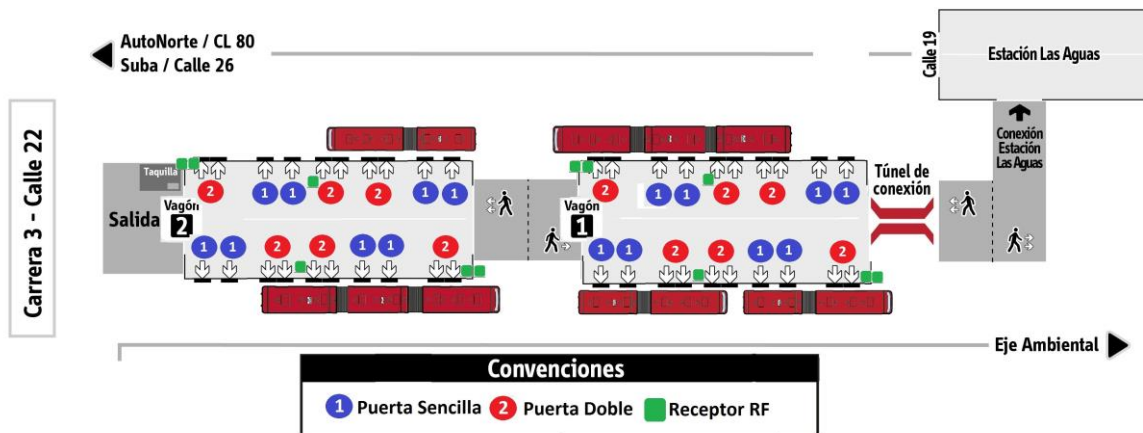
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia



Estación Universidades

Basados en las visitas en campo se desarrolló el plano general de distribución en campo de las puertas: (Ver detalle en Anexo 2 de este documento)

Figura 95. Distribución de puertas en Estación Universidades



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia a partir de Imagen www.sitp.com.

Tabla 31. Distribución de puertas en Estación Universidades

Ubicación		Sentido Norte	Sentido Sur
1	Vagón Uno	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		Doble	Doble
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencilla 3 Dobles	4 Sencilla 3 Dobles
2	Vagón Dos	Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
		Doble	Doble
		Doble	Sencilla
		Sencilla	Sencilla
		Sencilla	Doble
Sub-total		4 Sencilla 3 Dobles	4 Sencilla 3 Dobles
Total		8 Sencilla 6 Dobles	8 Sencilla 6 Dobles

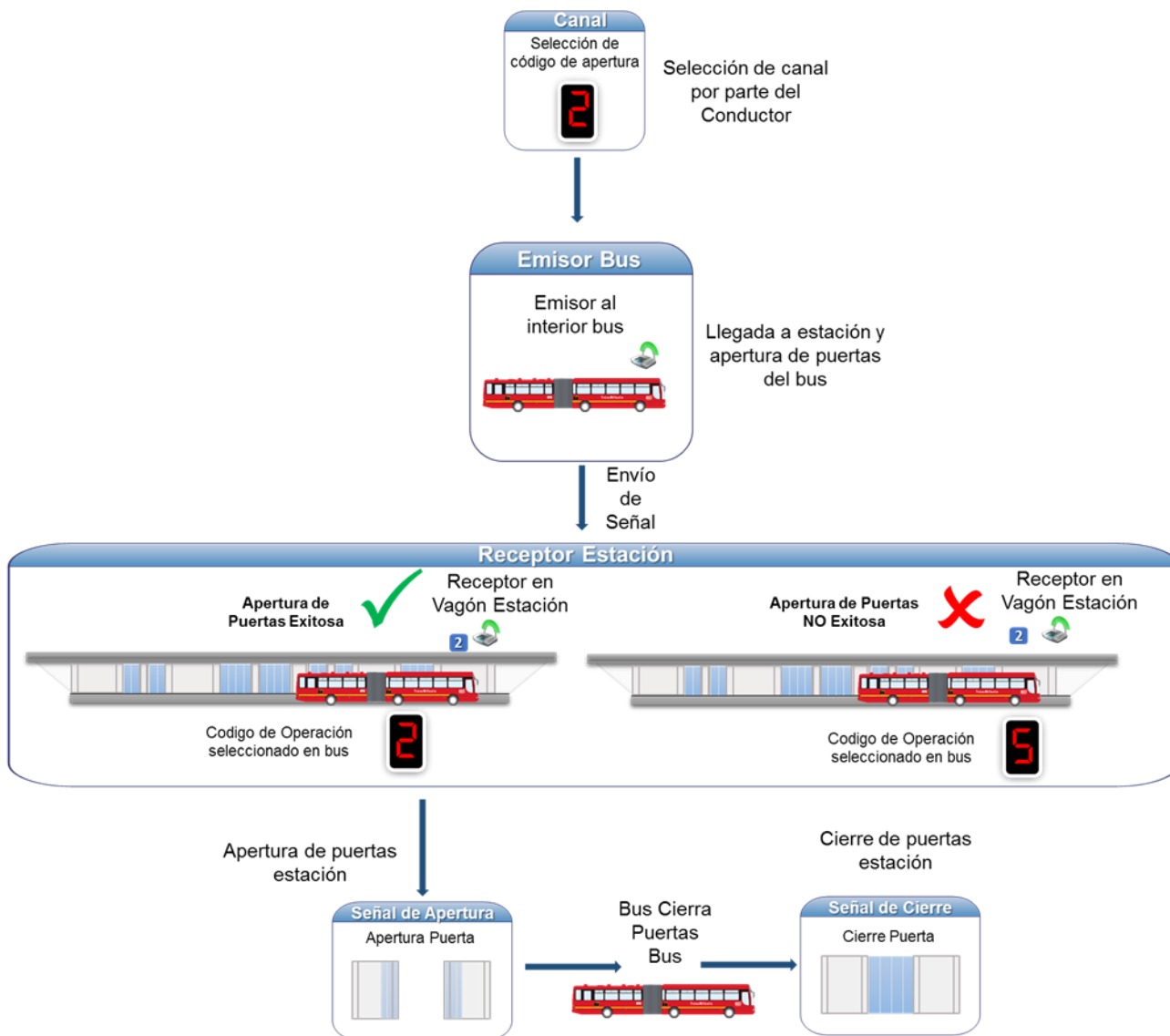
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

3.3.2 Descripción método de interacción bus-estación.

Se describe a continuación el método de interacción bus estación basado en información secundaria y visitas a campo.

Básicamente el mecanismo de comunicación para la apertura automática de puertas al momento de detenerse un articulado, biarticulado o padrón dual en una estación se puede describir en los siguientes pasos:

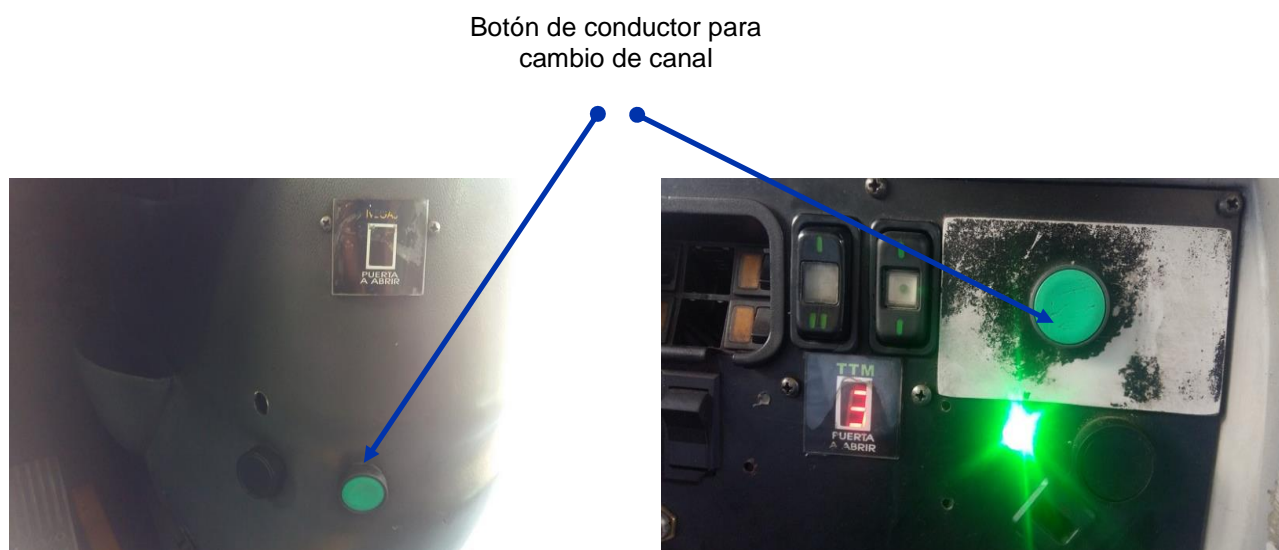
Figura 96. Esquema macro interacción bus-estación.



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- a) El conductor al iniciar el recorrido define el “canal⁹” de apertura automática de puertas. Para realizar el cambio de canal se utiliza un botón independiente generalmente de color verde, en un display se visualiza el canal seleccionado. (para buses duales se mantiene fijo).

Figura 97. Indicadores y botón de cambio de canal (botón verde)



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 98. Indicador de canal de apertura de puertas

Display de información al conductor de canal seleccionado



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

⁹ Canal hace referencia al término utilizado por el conductor para identificar el canal de comunicaciones a utilizar durante el recorrido para la apertura automática de las puertas, este se identifica por un código numérico.

- b) Las estaciones en la parte externa poseen un identificador tipo bandera que permite al conductor durante el recorrido del servicio verificar al momento de realizar el acercamiento si el código seleccionado es correcto.

Figura 99. Indicador externo de canal

Información Visual de
canal
(canal 3 solo para
articulados)



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- c) Al momento de ubicarse el articulado, biarticulado o padrón dual en la plataforma de embarque de la estación el conductor acciona el switch de apertura de puertas.

Figura 100. Sistemas de apertura de puertas bus

Switch de apertura y
cierre de puertas



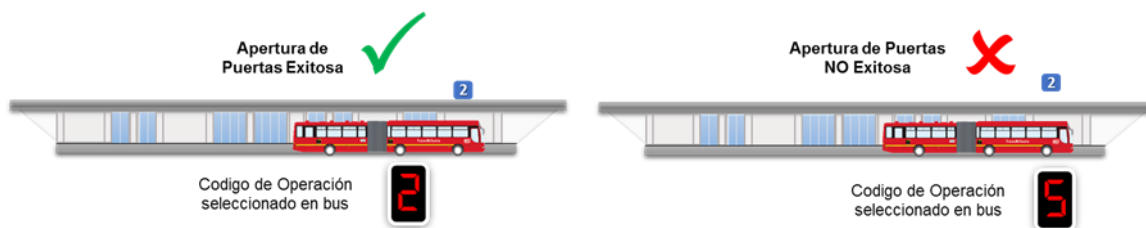
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- d) Cuando las puertas del bus abren, inmediatamente activan los sensores de apertura de puertas ubicados en cada una de las puertas de bus, al recibir la señal de puerta abierta se activa el transmisor del bus, el cual envía la frecuencia seleccionada al receptor de la estación.

En caso de encontrarse dañado el sensor de apertura de puertas el transmisor del bus no enviara la señal respectiva para la apertura de las puertas de la estación.

- e) El receptor ubicado en la estación recibe la señal del bus y envía la orden de apertura al circuito controlador de puertas ubicado en la puerta principal¹⁰ de la estación y se encarga de comandar las puertas que deben ser abiertas según el código recibido

Figura 101. Proceso de apertura de puertas canal bus Vs canal estación



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 102. Circuito Controlador de puertas



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Cuando las puertas del bus son cerradas por el conductor, el sensor de puertas cambia de estado a cerrado y se finaliza la transferencia de la señal al receptor de la estación.

¹⁰ La puerta principal hace referencia a la primera puerta de apertura con referencia a la primera puerta del bus.
www.transconsult.com.mx

El receptor ubicado en la estación al no recibir más señal del bus envía la orden de cierre al circuito controlador de puertas ubicado en la puerta principal de la estación.

El sistema de apertura de puertas que comanda las puertas procede a cerrar todas las puertas.

3.3.2.1 Información visual del canal en vagones.

La información al conductor del canal que permite la apertura de las puertas de determinado vagón y que debe corresponder al seleccionado al interior del articulado o biarticulado está indicado en la parte exterior de cada vagón (en algunos vagones no es visible o no se encuentra).

Dependiendo del sentido y la tipología del bus se clasifica de la siguiente manera, se toma como ejemplo un vagón¹¹ con capacidad de ubicación de articulado y biarticulado:

Tabla 32. Indicador externo de canal por vagón

Ubicación		Tipología Bus	Sentido A	Sentido B
1	Vagón parada uno	Articulado	1	4
		Biarticulado	-	6
2	Vagón parada dos	Articulado	2	3
		Biarticulado	5	-

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 103. Indicador externo en vagón

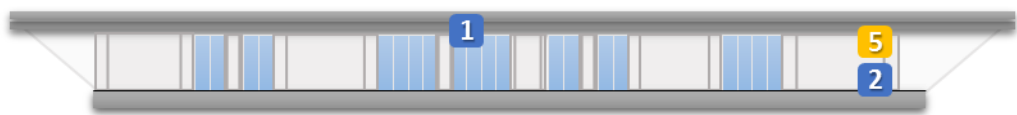


Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

¹¹ Estos vagones también pueden ser utilizados por tipología de bus padrón dual.

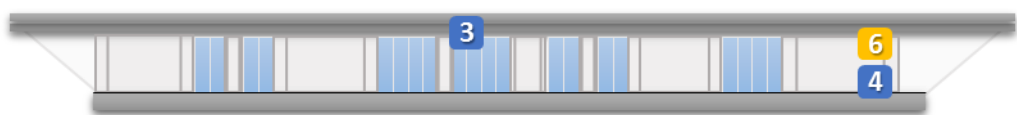
Para mejor entendimiento se ilustra a continuación la ubicación de las señales de ayuda visual al conductor de un vagón con capacidad de ubicación de articulado y biarticulado.

Figura 104. Indicadores en vagón sentido A



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 105. Indicadores en vagón sentido B



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

3.3.2.2 Tipologías de buses que intervienen en el piloto.

Las tipologías de buses que realizan parada en las estaciones Santa Lucia, Universidades, Pradera y Virrey, estaciones que hacen parte de la ejecución de la prueba piloto son los articulados y biarticulados.

Para efectos prácticos se realizara el análisis de todas las topologías que hacen parada en la estructura troncal del sistema Transmilenio que son el bus padrón dual, articulado y biarticulado.

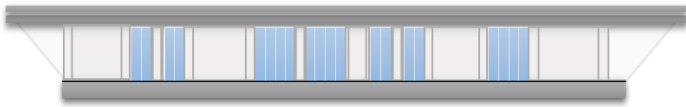

Tabla 33. Tipología de buses que hacen uso de la estructura troncal.

Tipología	Descripción
Padrón Dual	
Articulado	
Biarticulado	

3.3.2.3 Tipologías de estaciones que intervienen en el piloto.

Se realiza a continuación un resumen general con las diferentes tipologías de puertas que se encuentran en las estaciones que hacen parte de la prueba piloto y la cantidad de puertas asociadas a cada estación.

Tabla 34. Resumen general de puertas a considerar en el piloto.

Tipo A – Permite Padrón Dual, Articulado y Biarticulado					
					
Tipo B – Permite Padrón Dual y Articulado					
					
Estación	# Puertas Sencillas	# Puertas Dobles	Tipo	Total Vagón	Total Estación
Santa Lucia Vagón Uno	8	6	A	14	28
Santa Lucia Vagón Dos	8	6	A	14	
Virrey Vagón Uno	8	5	A	13	40
Virrey Vagón Dos	8	5	A	13	
Virrey Vagón Tres	8	6	A	14	
Universidades Vagón Uno	8	6	A	14	28
Universidades Vagón Dos	8	6	A	14	
Pradera Vagón Uno	8	6	A	14	20
Pradera Vagón Dos	4	2	B	6	

Tipo A – Permite Padrón Dual, Articulado y Biarticulado	
Total Puertas Estaciones	116

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia, Imágenes <http://www.transmilenio.gov.co>

3.3.2.4 Posibles interacciones por tipología de bus con estación.

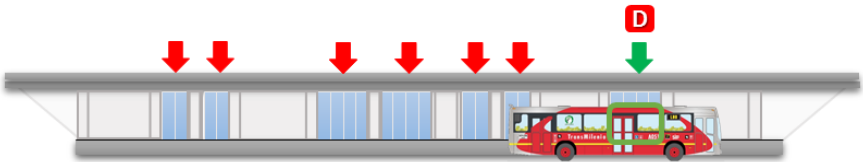
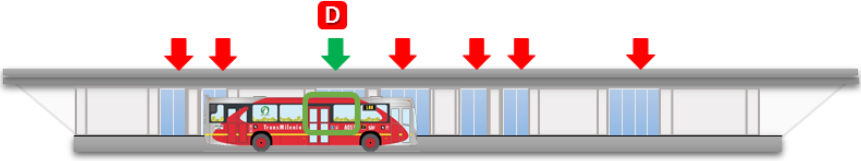
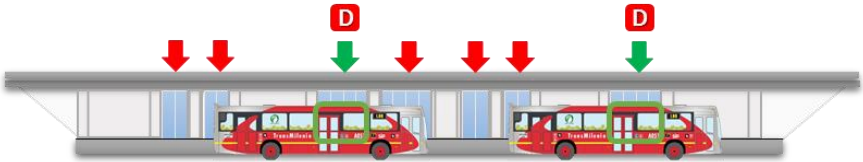
Para identificar las interacciones puerta bus se realiza el análisis de las posibles combinaciones entre cada tipología de bus y las puertas de estaciones. Se plantea la utilización del 100% de la infraestructura (vagón) disponible, de esta forma contemplar un escenario del uso de todos los vagones previendo que las alternativas propuestas cumplan con las necesidades actuales y futuras del sistema.

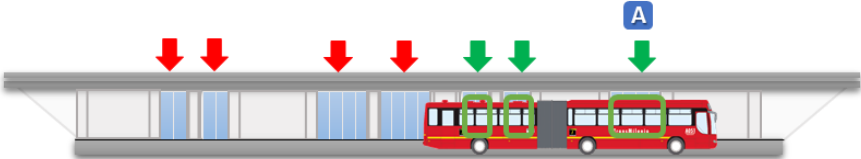
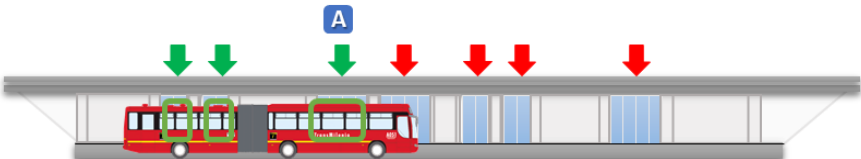
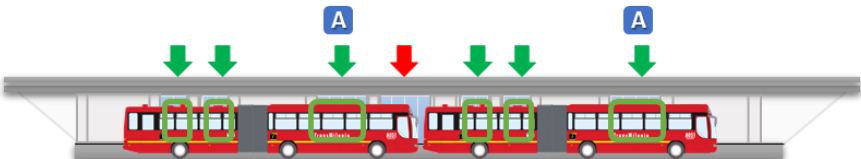
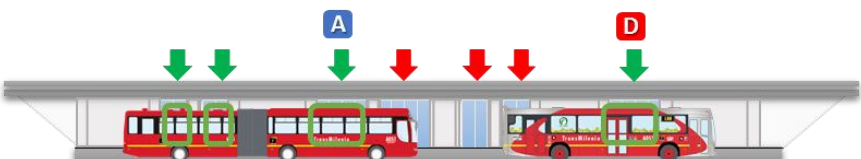
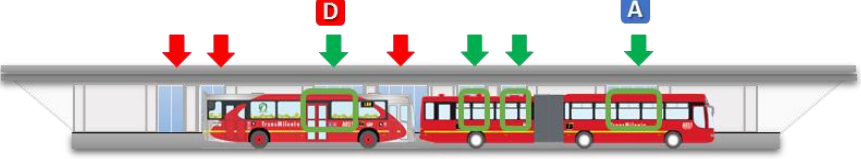
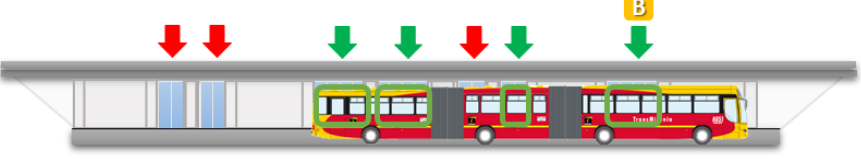
Para el desarrollo de este análisis se utilizará como base la tipología más común en las estaciones Santa Lucía, Universidades, Pradera y Virrey conformada por una estructura de siete (7) puertas en cada costado del vagón, tres (3) dobles y cuatro (4) sencillas.

Se identifica con una flecha de color verde (↓) si la topología del bus debe interactuar con esa puerta.

Se identifica con una flecha de color rojo (↓) si la topología del bus NO debe interactuar con esa puerta.

Tabla 35. Diferentes combinaciones interacción bus-estación.

Tipología	Descripción
Un Dual posición uno	
Un Dual posición dos	
Dos DUALES	

Tipología	Descripción
Un Articulado posición uno	
Un Articulado posición dos	
Dos Articulado	
Un Dual Un Articulado	
Un Articulado Un Dual	
Biarticulado	

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia, Imágenes <http://www.transmilenio.gov.co>

El máximo de combinaciones generadas para la utilización de todos los vagones y las diferentes tipologías de bus, genera nueve formas diferentes en que se deben abrir las puertas dependiendo de la ubicación y tipo de bus.

3.3.2.5 Receptor en estaciones

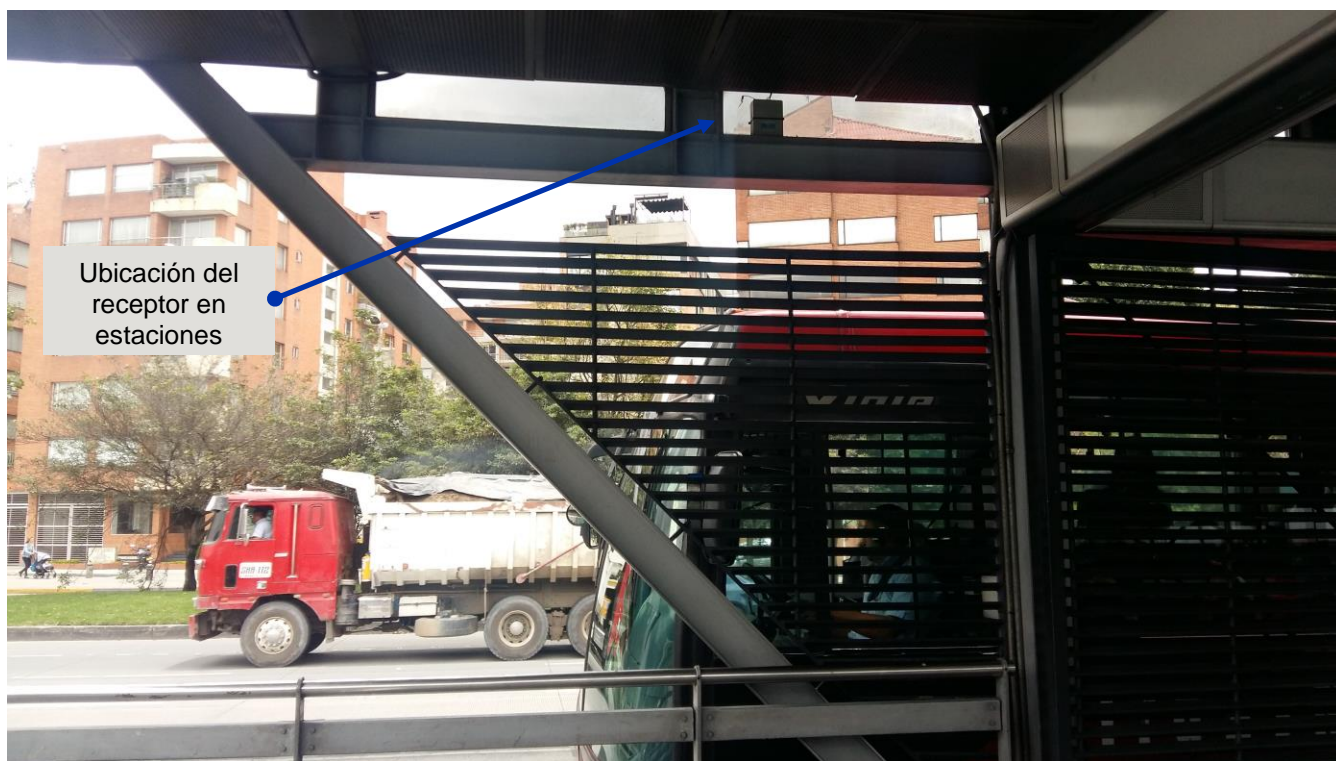
En las visitas a campo se observa que el receptor está ubicado en el interior de las estaciones, aproximadamente¹² de forma paralela al punto donde estaciona el frente del bus (Padrón dual, Articulado o Biarticulado).

Figura 106. Receptor en estaciones



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

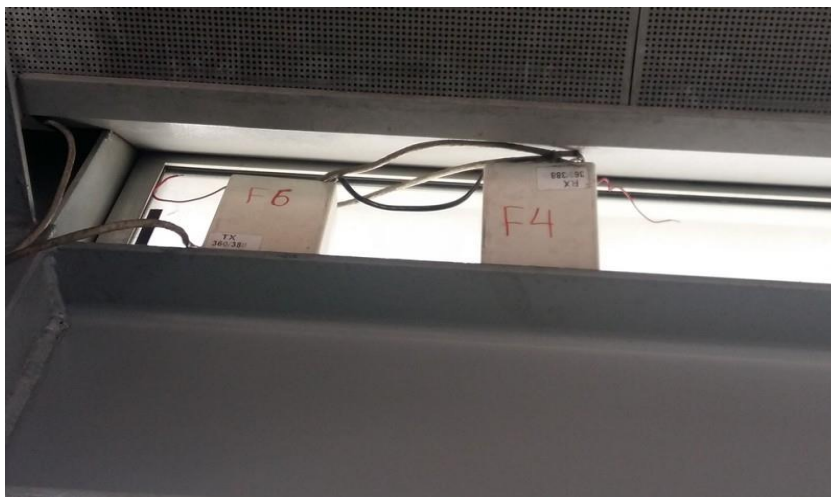
Figura 107. Ubicación aproximada del receptor en estaciones



¹² La ubicación del receptor no es homogénea, no existe una ubicación o posición claramente definida.

dos (2) y cuatro (4) y otro utilizado exclusivamente para biarticulados en los canales cinco (5) y seis (6).

Figura 108. Múltiples receptores en estaciones



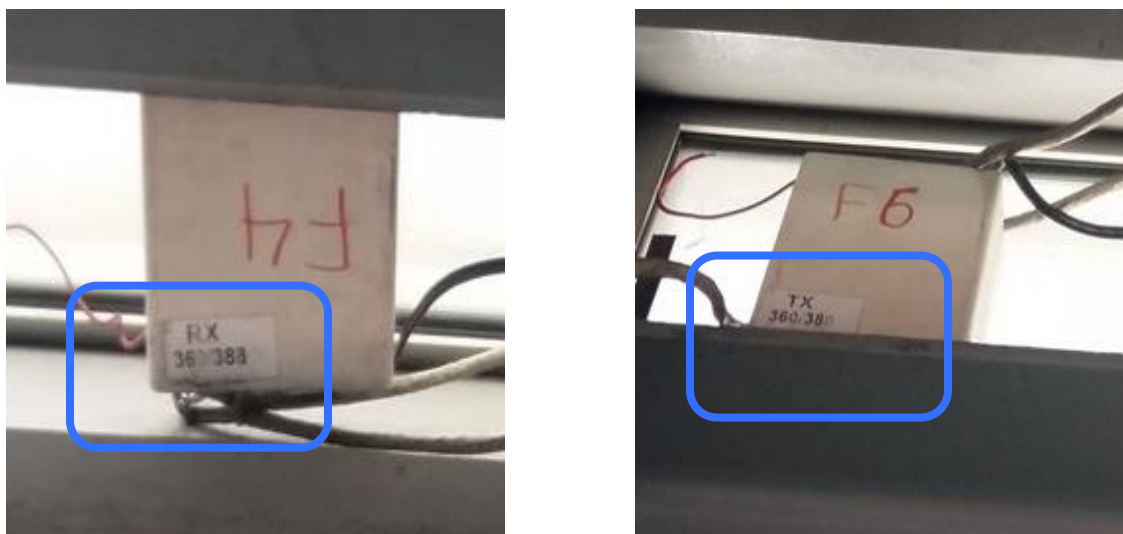
Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

3.3.2.6 Descripción de frecuencias para apertura de puertas

Se identificaron en las visitas a campo en las estaciones piloto la existencia de varios receptores etiquetados con los textos: RX/TX 360/388 y RX/TX 290/270, se asume la posibilidad que estos datos sean las frecuencias de recepción para la apertura de puertas.

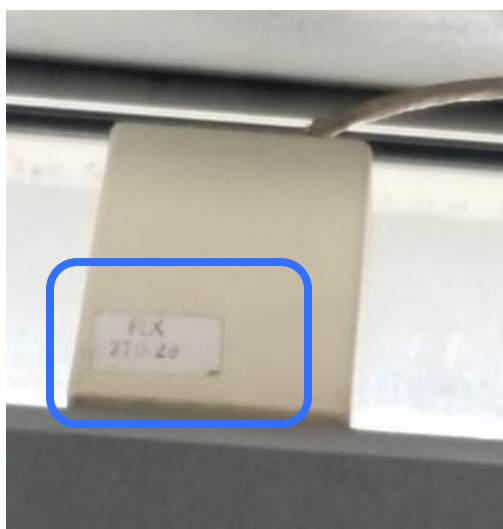
Se amplían las visitas de campo a todas las estaciones del sistema para poder determinar si esta interpretación del consultor es correcta.

Figura 109. Receptores en estación etiquetados TX/RX 360/388



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 110. Receptores en estación etiquetados RX 270/290



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Del resultado de las visitas a campo de todas las estaciones del sistema y analizar la información recolectada el consultor puede concluir lo siguiente:

- a) En las estaciones se evidencia un solo receptor en las paradas donde solo pueden desembarcar los buses articulados.

La apertura de puertas esta sincronizada para apertura de tres (3) puertas.

- b) En las estaciones se evidencian dos receptores en las paradas donde pueden desembarcar los buses articulados y biarticulados.

La apertura de puertas esta sincronizada para apertura de tres (3) puertas para articulados y para apertura de cuatro (4) puertas para biarticulados.

- c) En pocas estaciones se evidencia un solo receptor en las paradas donde pueden desembarcar los buses articulados y biarticulados.

La apertura de puertas esta sincronizada para apertura de tres (3) puertas para articulados y para apertura de cuatro (4) puertas para biarticulados.

Estos receptores deben manejar canales diferentes para poder articular la apertura de puertas dependiendo de la tipología del bus.

- d) En estaciones con parada de bus padrón dual se evidencia la existencia de un receptor de diferentes características al instalado en paradas donde pueden desembarcar los buses articulados y biarticulados.

Tabla 36. Resumen de frecuencias de comunicación en estaciones.

Tipología de bus	Identificador de parada	Frecuencia
Articulado	1	290
Articulado	2	270
Articulado	3	360
Articulado	4	388
Biarticulado	5	270
Biarticulado	6	388

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Esta información debe ser validada con la información¹³ de referencia para la operación del sistema de puertas y su interacción bus-estación, solicitada por medio de

¹³ La información a la fecha de elaboración de este informe no ha sido suministrada por parte del fabricante e instalador de las puertas actuales.

TRANSMILENIO SA a la empresa que realiza el mantenimiento integral de las puertas en estaciones y del sistema de interacción bus – estación actual :

- Información del fabricante, modelo y características técnicas de los equipos actualmente instalados en estaciones y buses para la apertura sincronizada de puertas.
- Información de los esquemas actuales de operación y conexión.
- Información de la distribución de radiofrecuencias utilizadas (canales).
- Diagramas de instalación y conexión en estaciones.
- Diagramas de instalación y conexión en buses.

La información propietaria proveniente de los proveedores de los sistemas actuales debe ser claramente suministrada por los mismos para poder adelantar con seguridad las pruebas piloto de las puertas en las Estaciones UNIVERSIDADES y SANTA LUCIA,.

Sin la entrega de esta información los participantes de la prueba piloto tendrían que incurrir en procesos de ingeniería de reversa sujetos a los riesgos legales que esto significa tanto para los Contratistas como para TMSA/FDN en su calidad de contratante.

Además sin la entrega oficial de dicha información la previsión de tiempos y costos de integración es indeterminable.

Sin embargo se informa que ante la dificultad para obtener esta información de la fuente, el Consultor está adelantando las siguientes estrategias complementarias:

- 1) Se realizaron dos nuevas reuniones de orden técnico con una de las empresas que suministran a TMSA actualmente una versión alternativa de los sistemas de apertura de puertas para poder recurrir al suministro de los componentes que sean necesarios con anterioridad a la realización de la Prueba Piloto.
- 2) Se están analizando opciones contingentes de detección automática de la tipología y posición de los buses en las Estaciones objeto de la Prueba Piloto para no depender durante la operación en UNIVERSIDADES y SANTA LUCIA del sistema actual.

Se aclara por otro lado que la Prueba Piloto de nuevas tecnologías, se realizará primero en ambiente de laboratorio y después en ambiente controlado fuera de operación, motivo por el cual NO se dependerá para las pruebas de la tecnología actual.

Para mayor entendimiento se enfatiza que las pruebas de las puertas automáticas en ambiente de producción son diferentes a las pruebas de nuevas tecnologías de sincronización de apertura Puerta-Bus

3.4 Puntos críticos relacionados con la seguridad vial de los usuarios del sistema

Con base en los registros de eventos no deseados de Transmilenio, a continuación se hace un resumen de los puntos críticos encontrados en el sistema desde el punto de seguridad vial. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la clasificación que se maneja para percance, incidente y accidente.

Tabla 37 Clasificación realizada por Transmilenio para eventos no deseados

CATEGORIA DEL EVENTO	LESIONADOS		DAÑOS MATERIALES	RANGO	INMOVILIZA VEHÍCULO		APLICA PARA:
	SI	NO			SI	NO	
PERCANCE		X	Menores	Daño Material < 1 S.M.M.L.V.		X	Roces menores, daño de espejos, golpes menores con infraestructura.
INCIDENTE	X	X	Intermedios	Daño Material > 1 S.M.M.L.V. pero < 2 S.M.M.L.V.	X	X	Solo daños materiales intermedios y/o lesionados que solo requieren atención de primeros auxilios – ambulatoria, no hay traslado a centro asistencial.
ACCIDENTE	X	X	Mayores	Daño Material > 2 S.M.M.L.V.	X	X	Daños de consideración y/o lesionados con traslado a centro asistencial, traumas incapacitantes y/o víctimas fatales.

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia con base en información de Transmilenio

Para el caso de accidentes e incidentes se registraron 660 casos reportados en el periodo de enero de 2016 a marzo de 2017. A continuación en la Tabla 38 se presentan las estaciones y portales de mayor registro, se destacan las estaciones de Avenida Jiménez de la troncal Caracas y la estación Patio Bonito de la troncal Américas como las de mayor registro, así como el Portal 80.

Tabla 38. Estaciones y portales de mayores accidentes e incidentes reportados 2016-2017

Estación	Accidentes	Incidentes	Total
Avenida Jiménez	4	19	23
Portal 80	1	15	16
Patio Bonito	3	12	15
Ricaurte	1	13	14
Biblioteca Tintal	2	12	14
San Mateo	1	12	13
Marly	2	11	13
Venecia	2	11	13
Calle 19	1	11	12

Estación	Accidentes	Incidentes	Total
Santa Lucia	1	11	12
Calle 45	1	9	10
Tercer Milenio	1	9	10
Calle 63	6	3	9
Quiroga	4	5	9
Calle 22	2	7	9
Profamilia	-	8	8
Portal Suba	-	8	8
Calle 76	2	6	8

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia con base en información de Transmilenio

Dentro de la clasificación de tipo de evento y del total de 660 eventos, el atropello a peatón presenta el mayor número de casos con 188, seguido de la caída dentro del móvil con 162, aprisionamiento con 90 y choque leve entre troncales con 70 casos. A continuación se presenta la clasificación por tipo de evento.

Tabla 39 Clasificación por tipo de evento

Tipo de evento	Accidentes	Incidentes	Total
Atropello a peatón	65	123	188
Choque leve entre troncales	18	52	70
Evento con ciclista	6	34	40
Evento con motociclista	6	48	54
Caída dentro del móvil	4	158	162
Evento con particular	3	19	22
Evento con ambulancia	1	3	4
Aprisionamiento	1	89	90
Evento con alimentador	-	1	1
Evento con bus dual	-	6	6
Evento asociado a la infraestructura	-	1	1
Evento con carro de policía	-	3	3
Evento con taxi	-	12	12
Evento con troncal	-	5	5
Evento con bus urbano	-	1	1
Evento con bus zonal	-	1	1

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia con base en información de Transmilenio

A nivel de tramos e intersecciones viales en las troncales del sistema, se suministró la base de datos de la Secretaría Distrital de Movilidad para los años 2015, 2016 y 2017 con corte a mayo de 2017. En la siguiente tabla se registran los lugares con mayores siniestros graves

que incluyen eventos fatales y con heridos, siendo la Avenida Caracas por Calles 6, 22, 49, 60, 40 Sur y 51 Sur, la Avenida de Las Américas por Carreras 50, 53A y 68 y la Avenida Ciudad de Cali por Calle 26 los tramos e intersecciones de mayor siniestralidad.

Tabla 40 Siniestros graves en intersecciones viales del sistema troncal

Dirección	2015	2016	2017	Total
Avenida Caracas por Calle 6	11	12	1	24
Avenida Caracas por Calle 60	5	14	4	23
Avenida de las Américas por Carrera 68	5	12	3	20
Avenida Ciudad de Cali por Calle 26	-	14	5	19
Avenida de las Américas por Carrera 50	8	6	3	17
Avenida Caracas por Calle 22	5	9	3	17
Avenida Caracas por Calle 40 Sur	6	8	1	15
Avenida Caracas por Calle 49	8	5	2	15
Avenida de las Américas por Carrera 53A	5	6	3	14
Avenida NQS por Avenida Primero de Mayo	4	7	2	13
Avenida NQS por Calle 3	6	5	2	13
Carrera 10 por Calle 27 Sur	5	5	3	13
Avenida Caracas por Calle 51 Sur	4	7	2	13

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia con base en información de la SDM

4.1 Diagnóstico técnico integral del sistema de puertas

Con el fin de realizar un diagnóstico técnico integral, se solicitó por medio de TRANSMILENIO SA, la entrega de información por parte de la empresa que realiza el mantenimiento integral de las puertas en estaciones y del sistema de interacción bus - estación:

- Información del fabricante, modelo, tipología, características técnicas y manuales de instalación de las Puertas actualmente instaladas en estaciones.
- Información de la programación de servicios de las rutas troncales.
- Información del taller de mantenimiento e inventario de fallas de equipos.

La información a la fecha de elaboración de este informe no ha sido suministrada por parte de la empresa que realiza el mantenimiento integral de las puertas en estaciones y del sistema de interacción bus - estación, el análisis de información se basará por tanto en la información secundaria recolectada por el consultor y en la información recolectada durante las reuniones y visitas en campo realizadas en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO SA..

En visita a la estación Virrey con acompañamiento del personal de TRANSMILENIO S.A y personal de mantenimiento de las puertas de estaciones los cuales notificaron que no estaban autorizados para entregar ninguna especificación lo cual limitó la visita a un reconocimiento visual de la infraestructura y operación del sistema de puertas y su interacción bus-estación.

Figura 111. Visita a estación Virrey



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Las puertas presentan las siguientes características visuales:

- a) Tiene dos baterías de apoyo por puerta, estas tienen una capacidad de media hora de soporte en caso de ausencia de electricidad en la estación.
- b) Convertidor de voltaje para motor de 24 voltios, tiene una alimentación de 220 voltios.

Figura 112. Vista baterías y convertidor de voltaje



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- c) Reductor para aumento de torque y control de apertura.

Figura 113. Vista control de apertura



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- d) Circuito controlador de puertas a través de receptor

Figura 114. Vista control de apertura



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- e) Receptor de señal del bus para apertura de puertas. No se encuentra estandarizada la ubicación del receptor, lo que puede generar problemas de comunicación

Figura 115. Vista interna del receptor



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- f) Movimiento de puertas a través de correas de caucho, dentadas; lo que genera debilidad en cierre y apertura de puertas

Figura 116. Vista correas



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- g) Motor sincrónico a 24 voltios, sin marca aparente, alimentado por tarjeta controladora a 24 voltios.

Figura 117. Vista motor sincrónico



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- h) Sistema de movimiento de puertas a través de rodillo y riel colgante en acero, soporta el peso de las puertas

Figura 118. Vista sistema de movimiento



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- i) El soporte de las puertas colgantes sin refuerzo actuales, es por riel superior de dos hileras, superior e inferior, las puertas son colgantes, no se encuentra homogeneidad en los soportes o guías inferiores, en una misma estación se encuentra hojas sin guía y otras con un elemento en U que impide el movimiento lateral de la hoja.

Figura 119. Vista puertas inicialmente instaladas



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- j) Las puertas con refuerzo presentan las mismas características que las puertas sencillas, Motor sincrónico a 24 voltios, baterías, tarjeta controladora, movimiento de puertas a través de rodillo y riel colgante en acero. Posee dos características que permiten identificarlas i) El marco reforzado en los cuatro lados y ii) sistema de cerramiento por solenoide.
- k) El sistema de puertas es autónomo, no posee un sistema de comunicaciones que permita su gestión desde un punto central o taller de mantenimiento, el proceso de verificación del estado individual de las puertas se realiza de forma visual.
- l) Actualmente el uso de los mecanismo de apertura de emergencia de las puertas está siendo mal utilizado por los usuarios del sistema, este fenómeno es generado por:
- No apertura de puertas al momento de estacionar un bus en el vagón.
 - No apertura correcta de las puertas de la estación con respecto a la topología del bus.
 - Apertura de puertas para permitir el ingreso de usuarios sin pago.
- m) La nueva topología planteada para las puertas automáticas a ser sometidas a la Prueba Piloto debe contar con las siguientes funcionalidades o características:
- Puerta con marco integral: Mejorar la resistencia y estructura de la puerta
 - Puerta con riel inferior: Mejorar la estabilidad del recorrido y evitar el descarrilamiento
 - Puerta con barra de refuerzo intermedio: Mejorar la estructura de la hoja y reducir el costo de reposición de los vidrios en caso de vandalismo.
 - Puerta con Marco inferior de 20 a 30 cms: Mejorar la resistencia de la hoja y evitar que golpes en la parte baja de la puerta puedan comprometer la integridad del vidrio
 - Mecanismo de travamiento mecánico al final del cierre: Evitar que las puertas que ya se han cerrado puedan ser abiertas manualmente por el usuario.
 - Travamiento de la correa durante el recorrido: permitir que la puerta se trave en caso de detectar intentos de forzado durante el ciclo de cierre.
 - Capacidad de envío de mensajes a un sistema central de monitoreo: Permitir que el centro de control pueda identificar y monitorear intentos de forzado de las puertas o situaciones que requieran la intervención y reacción de la autoridad
 - Bordes redondeados: para evitar que la puerta pueda producir lesiones en caso de cierre forzado.

4.1.1 Consideraciones complementarias sobre la adopción de dos diferentes tipologías de puerta en las Estaciones – Puerta Dual y Puerta Cuádruple Telescópica

Las reuniones realizadas por el equipo consultor con los principales fabricantes internacionales de puertas automáticas sobre las alternativas tecnológicas y el costo total de propiedad (TCO) para las puertas de las estaciones del sistema TransMilenio permitió identificar un aspecto relevante no considerado en las Estaciones del sistema de Bogotá relacionado con la conveniencia y posibles ventajas de estandarizar el tipo de puerta para basarlo únicamente en puertas de 2 hojas.

Aunque el diseño original de las Estaciones de TransMilenio estableció el uso de X puertas cuádruples telescópicas por punto de parada, para aumentar el flujo de entrada en los buses, esta configuración presenta desventajas operativas en los siguientes aspectos:

- i) Mayor tiempo de apertura y cierre que la puerta de dos hojas
- ii) Mayor desgaste de los mecanismos de tracción de las hojas con el impacto respectivo en el costo del mantenimiento
- iii) Mayor costo por dispositivo
- iv) Mayor vulnerabilidad de la puerta

Al analizar los aspectos relacionados con la eficiencia operativa se observan los siguientes comportamientos:

- i) La mayor carga de entrada de pasajeros se da generalmente en hora pico en los Portales, puntos que no poseen puertas que puedan afectar el abordaje y salida de pasajeros.
- ii) En horario pico las estaciones intermedias presentan limitaciones de entrada y salida masiva de pasajeros porque la densidad a bordo dificulta dicha circulación, situación que torna relativamente irrelevante el tamaño de la puerta. Tanto es así que en hora pico en estaciones saturadas y con alta demanda se configuran servicios expresos que permitan evacuar a las personas que no consiguen entrar porque los buses vienen llenos, situación que torna a rigor irrelevante el tamaño de la puerta.
- iii) En horario valle los volúmenes de entrada y salida no llegan a saturar la capacidad de acceso del bus, motivo por el cual la disponibilidad de puertas cuádruples no es relevante.
- iv) La mayoría de las estaciones intermedias son estaciones con flujo medio de entrada y salida aún en horario pico, en las cuales la puerta cuádruple tampoco tiene un papel preponderante. En casos específicos en que se presenten flujo importante de entrada y/o salida en una determinada estación, la sustitución de las puertas cuádruples por puertas dobles podría ser compensada mediante la asignación de algunos segundos adicionales de tiempo de parada.

Se plantea a TMSA en relación a este punto que se considere en un futuro próximo la realización de un estudio detallado que permita validar estas consideraciones y concluya sobre los beneficios de estandarizar las puertas de las estaciones adoptando la configuración de puerta dual. Para efectos de la Prueba Piloto, sin embargo se considerarán las 2 tipologías actualmente utilizadas, dando énfasis a la identificación y prueba de modificaciones que ayuden a disminuir el fenómeno de la evasión, objeto y alcance de esta Consultoría.

4.2 Diagnóstico tecnológico del sistema de interacción bus-puerta existente

Con el fin de analizar los requisitos mínimos para la operación del sistema de puertas y su interacción bus-estación, se solicitó por medio de TRANSMILENIO SA, la entrega de información por parte del fabricante o empresa que realiza el mantenimiento actual del sistema así:

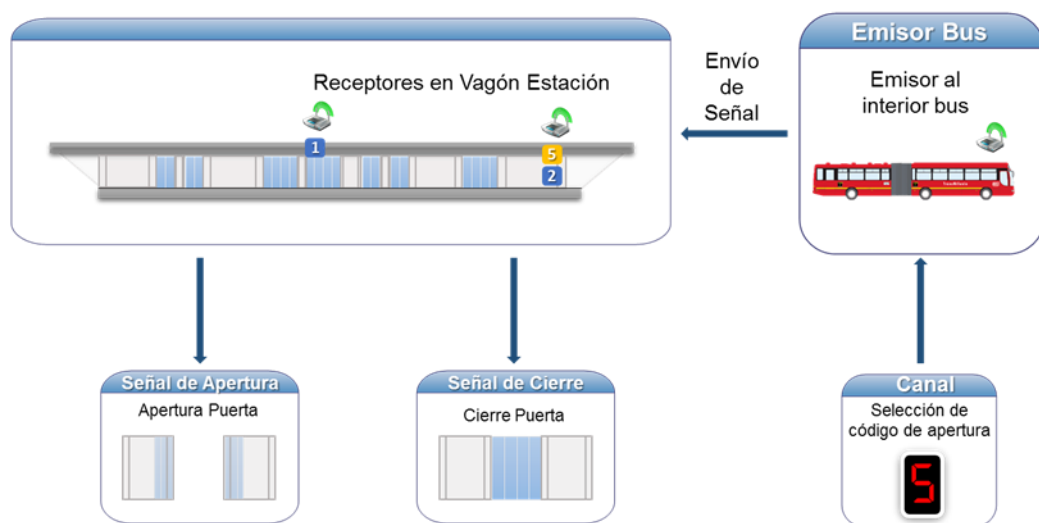
- Información del fabricante, modelo y características técnicas de los equipos actualmente instalados en estaciones y buses para la apertura sincronizada de puertas.
- Información de los esquemas actuales de operación y conexión.
- Información de la distribución de radiofrecuencias utilizadas (canales).
- Diagramas de instalación y conexión en estaciones.
- Diagramas de instalación y conexión en buses.

La información primaria a la fecha de elaboración de este informe no ha sido suministrada en su totalidad. El análisis por tanto se basará principalmente en la información suministrada a la fecha por parte de TRANSMILENIO S.A, información secundaria recolectada por el consultor y en la información generada durante las visitas en campo realizadas en acompañamiento del personal de TRANSMILENIO S.A.

4.2.1 Descripción de interacción bus-estación

En visita a campo y en visita a Patios de Consorcio Express, se realizó una descripción general del funcionamiento del sistema de interacción bus-estación.

Figura 120. Esquema comunicaciones Bus-Estación



- a) Cada uno de los vagones del sistema tiene instalado un receptor que recibe la orden de apertura de puertas después de la apertura de las puertas de las buses.
- b) Cuando el bus cierra las puertas el receptor del vagón recibe la orden de cierre de puertas.
- c) La puertas no poseen conexión directa con el sistema central para envío de información del estado operativo, errores o fallas presentadas, bloqueos o liberación remota.
- d) La documentación detallada de este proceso por parte del fabricante o empresa que realiza el mantenimiento debe es absolutamente necesaria para poder establecer los requerimientos que se deberán entregar a los proveedores interesados en participar en la Prueba Piloto.

4.2.1 Diagnostico tecnológico del sistema existente de puertas en estaciones.

Se describe a continuación el diagnostico tecnológico del sistema existente (puertas estación actuales) en términos de Interoperabilidad, Capacidad de Integración, Reusabilidad, Flexibilidad y Compatibilidad.

Tabla 41 Diagnóstico tecnológico del sistema existente puertas en estaciones.

	Característica	Diagnostico	Concepto
1	Interoperabilidad	En concepto del Consultor la interoperabilidad puede ser fácilmente lograda mediante integración física, eléctrica y lógica por parte de cada proveedor a partir de la información para integradores que debe suministrar el operador de transporte y la empresa que suministro los equipos.	Si
2	Capacidad de Integración	Desde la óptica de todos los proveedores entrevistados para el proyecto la integración no reviste mayor complejidad siempre y cuando cuenten con la documentación para integradores que debe colocar a disposición el desarrollador referente a	Si

		<p>la apertura y cierre de puertas para el comando de las puertas.</p> <p>Se aclara que la integración debe incluir la ejecución de pruebas conjuntas de correcta integración antes de la instalación de las nuevas tipologías de puertas destinadas a la Prueba Piloto.</p> <p>Se recomienda que sean los diferentes proveedores de puertas los que ajusten los protocolos e interfaces de cada uno de sus productos para que estos adhieran a una única especificación establecida y documentada por el desarrollador de la interface actual de sincronización de la apertura.</p>	
3	Reusabilidad	<p>En tecnología la reusabilidad se aplica a la programación (software) hace referencia a la capacidad de poder volver a usar parte de un programa o software en otro proyecto.</p> <p>En concepto del consultor esta característica no aplica al diagnóstico de las puertas por tratarse esencialmente de un conjunto de componentes electro-electrónicos y mecánicos y no de un programa o soporte lógico de software.</p> <p>No se consideró para efectos del diagnóstico el término “reusabilidad” desde la óptica de la ecología o del medio ambiente.</p>	No Aplica
4	Flexibilidad	<p>La Flexibilidad se analizó desde el punto de vista de capacidad de configuración y parametrización dinámica y selectiva del modo de operación de las puertas, ya que desde el punto de vista operativo se considera que una vez definido el comportamiento que debe tener de la puerta, en un determinado modo de operación esta debe actuar sistemáticamente de la misma forma (comportamiento rígido).</p>	Si
5	Compatibilidad	<p>La compatibilidad se analizó desde el punto de vista de disponibilidad de por lo menos dos o más interfaces estándares de mercado</p>	Si

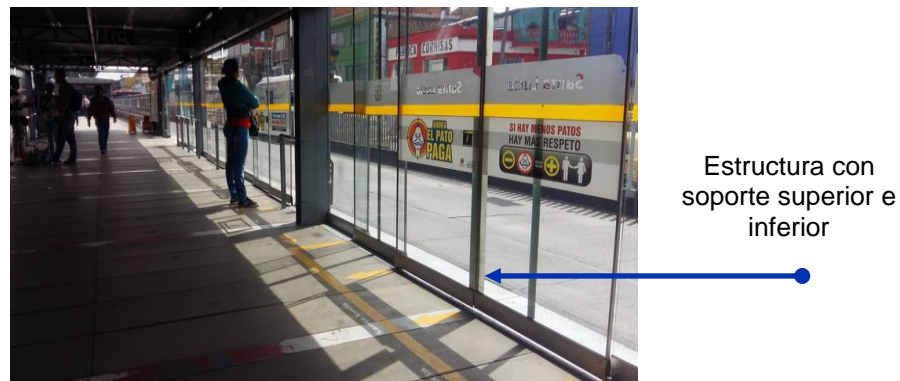
4.2.2 Conclusiones generales del sistema de puertas y sistema de interacción bus-puertas

El mecanismo de accionamiento actualmente instalado para la apertura de las puertas de estación a través de controles inalámbricos embarcados en los buses troncales pertenece en su gran mayoría al mismo fabricante y fue suministrado por IVEGAS. Este mismo proveedor realiza en la actualidad el mantenimiento de los mecanismos de apertura en estaciones, bajo solicitud específica de Transmilenio S.A.

No existe en TMSA documentación técnica ni material de referencia detallado del componente tecnológico, motivo por el cual fue necesario realizar toda la verificación del mecanismo utilizado directamente en campo. En visita a las estaciones con el acompañamiento de personal Transmilenio S.A y de IVEGAS, éste último informó de forma verbal el funcionamiento general pero no suministró documentación técnica del funcionamiento de las puertas o del sistema de interacción bus-puerta.

Durante las visitas de campo se evidenciaron tres tipos de puertas, las inicialmente instaladas y otras dos con diferente tipo de reforzado en los marcos.

Figura 121. Vista interior de puertas en estación inicialmente instaladas



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 122. Vista interior de puertas en estación con reforzado en marcos





Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

Figura 123. Vista interior de puertas en estación con otro tipo de refuerzo en marcos



Estructura
reforzada en los
cuatro lados

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- a) Se constató en la inspección visual realizada en los recorridos de campo que un elevado número de puertas se encuentra actualmente inoperante y en los casos en que éstas están operativas los usuarios sistemáticamente impiden o bloquean su cierre.

Esta condición se da como consecuencia de la reacción de los mecanismos anti-aplastamiento con que deben contar las puertas para no lesionar a los usuarios y a la facilidad de apertura desde el interior o el exterior no obstante la puerta se encuentre cerrada.

Figura 124. Puertas permanentemente abiertas en estaciones



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

- b) Se observa también una gran fragilidad y facilidad de descarrilamiento en las puertas que no poseen marco o estructura rígida en todo el contorno.
- c) Se puede concluir visiblemente a partir de la inspección técnica y la verificación realizada en campo que las puertas actuales no poseen las características necesarias para contrarrestar o limitar el fenómeno de la evasión que se viene presentando en el Sistema TransMilenio por los siguientes motivos:
 - De las estaciones que hacen parte del estudio dos de ellas superan el 80% del tiempo de evaluación las puertas permanecen abiertas y se encuentran fuera de funcionamiento principalmente por mal estado de conservación o mantenimiento o los usuarios que sistemáticamente impiden o bloquean su cierre de la puerta

Tabla 42. Diagnostico tecnológico del sistema existente puertas en estaciones.

	Funcionamiento correcto	Apertura mecánica	Apertura Forzada	Abierta y bloqueada	Abierta desde afuera	Permanece abierta
Pradera	61,24%	0,36%	3,67%	14,16%	0,59%	19,98%
Santa Lucia	8,13%	0,26%	4,93%	5,09%	0,21%	81,39%
Universidades	1,44%	0,07%	2,05%	0,61%	0,03%	95,81%
Virrey*	60,26%	1,21%	1,96%	6,41%	0,33%	29,83%

*Para estación virrey se toman solo datos de vagón 3, dado que los otros vagones tenían fallas en el sistema eléctrico en los días que se realiza el estudio.

Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia.

- Se observa que en algunas ocasiones las puertas se abren solas, sin la respectiva aproximación de un bus.
- Se observa que las puertas no abren en algunas ocasiones, a pesar de estar debidamente alineado un bus.
- Las puertas no tienen capacidad de impedir la apertura indebida una vez que estas se han cerrado.
- Las puertas no están monitoreadas desde un sistema central que permita conocer en tiempo real su comportamiento.
- No se conocen las especificaciones técnicas del funcionamiento de la interface bus-estación ni el protocolo de comunicaciones.

- d) Se debe realizar una revisión general de los dispositivos receptores en cada estación y de los dispositivos de transmisión a bordo de los buses, realizando un adecuado mantenimiento de las puertas no serviría de nada si los periféricos asociados a las comunicaciones no funcionan correctamente o como fue evidenciado en una de las estaciones de la prueba piloto no se encuentra instalado el receptor de la señal de apertura de buses.

También se evidenciaron receptores ubicados dentro de las vigas metálicas de las estaciones, esto perjudica la señal al transformarse en una especie de jaula de Faraday que genera protección de los campos eléctricos estáticos.

Figura 125. Estaciones sin receptor visible



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Figura 126. Receptor ubicado en cajón metálico



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

Para resolver esta problemática se recomienda la utilización de puertas con marco integral que proporcionen mayor robustez y estabilidad, dependiendo de la solución ofrecida por cada fabricante se puede optar por la utilización de fijaciones de baja altura de riel inferior, este debe ser verificado inicialmente para que este soporte inferior no se convierta en un riesgo para los usuarios al momento de ingresar al bus.

Deben estar dotadas de capacidad de monitoreo inteligente de los intentos de bloqueo o intervención para que, aún en el caso en que el usuario consiga burlarlas, la propia puerta detecte la situación y la alerte en línea y tiempo real a la estación y al sistema central para permitir la reacción oportuna del personal de seguridad y mantenimiento asociado. Esta detección automática puede permitir por ejemplo activar la filmación del evento en alta resolución, para ser utilizado como material probatorio y/o enviar a dispositivos móviles las imágenes del usuario que está provocando el evento.

Las especificaciones técnicas del mecanismo, material, tipo de motor, potencia de cierre, tipo de dispositivo de cierre, serán definidos por cada fabricante, la prueba piloto está definida para comprobar el funcionamiento de cada tipo de puerta

En todo caso la recomendación técnica incluye la implementación de capacidad de monitorear en línea desde un Centro de Control la totalidad de las puertas para poder reaccionar en tiempo real y poder generar indicadores y estadísticas gerenciales sobre el comportamiento de los usuarios y el respectivo estado de las puertas. Igualmente se debe contar con dispositivos que permitan verificar el funcionamiento correcto del sistema de interacción bus - puerta

e) Sistema de apertura de emergencia:

Los mecanismos actuales son para apertura manual de las puertas, no son vistos como un sistema de apertura de emergencia.

Los mecanismos de accionamiento de emergencia en puertas de estación deben estar reservados únicamente para casos de emergencias reales.

Los usuarios hacen uso inadecuado de los dispositivos de apertura de puertas, permitiendo la apertura en casos de fallo del sistema de sincronización bus-estación.

Los sistemas de apertura deben ser en todo caso por sección de puertas no individuales y debe existir un “botón” maestro que permita abrir todas las puertas.

Debe poseer un sistema antipático, con apertura de puertas por batería en caso de fallo eléctrico o emergencia.

Estos sistemas deben contar con un sistema de alarmas que cubran toda la estación.

Independientemente de los simulacros de emergencia programados de forma, local o nacional se deben realizar periódicamente simulacros en las diferentes estructuras del sistema, los resultados deben ser analizados para encontrar debilidades del proceso, falta de señalización, personal no capacitado, áreas de “cuello de botella”, de esta forma poder realizar programas de mejoramiento continuo.

4.2.2.1 Sistema para que el bus no arranque sin que las puertas de estación se encuentren cerradas

Para determinar la viabilidad de un sistema que impida que el bus (articulado, biarticulado o dual) arranque sin que las puertas de estación se encuentren cerradas se evaluarán los siguientes aspectos:

- a) La NTC 4901-3 Vehículos para el transporte urbano masivo de pasajeros. parte 3: autobuses convencionales describe en el numeral 5.4.1.4.1.3 se debe contar con un sistema que impida la apertura de las puertas mientras el autobús se encuentre en movimiento, e impida la arrancada del autobús mientras alguna de las puertas de servicio y/o alguna de las puertas de emergencia este abierta.

Este elemento también es conocido como “Ángel Guardián” y es un elemento de seguridad para evitar el movimiento del bus cuando este recibe de los sensores de puertas el estado abierto.

- b) Para interactuar el sistema de puertas en estación con las puertas del bus se debe desarrollar una interfaz a la computadora de a bordo del bus (*On-Board-Unit* OBU) que reciba una señal del sistema de puertas de estación para permitir que el bus pueda iniciar la marcha cuando este le indique que las puertas de la estación están cerradas.

En el caso que un usuario bloquee la puerta intencionalmente o se impida que la puerta de estación cierre, la señal no será enviada a la OBU del bus y no permitirá que el bus continúe con su recorrido independientemente que las puertas del bus estén cerradas.

Se puede concluir que tener un doble factor por la cual el bus no pueda arrancar, i) sistema interno del bus (NTC 4901-3) ii) nueva interfaz puerta estación con OBU del bus, genera un aumento considerable de elementos que pueden intervenir en el inicio de movimiento del bus.

Desde el punto de vista operacional, depender de múltiples factores externos para permitir el movimiento del bus durante la operación puede afectar los tiempos durante la parada en una estación y posterior reinicio de recorrido.

Se incrementaría el nivel de revisión del sistema de puertas en estación, al finalizar la operación o antes del inicio se debe verificar que cada una de las puertas funcione correctamente, en los patios se debe verificar que cada uno de los buses que salga a operación presente correcto funcionamiento en el sistema de puertas, del sistema

de comunicaciones de la interfaz puerta estación bus. Durante la operación si una puerta o un bus presentan una falla es estos sistemas puede quedar inmovilizado bloqueado la parada de estación.

4.2.2.2 Sistema para que las puertas de estación no abran hasta tanto el bus no se encuentre totalmente detenido y este programado para realizar la parada en ese punto.

Para determinar la viabilidad de un sistema para que las puertas de estación no abran hasta tanto el bus no se encuentre totalmente detenido y adicionalmente este programado para realizar la parada en ese punto se evaluarán los siguientes aspectos:

- a) Para el caso en que las puertas de la estación no abran hasta tanto el bus no se encuentre totalmente detenido se puede optar por una interfaz con la computadora de a bordo del bus (*On-Board-Unit* OBU) que transmita su velocidad (igual a cero) al momento de detenerse es una estación. Esta información debe ser transmitida por el bus por medio de la interfaz puerta bus al momento de parar en un punto de parada y abrir las puertas.
- b) Se puede optar por sistemas infrarrojos de presencia que adicionalmente detecten el movimiento y permitan identificar si existe un bus en la estación y adicionalmente identifiquen que no se encuentre en movimiento. Esta información será transmitida directamente al sistema de puertas y debe ser combinada necesariamente con el sistema actual de apertura de puertas del bus.
- c) Se puede optar por sistemas de cámaras con análisis de imágenes o generación de bucles virtuales que permitan identificar la presencia y ocupación de un espacio. Esta información será transmitida directamente al sistema de puertas y debe ser combinada necesariamente con el sistema actual de apertura de puertas del bus.

La implementación de cualquiera de las alternativas previamente descritas para evitar que se abran las puertas de una estación hasta que el bus se encuentre totalmente detenido genera una teórica redundancia con el sistema a bordo de los buses que impide abrir las puertas en movimiento.

Nuevamente nos remitimos a la NTC 4901-3 Vehículos para el transporte urbano masivo de pasajeros. parte 3: autobuses convencionales describe en el numeral 5.4.1.4.1.3 Se debe contar con un **sistema que impida la apertura de las puertas mientras el autobús se encuentre en movimiento, e impida la arrancada del autobús mientras alguna de las puertas de servicio y/o alguna de las puertas de emergencia este abierta.**

El sistema de apertura actual utiliza la apertura de las puertas del bus para iniciar la transmisión para la apertura de las puertas en estación, partiendo del hecho que siempre este activo el “ángel guardián” este no permitirá que las puertas del bus en

movimiento sean abiertas y no permitirá que este inicie su movimiento mientras estas estén en movimiento.

Establecer sistemas alternos para que el bus no arranque sin que las puertas de estación se encuentren cerradas o sistemas para que las puertas de estación no abran hasta tanto el bus no se encuentre totalmente detenido se consideran sistemas complementarios al existente en el bus, desde el punto de vista tecnológico no existe inhabilidad alguna en la implementación, operativamente los dos sistemas aumentan los procesos operativos y de mantenimiento. Desde este punto de vista se recomienda fortalecer los procesos de mantenimiento y verificación del buen estado del sistema actual (“ángel guardián”).

Ahora bien, para determinar que un bus se encuentra en una estación programada para realizar la parada en un punto de parada específica (Estación-Vagón) se debe realizar una interfaz entre el sistema de gestión y control de flota, se debe cambiar el sistema de puertas por un sistema que permita identificar en la base de datos del SGCF cada uno de los sistemas de aperturas de puertas. El sistema estaría configurado para permitir que únicamente los buses asociados a determinada estación-vagón puedan abrir las puertas.

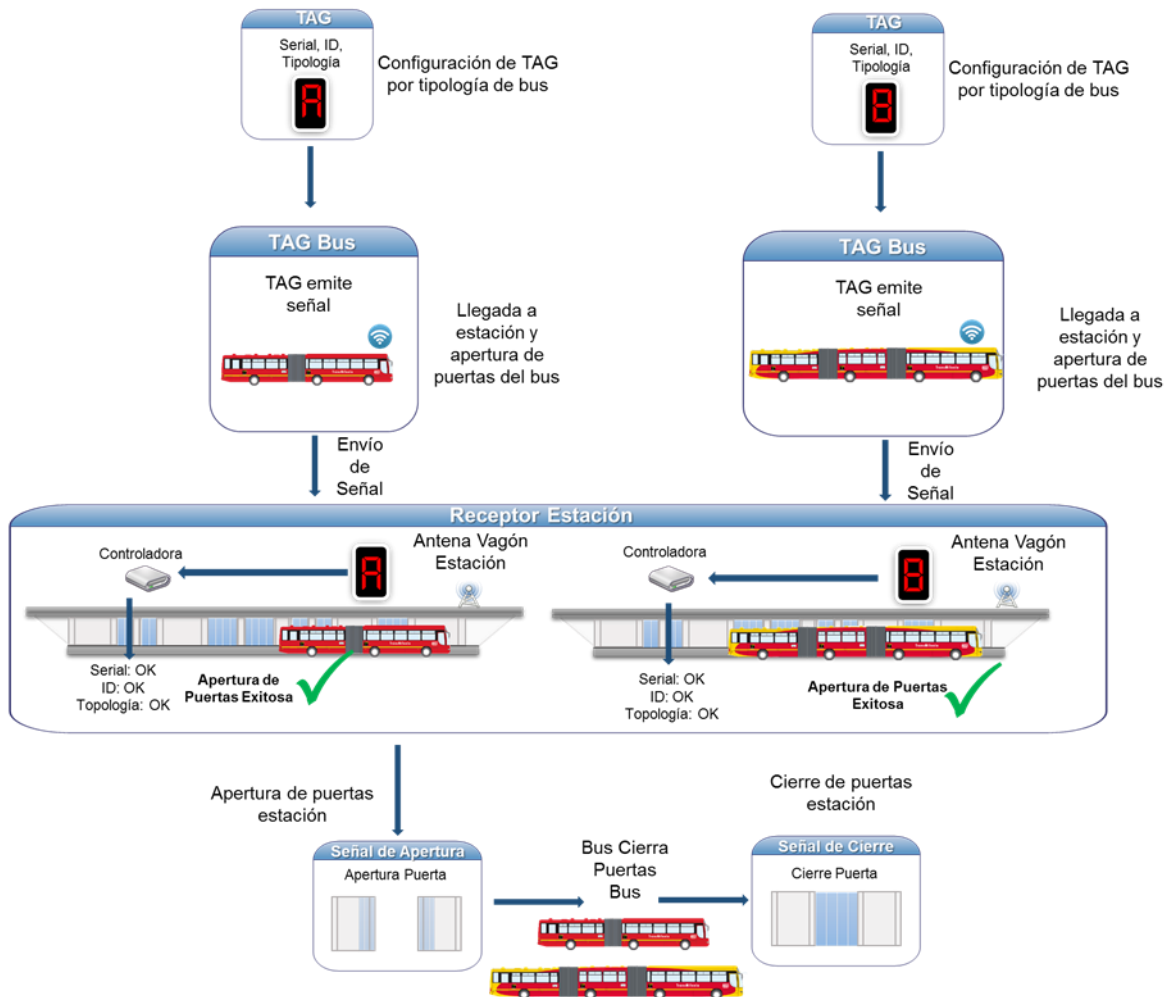
La asociación de punto de parada y bus implica una restricción en la operación, las puertas de una estación solamente abrirán si el bus que se encuentra en la parada está autorizado por el sistema de gestión y control de flota, para evitar esto la interfaz con el sistema de gestión y control de flota debe implementar un procedimiento en tiempo real para modificar la asignación de estación de parada.

4.2.2.3 Alternativa de operación del sistema de puertas y su interacción bus-estación.

- a) El proceso de apertura de puertas y su interacción bus estación actual tiene como función identificar la tipología de un bus y abrir las puertas que corresponden a esa tipología. En concepto del consultor este debe ser un proceso completamente automático, el cual no debe depender del conductor del bus. En este sentido puede afirmarse que el sistema actual no es eficiente y debe ser reconsiderado.

Se recomienda optar por una implementación basada en la identificación del bus que se ha acoplado a la Estación mediante tecnología RFID, que permita no solo identificar la tipología del bus para efectos de la automatización de la apertura de puertas asociada a dicha tipología sino que también identifique inequívocamente a la propia unidad.

Figura 127. Diagrama macro del funcionamiento del sistema bus-estación



Fuente: Elaboración propia Transconsult Sucursal Colombia

El sistema recomendado para la interacción entre bus puerta, es el uso de TAG activo que permita el intercambio de información con la controladora de la estación enviado el serial del TAG para identificar que este pertenece al sistema, la identificación del ID del bus y la topología del mismo

Este registro de información de cada Bus que se ha aproximado a una Estación y ha ordenado la apertura de puertas puede ser muy valiosa para la gestión del sistema, ya que se podría contar con información automática de tiempos de parada y cumplimiento de apertura de puertas que permitirá auditar tanto el cumplimiento de la programación como la confiabilidad del sistema de Gestión y Control de Flota.

Se debe contemplar una controladora por vagón y cuatro antenas en cada punto de parada de los buses. La controladora debe estar conectada al sistema de comunicaciones de esta forma se actualizara la base de datos de cada controladora.

Cada bus tendrá su propio TAG que permitirá eliminar la selección de canal actualmente utilizado por el conductor para determinar la apertura de puertas en cada vagón.

La controladora será la encargada de determinar la cantidad y secuencia de puertas que debe abrir al momento que el bus se detenga en la estación y este reciba la topología asignada.

Este sistema permitirá ampliar a N futuras topologías sin necesidad de hacer cambios estructurales o de ampliación de los sistemas inicialmente instalados.

Se aclara tal y como como planteado en las reuniones previas con el Comité de TMSA que para comandar las puertas automáticas durante la prueba piloto en las estaciones Santa Lucia y Universidades se tendrá que manejar un mecanismo de identificación dual, ya que no se puede desmontar el mecanismo existente porque los buses actuales deben seguir operando en todas las demás Estaciones del sistema que no participan de la Prueba Piloto.