



*Estudio Integral para el corredor de Transporte Público*  
*“Corredor Tecnológico”*

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DEL TRAZO DEL CORREDOR  
TECNOLÓGICO PARA CIUDAD JUÁREZ

(FACTIBILIDAD DEL TRAZO)

**Informe 3**



Cal y Mayor y Asociados



18 de septiembre 2015

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>CALIBRACIÓN / ESCENARIO BASE DEL MODELO DE TRANSPORTE .....</b>	<b>1</b>
1.1	Método de asignación.....	1
1.1.1	Calibración del modelo de transporte.....	1
1.1.2	Volúmenes de calibración.....	1
1.1.3	Coefficientes de la función de costo generalizado del transporte público.....	2
1.1.4	Validación y corrección de la demanda actual .....	3
1.1.5	Estimación de la demanda –Escenario base .....	4
1.1.5.1	Matrices de transporte público .....	4
1.1.5.2	Bondad de la calibración.....	5
1.1.6	Indicadores de movilidad en los periodos simulados .....	5
1.1.7	Asignación de viajes .....	6
1.2	Planteamiento de las alternativas .....	7
1.2.1.1	Descripción de las alternativas .....	7
1.3	Pronóstico de la demanda .....	12
1.3.1	Pronósticos de crecimiento.....	12
1.3.1.1	Fundamentos teóricos para el modelo econométrico.....	13
1.3.1.2	Metodología.....	14
1.3.1.3	Insumos y datos disponibles.....	16
1.3.1.4	Modelo de crecimiento.....	19
1.3.1.5	Resultados finales .....	29
1.3.1.6	Anexo metodológico .....	31
1.4	Asignación de la demanda por alternativa .....	34
<b>2</b>	<b>ANÁLISIS MULTI-CRITERIO DE LAS POSIBLES TRAYECTORIAS DEL CORREDOR Y SUS ALTERNATIVAS, Y LA DETERMINACIÓN DEL TRAZO FINAL DEL CORREDOR<sup>37</sup></b>	
2.1	Proceso analítico jerárquico - AHP .....	37
2.1.1	El proceso de selección.....	38
2.2	Estructuración de la matriz.....	38
2.2.1	Definición de criterios y variables a evaluar .....	40

2.2.1.1	Definición de criterios .....	40
2.2.1.2	Definición de variables por criterio .....	41
2.2.1.3	Asignación de pesos por criterios y variables .....	42
2.3	Resultado de la evaluación de la matriz multicriterio .....	45
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DE TRÁNSITO VEHICULAR, CICLISTA Y PEATONAL .....</b>	<b>50</b>
3.1.1	Aforos de flujo en estaciones maestras y complementarias .....	50
3.1.1.1	Estaciones maestras (Aforos Automáticos).....	50
3.1.1.1	Estaciones Complementarias (Aforos de flujo manuales) .....	53
3.1.2	Aforos direccionales y de clasificación en intersecciones .....	60
3.1.3	Aforo ciclista .....	64
3.1.4	Aforos peatonales.....	66
3.1.5	Tiempo de recorrido para automóvil y demoras en intersecciones.....	69
3.1.6	Estudio de fases semafóricas .....	72
3.1.7	Demoras del tránsito general en tramos principales .....	74
3.1.8	Accidentabilidad vial en el corredor.....	76
3.1.8.1	Variación diaria de la accidentabilidad .....	77
3.1.8.2	Variación horaria de la accidentabilidad.....	78
3.1.8.3	Causas de la accidentabilidad .....	79
3.1.8.4	Muertes y lesionados en accidentes viales .....	82
3.1.9	Análisis estadístico – espacial de la delincuencia en el Corredor Tecnológico.....	87
3.1.9.1	Tipo de hecho delictivo .....	87
3.1.9.2	Variación diaria de la delincuencia.....	92
3.1.9.3	Variación horaria.....	93
3.1.9.4	Análisis estadístico – espacial de la delincuencia .....	94
3.1.10	Conclusión del análisis – espacial de accidentabilidad vial y delincuencia.....	96
<b>4</b>	<b>MODELO DE TRÁNSITO A NIVEL MICRO .....</b>	<b>102</b>
4.1.1	Modelo de microsimulación .....	102
4.1.1.1	Fundamentos del modelo de microsimulación .....	102
4.1.1.2	Elementos que integran el modelo de microsimulación.....	103
4.1.1.3	Indicadores y Escenarios de Microsimulación.....	103
4.1.1.4	Capacidad vial .....	104

4.1.1.5	Nivel de servicio.....	105
4.1.1.6	Intersecciones semaforizadas.....	106
4.1.1.7	Intersecciones no semaforizadas.....	106
4.1.1.8	Vías urbanas .....	107
4.1.1.9	Escenarios de microsimulación.....	110
4.1.1.10	Trazo de la red para el modelo de microsimulación .....	110
4.1.1.11	Integración de la demanda .....	111
4.1.1.12	Controles operativos.....	112
4.1.1.13	Zonas de reducción de velocidad .....	113
4.1.1.14	Calibración del modelo .....	114
4.1.1.15	Análisis y evaluación de escenarios en situación actual .....	115
4.1.1.16	Niveles de servicio año 2015 (situación actual) .....	115
4.1.1.17	Niveles de servicio vehiculares para el año 2015 (Situación Actual).....	115
4.1.1.1	Niveles de servicio vehiculares con proyecto (alternativa 2) .....	119
4.1.1.2	Niveles de servicio vehiculares con proyecto (alternativa 3) .....	121

## **5 CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CORREDOR.... 126**

5.1	Levantamiento de la Vía .....	126
5.2	Identificación, registro y ubicación de instalaciones de infraestructura en la trayectoria del corredor .....	128
5.3	Sondeo representativo de la calidad del pavimento del corredor seleccionado por tramos de 500 metros, utilizando ensayo no destructivo .....	131
5.4	Levantamiento topográfico de cadenamamiento del corredor con referencia a un banco de nivel fijo .....	131
5.5	Levantamiento topográfico de las secciones transversales del corredor de paramiento a paramento. ....	131
5.6	Identificación, registro y ubicación del mobiliario urbano de la zona de influencia del corredor.....	131
5.7	Levantamiento de intersecciones principales de la red vial del corredor .....	134
5.8	Dimensionamiento de isletas de canalización o protección.....	136
5.9	Estudio de estacionamiento permitido en la zona de influencia .....	137
5.10	Inventario del mobiliario urbano .....	138

## **6 ANÁLISIS SOCIO-URBANO EN EL CORREDOR..... 140**

6.1	Ubicación del corredor y su importancia en el contexto urbano y metropolitano .....	140
6.1.1	Ubicación del corredor en el ámbito urbano.....	141
6.1.2	Infraestructura de servicios públicos y privados que requerirán atención especial en el diseño. ....	144
6.1.3	Relación y conexión con otros sistemas de transporte.....	147
6.2	Determinación de la zona de influencia del corredor.....	147
6.3	Características de la población y uso de suelo en la zona de influencia .....	159
6.4	Vocación del corredor .....	172
6.5	Planes y programas de desarrollo urbano .....	174
6.5	Inventario de puntos de interés.....	176
6.6	Inventario de usos de suelo .....	204
6.7	Estudio de transporte colectivo anteriores .....	208
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>213</b>
7.1	Calibración de situación actual .....	213
7.2	Selección de alternativa de trazo .....	213
7.3	Análisis del Tránsito.....	213
7.4	Caracterización de la infraestructura vial .....	216
7.5	Análisis socio-urbano.....	217

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Coeficientes de la función de costo generalizado del transporte público calibrados .....	2
Tabla 1-2 Principales indicadores de movilidad. Escenario base de calibración – hora pico de la mañana .....	5
Tabla 1-3 Determinantes de la demanda de TP según la literatura.....	13
Tabla 1-4 Clasificación de personal ocupado.....	18
Tabla 1-5 Resultados econométricos: elasticidades de la demanda de TP.....	21
Tabla 1-6 Proyección de tasas de crecimiento.....	21
Tabla 1-7 Benchmarking: Distribución modal de TP por ciudad .....	24
Tabla 1-8 Promedio de distribución modal para TP por región.....	26
Tabla 1-9 Zonas con factor de ajuste .....	29
Tabla 1-10 Tasas de crecimiento finales y sus escenarios .....	30
Tabla 1-11 Demanda obtenida del modelo por alternativa .....	34
Tabla 1-12 Proyecciones de demanda del sistema troncal sin reestructura .....	35
Tabla 1-13 Proyecciones de demanda del sistema troncal con reestructura .....	36
Tabla 2-1 Escala de evaluación Saaty .....	40
Tabla 2-2 Variables por criterio .....	42
Tabla 2-3 Tabla de evaluación de criterios a evaluar .....	43
Tabla 2-4 Normalización de matriz de criterios .....	43
Tabla 2-5 CA de Saaty.....	44
Tabla 2-6 Ponderación de variables respecto al criterio.....	45
Tabla 2-7 Sub-matriz de Criterio 1 - Demanda.....	46
Tabla 2-8 Sub-matriz de Criterio 2 – Costo de construcción .....	46
Tabla 2-9 Sub-matriz de Criterio 3 – Impacto vial .....	47
Tabla 2-10 Sub-matriz de Criterio 4 - Ambiental .....	47
Tabla 2-11 Sub-matriz de Criterio 5 – Aspectos socio urbanos.....	47
Tabla 2-12 Matriz general de resultados por criterios.....	48
Tabla 2-13 Matriz de selección de alternativa .....	49
Tabla 3-1 Ubicación de aforos automáticos (estaciones maestras).....	50
Tabla 3-2 Tabla resumen de aforos automáticos por día y hora (marzo 2015).....	52
Tabla 3-3 Histograma general de aforos automáticos realizados en marzo 2015 .....	53
Tabla 3-4 Ubicación de estaciones complementarias (AF).....	54
Tabla 3-5 Resumen de resultados de estaciones complementarias entre semana (23 de junio 2015).....	56
Tabla 3-6 Porcentajes de composición vehicular entre semana (23 de junio 2015) .....	56
Tabla 3-7 Resumen de resultados de estaciones complementarias en fin semana (27 de junio de 2015).....	59
Tabla 3-8 Porcentajes de composición vehicular en fin de semana (27 de junio de 2015).....	59

Tabla 3-9 Comparativo de volúmenes vehiculares entre semana y fin de semana (junio 2015) .....	60
Tabla 3-10 Intersecciones con aforos direccionales.....	60
Tabla 3-11 Tabla resumen de volúmenes vehiculares totales por periodos .....	63
Tabla 3-12 Resumen general de composición vehicular sobre el corredor Tecnológico ..	63
Tabla 3-13 Intersecciones de aforo peatonal .....	66
Tabla 3-14 Tabla resumen de volúmenes peatonales totales por periodos.....	67
Tabla 3-15 Subtramos de sentido Poniente a Sur.....	69
Tabla 3-16 Subtramos de sentido Sur a Poniente.....	69
Tabla 3-17 Resumen de tiempos de recorrido y velocidades general (junio 2015).....	70
Tabla 3-18 Intersecciones semaforizadas del Corredor 16 de Septiembre – 16 de Septiembre .....	72
Tabla 3-19 Resumen de tiempos de recorrido y demoras (junio 2015) .....	75
Tabla 3-20 Resumen de accidentes por año y tipo en el Corredor Tecnológico.....	76
Tabla 3-21 3-22 Accidentes viales con lesionados o muertes (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015).....	82
Tabla 3-23 Resumen de lesionados y muertes por año .....	84
Tabla 3-24 Agrupación de delitos según su gravedad.....	88
Tabla 3-25 Resumen de delitos clasificados por gravedad .....	88
Tabla 3-26 Resumen de relación de movilidad con la accidentabilidad y delincuencia ....	96
Tabla 4-1 Relación entre niveles de servicio y tiempo de demora total para intersecciones controladas por semáforos .....	106
Tabla 4-2 Relación entre niveles de servicio y tiempo de demora total para intersecciones controladas por señales de alto .....	107
Tabla 4-3 Clasificación de vías urbanas basado en categorías funcionales y de diseño	108
Tabla 4-4 Clasificación de vías urbanas basado en categorías funcionales.....	108
Tabla 4-5 Clasificación de vías urbanas basado en categorías de diseño .....	109
Tabla 4-6 Niveles de servicio en vías urbanas por clase.....	109
Tabla 4-7 Niveles de servicio vehiculares (situación actual).....	116
Tabla 4-8 Niveles de servicio vehiculares (alternativa 2).....	119
Tabla 4-9 Niveles de servicio vehiculares (alternativa 3).....	122
Tabla 4-10 Resumen de niveles de servicio.....	124
Tabla 5-1 Estacionamiento permitido en zona centro.....	137
Tabla 5-2 Inventario de mobiliario urbano .....	139
Tabla 6-1 Población total municipal y Ciudad Juárez .....	160
Tabla 6-2 Población por grandes grupos de edad municipio y Ciudad Juárez .....	160
Tabla 6-3 Grado promedio de escolaridad en el municipio y Ciudad Juárez .....	161
Tabla 6-4 Grado de rezago social de Ciudad Juárez, 2010.....	162
Tabla 6-5 Grado de rezago social de Ciudad Juárez .....	162
Tabla 6-6 Evolución de la pobreza en Ciudad Juárez, 2008 - 2010 .....	163
Tabla 6-7 Población total por género en Corredor Tecnológico .....	164

Tabla 6-8 Población por grandes grupos de edad en el Corredor Tecnológico .....	164
Tabla 6-9 Razón de dependencia por edad en el Corredor Tecnológico.....	164
Tabla 6-10 Grado promedio de escolaridad en el Corredor Tecnológico .....	164
Tabla 6-11 Grado promedio de escolaridad por zonas en el corredor Tecnológico.....	165
Tabla 6-12 Usos de suelo existente .....	166
Tabla 6-13 Monumento y Edificios del Patrimonio Histórico.....	180
Tabla 6-14 Monumentos del Patrimonio Artístico entorno al Corredor Tecnológico .....	181
Tabla 6-15 Puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre c. Helio y c. Juárez .....	183
Tabla 6-16 Puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Juárez y c. Costa Rica .....	187
Tabla 6-17 Puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre c. Costa rica y c. Platón .	189
Tabla 6-18 Puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Platón y c. Estebanico.....	191
Tabla 6-19 Puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Estebanico y c. Del Sabinal .....	193
Tabla 6-20 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Del Sabinal y Ejército Nacional .....	195
Tabla 6-21 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre Ejército Nacional y Teófilo Borunda .....	198
Tabla 6-22 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Teófilo Borunda y Tonatzin ..	200
Tabla 6-23 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Tonatzin y Zaragoza .....	203



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Localización volúmenes de control .....	2
Figura 1-2 Viajes generados y atraídos por ZAT.....	4
Figura 1-3 Dispersión del volumen de pasajeros del transporte público asignados vs. observados. Escenario base de calibración – hora pico de la mañana .....	5
Figura 1-4 Asignación de viajes en el escenario base de calibración, hora pico de la mañana.....	7
Figura 1-5 Alternativa 1 Base. Corredor Troncal.....	8
Figura 1-6 Alternativa 2 “A”. Corredor Troncal .....	9
Figura 1-7 Alternativa 3 “B”. Corredor Troncal .....	10
Figura 1-8 Alternativa 4 “C”. Corredor Troncal .....	11
Figura 1-9 Alternativa 5 “D”. Corredor Troncal .....	12
Figura 1-10 Macrozonas para el modelo de crecimiento.....	17
Figura 1-11 Proyecciones preliminares de la demanda.....	23
Figura 1-12 Tasas de crecimiento preliminares.....	23
Figura 1-13 Proyecciones de la demanda con modelo Gompertz .....	27
Figura 1-14 Tasas de crecimiento modelo Gompertz.....	27
Figura 1-15 Zonas con ajustes exógenos .....	28
Figura 1-16 Tasas de crecimiento finales-Caso base.....	31
Figura 1-17 Tasas de crecimiento finales-Caso optimista y pesimista .....	31
Figura 1-18 Relación entre la demanda y el PIB (logaritmos naturales).....	33
Figura 1-19 Relación entre la demanda y el índice de motorización (logaritmos naturales) .....	33
Figura 1-20 Relación entre la demanda, el PIB y el índice de motorización .....	34
Figura 2-1 Proceso de metodología .....	37
Figura 2-2 Esquema de estructuración de una matriz multicriterio .....	39
Figura 2-3 Distribución de pesos por criterio .....	44
Figura 2-4 Alternativa seleccionada 3 – “B” .....	49
Figura 3-1 Mapa de ubicación de estaciones maestras (AA) .....	51
Figura 3-2 Mapa de ubicación de estaciones complementarias (AF) .....	55
Figura 3-3 Resumen del comportamiento del tránsito vehicular de aforos peatonales.....	57
Figura 3-4 Volúmenes de estaciones complementarias (06:00-20:00 horas, 23 de junio de 2015) .....	58
Figura 3-5 Ubicación de aforos direccionales .....	62
Figura 3-6 Volumen ciclista en la HMD (junio 2015) .....	64
Figura 3-7 Volúmenes de aforos ciclistas en la HMD (17:30-18:30 horas, junio 2015).....	65
Figura 3-8 Volúmenes de aforos peatonales en la HMD (17:30-18:30 horas, junio 2015) .....	68
Figura 3-9 Velocidades promedio por subtramos sobre el corredor (junio 2015).....	71

Figura 3-10 Ubicación de semáforos e identificación de su ciclo semafórico sobre el corredor Tecnológico .....	74
Figura 3-11 Mapa general de accidentabilidad en el corredor Tecnológico. (Años 2013, 2014 y enero – abril 2015) .....	77
Figura 3-12 Concentrado de la variación diaria de accidentes de tránsito (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015) .....	78
Figura 3-13 Concentrado de accidentes de tránsito por horas (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015).....	79
Figura 3-14 Causas de accidentes (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015) .....	80
Figura 3-15 Accidentes por causa de "Dar vuelta" .....	81
Figura 3-16 Morbilidad de accidentes viales en el corredor Tecnológico (años 2013,2014 y enero a abril 2015).....	85
Figura 3-17 Mortalidad de accidentes viales en el corredor Tecnológico (años 2013,2014 y enero a abril 2015).....	86
Figura 3-18 Mapa de densidad de delitos G_1 sobre el corredor (años 2013 y 2014).....	89
Figura 3-19 Mapa de densidad de delitos G_2 sobre el corredor (años 2013 y 2014).....	90
Figura 3-20 Mapa de densidad de delitos G_3 sobre el corredor (años 2013 y 2014).....	91
Figura 3-21 Mapa de densidad de delincuencia total (años 2013 y 2014).....	92
Figura 3-22 Porcentaje de delitos por día (años 2013 y 2014) .....	93
Figura 3-23 Histograma de variación horaria de delitos (años 2013 y 2014) .....	93
Figura 3-24 Mapa de Hotspots en el corredor Tecnológico – 16 de Septiembre (años 2013 y 2014) .....	95
Figura 3-25 Accidentabilidad e intersecciones semaforizadas en el corredor Tecnológico .....	98
Figura 3-26 Accidentes de tránsito y volúmenes vehiculares en el corredor tecnológico .	99
Figura 3-27 Accidentes de tránsito (atropellos) y volúmenes peatonales en el corredor Tecnológico .....	100
Figura 3-28 Delitos gravedad 2 y volúmenes peatonales en el corredor Tecnológico ....	101
Figura 4-1 Elementos de modelo de microsimulación .....	103
Figura 4-2 Código de colores de Niveles de Servicio .....	106
Figura 4-3 Red vial de la zona de estudio en el modelo de simulación .....	111
Figura 4-4 Rutas vehiculares en una intersección.....	112
Figura 4-5 Programa de señales importado al software VISSIM .....	113
Figura 4-6 Zonas de reducción de velocidad .....	114
Figura 4-7 Niveles de servicio vehiculares del corredor Tecnológico (estado actual)...	118
Figura 4-8 Niveles de servicio vehiculares del corredor Tecnológico (alternativa 2).....	121
Figura 4-9 4-10 Niveles de servicio vehiculares del corredor Tecnológico (alternativa 3) .....	123
Figura 5-1 Estacionamiento permitido.....	137
Figura 5-2 Estacionamiento permitido en el resto del corredor .....	138
Figura 5-3 Grafico de distribución de mobiliario urbano .....	139

Figura 6-1 Localización del Corredor en el ámbito metropolitano.....	141
Figura 6-2 Localización del Corredor en el ámbito urbano. ....	144
Figura 6-3 Localización del Corredor en el ámbito urbano .....	146
Figura 6-4 Delimitación del área de influencia al poniente del Corredor Tecnológico.....	149
Figura 6-5 Delimitación del área de influencia en el Centro Histórico.....	150
Figura 6-6 Delimitación del área de influencia entorno a grandes equipamientos urbanos .....	151
Figura 6-7 Delimitación del área de influencia entorno a centros industriales .....	152
Figura 6-8 Delimitación del área de influencia entorno a espacios recreativos.....	153
Figura 6-9 Delimitación del área de influencia en el extremo sur del corredor .....	154
Figura 6-10 Delimitación del área de influencia del Corredor Tecnológico .....	158
Figura 6-11 Población de Ciudad Juárez por grupos quinquenales de edad.....	159
Figura 6-12 Población Económicamente activa y por género, Ciudad Juárez .....	161
Figura 6-13 Población Económicamente activa y por género, Corredor Tecnológico.....	166
Figura 6-14 Inventario de usos de suelo existentes .....	167
Figura 6-15 Inventario de usos de suelo existentes, Av. 16 de Septiembre .....	168
Figura 6-16 Porcentajes de usos de suelo en 16 de septiembre.....	168
Figura 6-17 Inventario de usos de suelo existentes, Paseo del Triunfo de la República	169
Figura 6-18 Porcentajes de usos de suelo Triunfo de la República.....	170
Figura 6-19 Inventario de usos de suelo existentes, Av. Tecnológico .....	171
Figura 6-20 Porcentajes de usos de suelo Av. Tecnológico.....	171
Figura 6-21 Plano de producción y atracción de viajes .....	173
Figura 6-22 Plano de densidad habitacional .....	173
Figura 6-23 Programación de obras a corto plazo .....	175
Figura 6-24 Programación de obras a corto plazo .....	176
Figura 6-25 Fábricas de Francia, Triunfo de la República.....	178
Figura 6-26 Galerías Tec, Av. Tecnológico .....	178
Figura 6-27 Escuela primaria Abraham González, Paseo Triunfo de la República.....	179
Figura 6-28 ITCJ, Av. Tecnológico.....	179
Figura 6-29 Distribución de puntos de interés por tipo en corredor tecnológico .....	182
Figura 6-30 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Helio y c. Juárez. ....	183
Figura 6-31 Localización de puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre AD-IP1-003 .....	185
Figura 6-32 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Juárez. y c. Costa Rica .....	186
Figura 6-33 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Costa Rica y c. Platón.....	188
Figura 6-34 Localización de puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre c. Costa Rica y c. Platón.....	190

Figura 6-35 Distribución de puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Platón y c. Estebanico .....	191
Figura 6-36 Localización de puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Platón y c. Estebanico .....	192
Figura 6-37 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Triunfo de la República entre c. Estebanico y c. Del Sabinal.....	193
Figura 6-38 Localización de puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre Estebanico y Del Sabinal .....	194
Figura 6-39 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre Del Sabinal y Ejercito Nacional .....	195
Figura 6-40 Localización de puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Del Sabinal y Ejército Nacional.....	196
Figura 6-41 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Ejército Nacional y Teófilo Borunda .....	197
Figura 6-42 Localización de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Ejército Nacional y Teófilo Borunda .....	199
Figura 6-43 Distribución de puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Teófilo Borunda y Tonatzin .....	200
Figura 6-44 Localización de puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Teófilo Borunda y Tonatzin .....	201
Figura 6-45 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Tonatzin y Zaragoza .....	202
Figura 6-46 Localización de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Tonatzin y Zaragoza .....	204
Figura 6-47 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-001 .....	205
Figura 6-48 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-002 .....	205
Figura 6-49 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-003 .....	206
Figura 6-50 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-004 .....	207
Figura 6-51 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-004 .....	208
Figura 6-52 Volumen vehicular .....	209
Figura 6-53 Pasajeros observados por tipo de transporte.....	210

## 1 CALIBRACIÓN / ESCENARIO BASE DEL MODELO DE TRANSPORTE

### 1.1 Método de asignación

Esta sección corresponde a la calibración de la etapa de asignación de la demanda a la red de transporte de los modelos desarrollados en VISUM. El proceso de calibración es un proceso iterativo sobre el principio de ensayo-error, comparando tanto las cifras de pasajeros arrojadas por el modelo con las obtenidas de aforos sobre la vía.

#### 1.1.1 Calibración del modelo de transporte

De esta manera el proceso de calibración consistió en ajustar tanto la matriz como los coeficientes de peso relativo de los componentes de la función de costo generalizado y en reproducir las velocidades observadas en el transporte público urbano de las rutas estudiadas. Es importante destacar que durante el proceso de calibración se cotejan diversos parámetros de verificación como lo son: la velocidad de recorrido y naturalmente, la conservación del nivel de representación de los volúmenes de pasajeros obtenido al final del proceso de corrección por conteos.

Al final de la aplicación del proceso calibración se obtuvieron volúmenes de pasajeros muy cercanos a los observados en las secciones de vía de los puntos en los que se ejecutaron los estudios de conteos de pasajeros.

#### 1.1.2 Volúmenes de calibración

A partir de las bases de resultados de los estudios de conteos de usuarios del transporte público realizados por el equipo consultor, durante el mes de junio de 2015, se definieron los volúmenes de calibración del modelo de transporte desarrollado para el periodo pico de la mañana (7:00 – 8:00).

Para la definición de los puntos de control se consideró la información recopilada en las estaciones de FOV se levantaron en campo durante un periodo que garantizaba la cuantificación del flujo de pasajeros para el periodo definido para la modelación.

En Figura 1-1 se puede observar la localización geográfica sobre la red vial de los 13 puntos de control que se usaron para la calibración del subsistema de transporte público urbano.

Figura 1-1 Localización volúmenes de control



Fuente. Elaboración propia, 2015

### 1.1.3 Coeficientes de la función de costo generalizado del transporte público

Los coeficientes del modelo representan el grado de importancia relativa entre las variables de decisión de los usuarios, por lo que son frecuentemente conocidos como “los pesos de la preferencia”. La importancia relativa es cuantificada con respecto al tiempo de viaje dentro del vehículo, el cual toma por omisión el valor de 1,0.

Los resultados de la calibración de los coeficientes de la función de costo generalizado estimados para transporte público de pasajeros se presentan en la en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1 Coeficientes de la función de costo generalizado del transporte público calibrados

Coeficiente	Peso relativo
Espera	2.5
Caminata	2.5
Abordaje	3.0

Fuente. Elaboración propia, 2015

### 1.1.4 Validación y corrección de la demanda actual

Una vez se han ajustado los coeficientes de peso relativo y las funciones probabilísticas de elección, normalmente se encuentran algunas inconsistencias respecto a los flujos de pasajeros que se asignan y los volúmenes de usuarios cuantificados en campo. De acuerdo con lo anterior, fue necesario aplicar una metodología numérica que permitiera realizar una última corrección utilizando información adicional de los conteos.

En este sentido, es importante aclarar que el proceso de calibración se siguió hasta lograr el máximo nivel de representación de los volúmenes de pasajeros observados mediante el análisis de estrategias de caminos de viaje lógicos para los diferentes pares origen-destino (OD).

Los volúmenes de usuarios, pueden ser interpretados como la combinación de dos elementos; una matriz de OD y un patrón de selección de rutas por los viajeros en la red vial. Estos dos elementos pueden estar linealmente relacionados con los volúmenes de tráfico, pero bajo circunstancias normales; nunca habrá suficientes conteos para identificar una sola matriz como la única fuente de los flujos observados. Los conteos por si solos no son suficientes para estimar una matriz OD; es necesario algo más.

La metodología adoptada para conseguir aproximarse hacia la obtención de matrices de demanda que se ajusten a las mediciones tomadas en campo para el periodo de modelación, se basó en el uso de modelos de transporte, procurando reproducir el patrón de viaje de la matriz original obtenido a través de la encuesta OD. En este caso, la corrección de las matrices es obtenida utilizando un principio que refleja la capacidad de definir en un lugar determinado el patrón de viajes que tiene la mayor probabilidad de ocurrir, dado el estado actual del conocimiento que se tiene de la demanda y de las condiciones que ésta debe cumplir en cuanto a generación de volúmenes de tránsito.

Para la corrección de las matrices del transporte público, se desarrolló una metodología fundamentada en la aplicación de factores de ajuste a la submatriz de usuarios que pasan por cada uno de los puntos de control (volumen total de pasajeros que pasan por una sección de vía) ubicados sobre la red vial, de tal manera que ésta alcance la magnitud del aforo observado en campo.

Al aplicarse un solo factor de ajuste para toda la submatriz de viajes que transitan por cada punto de control, se mantiene en escala el patrón de viajes que tiene la mayor probabilidad de ocurrencia (movilización original de la encuesta). Este procedimiento fue aplicado únicamente sobre puntos de la red en los que se tuvo déficit o superávit de viajes respecto a los aforos observados.

Una vez explicada la metodología empleada para la corrección de las matrices de transporte público, en los siguientes acápites se exponen los resultados obtenidos.

## 1.1.5 Estimación de la demanda –Escenario base

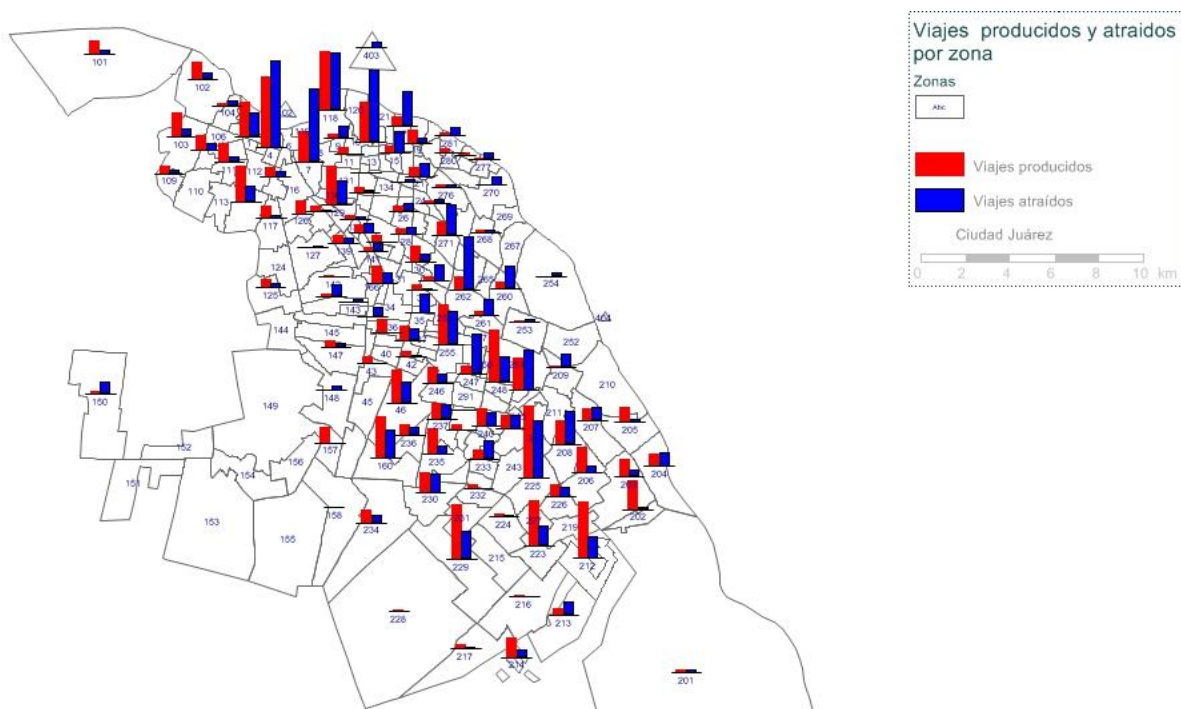
### 1.1.5.1 Matrices de transporte público

Una vez finalizado el proceso de corrección de la matriz de transporte público del subsistema de transporte, se obtuvo una matriz final con una dimensión de 24,327 viajes durante la hora pico de la mañana, en todo el sistema de rutas.

Aplicando el factor de expansión de hora pico mañana a día (10.78) se obtuvo una matriz de día hábil típico de 262,341 viajes en todo el sistema de rutas, incluido Vivebús Troncal 1.

Al analizar la generación de viajes en la zona de influencia del sistema de BRT se identificaron algunos sectores que generan comparativamente un volumen representativo de viajes, de igual manera existen atractores de viajes en zonas específicas del área de influencia. Las condiciones mencionadas son consistentes con el uso del suelo. En la siguiente figura se presenta la cantidad de viajes generados (color rojo) y atraídos (color azul) para cada una de las ZATs del área de influencia, para el periodo pico de la mañana (Las ZATs son las zonas de análisis de transporte, para mayor detalle ver numeral 8.1.6 del Informe 2).

Figura 1-2 Viajes generados y atraídos por ZAT

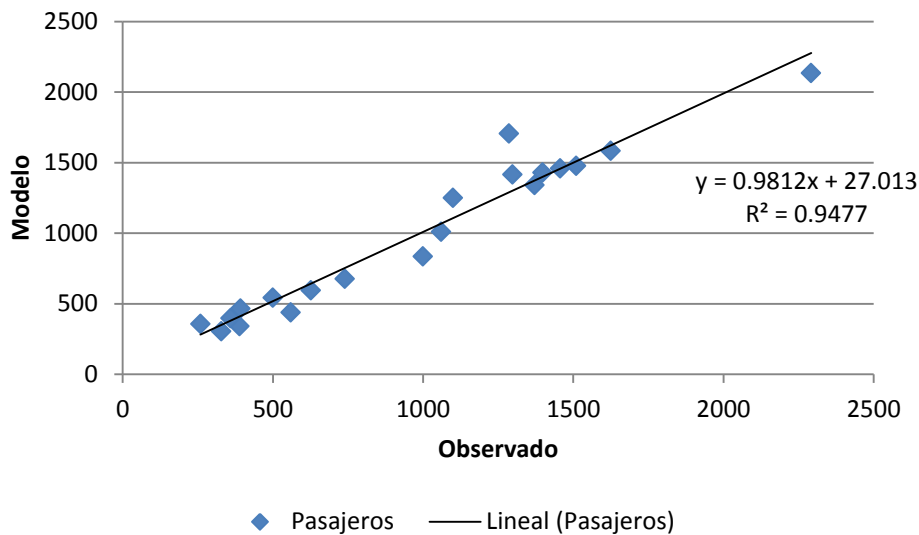




### 1.1.5.2 Bondad de la calibración

La muestra la dispersión lograda para los volúmenes de pasajeros en los puntos de control ubicados sobre la red vial que funcionan de control de la calibración del modelo pico de la mañana. En el eje vertical se localizaron los volúmenes asignados por el modelo y en el eje horizontal se encuentran los flujos de pasajeros aforados en campo. Para la recta que representa la trayectoria de la dispersión de puntos, se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.9477.

Figura 1-3 Dispersión del volumen de pasajeros del transporte público asignados vs. observados. Escenario base de calibración – hora pico de la mañana



Fuente. Elaboración propia, 2015

### 1.1.6 Indicadores de movilidad en los periodos simulados

En las condiciones de operación del escenario base para el periodo pico de la mañana el tiempo medio de viaje de los usuarios es de 50.0 minutos, éste se distribuyen en las etapas de viaje de la siguiente manera: 52.2% del tiempo de viaje a bordo de la unidad de transporte, 25.6 % del tiempo de viaje destinado a la caminata, el 14.1% destinado a la transferencia y el 8.1 % destinado a la espera de las unidades de transporte.

Tabla 1-2 Principales indicadores de movilidad. Escenario base de calibración – hora pico de la mañana

Indicador	Valor
Tiempo Viaje en el Vehículo (min.)	26.1
Tiempo Caminata (min.)	12.8

Indicador	Valor
Tiempo Espera (min.)	4.1
Tiempo promedio de transferencia (min)	7.0
Tiempo Total de Viaje (min.)	50.0
Tasa Media de Transbordo (%)	12.9

Fuente. Elaboración propia, 2015

### 1.1.7 Asignación de viajes

La asignación implementada por VISUM, es del tipo de caminos múltiples, basada en la estimación de estrategias óptimas con equilibrio al usuario. El concepto de estrategia es una generalización del concepto de camino, donde un viajero puede elegir a partir de elementos más complejos, que la simple selección del camino mínimo que lo lleva a su destino.

El tipo de estrategia implementada en VISUM, puede expresarse de la siguiente manera:

- En cada uno de los nodos en los cuales el viajero cruza durante su recorrido, considera para su elección el grupo de rutas que tiene a su disposición para llegar a su destino, abordando el vehículo de la ruta que arriba primero, descendiendo posteriormente en el nodo en el cual la subestrategia minimiza su costo de viaje. Este proceso se repite mientras el viajero llega a su destino.
- La estrategia óptima es aquella que minimiza el costo generalizado del viaje (incluyendo caminata, espera, viaje a bordo del vehículo, pago de la tarifa del transporte, etc.).

El método descrito parte de la demanda definida en la matriz de transporte, que es asignada a la red de rutas, clasificadas y caracterizadas de acuerdo con los atributos propios de cada modo.

La asignación de la demanda sobre la red de oferta, permite evidenciar el alto uso que generan los viajeros del subsistema a las rutas y los principales corredores del sistema de transporte. Se puede observar en la asignación, que los principales corredores que juegan un papel preponderante en la movilidad de la ciudad en la hora de máxima demanda son el corredor Juan Gabriel, la Avenida Tecnológico, la Avenida 16 de Septiembre y su continuación la Avenida el Triunfo, el Boulevard Manuel Gómez Morín, Ejercito Nacional y la Avenida de las Torres. Estos ejes forman la estructura vial base de la mayoría de los viajes generados en la ciudad.

En la Figura 1-4 se presenta el perfil de carga sobre la red de transporte público para la hora pico de la mañana.

Figura 1-4 Asignación de viajes en el escenario base de calibración, hora pico de la mañana



## 1.2 Planteamiento de las alternativas

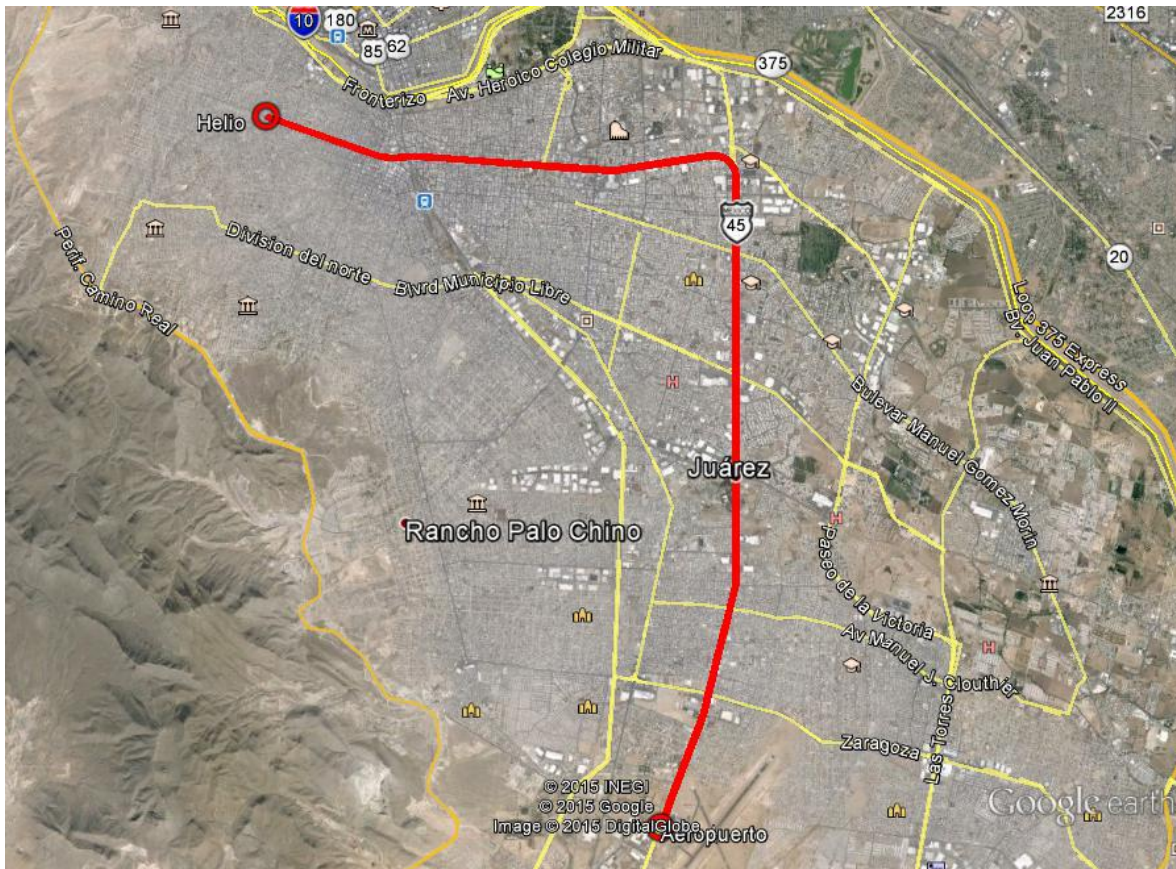
Para el presente estudio, se diseñaron cuatro alternativas de trazo respecto a la inicialmente proporcionada y provista por la contratante, éstas alternativas serán evaluadas en una matriz multicriterio que se describirá en apartados subsecuentes. Dichas alternativas se describen a continuación.

### 1.2.1.1 Descripción de las alternativas

**Alternativa 1 Base.** Consiste en un corredor troncal de carril central exclusivo de 38 kilómetros de longitud, con origen en la calle de Helio, en la parte norponiente de la ciudad y con destino al Aeropuerto, en la zona sur de la ciudad. El trazo de dicha troncal va hacia el sur en contraflujo por 16 de Septiembre, el Triunfo, Avenida Tecnológico, hasta la Avenida Aeronáutica, el regreso lo hace por las mismas vías.

Esta alternativa consta de 32 paradas intermedias y dos terminales; Helio y Aeropuerto. Las rutas actuales serán reestructuradas en cuencas de alimentación al corredor troncal; la reestructura considera, al igual, rutas complementarias a la troncal denominadas Pretroncales, así como rutas de apoyo definidas como rutas Auxiliares y, finalmente, rutas Convencionales, que por la característica de su derrotero, sirven a zonas cuyo origen y destino esta fuera del trazo del corredor troncal, pero que en algún punto de su derrotero convergen en la misma.

Figura 1-5 Alternativa 1 Base. Corredor Troncal



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth, 2015

**Alternativa 2 "A".** Consiste en un corredor troncal de carril lateral preferencial de 25.4 kilómetros de longitud, con origen en la calle de Manuel Bernal, en la zona centro de la ciudad y con destino a la zona de la Cuesta, cerca de la intersección de la Avenida Tecnológico y Avenida Cesáreo Santos, al sur de la ciudad. El trazo de dicha troncal va hacia el sur por la Avenida Vicente Guerrero, continuando por Avenida de las Américas, el Triunfo, Avenida Tecnológico, hasta la intersección con la Avenida Cesáreo Santos. El regreso lo hace por Avenida Tecnológico, el Triunfo, 16 de Septiembre hasta la calle Manuel Bernal.

Esta alternativa consta de 20 paradas intermedias y dos terminales, Centro y Cuesta. Al igual que en la alternativa anterior, las rutas actuales serán reestructuradas en cuencas de alimentación al corredor troncal, la reestructura considera, al igual, rutas complementarias a la troncal denominadas Pretroncales, así como rutas de apoyo al sistema troncal definidas como rutas Auxiliares y, finalmente, rutas Convencionales, que por la característica de su derrotero, sirven a zonas cuyo origen y destino esta fuera del trazo del corredor troncal, pero que en algún punto de su derrotero convergen en la troncal.

Figura 1-6 Alternativa 2 “A”. Corredor Troncal

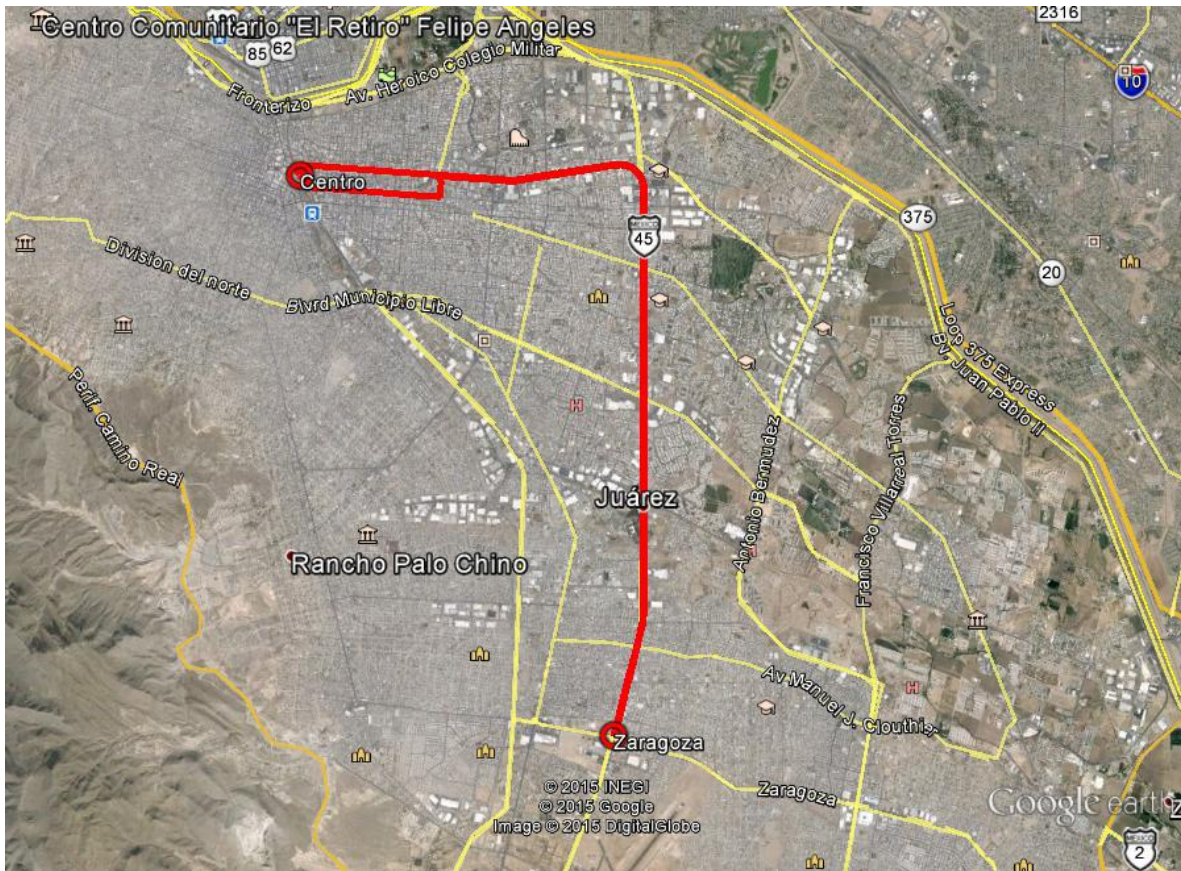


Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth, 2015

**Alternativa 3 “B”.** Consiste en un corredor troncal de carril central exclusivo de 29.8 kilómetros de longitud, con origen en la calle de Manuel Bernal, en la zona centro de la ciudad y con destino a la zona de Zaragoza, cerca de la intersección de la Avenida Tecnológico y el Boulevard Zaragoza, al sur de la ciudad. El trazo de dicha troncal va hacia el sur por la Avenida Vicente Guerrero, continuando por Avenida de las Américas, el Triunfo, Avenida Tecnológico, hasta la intersección con el Boulevard Zaragoza. El regreso lo hace por Avenida Tecnológico, el Triunfo, 16 de Septiembre hasta la calle Manuel Bernal.

Esta alternativa consta de 25 paradas intermedias y dos terminales, Centro y Zaragoza. Al igual que las alternativas anteriores, las rutas actuales serán reestructuradas en cuencas de alimentación al corredor troncal; dicha reestructura, al igual, considera rutas complementarias a la troncal denominadas Pretroncales, así como rutas de apoyo al sistema troncal definidas como rutas Auxiliares y, finalmente, rutas Convencionales, que por la característica de su derrotero, sirven a zonas cuyo origen y destino esta fuera del trazo del corredor troncal, pero que en algún punto de su derrotero convergen en la troncal.

Figura 1-7 Alternativa 3 "B". Corredor Troncal



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth, 2015

**Alternativa 4 "C".** Consiste en un corredor troncal de carril lateral preferencial de 25 kilómetros de longitud, con origen en la calle de Manuel Bernal, en la zona centro de la ciudad y con destino a la zona de la Cuesta, cerca de la intersección de la Avenida Tecnológico y Avenida Cesáreo Santos, al sur de la ciudad. El trazo de dicha troncal va hacia el sur en contraflujo por la Avenida 16 de Septiembre, sigue por Avenida el Triunfo, Avenida Tecnológico, hasta la intersección con la Avenida Cesáreo Santos. El regreso lo hace por Avenida Tecnológico, el Triunfo, 16 de Septiembre hasta la calle Manuel Bernal.

Esta alternativa consta de 20 paradas intermedias y dos terminales, Centro y Cuesta. Las rutas actuales serán reestructuradas en cuencas de alimentación al corredor troncal, considerando rutas complementarias a la troncal denominadas Pretroncales, así como rutas de apoyo al sistema troncal definidas como rutas Auxiliares y, finalmente, rutas Convencionales, que por la característica de su derrotero, sirven a zonas cuyo origen y destino esta fuera del trazo del corredor troncal, pero que en algún punto de su derrotero convergen en la troncal.

Figura 1-8 Alternativa 4 "C". Corredor Troncal



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth, 2015

**Alternativa 5 "D".** Consiste en un corredor troncal de carril central exclusivo de 25 kilómetros de longitud, con origen en la calle de Manuel Bernal, en la zona centro de la ciudad y con destino a la zona de la Cuesta, cerca de la intersección de la Avenida Tecnológico y Avenida Cesáreo Santos, al sur de la ciudad. El trazo de dicha troncal va hacia el sur por la Avenida Vicente Guerrero, continuando por Avenida de las Américas, el Triunfo, Avenida Tecnológico, hasta la intersección con la Avenida Cesáreo Santos. El regreso lo hace por Avenida Tecnológico, el Triunfo, 16 de Septiembre hasta la calle Manuel Bernal.

Esta alternativa consta de 20 paradas intermedias y dos terminales, Centro y Cuesta. La reestructuración de las rutas consiste en una organización en cuencas de alimentación al corredor troncal, la considerando rutas complementarias a la troncal denominadas Pretroncales, así como rutas de apoyo al sistema troncal definidas como rutas Auxiliares y, finalmente, rutas Convencionales, que por la característica de su derrotero, sirven a zonas cuyo origen y destino esta fuera del trazo del corredor troncal, pero que en algún punto de su derrotero convergen en la troncal.

Figura 1-9 Alternativa 5 "D". Corredor Troncal



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth, 2015

## 1.3 Pronóstico de la demanda

### 1.3.1 Pronósticos de crecimiento

Se desarrolló un modelo econométrico con el objetivo de obtener el pronóstico de crecimiento de las matrices producción-atracción del sistema Vivebús Corredor Tecnológico en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Se realizaron las proyecciones de crecimiento para 30 años (el horizonte del proyecto), analizando 3 escenarios: base, optimista y pesimista. Para la elaboración de las proyecciones se llevaron a cabo los siguientes elementos analíticos:

- Desagregación de las variables del modelo regional de SIREM (Sistema de Información Regional Económica de México, S.A. de C.V) de abril 2015, de acuerdo con la zonificación del proyecto.
- Calibración de los modelos econométricos mediante corte transversal para pronosticar el crecimiento de las matrices de producción-atracción.



- Pronóstico de matrices de demanda y tasas de crecimiento preliminares.
- Ajustes a las tasas resultantes para incorporar un modelo de crecimiento no-lineal y el crecimiento exógeno, debido al impacto urbano con base en los Planes de Desarrollo Urbano estatal, municipal y otras fuentes.

### 1.3.1.1 Fundamentos teóricos para el modelo econométrico

Con el fin de establecer un modelo teórico que fundamentara el análisis econométrico, se llevó a cabo un ejercicio de revisión de la literatura, para identificar cuáles son los principales determinantes teóricos y empíricos de la demanda de transporte público (TP).

Los resultados del ejercicio mostraron que si bien existe variación, caso por caso, respecto de los determinantes de la demanda de TP, existen algunas variables que estudio tras estudio sobresalen como las variables con mayores impactos estadísticamente significativos sobre la demanda de TP: “calidad del servicio de TP”, “existencia de modos alternativos al TP”, “nivel de ingreso”, “nivel de oferta de servicios”, “tarifas relativas a las alternativas del TP”, “tasa de motorización” y “tiempo de viaje relativo a las alternativas del TP” (ver Tabla 1-3). Entre esas variables, dos se destacan como determinantes clave de la demanda del TP: “nivel de ingreso” y la “tasa de motorización”. Se considera que al agregar estas dos variables en el modelo econométrico se podrá controlar por los dos efectos que tiene el ingreso sobre la demanda de TP. En general, se encuentran dos efectos del ingreso sobre la demanda de TP: (1) un efecto de ingreso y (2) un efecto de sustitución. El efecto de ingreso es un efecto positivo, de manera que conforme aumentan los ingresos, aumentan el gasto en viaje y las distancias viajadas, a lo largo de los diferentes modos de transporte, incluyendo TP<sup>1</sup>. El efecto de sustitución es un efecto negativo, de manera que conforme aumentan los ingresos, aumenta el consumo del automóvil, lo cual genera una sustitución del TP por el transporte particular<sup>2</sup>. Este segundo efecto se observa también en la elasticidad de la demanda de TP respecto a la motorización, la cual es negativa<sup>3</sup>. Finalmente, estas dos variables también cuentan con la ventaja de que son fácilmente medibles y de que, en el presente caso de Ciudad Juárez, se cuenta con los datos necesarios para incorporarlas en el modelo econométrico. Otras variables importantes, como lo son las “tarifas relativas a las alternativas del TP” y el “tiempo de viaje relativo a las alternativas del TP”, no se pudieron incorporar al análisis debido a la falta de disponibilidad de los datos.

Tabla 1-3 Determinantes de la demanda de TP según la literatura.

Autor	Estudio	Factores determinantes
Balcome et al. (2004)	The Demand for Public Transport: A Practical Guide	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tarifas</li> <li>▪ Calidad de servicio</li> <li>▪ Interacciones de la demanda</li> <li>▪ Ingreso</li> </ul>

<sup>1</sup> Balcome et al., “The Demand for Public Transport: A Practical Guide”, 2004.

<sup>2</sup> Ibid.

<sup>3</sup> Ibid.

Autor	Estudio	Factores determinantes
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motorización</li> <li>▪ Uso de suelo</li> <li>▪ Existencia de modos alternativos</li> <li>▪ Políticas de gobierno</li> </ul>
Bresson et al. (2003)	The Main Determinants of the Demand for Public Transport: A Comparative Analysis of England and France Using Shrinkage Estimators	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tarifas</li> <li>▪ Nivel de oferta de servicio</li> <li>▪ Ingreso</li> </ul>
Holmgren (2013)	An Analysis of the Determinants of Local Public Transport Demand Focusing on the Effects of Income Changes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tarifas</li> <li>▪ Ingreso</li> <li>▪ Kilómetros-vehículo</li> <li>▪ Motorización</li> </ul>
Paulley et al. (2006)	The Demand for Public Transport: The Effects of Fares, Quality of Service, Income and Car Ownership	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tarifas</li> <li>▪ Calidad de servicio</li> <li>▪ Ingreso</li> <li>▪ Motorización</li> </ul>
Polat (2012)	The Demand Determinants for Urban Public Transport Services: A Review of the Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tarifas</li> <li>▪ Calidad de servicio</li> <li>▪ Tiempo de viaje</li> <li>▪ Distancia de traslado</li> <li>▪ Existencia de modos alternativos</li> <li>▪ Propósito de viaje</li> <li>▪ Nivel de oferta de servicio</li> <li>▪ Dependencia de TP</li> <li>▪ Demografía</li> <li>▪ Factores económicos y sociales</li> <li>▪ Estructura urbana</li> <li>▪ Políticas de gobierno</li> <li>▪ Factores de comportamiento</li> </ul>
Vivier (2001)	Base de données sur 100 villes du monde pour une mobilité durable: analyses et recommandations	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porcentaje de PIB metropolitano invertido en TP</li> <li>▪ Precio de combustible</li> <li>▪ Relación costo total de transporte público vs. costo total de transporte privado</li> <li>▪ Relación velocidad transporte público vs. velocidad transporte privado</li> <li>▪ Número de estacionamientos por cada 1,000 empleos en zonas laborales</li> </ul>

Fuente. Elaboración propia, 2015

### 1.3.1.2 Metodología

#### 1.3.1.2.1 Definición de la elasticidad de la demanda de transporte público respecto a las variables determinantes

Para generar pronósticos de matrices atracción-producción, es necesario primero establecer la relación entre la variable dependiente, en este caso la “demanda de TP”, y las variables determinantes o independientes: el “nivel de ingreso” o “poder adquisitivo” de

los usuarios, medidos como el producto interno bruto (PIB)<sup>4</sup>, y la tasa de motorización. Tanto la variable dependiente, como las variables independientes fueron medidas al nivel de la zona de análisis en cuestión; en el presente análisis se emplearon macrozonas dentro de la Zona Metropolitana de Ciudad Juárez como las zonas de análisis. La relación entre la variable dependiente y las dos determinantes se estableció a través de la elasticidad de la demanda del TP respecto a las dos variables determinantes, mediante una regresión de las variables en logaritmos naturales, como se muestra en la siguiente ecuación:

#### Ecuación 1-1 Regresión

$$\ln(\text{demanda}_i) = \alpha + \beta_1 * \ln(\text{PIB}_i) + \beta_2 * \ln(\text{mot}_i) + \varepsilon_i$$

Donde  $\text{demanda}_i$  representa la demanda de TP en cada macrozona,  $\text{PIB}_i$  representa el PIB en cada macrozona,  $\text{mot}_i$  representa la tasa de motorización en cada macrozona,  $\alpha$  representa la intersección de la regresión,  $\beta_1$  la elasticidad de la demanda respecto al PIB,  $\beta_2$  la elasticidad de la demanda respecto a la tasa de motorización y  $\varepsilon_i$  el error de la estimación por cada macrozona.

Debido a la ausencia de datos históricos, para este análisis se empleó un modelo econométrico de corte transversal, empleando datos en 71 macrozonas para un solo corte temporal, de acuerdo con los conteos realizados en junio de 2015 (ver apartado “1.3.1.6 Anexo metodológico”).

#### 1.3.1.2.2 Estimación de matrices y tasas de crecimiento preliminares

Posterior a la determinación de la relación entre la demanda de TP y las dos variables determinantes, se emplearon las elasticidades resultantes del proceso econométrico, la proyección del PIB por cada macrozona (obtenido de SIREM y desagregado por macrozona) y la tasa de motorización actual en cada macrozona<sup>5</sup>, para estimar la demanda de TP en cada macrozona por los próximos 30 años, como función del crecimiento del PIB en cada macrozona y la tasa de motorización en cada macrozona, de acuerdo con la Ecuación 1-1. Con las estimaciones de la demanda futuras por cada macrozona, se calcularon las estimaciones preliminares de las tasas de crecimiento de la demanda de TP por cada macrozona para los próximos 30 años.

<sup>4</sup> En casos en los que la población está creciendo o decreciendo a tasas relativamente altas, respecto las tasas de crecimiento del PIB, es posible emplear el indicador PIB per cápita (PPC) como proxy de ingreso o poder adquisitivo para controlar por el efecto poblacional sobre el ingreso promedio. En el caso de Ciudad Juárez, en el periodo del 2010 al 2015, la relación de la tasa de crecimiento anual compuesto (TCAC) del PIB respecto a la TCAC de la población (0.65%) es de 5.77, por lo cual no se consideró necesario emplear como determinante el PPC y, más bien, se utilizó el PIB. En las pruebas econométricas se comprobó que el PIB es un mejor predictor de la demanda de transporte público que el PPC en el caso de Ciudad Juárez al establecerse en el modelo del PIB una relación con la demanda más robusta que con el PPC.

<sup>5</sup> Para simplificar el análisis se establece el supuesto de que la tasa de motorización por macrozona no evoluciona con el tiempo.

### 1.3.1.2.3 Ajustes finales

Las estimaciones preliminares de crecimiento que se obtienen de los modelos econométricos tienden a ser de carácter cuasi-exponencial, por lo que no se consideran adecuadas para realizar proyecciones de demanda de TP, ya que ésta no crece de manera indefinida y exponencial. Para corregir estas estimaciones preliminares, se les somete a una transformación, mediante el uso de una función Gompertz, que arroja un perfil de crecimiento no-lineal en forma de “S”, el cual se considera más razonable para modelar el crecimiento de la demanda.

Finalmente, debido a que el modelo econométrico no emplea elasticidades diferenciadas por macrozona<sup>6</sup>, las estimaciones preliminares no diferencian entre el comportamiento que pudieran tener las distintas macrozonas. Para corregir estos resultados originales se contempló el crecimiento exógeno que algunas macrozonas podrían experimentar, a raíz del impacto positivo o negativo en la estructura urbana de las zonas y a esas zonas se les aplicaron tasas que premiaban o castigaban su crecimiento, según la ubicación de desarrollos urbanos con impactos positivos y negativos, respectivamente

### 1.3.1.3 Insumos y datos disponibles

#### 1.3.1.3.1 Definición de macrozonas

La demanda de transporte se organiza y presenta usando el concepto de zonas de análisis de transporte (ZAT). Para cada zona se producen estimaciones del número de viajes que se atraen y generan en cada área geográfica. Estos volúmenes se mueven entre las zonas de tránsito a través de la oferta del transporte.

La zonificación de un área de estudio cumple con los siguientes criterios

- Desde el punto de vista urbano, las zonas son homogéneas en cuanto al uso del suelo, de esta manera se diferencian las áreas residenciales de las de uso comercial o industrial.
- La zonificación es compatible con las divisiones territoriales existentes.
- Las ZATs presentan una forma geométrica regular.
- Cada una de las ZATs presenta una accesibilidad similar en términos de transporte para todo el polígono que las representa.

En el caso de Ciudad Juárez, para la definición de las Zonas de Análisis de Transporte (ZAT) de las diferentes escalas, se tomaron como referencia los resultados de generación y atracción de viajes obtenidos del procesamiento de las encuestas origen-destino realizadas a usuarios del transporte público en el área de influencia del sistema de transporte.

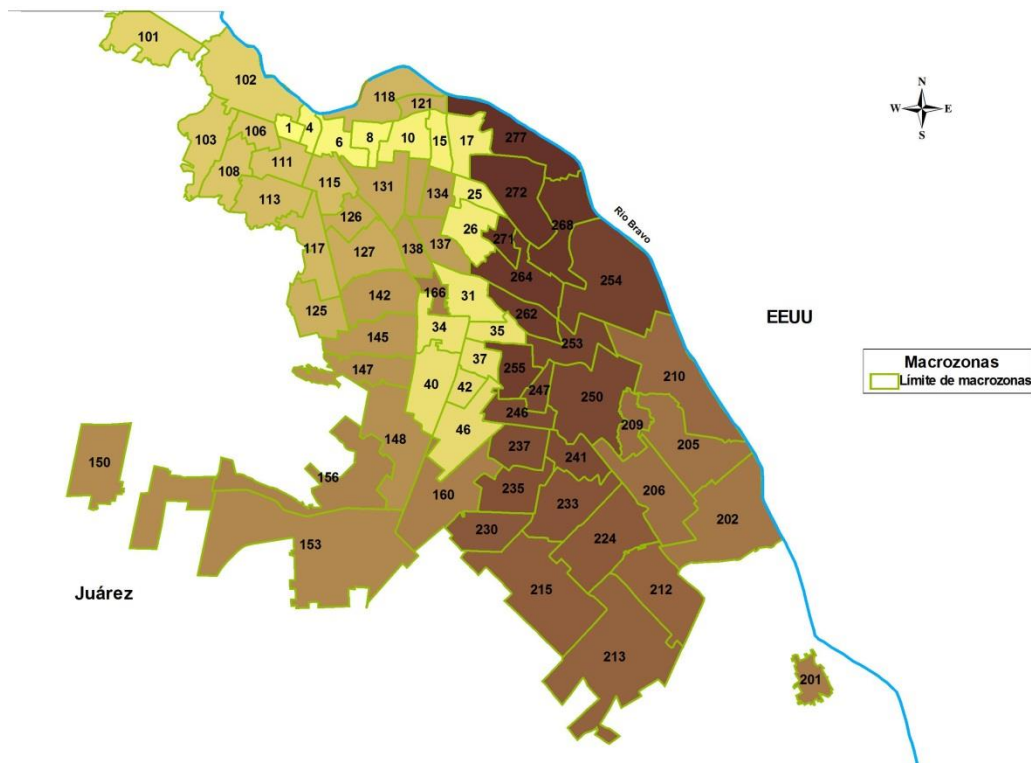
<sup>6</sup> Debido a la ausencia de datos históricos, no es posible emplear un modelo con un panel de datos.

La zonificación del área de influencia se definió a partir de los archivos geográficos que definen las colonias de Cd. Juárez, de acuerdo con 3 niveles de zonificación: 1) áreas o zonas de influencia directa al proyecto, 2) áreas de influencia indirecta y 3) áreas que representan viajes de largo itinerario, provenientes de municipios colindantes y de la zona fronteriza de Estados Unidos (El Paso, Texas).

De este proceso resultaron 218 ZATs. Dado que el grado de desagregación es muy detallado, para el modelo de crecimiento se agruparon zonas del modelo de transporte en macrozonas, que a su vez agrupan AGEBS<sup>7</sup> (áreas geoestadísticas básicas).

En la siguiente figura se pueden observar las macrozonas creadas para el modelo de crecimiento<sup>8</sup>.

Figura 1-10 Macrozonas para el modelo de crecimiento



Fuente. Elaboración propia, 2015

<sup>7</sup> Nivel de desagregación mínimo a través del cual el INEGI provee información económica y demográfica

<sup>8</sup> Cabe mencionar que el ID no es consecutivo, ya que el ID asignado simplifica el proceso de homologación de datos con las zonas usadas para el modelo de transporte y la clave AGEBS.

### 1.3.1.3.2 Puntos de conteo y proyecciones de la demanda

La demanda de viajes generados y atraídos por zona se obtuvo a partir de la expansión de la Encuesta Origen-Destino (EOD) aplicada por Cal y Mayor y Asociados en el mes de junio de 2015, dicho proceso se describe en el numeral 8 del Informe 2.

### 1.3.1.3.3 Población total y población ocupada

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) provee información demográfica y estadística a nivel nacional, de diferentes fuentes o proyectos: del Censo de Población y Vivienda 2010 se obtuvieron los datos generales de población, a nivel de Área Geoestadística Básica (AGEB), a los cuales se les aplicó las tasas de crecimiento estimadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), se obtuvo información desagregada a nivel AGEB sobre la población ocupada, el perfil de las unidades económicas, sus características y tamaño, clasificado de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 1-4 Clasificación de personal ocupado

Personal ocupado
0 a 5
6 a 10
11 a 30
31 a 50
51 a 100
101 a 250
251 y más

Fuente. Elaboración propia 2015, con información del INEGI (DENUE;2015)

### 1.3.1.3.4 Producto Interno Bruto (PIB)

Para el corto plazo (periodo 2014-2020) se consideraron las estimaciones del Fondo Monetario Internacional (FMI), publicadas a través del "World Economic Outlook Database", en el mes de abril 2015, mientras que para el largo plazo, se tomaron las expectativas del Modelo Regional de la empresa de consultoría económica: Sistema de Información Regional Económica de México, S.A. de C.V. (SIREM), el cual correlaciona la evolución de la economía mexicana con la estadounidense.

El Modelo Regional para el PIB de México hace referencia al escenario base de la Oficina de Presupuesto del Congreso (CBO) estadounidense, aplicando los siguientes factores cíclicos estimados por SIREM:

- Se considera una tasa de crecimiento de 3.2 por ciento para la economía estadounidense para 2015, debido a una mejoría en sus fundamentales macroeconómicos.
- Se espera una disminución ligera de los fundamentos de la economía norteamericana para 2016, con una tasa de crecimiento proyectada de 2.8 por ciento.

- La tasa de crecimiento se mantendrá con una leve tendencia ascendente durante el periodo 2017-2020, con tasas anuales de crecimiento de 2.6, 2.5, 2.3 y 2.2 por ciento respectivamente.

Para el caso de la economía mexicana, SIREM estimó que para el mismo periodo las tasas de crecimiento mantendrán una tendencia positiva, alcanzando una tasa de 2.6 por ciento al final de 2015 y una disminución moderada en 2016, a 2.3 por ciento. Para los años de 2017 a 2020, el crecimiento anual de la economía evolucionará de 2.7 por ciento (2017) a un nivel de entre 3.0 y 3.3 por ciento en los demás años.

En el caso de los datos empleados a nivel municipal que corresponden al Valor Agregado Bruto (VAB) de los municipios para los sectores de: producción (actividades primarias y secundarias), el sector comercio y servicio (actividades terciarias) durante el periodo 2014 a 2045, se toman como punto de partida los datos históricos sobre estos temas a nivel municipal y estatal publicados por INEGI a través de los Censos Económicos. Las cifras sobre el VAB siguen las definiciones del nuevo Sistema de Cuentas Nacionales Base 2008.

Las estimaciones se basan en la medición del VAB de los sectores agregados a nivel municipal, tomando como base la estimación realizada por SIREM en su Modelo Municipal, que a su vez se derivan de las estimaciones estatales del Modelo Regional correspondiente, considerando solamente el VAB de las actividades del sector primario, industria básica, manufacturas, comercio y transporte, así como servicios, excluyendo los “servicios de intermediación financiera medidos indirectamente” (SIFMI), y, en este caso agregados a dos sectores: producción (primario, industria básica y manufacturas) y comercios y servicios (comercio, transporte y servicios).

#### 1.3.1.3.5 Índice de motorización

De acuerdo con el Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015<sup>9</sup>, Ciudad Juárez tiene una tasa de motorización de 437 vehículos por cada 1,000 habitantes. Debido a que este dato considera el nivel municipal, se realizó un proceso adicional para conocer el índice de motorización para cada macrozona, el cual se describe en el apartado “1.3.1.4.1 Desagregación de variables del modelo regional”

#### **1.3.1.4 Modelo de crecimiento**

##### 1.3.1.4.1 Desagregación de variables del modelo regional

Para hacer coincidir las variables, previamente descritas, con la zonificación realizada para el modelo de crecimiento, se llevaron a cabo procesos de agregación o desagregación de las mismas.

<sup>9</sup> ONU Hábitat, México, 2015.

**Habitantes:** Se identificaron los AGEBs que componen cada macrozona y se sumó el número de habitantes registrados a este nivel, según el Censo de Población y Vivienda 2010.

**Empleados:** Para conocer el personal ocupado a nivel AGEB, se tomó el promedio de personas empleadas de acuerdo al tamaño de las unidades económicas y se sumó de acuerdo al número y características de estas unidades económicas, con información obtenida del DENU.

**PIB:** Debido a que la información y pronósticos del PIB sólo se encuentran disponibles a nivel municipal, se realizó el siguiente proceso para desagregarlo a nivel de macrozona:

1. Para cada macrozona se obtuvo el número e índice de empleados, respecto al total de la población ocupada en el municipio. como una aproximación de la participación de cada macrozona dentro del PIB municipal.
2. Posteriormente se multiplicó el PIB base del municipio por el índice de empleados de cada macrozona para obtener una estimación del PIB por macrozona.
3. Se repitió el proceso para obtener los escenarios del PIB pesimista y optimista.

**Índice de motorización:** Según el informe "Urbanización y motorización en México"<sup>10</sup> del IMT 2011, por cada \$1,000 pesos per cápita estatal, la tasa de motorización aumenta por 0.013 unidades. Por ello, para obtener un índice de motorización por macrozona, se multiplicó el PIB calculado para cada macrozona por este factor. Los resultados posteriormente se estandarizaron con base en el índice de motorización de Ciudad Juárez, de 437.

#### 1.3.1.4.2 Calibrado de modelos econométricos

Puesto que para este estudio se partió de un modelo econométrico fundamentado en modelos teóricos, como se explicó en la sección "1.3.2.1 Fundamentos teóricos para el modelo econométrico", en el proceso de calibración del modelo econométrico en cuestión se empleó un modelo de corte transversal que estableció la relación entre el logaritmo natural de la demanda de TP por macrozona y el logaritmo natural de dos variables determinantes fundamentadas en la literatura: "PIB por macrozona" y "tasa de **motorización**" por macrozona.

A pesar de haber obtenido una  $R^2$  relativamente baja (de 0.1672)<sup>11</sup>, los resultados de este modelo econométrico fueron satisfactorios al obtener una estadística-F de 5.76, lo cual

<sup>10</sup> Islas, Rivera, *et al* (2011), Urbanización y motorización en México ", Instituto Mexicano del Transporte (IMT) 2011, México, pag 34.

<sup>11</sup> Es probable que la  $R^2$  sea relativamente baja por tres razones: (1) la muestra es relativamente pequeña al contar con sólo 71 observaciones; (2) sólo se cuenta con un año de observaciones en vez de un panel de datos o una serie de tiempo; y (3) no se pudieron incluir otras variables determinantes de la demanda del TP que podrían ser importantes, como el precio o el tiempo de viaje relativos. Para este ejercicio, no es particularmente importante incluir todas las variables determinantes de la demanda de TP, ya que el objetivo



indica que el conjunto de variables elegidas para el modelo son estadísticamente significativas, con un nivel de confianza de 99%. Asimismo, las elasticidades que se obtuvieron para la demanda de TP, respecto al PIB (0.888) y a la tasa de motorización (-0.593), cuentan con los signos esperados y son estadísticamente significativas a un nivel de confianza de 99% y 95%, respectivamente.

**Tabla 1-5 Resultados econométricos: elasticidades de la demanda de TP**

Variable	Elasticidad	Estadística
PIB	0.888 -0.262	3.39***
Tasa de motorización	-0.593 -0.24	-2.47**
Constante	3.794 -1.424	2.66***

Fuente. Elaboración propia, 2015

Significancia: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$  y \*  $p < 0.10$ . Las desviaciones estándar se muestran en paréntesis

#### 1.3.1.4.3 Pronóstico de las tasas de crecimiento preliminares

El proceso para estimar las tasas de crecimiento inicialmente consideró las proyecciones anuales del PIB durante el horizonte del proyecto (2015-2045), realizadas por SIREM y su desagregación por macrozona, de acuerdo con el proceso que se describió en el apartado "1.3.1.4.1 Desagregación de variables del modelo regional"

Posteriormente, con base en la demanda base obtenida a partir de la expansión de la EOD, realizada por el consultor en junio de 2015, las elasticidades resultantes del modelo econométrico, las proyecciones anuales del PIB, y el índice de motorización, se calculó la demanda preliminar de transporte público por macrozona durante el horizonte del proyecto.

A partir de esas estimaciones preliminares de demanda, se calcularon las tasas de crecimiento preliminares para los tres escenarios: base, optimista y pesimista. Las tasas obtenidas para el horizonte del proyecto y en los 3 escenarios se pueden observar en la Tabla 1-6. En este punto del proceso no se diferencian las tasas de crecimiento entre macrozonas, por lo que las tasas que se muestran a continuación aplican a todas las macrozonas.

**Tabla 1-6 Proyección de tasas de crecimiento**

Año	Base	Pesimista	Optimista
2016	3.00%	2.57%	3.41%
2017	3.24%	2.81%	3.65%
2018	3.35%	2.93%	3.76%
2019	3.34%	2.91%	3.74%

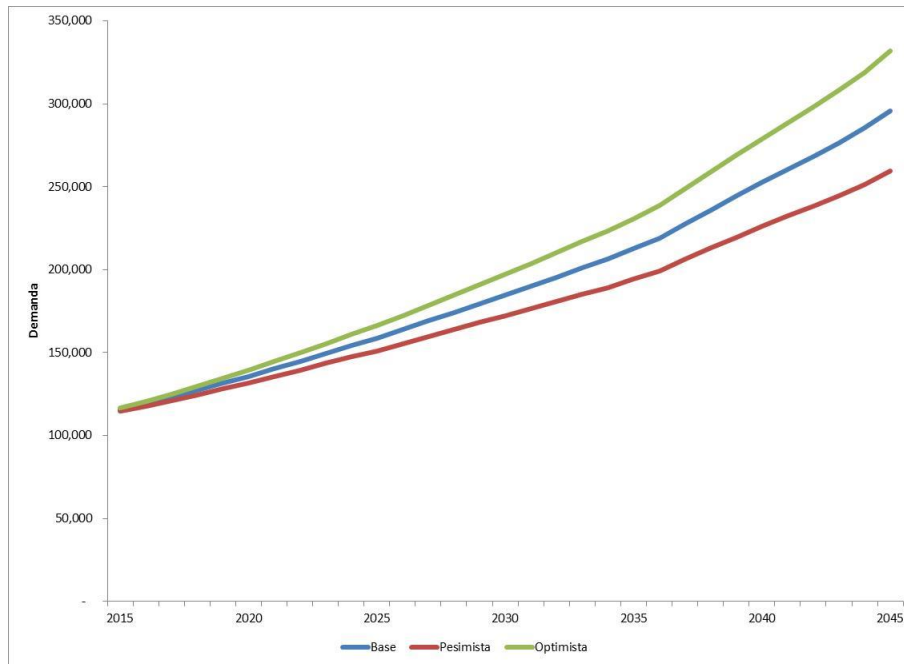
no es identificar y analizar los determinantes de la demanda de TP en sí, sino establecer una relación operacional con una variable que pudiéramos proyectar, como lo es el PIB.

Año	Base	Pesimista	Optimista
2020	3.26%	2.84%	3.67%
2021	3.27%	2.84%	3.67%
2022	3.27%	2.85%	3.67%
2023	3.33%	2.91%	3.72%
2024	3.14%	2.72%	3.53%
2025	2.92%	2.49%	3.30%
2026	3.21%	2.79%	3.59%
2027	3.19%	2.76%	3.57%
2028	3.05%	2.63%	3.43%
2029	3.03%	2.61%	3.41%
2030	2.96%	2.54%	3.34%
2031	2.85%	2.42%	3.21%
2032	2.86%	2.44%	3.23%
2033	2.87%	2.45%	3.23%
2034	2.52%	2.10%	2.88%
2035	3.08%	2.65%	3.43%
2036	3.13%	2.70%	3.47%
2037	3.86%	3.44%	4.21%
2038	3.71%	3.29%	4.05%
2039	3.55%	3.13%	3.89%
2040	3.31%	2.89%	3.64%
2041	3.18%	2.76%	3.51%
2042	2.96%	2.53%	3.29%
2043	3.03%	2.61%	3.36%
2044	3.21%	2.79%	3.54%
2045	3.71%	3.29%	4.04%

Fuente. Elaboración propia, 2015

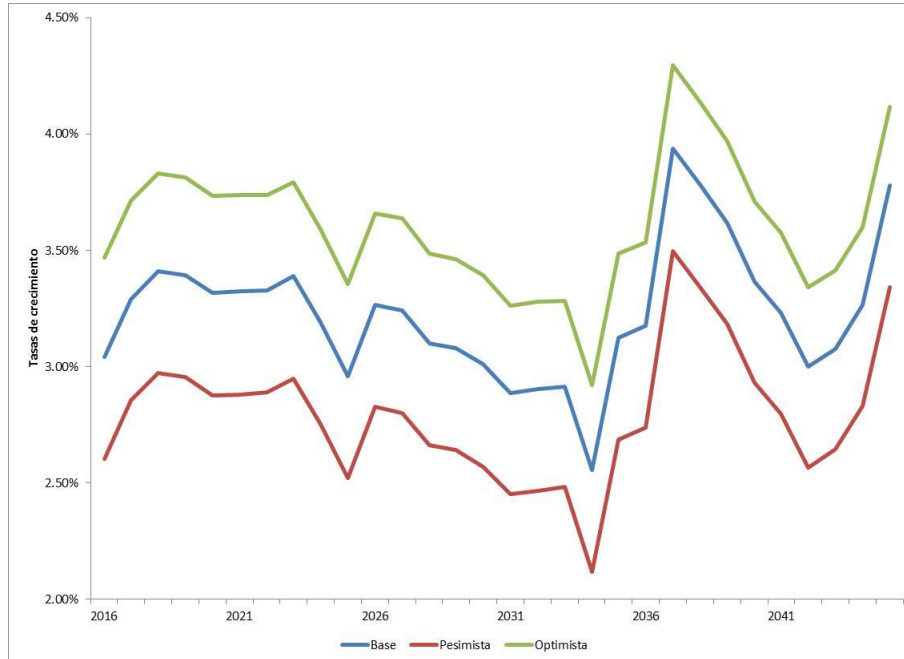
Estas tasas se consideran preliminares ya que presentan un patrón de crecimiento cuasi-lineal o cuasi-exponencial, como lo muestra la Figura 1-11, lo cual no es realista. Esto se debe a que es una función de las tasas de crecimiento pronosticadas por SIREM, las cuales emplean un modelo estocástico centrado dentro de ciertas bandas de crecimiento como lo muestra la Figura 1-12. El crecimiento estimado para la economía del país se centra en torno al crecimiento potencial del país, alrededor de 3% por año; este tipo de modelación funciona para proyecciones del crecimiento del PIB, pero no para una proyección del crecimiento de la demanda de transporte público.

Figura 1-11 Proyecciones preliminares de la demanda



Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 1-12 Tasas de crecimiento preliminares



Fuente. Elaboración propia, 2015

#### 1.3.1.4.4 Ajustes finales para establecer crecimiento no-lineal e incorporar crecimiento exógeno

Las estimaciones preliminares de crecimiento son de carácter cuasi-exponencial, por lo que no son adecuadas para realizar proyecciones de demanda de transporte público. Para corregir estas estimaciones preliminares, se les somete a una transformación, mediante el uso de una función Gompertz, que arroja un perfil de crecimiento no-lineal en forma de “S”, el cual se considera más razonable para modelar el crecimiento de la demanda. Asimismo, las estimaciones preliminares no contemplaron el crecimiento exógeno que algunas macrozonas podrían experimentar a raíz del impacto positivo o negativo en la estructura urbana de las zonas. Por ello, para finalizar el ejercicio, se llevaron a cabo dos ajustes importantes:

1. Una transformación de las tasas de crecimiento para hacerlas no-lineales, de acuerdo con una función Gompertz, para obtener un crecimiento con atenuación hacia el final del periodo de análisis.
2. Una diferenciación de tasas para algunas zonas específicas, donde se considera podría haber un crecimiento exógeno por encima o por debajo de la media.

Para el primer proceso se emplearon datos del total de viajes en TP en 2010 (PDU Juárez, 2010), la partición modal de TP público (PDU Juárez, 2010) y un benchmark de partición modal de TP, empleando datos de América Latina y EE.UU. (brtdata.org), para fijar una partición modal de TP de referencia con la que se pudiera calibrar el modelo (ver Tabla 1-7y Tabla 1-8).

Tabla 1-7 Benchmarking: Distribución modal de TP por ciudad

Región	País	Ciudad	Distribución modal - TP (%)
América Latina	Argentina	Buenos Aires	44.7
América Latina	Argentina	Rosario	34.3
América Latina	Brasil	Belém	40.3
América Latina	Brasil	Belo Horizonte	28.1
América Latina	Brasil	Blumenau	46.3
América Latina	Brasil	Brasilia	36.2
América Latina	Brasil	Campinas	28.9
América Latina	Brasil	Campo Grande	39.6
América Latina	Brasil	Caxias do Sul	46.3
América Latina	Brasil	Criciúma	46.3
América Latina	Brasil	Curitiba	46
América Latina	Brasil	São Paulo - Metropolitan area	36.8
América Latina	Brasil	Feira de Santana	37.5
América Latina	Brasil	Fortaleza	37.5
América Latina	Brasil	Goiânia	30
América Latina	Brasil	Guarulhos	36.5
América Latina	Brasil	Jaboatão dos Guararapes	37.5
América Latina	Brasil	João Pessoa	37.5
América Latina	Brasil	Joinville	26.5
América Latina	Brasil	Juiz de Fora	50.7
América Latina	Brasil	Londrina	36
América Latina	Brasil	Maceió	37.5

Región	País	Ciudad	Distribución modal - TP (%)
América Latina	Brasil	Natal	36
América Latina	Brasil	Niterói	46.5
América Latina	Brasil	Porto Alegre	43
América Latina	Brasil	Recife	45.7
América Latina	Brasil	Rio de Janeiro	48.7
América Latina	Brasil	Salvador	41.4
América Latina	Brasil	Santos	50.7
América Latina	Brasil	São Paulo	36.8
América Latina	Brasil	Sorocaba	26
América Latina	Brasil	Sumaré	22
América Latina	Brasil	Teresina	24.4
América Latina	Brasil	Uberlândia	38
América Latina	Chile	Santiago	35
América Latina	Colombia	Barranquilla	50
América Latina	Colombia	Bogotá	59
América Latina	Colombia	Bucaramanga	48
América Latina	Colombia	Cali	48
América Latina	Colombia	Medellín	51
América Latina	Colombia	Pereira	46
América Latina	Ecuador	Guayaquil	83
América Latina	Ecuador	Quito	62
América Latina	Guatemala	Guatemala	23
América Latina	México	Chihuahua	14.4
América Latina	México	Ecatepec	78.3
América Latina	México	Guadalajara	28
América Latina	México	Guadalupe	54.5
América Latina	México	León de los Aldama	33.9
América Latina	México	Ciudad de México	77.9
América Latina	México	Juárez	36.1
América Latina	México	Monterrey	54.5
América Latina	México	Nezahualcóyotl	78.3
América Latina	México	Puebla	40.6
América Latina	Panamá	Panamá	73.5
América Latina	Perú	Lima	62
Estados Unidos	Estados Unidos	Albuquerque	1.7
Estados Unidos	Estados Unidos	Boston	35
Estados Unidos	Estados Unidos	Chicago	17
Estados Unidos	Estados Unidos	Cleveland	2
Estados Unidos	Estados Unidos	Kansas City	1.3
Estados Unidos	Estados Unidos	Eugene	4
Estados Unidos	Estados Unidos	Everett	11
Estados Unidos	Estados Unidos	Miami	3.7
Estados Unidos	Estados Unidos	Las Vegas	3.6
Estados Unidos	Estados Unidos	Los Ángeles	23
Estados Unidos	Estados Unidos	Oakland	15.8
Estados Unidos	Estados Unidos	Orlando	2
Estados Unidos	Estados Unidos	Phoenix	3.2
Estados Unidos	Estados Unidos	New York	23
Estados Unidos	Estados Unidos	Pittsburgh	6
Estados Unidos	Estados Unidos	San Bernardino	6.6
Estados Unidos	Estados Unidos	San Diego	4.4
Estados Unidos	Estados Unidos	Snohomish County	9.3
Estados Unidos	Estados Unidos	Stockton	1
América Latina	Uruguay	Montevideo	45
América Latina	Venezuela	Caracas	56.9

Región	País	Ciudad	Distribución modal - TP (%)
América Latina	Venezuela	Mérida	54

Fuente. brtdata.org

Tabla 1-8 Promedio de distribución modal para TP por región

Región	Promedios (%)
América Latina	43.95
México	49.65
Estados Unidos	9.14
México + Estados Unidos	23.11

Fuente. brtdata.org

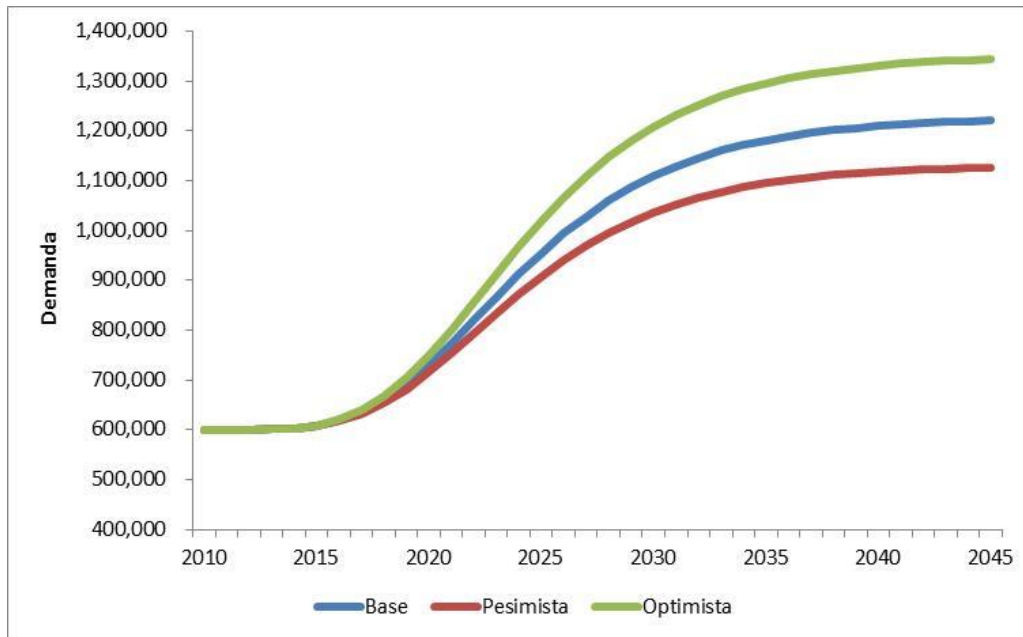
Se obtuvo una partición modal de TP de largo plazo para Ciudad Juárez de 23% (promedio de los valores en México y EE.UU.) que coincide con la partición modal de TP potencial de Ciudad Juárez; tomando en cuenta la partición de autobuses públicos más los privados, la partición de TP hoy en día es de 22%. Puesto que las tasas resultantes del proceso econométrico daban una partición modal de alrededor de 34% para TP, se ajustó la tasa de crecimiento anual compuesto (TCAC) resultante del proceso econométrico (3.18%) hacia abajo hasta llegar a una partición modal de 23% (TCAC de 2.04%). Con esta nueva tasa y empleando el número de viajes en TP público meta a largo plazo (alrededor de 1.2 millones de viajes al día) y el dato de viajes de 2010 (600,000), se estimó una función Gompertz que cumpliera con los siguientes objetivos:

1. Partir de 600,000 viajes en TP en 2010 y terminar con alrededor de 1.2 millones de viajes en 2045
2. Emplear un perfil de crecimiento no-lineal, con un periodo de ramp-up de aproximadamente 10 años<sup>12</sup> y un periodo de atenuación del crecimiento a lo largo del periodo de análisis (curva "S").
3. Producir una TCAC acorde con la TCAC requerida para una partición modal de alrededor de 23% para TP, alrededor de 2.00%.
4. No obtener crecimientos mayores a 6% (lo cual se consideraría exageradamente altos) en ningún año en particular, sino más bien distribuir el crecimiento a lo largo del periodo

Como lo muestra la Figura 1-13, con este proceso se obtuvo una proyección de crecimiento en tipo "S" a lo largo de tres escenarios (base, pesimista y optimista) y cómo se observa claramente en la Figura 1-14, el proceso de crecimiento se concentra en un periodo de ramp-up de alrededor de 10 años, seguido por un periodo de saturación y atenuación al final del periodo de análisis

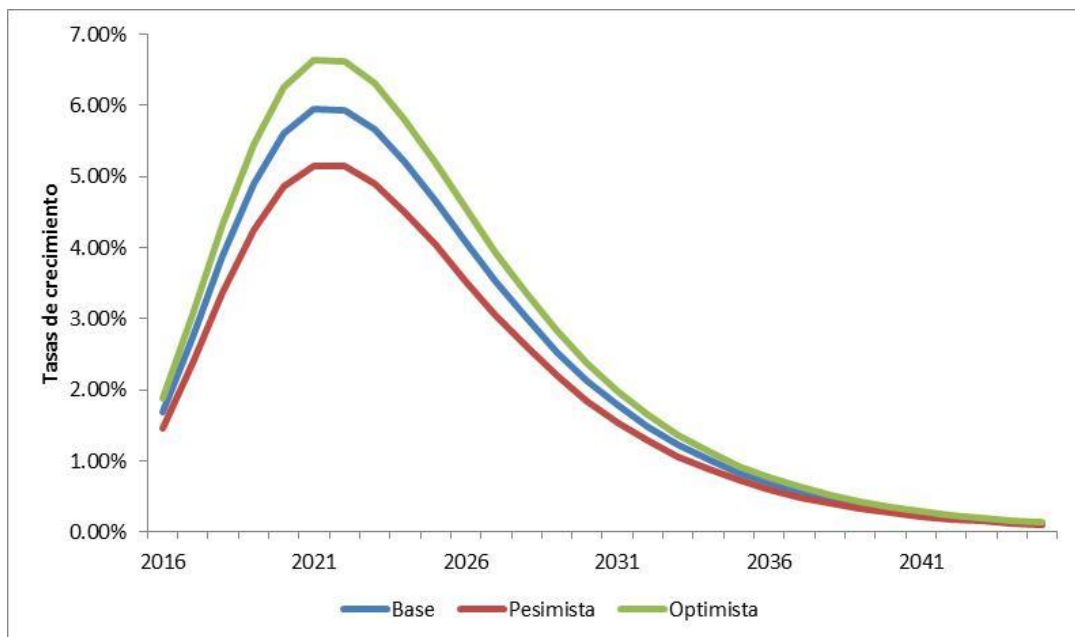
<sup>12</sup> Se consideró un periodo de 10 años ya que en ciudades con un patrón de comportamiento similar al de CD Juárez, donde el automóvil es predominante en la distribución modal de los viajes, el periodo de transición hacia el transporte público es lento.

Figura 1-13 Proyecciones de la demanda con modelo Gompertz



Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 1-14 Tasas de crecimiento modelo Gompertz



Fuente. Elaboración propia, 2015

### Crecimiento exógeno

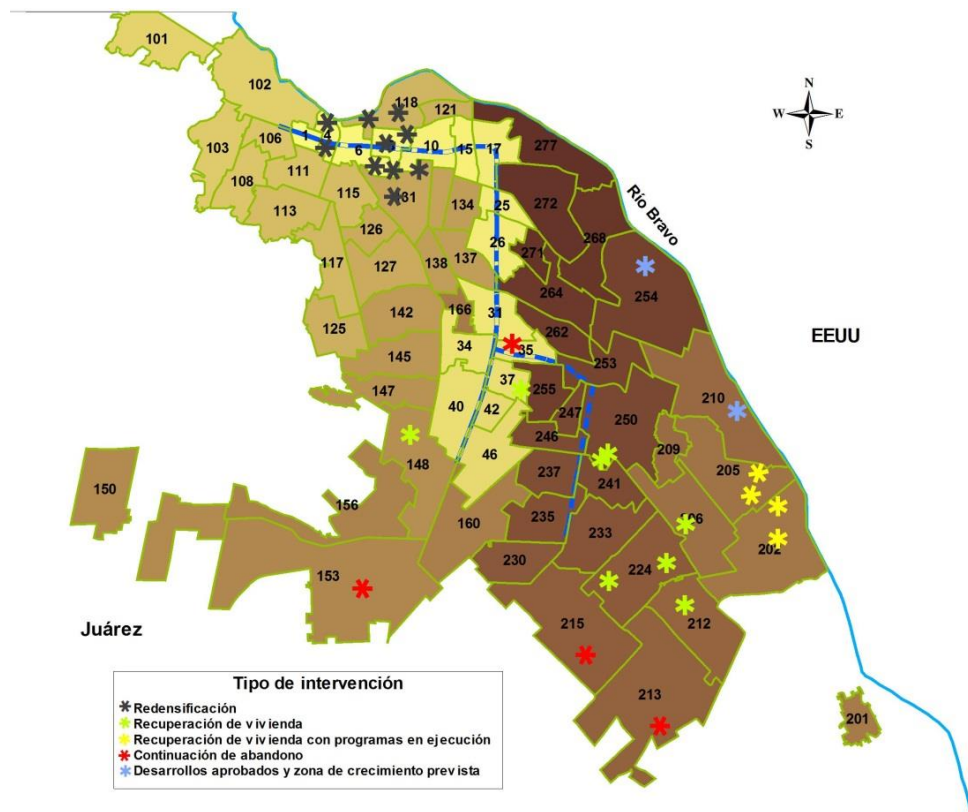
Finalmente, se realizó el proceso de diferenciación de tasas para algunas zonas específicas donde se considera podría haber un crecimiento exógeno por encima o por

debajo de la media. Estas zonas se caracterizaron con base en el análisis documental que se llevó a cabo del Plan de Desarrollo Urbano (PDU, 2010), seguimiento periodístico, planes de intervención urbana para la ciudad, así como programas de INEGI e INFONAVIT (Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores).

En la Figura 1-15 se muestra la identificación y clasificación de acciones que pudieran incidir en el crecimiento exógeno. Esto se realizó a nivel de colonia y posteriormente se asoció con la macrozona que pertenecía. Se identificaron 5 acciones base: (1) redensificación, (2) recuperación de vivienda, (3) recuperación de vivienda con programas en ejecución, (4) zonas con desarrollos aprobados y (5) continuación de abandono debido a la falta de intervenciones concretas. Se consideró que las primeras 4 acciones generarán tasas de crecimiento por encima de la media de la ciudad, mientras que la última presentará tasas por debajo.

En la Tabla 1-9 se enlistan las 10 zonas consideradas con crecimiento exógeno por encima del promedio y las 4 con crecimiento por debajo. Es importante notar que esta diferenciación de tasas sólo se empleó en los primeros 10 años de las proyecciones.

Figura 1-15 Zonas con ajustes exógenos



Fuente. Elaboración propia, 2015



Tabla 1-9 Zonas con factor de ajuste

Zonas con ajuste por encima del promedio	Zonas con ajuste por debajo del promedio
4	213
6	215
8	253
121	35
254	
210	
205	
202	
148	
131	

Fuente. Elaboración propia, 2015

Finalmente se calculó un factor de ajuste<sup>13</sup>, para asegurar que cuando se diferencian las tasas de crecimiento entre macrozonas, el efecto de crecimiento promedio a nivel zona metropolitana fuera el mismo con y sin diferenciación de tasas.

### 1.3.1.5 Resultados finales

Con el proceso previamente descrito, se obtuvieron las tasas finales de crecimiento para el horizonte del proyecto (30 años) y sus tres escenarios: base, optimista y pesimista. Adicionalmente, como se describió en el apartado anterior, para los primeros 10 años se obtuvieron tasas de crecimiento promedio por macrozona, incluyendo tasas por encima del promedio para las macrozonas consideradas para presentar un crecimiento exógeno positivo y una tasa de crecimiento por debajo del promedio para aquéllas con crecimiento exógeno negativo.

La Tabla 1-10 contiene, por año, las tasas finales, estimadas para cada escenario. Cabe enfatizar que la diferenciación de tasas sólo se aplicó a los primeros 10 años del proyecto, debido a que no es posible prever los impactos del desarrollo inmobiliario, ni los cambios en las directrices de la planeación urbana, más allá de este periodo, lo cual incide en el crecimiento exógeno. Como se observa en dicha tabla, para el año 2026 las macrozonas dejan de tener diferenciación y presentan tasas de crecimiento promedio en los 3 escenarios.

Como lo muestra la Figura 1-16 y la Figura 1-17 los valores para el escenario base son los centrales mientras que los valores para los escenarios pesimista y optimistas están por debajo y por encima, respectivamente, pero mantienen el mismo patrón de comportamiento. La línea central de las gráficas representa la tasa promedio de crecimiento por año; la línea superior, marcada de un color más intenso, representa la tasa de crecimiento de las zonas que se encuentran por arriba del promedio y; por tanto,

<sup>13</sup> Los factores de ajuste se obtuvieron mediante la herramienta "Goal Seek" de Excel, para asegurar que el crecimiento total de la demanda a lo largo del periodo sea el mismo, con o sin diferenciación de crecimiento por zona. Lo cual asegura que el crecimiento se redistribuya entre las zonas dando mayores/menores niveles a zonas específicas sin distorsionar el crecimiento acumulativo a nivel metropolitano.

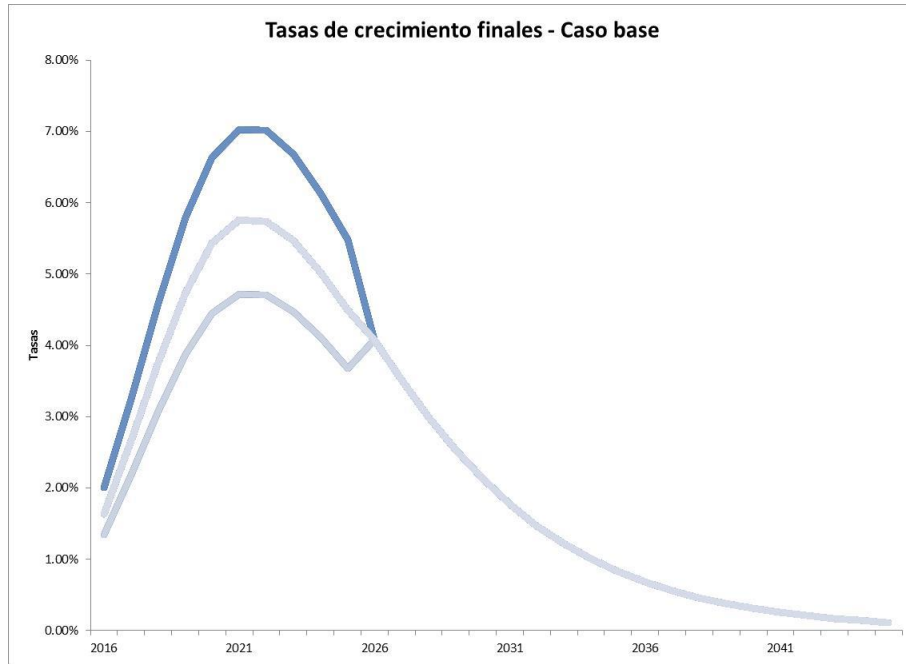
la línea inferior muestra las tasas de crecimiento de las zonas que tendrían un aumento exógeno menor al promedio. Como se observa, y cómo se mencionó previamente, estas tasas están diferenciadas sólo para los primeros 10 años, después se convierte en una tasa promedio para todas las zonas por lo cual se observa sólo una línea para el resto del horizonte.

**Tabla 1-10 Tasas de crecimiento finales y sus escenarios**

Año	Escenario Base			Escenario Pesimista			Escenario Optimista		
	Promedio	Por encima	Por Debajo	Promedio	Por encima	Por Debajo	Promedio	Por encima	Por Debajo
2016	1.64%	2.00%	1.34%	1.42%	1.74%	1.16%	1.83%	2.23%	1.50%
2017	2.66%	3.25%	2.18%	2.31%	2.82%	1.89%	2.97%	3.63%	2.43%
2018	3.76%	4.60%	3.08%	3.26%	3.98%	2.67%	4.20%	5.13%	3.44%
2019	4.74%	5.79%	3.88%	4.11%	5.02%	3.36%	5.29%	6.46%	4.33%
2020	5.43%	6.63%	4.45%	4.71%	5.75%	3.85%	6.06%	7.40%	4.96%
2021	5.76%	7.03%	4.71%	4.99%	6.09%	4.09%	6.42%	7.84%	5.26%
2022	5.74%	7.01%	4.70%	4.98%	6.08%	4.08%	6.40%	7.82%	5.24%
2023	5.47%	6.68%	4.48%	4.74%	5.79%	3.88%	6.10%	7.45%	4.99%
2024	5.02%	6.13%	4.11%	4.35%	5.32%	3.56%	5.60%	6.84%	4.58%
2025	4.49%	5.48%	3.67%	3.89%	4.75%	3.19%	5.00%	6.11%	4.10%
2026	4.07%	4.07%	4.07%	3.53%	3.53%	3.53%	4.54%	4.54%	4.54%
2027	3.51%	3.51%	3.51%	3.05%	3.05%	3.05%	3.92%	3.92%	3.92%
2028	3.00%	3.00%	3.00%	2.60%	2.60%	2.60%	3.34%	3.34%	3.34%
2029	2.53%	2.53%	2.53%	2.19%	2.19%	2.19%	2.82%	2.82%	2.82%
2030	2.12%	2.12%	2.12%	1.84%	1.84%	1.84%	2.37%	2.37%	2.37%
2031	1.77%	1.77%	1.77%	1.54%	1.54%	1.54%	1.98%	1.98%	1.98%
2032	1.47%	1.47%	1.47%	1.28%	1.28%	1.28%	1.64%	1.64%	1.64%
2033	1.22%	1.22%	1.22%	1.06%	1.06%	1.06%	1.36%	1.36%	1.36%
2034	1.01%	1.01%	1.01%	0.87%	0.87%	0.87%	1.12%	1.12%	1.12%
2035	0.83%	0.83%	0.83%	0.72%	0.72%	0.72%	0.93%	0.93%	0.93%
2036	0.68%	0.68%	0.68%	0.59%	0.59%	0.59%	0.76%	0.76%	0.76%
2037	0.56%	0.56%	0.56%	0.49%	0.49%	0.49%	0.63%	0.63%	0.63%
2038	0.46%	0.46%	0.46%	0.40%	0.40%	0.40%	0.51%	0.51%	0.51%
2039	0.38%	0.38%	0.38%	0.33%	0.33%	0.33%	0.42%	0.42%	0.42%
2040	0.31%	0.31%	0.31%	0.27%	0.27%	0.27%	0.35%	0.35%	0.35%
2041	0.25%	0.25%	0.25%	0.22%	0.22%	0.22%	0.28%	0.28%	0.28%
2042	0.21%	0.21%	0.21%	0.18%	0.18%	0.18%	0.23%	0.23%	0.23%
2043	0.17%	0.17%	0.17%	0.15%	0.15%	0.15%	0.19%	0.19%	0.19%
2044	0.14%	0.14%	0.14%	0.12%	0.12%	0.12%	0.16%	0.16%	0.16%
2045	0.11%	0.11%	0.11%	0.10%	0.10%	0.10%	0.13%	0.13%	0.13%

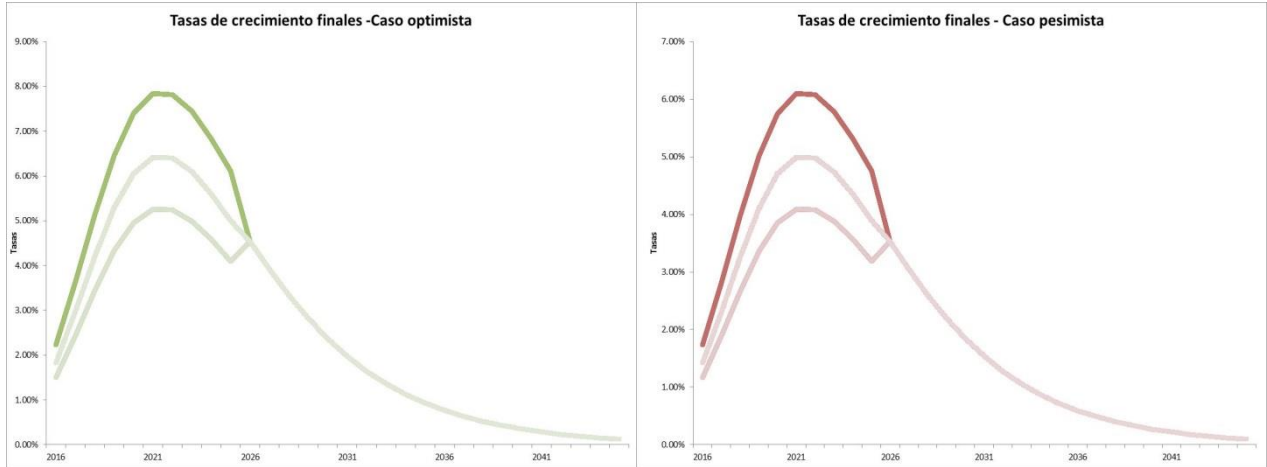
Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 1-16 Tasas de crecimiento finales-Caso base



Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 1-17 Tasas de crecimiento finales-Caso optimista y pesimista



Fuente. Elaboración propia, 2015

### 1.3.1.6 Anexo metodológico

El principal obstáculo para desarrollar un modelo de crecimiento en Ciudad Juárez se originó por la ausencia de datos históricos en la demanda de transporte público, ya que sólo se dispuso de los conteos realizados por CyM en junio de 2015, obtenidos a partir de la expansión de la Encuesta Origen Destino y trabajos de campo complementarios. Estos

datos, como se describió previamente, se agruparon en 71 macrozonas (MZ), u observaciones, para un solo año (2015), con las cuales se desarrolló el modelo. Por ende, para este ejercicio no se contó con un panel de datos.

Al no contar con un panel de datos para emplear efectos fijos y así obtener un modelo robusto, se decidió realizar algunos ejercicios que permitieran encontrar las variables más adecuadas para el análisis econométrico con el fin de aprovechar los datos disponibles al máximo y así obtener un modelo robusto. Específicamente, se analizaron las relaciones entre los logaritmos naturales ( $\ln$ )<sup>14</sup> de la variable dependiente (demanda) y las variables independientes (PIB e índice de motorización), para identificar si los datos estaban reflejando las relaciones establecidas por los modelos teóricos.

En la Figura 1-18, se muestra la representación de datos por cada una de las 71 macrozonas, en la cual se observa la relación entre el  $\ln$  de la demanda y el  $\ln$  del PIB por cada MZ. En la figura se puede ver que si bien hay una correlación positiva, no es del todo lineal, lo que dificulta el análisis econométrico y no permite explicar la variación de la demanda con sólo esta variable.

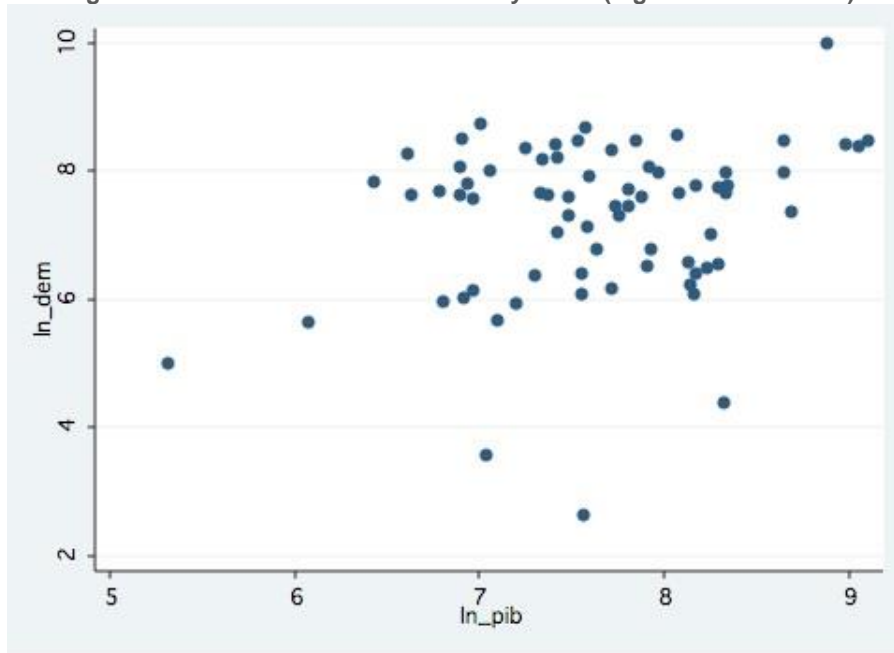
En la Figura 1-19, se replica el ejercicio previamente descrito pero con el  $\ln$  de la demanda y el  $\ln$  del índice de motorización. En la gráfica se observa que la relación entre estas variables es ligeramente negativa, pero no muestra un patrón suficientemente claro, por lo cual la variación de la demanda tampoco se puede explicar a partir de esta variable únicamente.

No obstante estas primeras observaciones visuales, sabemos con base en la revisión de la literatura que se incluye en el apartado 1.3.1.1, que tanto la variable del PIB como la de motorización son variables determinantes de la demanda de TP. También sabemos que el efecto del PIB sobre la demanda es dual: (1) efecto de ingreso – relación positiva y (2) efecto de sustitución – relación negativa. Debido a que el índice de motorización es un proxy de este segundo efecto de sustitución, si incluimos ambas variables en la regresión se podrá controlar por los dos efectos del PIB. Esto se confirmó en la Figura 1-20, en la que se analizó el grado de relación entre la demanda y el PIB, controlando por el índice de motorización. Aquí se diferencia el  $\ln$ \_PIB entre las MZ con motorización por arriba y por debajo de la media, con lo cual fue posible observar una relación lineal, clara y positiva entre el  $\ln$  de la demanda y el  $\ln$  del PIB (ver los puntos en azul y en rojo, por separado). Esto significa que si sólo se agrega el  $\ln$  del PIB como variable determinante se tiene un sesgo por omisión de la variable  $\ln$  índice de motorización.

<sup>14</sup> La razón de usar logaritmos es con la finalidad de que el coeficiente resultante sea la elasticidad. Además, esto ayuda a poner distintas variables en una misma escala, lo cual facilita analizar el grado de relación entre éstas.

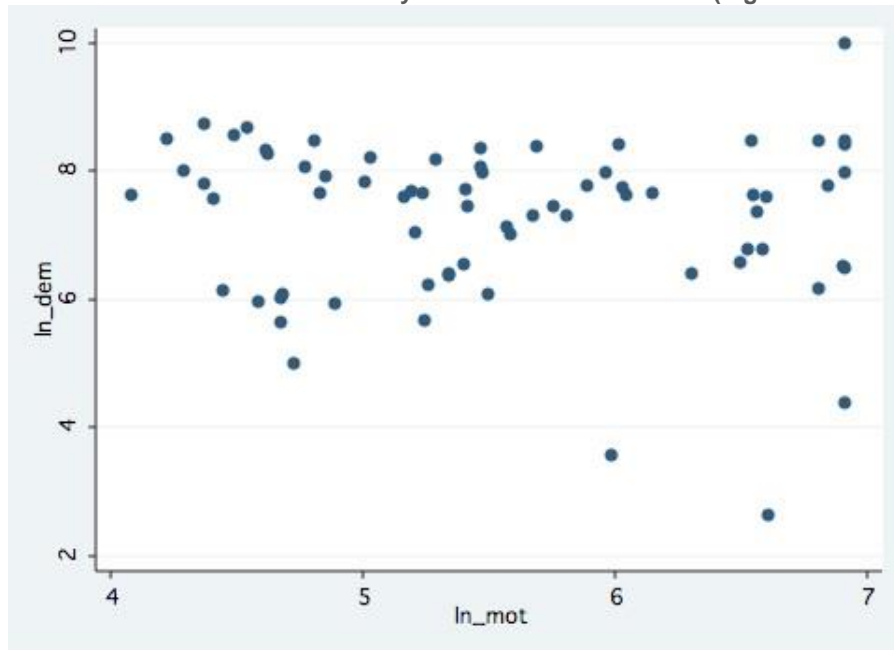
A raíz de este análisis, se tomó la decisión de agregar Ln PIB y Ln índice de motorización como variables determinantes de la demanda, pues en conjunto muestran una clara relación lineal (ver Figura 1-20).

Figura 1-18 Relación entre la demanda y el PIB (logaritmos naturales)



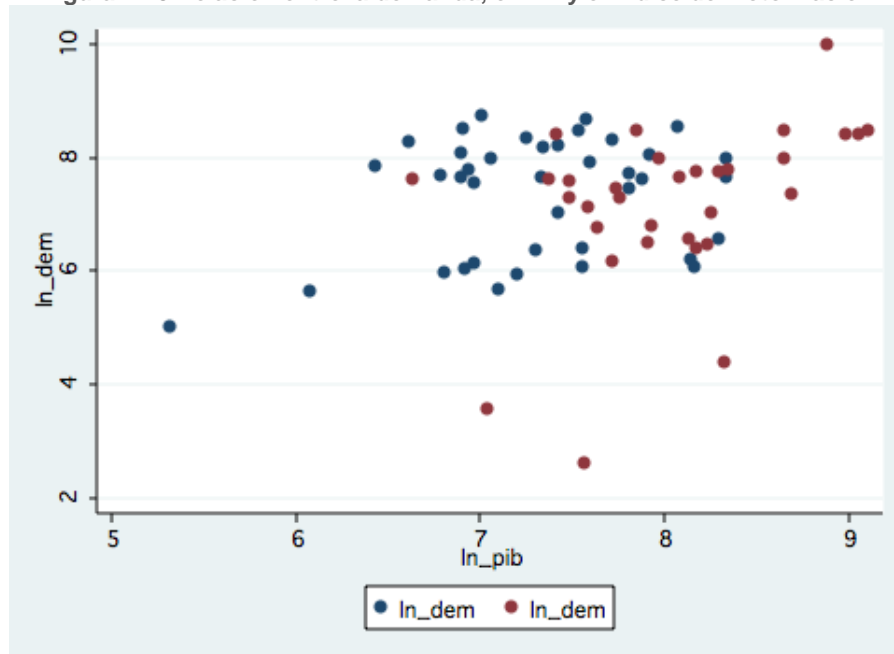
Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 1-19 Relación entre la demanda y el índice de motorización (logaritmos naturales)



Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 1-20 Relación entre la demanda, el PIB y el índice de motorización



Fuente. Elaboración propia, 2015

## 1.4 Asignación de la demanda por alternativa

Cada una de las alternativas descritas en el Planteamiento de las alternativas del capítulo 1.2, fueron modeladas en el sistema VISUM, obteniéndose las siguientes totales de demanda por alternativa.

Tabla 1-11 Demanda obtenida del modelo por alternativa

Indicador	Alternativa 1 - "Base"	Alternativa 2 - "A"	Alternativa 3 - "B"	Alternativa 4 - "C"	Alternativa 5 - "D"
Demanda troncal sin reestructura (pax/día)	45,749	14,256	29,387	25,056	16,643
Demanda troncal con reestructura (pax/día)	165,263	131,644	146,112	148,961	135,221

Fuente. Elaboración propia, 2015

Posteriormente con los datos de demanda obtenidos se hicieron las proyecciones respectivas a un periodo de 30 años, aplicando la tasa de crecimiento base (escenario base). Las siguientes tablas muestran el crecimiento de la demanda troncal sin y con reestructura, por alternativa.

**Tabla 1-12 Proyecciones de demanda del sistema troncal sin reestructura**

Año	Tasa de crecimiento base	Demanda troncal sin reestructura (pax/ día)				
		Alternativa 1 – "Base"	Alternativa 2 – "A"	Alternativa 3 – "B"	Alternativa 4 – "C"	Alternativa 5 – "D"
2015	---	45,749	14,256	29,387	25,056	16,643
2016	1.64%	46,499	14,490	29,869	25,467	16,916
2017	2.66%	47,737	14,875	30,664	26,145	17,366
2018	3.76%	49,534	15,435	31,818	27,129	18,020
2019	4.74%	51,882	16,167	33,327	28,415	18,874
2020	5.43%	54,699	17,045	35,136	29,958	19,899
2021	5.76%	57,848	18,026	37,159	31,682	21,044
2022	5.74%	61,170	19,061	39,292	33,502	22,253
2023	5.47%	64,514	20,103	41,440	35,333	23,469
2024	5.02%	67,753	21,113	43,521	37,107	24,648
2025	4.49%	70,794	22,060	45,474	38,773	25,754
2026	4.07%	73,677	22,959	47,327	40,352	26,803
2027	3.51%	76,266	23,766	48,990	41,770	27,745
2028	3.00%	78,551	24,478	50,458	43,021	28,576
2029	2.53%	80,540	25,097	51,735	44,110	29,300
2030	2.12%	82,251	25,630	52,834	45,047	29,922
2031	1.77%	83,708	26,085	53,770	45,846	30,452
2032	1.47%	84,941	26,469	54,562	46,521	30,901
2033	1.22%	85,977	26,792	55,228	47,088	31,278
2034	1.01%	86,843	27,062	55,784	47,563	31,593
2035	0.83%	87,564	27,286	56,247	47,958	31,855
2036	0.68%	88,163	27,473	56,632	48,285	32,073
2037	0.56%	88,658	27,627	56,950	48,557	32,253
2038	0.46%	89,067	27,754	57,212	48,780	32,401
2039	0.38%	89,403	27,859	57,428	48,965	32,524
2040	0.31%	89,680	27,946	57,606	49,116	32,625
2041	0.25%	89,908	28,017	57,753	49,241	32,708
2042	0.21%	90,095	28,075	57,873	49,343	32,776
2043	0.17%	90,248	28,122	57,971	49,427	32,831
2044	0.14%	90,374	28,162	58,052	49,496	32,877
2045	0.11%	90,476	28,194	58,118	49,553	32,914

Fuente. Elaboración propia, 2015

Tabla 1-13 Proyecciones de demanda del sistema troncal con reestructura

Año	Tasa de crecimiento base	Demanda troncal con reestructura (pax/ día)				
		Alternativa 1 – "Base"	Alternativa 2 – "A"	Alternativa 3 – "B"	Alternativa 4 – "C"	Alternativa 5 – "D"
2015		165,263	131,644	146,112	148,961	135,221
2016	1.64%	167,973	133,803	148,508	151,403	137,438
2017	2.66%	172,444	137,364	152,460	155,433	141,096
2018	3.76%	178,934	142,534	158,199	161,284	146,407
2019	4.74%	187,419	149,293	165,700	168,931	153,349
2020	5.43%	197,594	157,398	174,697	178,103	161,675
2021	5.76%	208,968	166,458	184,752	188,355	170,981
2022	5.74%	220,968	176,017	195,362	199,171	180,800
2023	5.47%	233,048	185,639	206,042	210,059	190,684
2024	5.02%	244,749	194,960	216,387	220,606	200,258
2025	4.49%	255,734	203,711	226,099	230,508	209,246
2026	4.07%	266,151	212,008	235,309	239,897	217,769
2027	3.51%	275,504	219,459	243,578	248,327	225,422
2028	3.00%	283,758	226,034	250,876	255,768	232,176
2029	2.53%	290,941	231,756	257,227	262,242	238,053
2030	2.12%	297,121	236,678	262,690	267,812	243,109
2031	1.77%	302,387	240,873	267,346	272,558	247,418
2032	1.47%	306,840	244,420	271,283	276,573	251,062
2033	1.22%	310,583	247,402	274,592	279,946	254,124
2034	1.01%	313,711	249,894	277,358	282,766	256,684
2035	0.83%	316,317	251,969	279,661	285,114	258,816
2036	0.68%	318,478	253,691	281,572	287,062	260,584
2037	0.56%	320,266	255,115	283,153	288,674	262,047
2038	0.46%	321,743	256,291	284,458	290,005	263,255
2039	0.38%	322,959	257,260	285,534	291,101	264,251
2040	0.31%	323,960	258,058	286,419	292,003	265,069
2041	0.25%	324,782	258,713	287,146	292,745	265,742
2042	0.21%	325,457	259,250	287,742	293,353	266,294
2043	0.17%	326,011	259,691	288,232	293,852	266,747
2044	0.14%	326,464	260,053	288,633	294,261	267,119
2045	0.11%	326,836	260,349	288,961	294,596	267,423

Fuente. Elaboración propia, 2015



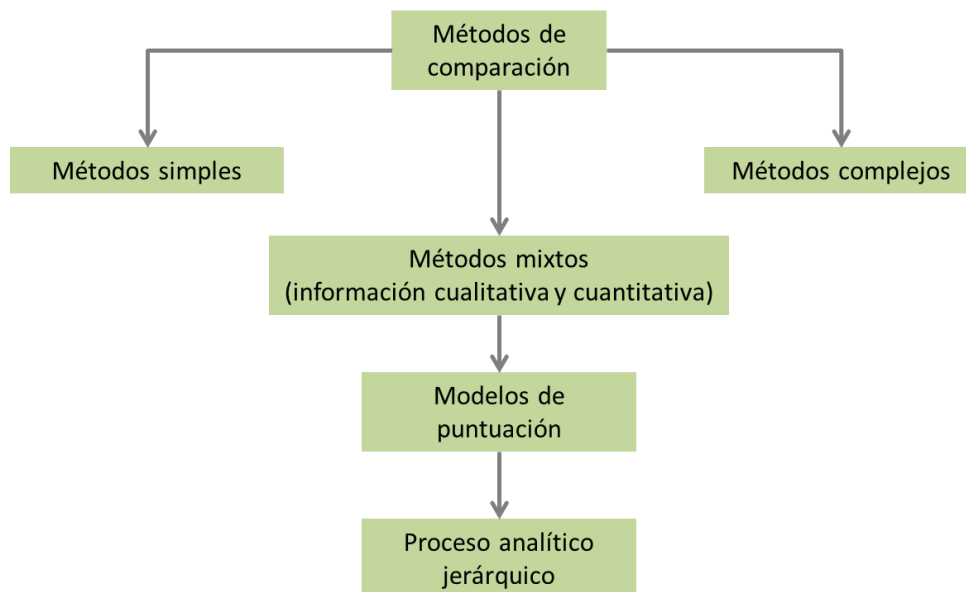
## 2 ANÁLISIS MULTI-CRITERIO DE LAS POSIBLES TRAYECTORIAS DEL CORREDOR Y SUS ALTERNATIVAS, Y LA DETERMINACIÓN DEL TRAZO FINAL DEL CORREDOR

Durante la fase del Diagnóstico se realizó el planteamiento del problema, y se estructuró la posible solución a ellos, identificando y diseñando la posible solución; motivo por el cual se plantearon distintas alternativas al trazo del corredor Tecnológico, adicionales al trazo definido por la contratante.

Para la definición de la alternativa es necesario realizar una evaluación multicriterio, permitiendo evaluar desde distintos vértices las alternativas identificadas, para ello se definió utilizar métodos de selección de alternativas que responden a criterios cualitativos y cuantitativos.

El grupo consultor definió utilizar un método mixto, el cual fuese capaz de recolectar, analizar y vincular datos cualitativos y cuantitativos, ya que se puede tener una visión más precisa y tener una mejor comprensión de las alternativas planteadas.

Figura 2-1 Proceso de metodología



Fuente. Elaboración propia, 2015

### 2.1 Proceso analítico jerárquico - AHP

El proceso analítico jerárquico AHP (por sus siglas en inglés de Analytic Hierarchy Process), es una metodología desarrollada durante la década de los 70's por el doctor en

matemáticas Thomas L. Saaty, buscando elaborar un instrumento para la evaluación y selección de alternativas con fundamentos matemáticos.

En el método AHP se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué variable tiene la más alta prioridad. Esta metodología propone una manera de ordenar el pensamiento analítico, de la cual destacan tres principios:

- Construcción de las jerarquías
- Establecimiento de prioridades
- Consistencia lógica

### 2.1.1 El proceso de selección

El proceso de selección implica la comparación entre las alternativas, en donde es necesario desagregar la alternativa en los elementos que la componen, para posteriormente comparar entre ellos, así la definición de la selección implica comparar elementos que se miden y permite comparar preferencias entre ellos, es decir jerarquizar.

La jerarquización permite tener una relación de orden entre las alternativas, y se requiere de un modelo de decisión, para su posterior priorización en términos de cuánto mejor es una alternativa que otra; llevando al proceso de evaluación.

## 2.2 Estructuración de la matriz

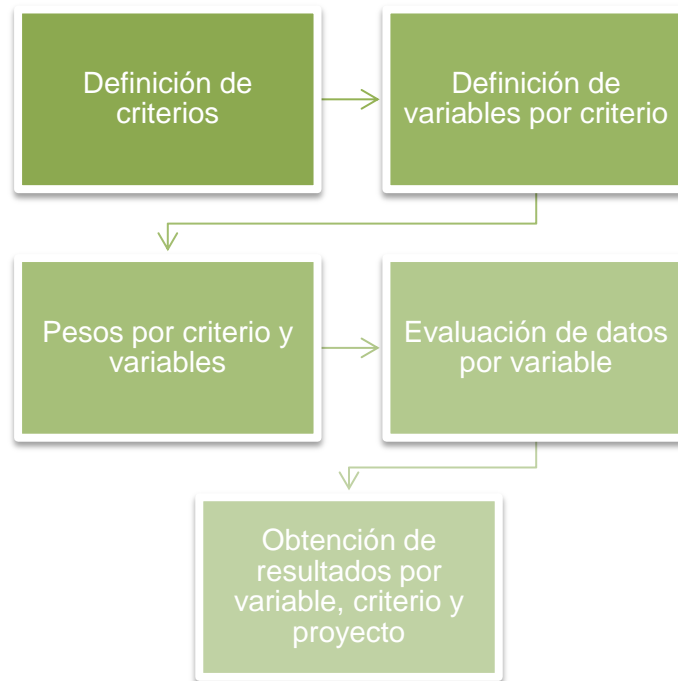
Como primer paso es necesario definir los criterios que se deben considerar como parte del proceso de evaluación, los cuales están asociados a las características del proyecto, tomando en cuenta factores como son:

- Demanda
- Costos
- Impacto vial
- Ambiental
- Sociourbano

Una vez se han definido estos criterios, se procede a identificar las variables o indicadores que hacen parte de cada criterio y su forma de medición. Cada criterio comprende tres y cuatro variables, dependiendo de su importancia y relevancia para el tema considerado. Es muy importante señalar que este análisis se realiza teniendo en cuenta exclusivamente las aportaciones, afectaciones y beneficios del proyecto del Corredor Troncal sobre Av. Tecnológico.

En cada uno de los criterios se evalúan variables que miden en cada criterio distintas escalas (usuarios, medidas de desempeño, disponibilidad de espacios, etc) es necesario transformar estas unidades en una unidad que sea válida para todas las escalas. Solo de esta forma, es posible comparar entre sí los diferentes proyectos, para ordenarlos y priorizarlos en términos de la ponderación de las fortalezas identificadas.

Figura 2-2 Esquema de estructuración de una matriz multicriterio



Fuente. Elaboración propia, 2015

El cálculo de la prioridad se realiza en función de comparaciones a pares con respecto a un criterio dado. Para comparar los elementos se forma una matriz y se pregunta: ¿Cuánto supera este elemento al elemento con el cual se está comparando- en la medida en que posee la propiedad?

Posteriormente se destaca el establecimiento de prioridades entre los elementos de la jerarquía. Se definió trabajar con la escala Saaty, es una herramienta propuesta para establecer la importancia o preferencia de criterios o alternativas en la matriz de comparaciones a pares. Es una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen. De esta forma se entrega homogeneidad y cierto grado de certeza a las comparaciones.

De esta forma es posible integrar el pensamiento lógico con los sentimientos, la intuición (que es reflejo de la experiencia), etc. Los juicios que son ingresados en las comparaciones a pares responden a estos factores.

Tabla 2-1 Escala de evaluación Saaty<sup>15</sup>

Valores numéricos	Escala verbal	Explicación
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la prioridad o criterio
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro
5	Fuertemente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro	Un elemento domina al otro con mayor orden de magnitud posible
2,4,6,8	Valores intermedios	
Recíprocos	Segunda alternativa respecto de la primera	

Fuente. Elaboración propia, 2015

Una vez definidos los criterios, variables y pesos, se determinan los rangos de medición para cada variable, de tal forma que al determinar los valores correspondientes y colocarlos en la matriz multicriterio se obtenga el puntaje por variable, criterio y proyecto, que permita establecer el orden de jerarquía entre ellos.

## 2.2.1 Definición de criterios y variables a evaluar

Debido a que la valoración de las distintas alternativas se debe evaluar desde distintas perspectivas fue necesario como primer paso los criterios necesarios a contemplar para la construcción de la matriz.

### 2.2.1.1 Definición de criterios

Tomando en consideración el objetivo principal del presente estudio, se definieron cinco criterios como los más relevantes para realizar la priorización de las alternativas, que son:

1. Demanda de usuarios
2. Costos de construcción
3. Impacto vial
4. Ambiental
5. Sociourbano

<sup>15</sup> Pacheco Francisco, Contreras Eduardo, (2008), “Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos”, pág. 51.

Estos criterios están enfocados a la evaluación de las alternativas, cuantitativa y cualitativamente. Para su identificación posteriormente se identificarán con la letra “C” (Criterio). La valoración de cada uno de los criterios se define de la siguiente manera:

- ✓ C1 – Demanda de usuarios:  
Este criterio permite emitir un valor de comparación entre las alternativas en términos de captación del universo de usuarios, estimados en las alternativas planteadas, para el inicio de operación.
- ✓ C2 – Costos de construcción:  
El criterio permitirá evaluar el costo relacionado a las infraestructura y afectaciones a zonas aledañas al corredor.
- ✓ C3 – Impacto vial:  
Permite emitir un valor para comparar las alternativas en términos de medidas de desempeño (tiempos de recorrido, demoras), seguridad vial e intervenciones para canalizar movimientos.
- ✓ C4 – Ambientales:  
Evaluará ambientalmente la alternativa viable en términos de la cuantificación de emisiones a la atmósfera, las condiciones hidráulicas (zonas inundables), los usos de suelo/riesgo que conlleva por el manejo de combustible y la vegetación que sería afectada, permitirá evaluar ambientalmente cuál de las 5 alternativas es la más viable.
- ✓ C5 – Socio urbanas:  
Análisis de variables involucrando: características del corredor, impacto urbano, aspecto político y aspectos socio-culturales.

### **2.2.1.2 Definición de variables por criterio**

Una vez definidos los criterios de la matriz, es necesario identificar las variables de cada uno de los criterios, y asignar la importancia relativa a cada una de ellas dentro del criterio.

Para cada criterio se asignaron cuatro variables y en el caso del criterio de Impacto vial (C3) se asignaron tres variables. La definición de las variables se realizó con base en la experiencia de la consultora en proyectos de infraestructura de transporte público.

En la siguiente tabla se muestran las variables definidas para cada uno de los criterios:

Tabla 2-2 Variables por criterio

C1	Variables
	V1 – Interconexión con otros sistemas de transporte
	V2 – Demanda diaria con reestructura
	V3 - IPK promedio en troncal
	V4 - Velocidad de operación
C2	Variables
	V1 - Infraestructura: corredor, estaciones, terminales, patios de guardado
	V2 - Estudios y proyectos complementarios y/o adicionales
	V3 - Afectaciones privadas y publicas
	V4 - Implementación de concepto calles completas
C3	Variables
	V1 - Medidas de desempeño
	V2 - Seguridad vial
	V3 - Intervenciones para canalizar movimientos
C4	Variables
	V1 - Kilómetros camión por ruta
	V2 - Zonas inundables
	V3 - Disponibilidad de espacios para infraestructura
	V4 - Densidad vegetacional en el corredor
C5	Variables
	V1 - Características del corredor: uso de suelo, vocación del corredor, zona de influencia, convergencia en planes y programas
	V2 - Impacto urbano: detonación y puesta en valor de zonas potenciales, uso de concepto de calle completa, ubicación de puntos de estación y afectaciones privadas y/o publicas
	V3 - Aspecto político: oportunidad de su ejecución, puesta en operación, compromisos de solución de la problemática de transporte, integración y negociación con los concesionarios de transporte
	V4 - Aspectos sociales y culturales: características de frontera, uso predominante de vehículo privado, fortalecer cambio cultural en la movilidad urbana

Fuente. Elaboración propia, 2015

Una vez definidas las variables a analizar para cada uno de los criterios es necesario ponderar y asignar peso a cada una de ellas.

### 2.2.1.3 Asignación de pesos por criterios y variables

Para la asignación de pesos específicos para cada uno de los temas analizados en la matriz, fue necesaria la valoración de los criterios por un grupo de expertos a fin de ponderar la importancia relativa de cada área de especialidad del proyecto, en donde se llegó a un consenso.

El criterio de demanda es considerado con el mayor peso general debido a que son precisamente los usuarios potenciales los que justifican o no la viabilidad de un proyecto. Por su parte, los criterios del costo de construcción, y el impacto vial son fundamentales para una adecuada valoración de un proyecto, ya que la inclusión de un proyecto de infraestructura debe contemplar todo lo inherente al desarrollo y mejoras en la ciudad.

Utilizando el rango de evaluación Saaty para identificar los criterios de mayor importancia relativa, se obtuvo la siguiente matriz.

Tabla 2-3 Tabla de evaluación de criterios a evaluar

Criterio	C1 - Demanda	C2 - Costo de construcción	C3 - Impacto vial	C4 - Ambientales	C5 - Socio urbanos
C1 - Demanda	1.00	2.00	3.00	4.00	4.00
C2 - Costo de construcción	0.50	1.00	3.00	2.00	3.00
C3 - Impacto vial	0.33	0.33	1.00	4.00	3.00
C4 - Ambientales	0.25	0.50	0.25	1.00	2.00
C5 - Socio urbanos	0.25	0.33	0.33	0.50	1.00

Fuente: Elaboración propia, 2015

Una vez evaluada por un grupo de expertos fue necesario normalizar la matriz a fin de ponderar los valores. En donde se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 2-4 Normalización de matriz de criterios

Normalización de Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	Ponderación	IC	RI
C1 - Demanda	0.43	0.48	0.40	0.35	0.31	0.39	<b>0.0903</b>	<b>0.0806</b>
C2 - Costo de construcción	0.21	0.24	0.40	0.17	0.23	0.25		
C3 - Impacto vial	0.14	0.08	0.13	0.35	0.23	0.19		
C4 - Ambientales	0.11	0.12	0.03	0.09	0.15	0.10		
C5 - Socio urbanos	0.11	0.08	0.04	0.04	0.08	0.07		

Fuente: Elaboración propia, 2015

Para cada una de las matrices que se generan en la evaluación es necesario estimar el grado de inconsistencia en el que se puede incurrir al momento de asignar evaluaciones, a ello se le llama RI (Razón de Inconsistencia), la cual indica el grado de incoherencia que se comete al calificar la importancia relativa de los criterios y alternativas a analizar.

Por otra parte es necesario calcular el IC (Índice de Consistencia) y la CA (Consistencia Aleatoria), de acuerdo al número de criterios a evaluar. La CA se obtiene de la escala que propone Saaty en relación al número de criterios analizados y se obtiene una estimación del mismo.

Tabla 2-5 CA de Saaty

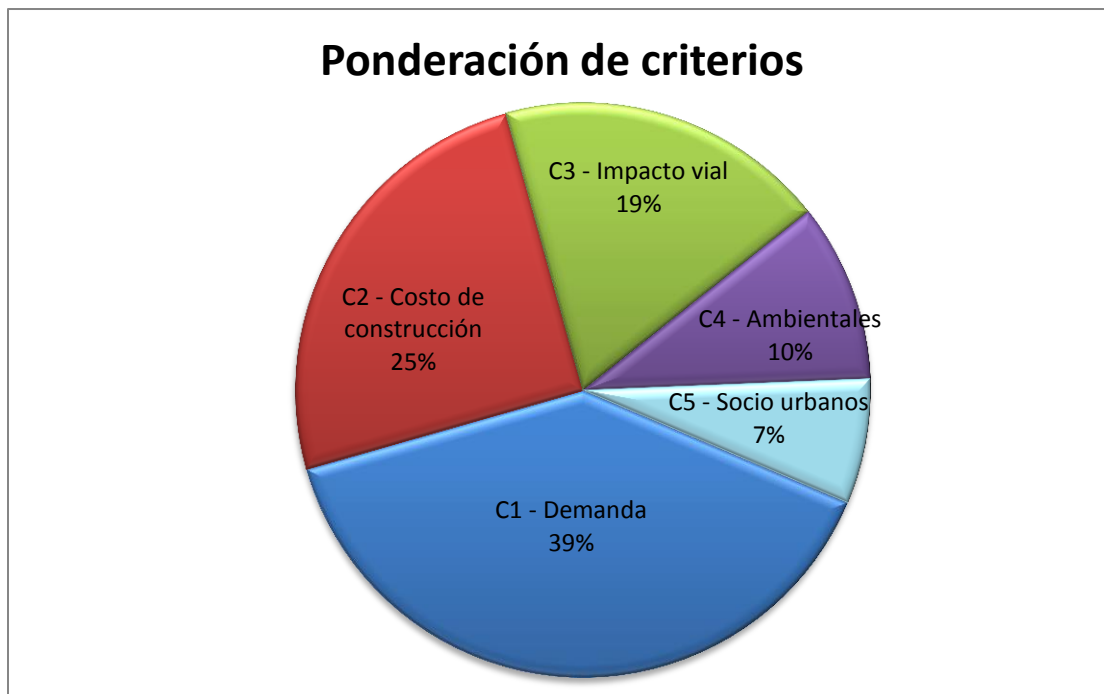
n Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CA Consistencia aleatoria	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fuente. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos, Pacheco Francisco, Contreras Eduardo, (2008)

Si la razón de inconsistencia RI es mayor al 10% se recomienda una revisión de la evaluación.

Una vez evaluada la RI de la ponderación de los criterios quedó distribuido de la siguiente manera:

Figura 2-3 Distribución de pesos por criterio



Fuente. Elaboración propia, 2015

La Figura 2-3 muestra la distribución de los pesos porcentuales asignados a cada criterio, en donde se resalta la importancia del criterio de demanda con el mayor puntaje al obtener 39% del puntaje total, seguida del costo de construcción el cual corresponde al 25%, el de Impacto vial con un peso porcentual de 19%, el tema ambiental con un 10% y 7% correspondiente al criterio del tema socio urbano.



Una vez identificado el peso específico de cada uno de los criterios se ponderó el peso asignado a cada una de las variables consideradas, de acuerdo al nivel de importancia relativa en el criterio.

**Tabla 2-6 Ponderación de variables respecto al criterio**

Criterio	C1 - Demanda	Peso por variable	% del total
39%	V1 - Interconexión con otros sistemas de transporte	0.169	6.61%
	V2 - Demanda diaria con reestructura	0.505	19.79%
	V3 - IPK promedio en troncal	0.275	10.77%
	V4 - Velocidad de operación	0.052	2.02%
Criterio	C2 - Costo de construcción	Peso por variable	% del total
25%	V1 - Infraestructura:	0.515	12.92%
	V2 - Estudios y proyectos complementarios y/o adicionales	0.281	7.05%
	V3 - Afectaciones privadas y publicas	0.137	3.44%
	V4 - Implementación de concepto calles completas	0.067	1.68%
Criterio	C3 - Impacto vial	Peso por variable	% del total
19%	V1 - Medidas de desempeño	0.677	12.63%
	V2 - Seguridad vial	0.192	3.59%
	V3 - Intervenciones para canalizar movimientos	0.131	2.44%
Criterio	C4 Ambiental	Peso por variable	% del total
10%	V1 - Kilómetros camión por ruta	0.704	7.05%
	V2 - Zonas inundables	0.139	1.40%
	V3 - Disponibilidad de espacios para infraestructura	0.105	1.05%
	V4 - Densidad vegetal en el corredor	0.052	0.52%
Criterio	C5 - Socio urbano	Peso por variable	% del total
7%	V1 - Características del corredor	0.370	2.60%
	V2 - Impacto urbano	0.221	1.55%
	V3 - Aspecto político	0.171	1.20%
	V4 - Aspectos sociales y culturales	0.238	1.67%

Fuente. Elaboración propia

### 2.3 Resultado de la evaluación de la matriz multicriterio

Como ya se mencionó anteriormente para cada una de los criterios definidos se hizo necesario evaluar las variables específicas en las distintas alternativas, para ello se realizó el mismo procedimiento de evaluación y cálculo de la RI en las sub-matrices, dando como resultado la mejor alternativa para cada uno de los criterios.

Para el criterio C1-Demanda la mejor evaluación se presentó en la alternativa 1, con un 31% del valor total de la evaluación.

Tabla 2-7 Sub-matriz de Criterio 1 - Demanda

C1 - Demanda	V1 - Interconexión con otros sistemas de transporte	V2 - Demanda diaria con reestructura	V3 - IPK promedio en troncal	V4 - Velocidad de operación	Resultado
Alternativa 1	0.416	0.393	0.100	0.273	0.3103
Alternativa 2	0.058	0.063	0.242	0.091	0.1126
Alternativa 3	0.294	0.201	0.285	0.273	0.2436
Alternativa 4	0.151	0.255	0.242	0.091	0.2251
Alternativa 5	0.081	0.088	0.132	0.273	0.1084

Fuente. Elaboración propia, 2015

En cuanto al criterio de costos de construcción se definió que la alternativa mejor evaluada es la alternativa 3, con un total del 32% de la valoración para el criterio específico.

Tabla 2-8 Sub-matriz de Criterio 2 – Costo de construcción

C2 - Costo de construcción	V1 - Infraestructura: corredor, estaciones, terminales, patios de guardado	V2 - Estudios y proyectos complementarios y/o adicionales	V3 - Afectaciones privadas y publicas	V4 - Implementación de concepto calles completas	Resultado
Alternativa 1	0.143	0.110	0.414	0.215	0.1758
Alternativa 2	0.069	0.073	0.111	0.059	0.0749
Alternativa 3	0.315	0.426	0.097	0.489	0.3278
Alternativa 4	0.138	0.170	0.111	0.125	0.1427
Alternativa 5	0.335	0.221	0.266	0.113	0.2787

Fuente. Elaboración propia, 2015

Respecto al criterio de Impacto vial nuevamente la alternativa 3 resulto con mayor evaluación en comparación con las otras alternativas, con un total del 40% de la valoración total para el criterio.

**Tabla 2-9 Sub-matriz de Criterio 3 – Impacto vial**

C3 - Impacto vial	V1 - Medidas de desempeño	V2 - Seguridad vial	V3 - Intervenciones para canalizar movimientos	Resultado
Alternativa 1	0.302	0.291	0.262	0.2951
Alternativa 2	0.057	0.058	0.062	0.0578
Alternativa 3	0.426	0.303	0.464	0.4068
Alternativa 4	0.056	0.056	0.062	0.0571
Alternativa 5	0.159	0.291	0.150	0.1832

Fuente. Elaboración propia, 2015

En el tema ambiental la evaluación resultó un poco más plana, sin embargo la alternativa con mayor porcentaje de aceptación es la alternativa 3, con un total del 28% respecto al total.

**Tabla 2-10 Sub-matriz de Criterio 4 - Ambiental**

C4 Ambiental	V1 - Kilómetros camión por ruta	V2 - Zonas inundables	V3 - Disponibilidad de espacios para infraestructura	V4 - Densidad vegetal en el corredor	Resultado
Alternativa 1	0.092	0.220	0.568	0.079	0.1588
Alternativa 2	0.250	0.220	0.132	0.347	0.2386
Alternativa 3	0.315	0.208	0.126	0.318	0.2804
Alternativa 4	0.150	0.199	0.063	0.191	0.1498
Alternativa 5	0.193	0.152	0.112	0.064	0.1724

Fuente. Elaboración propia, 2015

Por último la sub-matriz resultante de los criterios relativos a los aspectos socio urbanos asignó con la mejor evaluación a la alternativa 1, con un 31% respecto al total.

**Tabla 2-11 Sub-matriz de Criterio 5 – Aspectos socio urbanos**

C5 - Socio urbano	V1 - Características del corredor	V2 - Impacto urbano	V3 - Aspecto político	V4 - Aspectos sociales y culturales	Resultado
Alternativa 1	0.096	0.486	0.435	0.403	0.3131
Alternativa 2	0.136	0.062	0.063	0.062	0.0895
Alternativa 3	0.347	0.265	0.286	0.289	0.3048

C5 - Socio urbano	V1 - Características del corredor	V2 - Impacto urbano	V3 - Aspecto político	V4 - Aspectos sociales y culturales	Resultado
Alternativa 4	0.316	0.056	0.063	0.058	0.1538
Alternativa 5	0.105	0.131	0.152	0.188	0.1389

Fuente. Elaboración propia, 2015

Una vez evaluadas cada una de las alternativas por los cinco criterios definidos y a su vez por las distintas variables que lo componen, se generó una matriz con los resultados para cada uno de los criterios, quedando como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-12 Matriz general de resultados por criterios

Criterio	C1 - Demanda	C2 - Costo de construcción	C3 - Impacto vial	C4 - Ambientales	C5 - Socio urbanos
Alternativa 1	0.3103	0.1758	0.2951	0.1588	0.3131
Alternativa 2	0.1126	0.0749	0.0578	0.2386	0.0895
Alternativa 3	0.2436	0.3278	0.4068	0.2804	0.3048
Alternativa 4	0.2251	0.1427	0.0571	0.1498	0.1538
Alternativa 5	0.1084	0.2787	0.1832	0.1724	0.1389

Fuente. Elaboración propia, 2015

Finalmente para conocer cuál de las alternativas evaluadas es la más importante de acuerdo a los criterios y pesos específicos definidos inicialmente se multiplicó

Una vez con los resultados de cada uno de los criterios, fue necesario ponderar la matriz con los valores definidos inicialmente. El proceso se realizó multiplicando los valores resultantes cada submatriz de variables por el peso del criterio específico, obteniendo los siguientes valores:

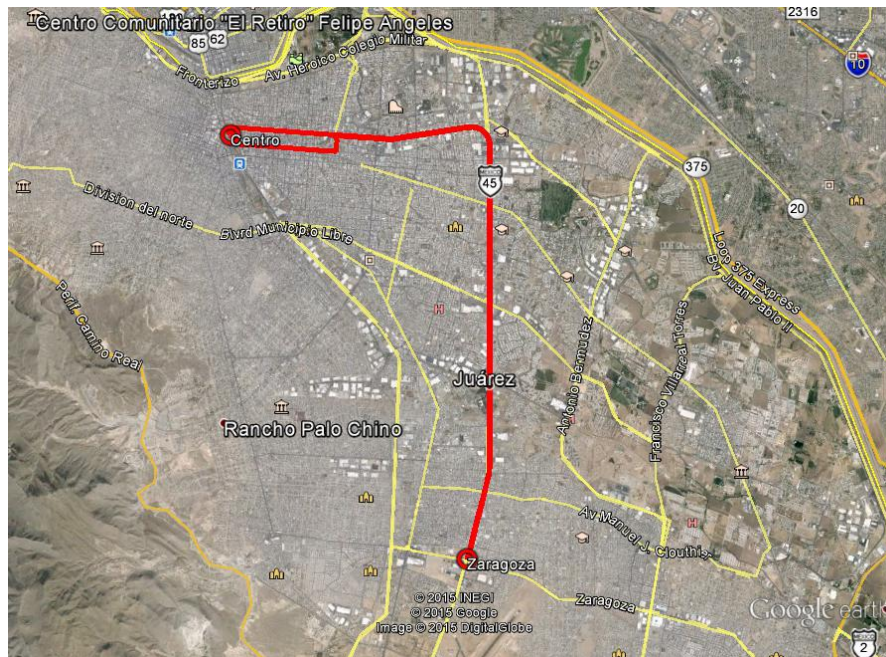
Tabla 2-13 Matriz de selección de alternativa

Selección de alternativa	C1 - Demanda	C2 - Costo de construcción	C3 - Impacto vial	C4 - Ambientales	C5 - Socio urbanos	Resultado
Alternativa 1	0.1216	0.0441	0.0551	0.0159	0.0220	<b>0.2587</b>
Alternativa 2	0.0441	0.0188	0.0108	0.0239	0.0063	<b>0.1039</b>
Alternativa 3	0.0955	0.0823	0.0759	0.0281	0.0214	<b>0.3032</b>
Alternativa 4	0.0882	0.0358	0.0107	0.0150	0.0108	<b>0.1605</b>
Alternativa 5	0.0425	0.0699	0.0342	0.0173	0.0098	<b>0.1737</b>
					<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

Como se puede observar en la tabla anterior, se concluye que la alternativa evaluada con la mayor calificación es la Alternativa 3 con un 30% del total de la evaluación, es decir que la **Alternativa 3 "B"** con origen en la calle de Manuel Bernal, y destino en la intersección de la Avenida Tecnológico y el Boulevard Zaragoza es la que alternativa definida para la implementación del corredor Troncal.

Figura 2-4 Alternativa seleccionada 3 – "B"



Fuente. Elaboración propia con base en Google Earth, 2015

Sobre ésta alternativa se realizarán el resto de estudios complementarios, así como el diseño funcional y operacional del trazo.

### 3 ANÁLISIS DE TRÁNSITO VEHICULAR, CICLISTA Y PEATONAL

#### 3.1.1 Aforos de flujo en estaciones maestras y complementarias

##### 3.1.1.1 Estaciones maestras (Aforos Automáticos)

Para el estudio de los aforos automáticos se eligieron ubicaciones relevantes sobre el corredor tecnológico, estos se denominaron "estaciones maestras". El tiempo de conteo de las estaciones maestras (AA: aforo automático) fue de una semana por 24 horas continuas utilizando equipos de conteo automático para obtener el número de vehículos que pasa por sentido en una sección vial. Los datos del estudio fueron recabados por parte del IMIP durante el mes de marzo y el mes de mayo del año 2015.

La identificación de la ubicación de las estaciones de AA se presenta a continuación.

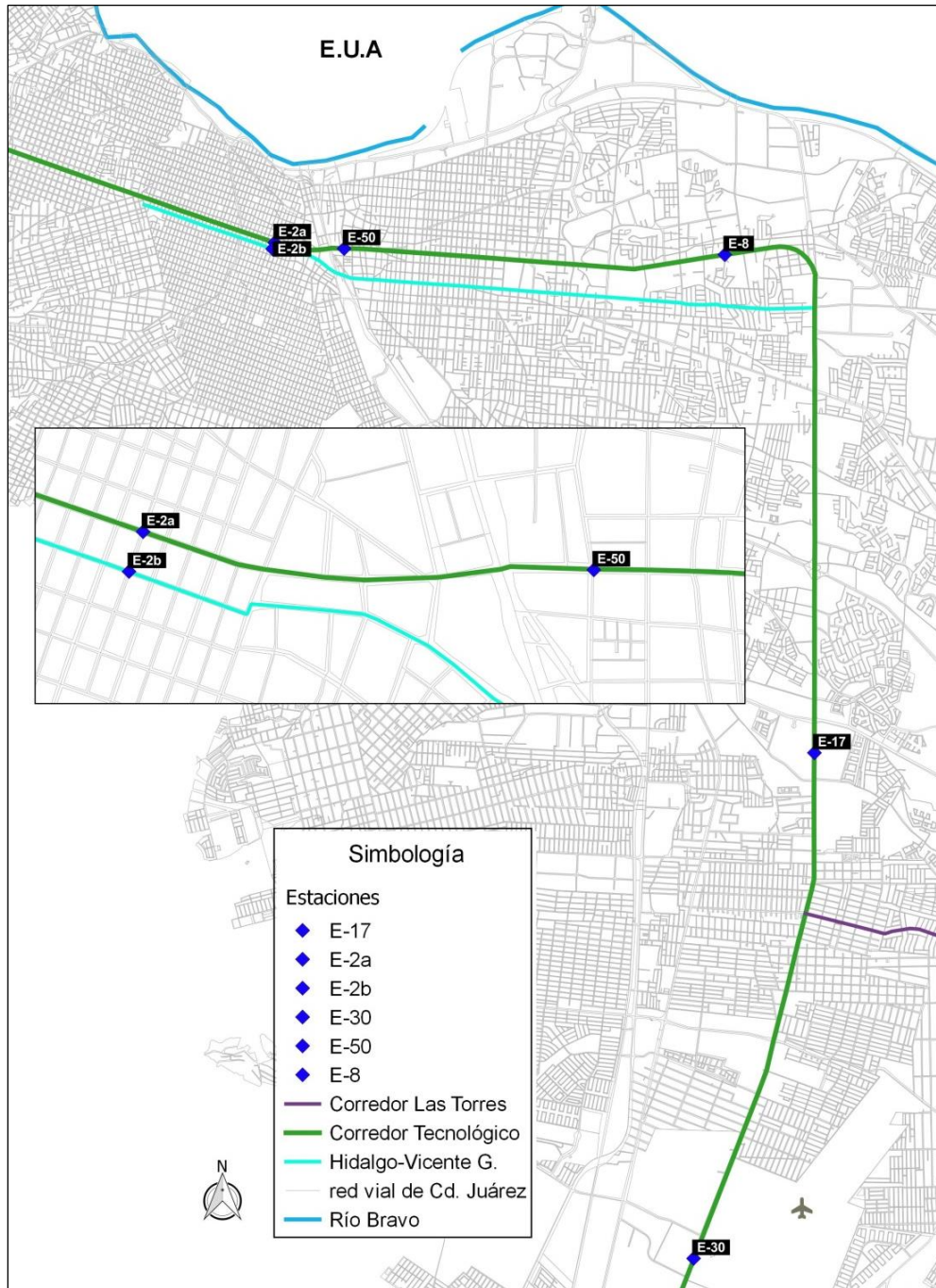
Tabla 3-1 Ubicación de aforos automáticos (estaciones maestras)

Número	Vialidad troncal	Entre vialidades	Estación
1	Av. 16 de Septiembre	Ignacio Altamirano y Melchor Ocampo	2a
2	Miguel Hidalgo	Ignacio Altamirano y Melchor Ocampo	2b
3	Av. 16 de Septiembre	Ramón Corona y Fco. I Madero	50
4	Paseo del Triunfo de la República	Av. Del Charro y Lago de Pátzcuaro	8
5	Av. Tecnológico	Av. Teófilo Borunda y Av. Don Pedro Meneses Hoyos	17
6	Av. Tecnológico	Barranco azul y Gral. Roberto Fierro	30

Fuente. Elaboración propia, 2015

A continuación se presenta la ubicación de las estaciones de aforo automático.

Figura 3-1 Mapa de ubicación de estaciones maestras (AA)



Fuente. Elaboración propia, 2015

Las estaciones identificadas como E-2a y E-2b tienen la particularidad que se ubican sobre vialidades distintas pero que operan de manera complementaria, ya que Av. 16 de Septiembre y la calle Miguel Hidalgo son calles paralelas y su función es la de un par vial.

### 3.1.1.1.1 Resumen de Aforos Automáticos

Para tener una visión general del Corredor Tecnológico – 16 de Septiembre, a continuación se presenta una tabla resumen con la suma de cada una de las estaciones de aforo automático (AA) por hora y día.

Tabla 3-2 Tabla resumen de aforos automáticos por día y hora (marzo 2015)

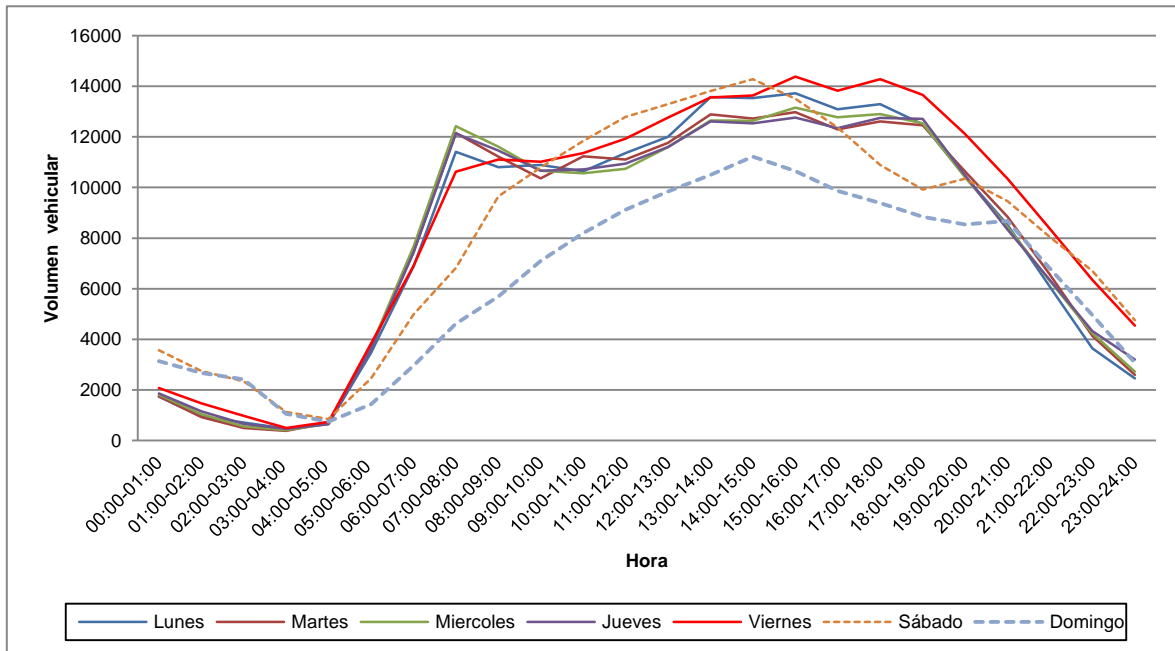
Hora	Días							Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
00:00-01:00	1,737	1,747	1,816	1,869	2,081	3,567	3,140	15,957
01:00-02:00	957	925	1,047	1,157	1,476	2,746	2,671	10,979
02:00-03:00	716	494	558	659	975	2,343	2,425	8,170
03:00-04:00	468	379	405	459	496	1,127	1,060	4,394
04:00-05:00	669	708	662	649	744	854	749	5,035
05:00-06:00	3,467	3,673	3,711	3,646	3,838	2,457	1,429	22,221
06:00-07:00	6,882	7,447	7,672	7,440	6,911	4,985	2,962	44,299
07:00-08:00	11,411	12,157	12,421	12,132	10,628	6,824	4,626	70,199
08:00-09:00	10,807	11,221	11,615	11,460	11,110	9,647	5,695	71,555
09:00-10:00	10,885	10,357	10,667	10,666	11,020	10,782	7,099	71,476
10:00-11:00	10,634	11,227	10,555	10,716	11,357	11,831	8,201	74,521
<b>11:00-12:00</b>	<b>11,351</b>	<b>11,101</b>	<b>10,737</b>	<b>10,946</b>	<b>11,929</b>	<b>12,787</b>	<b>9,114</b>	<b>77,965</b>
12:00-13:00	11,998	11,756	11,596	11,602	12,754	13,290	9,842	82,838
13:00-14:00	13,573	12,882	12,640	12,603	13,560	13,814	10,495	89,567
14:00-15:00	13,526	12,717	12,631	12,533	13,636	14,273	11,221	90,537
<b>15:00-16:00</b>	<b>13,717</b>	<b>12,973</b>	<b>13,155</b>	<b>12,762</b>	<b>14,377</b>	<b>13,501</b>	<b>10,651</b>	<b>91,136</b>
16:00-17:00	13,089	12,298	12,771	12,341	13,821	12,370	9,861	86,551
17:00-18:00	13,296	12,606	12,895	12,750	14,277	10,892	9,385	86,101
18:00-19:00	12,492	12,459	12,527	12,705	13,656	9,921	8,846	82,606
19:00-20:00	10,442	10,636	10,415	10,484	12,114	10,348	8,532	72,971
20:00-21:00	8,527	8,836	8,443	8,330	10,351	9,467	8,674	62,628
21:00-22:00	6,080	6,563	6,314	6,348	8,377	8,041	6,806	48,529
22:00-23:00	3,646	4,138	4,239	4,332	6,352	6,701	4,959	34,367
23:00-24:00	2,457	2,600	2,728	3,199	4,547	4,758	3,082	23,371
<b>Total AM</b>	<b>69,984</b>	<b>71,436</b>	<b>71,866</b>	<b>71,799</b>	<b>72,565</b>	<b>69,950</b>	<b>49,171</b>	<b>476,771</b>
<b>Total PM</b>	<b>122,843</b>	<b>120,464</b>	<b>120,354</b>	<b>119,989</b>	<b>137,822</b>	<b>127,376</b>	<b>102,354</b>	<b>851,202</b>
<b>Total</b>	<b>192,827</b>	<b>191,900</b>	<b>192,220</b>	<b>191,788</b>	<b>210,387</b>	<b>197,326</b>	<b>151,525</b>	<b>1,327,973</b>
Hora pico a.m.	11:00-12:00					77,965		
Hora pico p.m.	15:00-16:00					91,136		

Fuente. Elaboración propia, 2015

A continuación se presenta el histograma resumen.



Tabla 3-3 Histograma general de aforos automáticos realizados en marzo 2015



Fuente. Elaboración propia, 2015

En la sumatoria final de los datos obtenidos por los AA se obtiene que los periodos con mayor carga vehicular en el horario matutino se encuentra entre las 06:00 y 09:00 horas, con un pico entre las 07:00 y 08:00 horas, mientras que en el vespertino se ubica entre las 17:00 y 19:00 horas.

Se observa que el comportamiento del tránsito vehicular es equilibrado en días de entre semana. En casi todos los días los picos más altos de volúmenes vehiculares se presenta entre las 07:00 – 08:00 horas, baja un poco hacia las 09:00 horas, se presentan otros dos picos de volumen, el primero alrededor de las 12:00 y otro a las 15:00 horas; en casi todos los días el flujo vehicular comienza a descender a partir de las 18:00 – 19:00 horas. El día domingo se presenta como el de menor tránsito vehicular, en sábado y domingo la curva se desplaza tardando un poco más en alcanzar su máximo y para descender se adelanta en comparación con los días entre semana.

El último histograma muestra los lapsos de horas en los cuales se deberán de efectuar los siguientes estudios, aforos de flujo y aforos direccionales, tomando en cuenta los picos más sobresalientes y los momentos en que se mantiene más tiempo con volúmenes altos.

### 3.1.1.1 Estaciones Complementarias (Aforos de flujo manuales)

Para complementar el estudio de las estaciones de AA se llevó a cabo el conteo del flujo vehicular de manera manual en estaciones complementarias (AF) cercanas o en la misma ubicación a las estaciones maestras. El objetivo de estas estaciones complementarias es,

primero obtener el flujo vehicular y segundo la composición de vehículos que transita por la vialidad en estudio.

Los aforos de flujo manuales se diferencian de los aforos automáticos por la clasificación vehicular, es decir el conteo es más específico en cuanto a la composición vehicular en cada punto de aforo. Esta clasificación es la siguiente: bicicletas, motocicletas, automóviles (vehículos ligeros, taxis y pickup) autobús de transporte público, autobús de especial (escolar o de personal) y camiones de carga ligera y pesada.

Este tipo de aforos se realizó en días hábiles y de fin de semana; el día de la toma de la información fue el martes 23 de junio y el sábado 27 de junio del año 2015, en un periodo horario de 06:00 a 20:00 horas, y con clasificación por el tipo de vehículo (bicicleta, moto, automóvil (vehículos ligeros, taxis, pickups), autobús de transporte público, autobús especiales (transporte escolar y de personal) y camión de carga.

Las primeras 6 estaciones se encuentran en los alrededores del centro histórico de la Ciudad de Juárez, AF-01 al AF-06 específicamente y; otras tres estaciones se distribuyen sobre Paseo del Triunfo de la República y Av. Tecnológico. La ubicación puntual se indica a continuación.

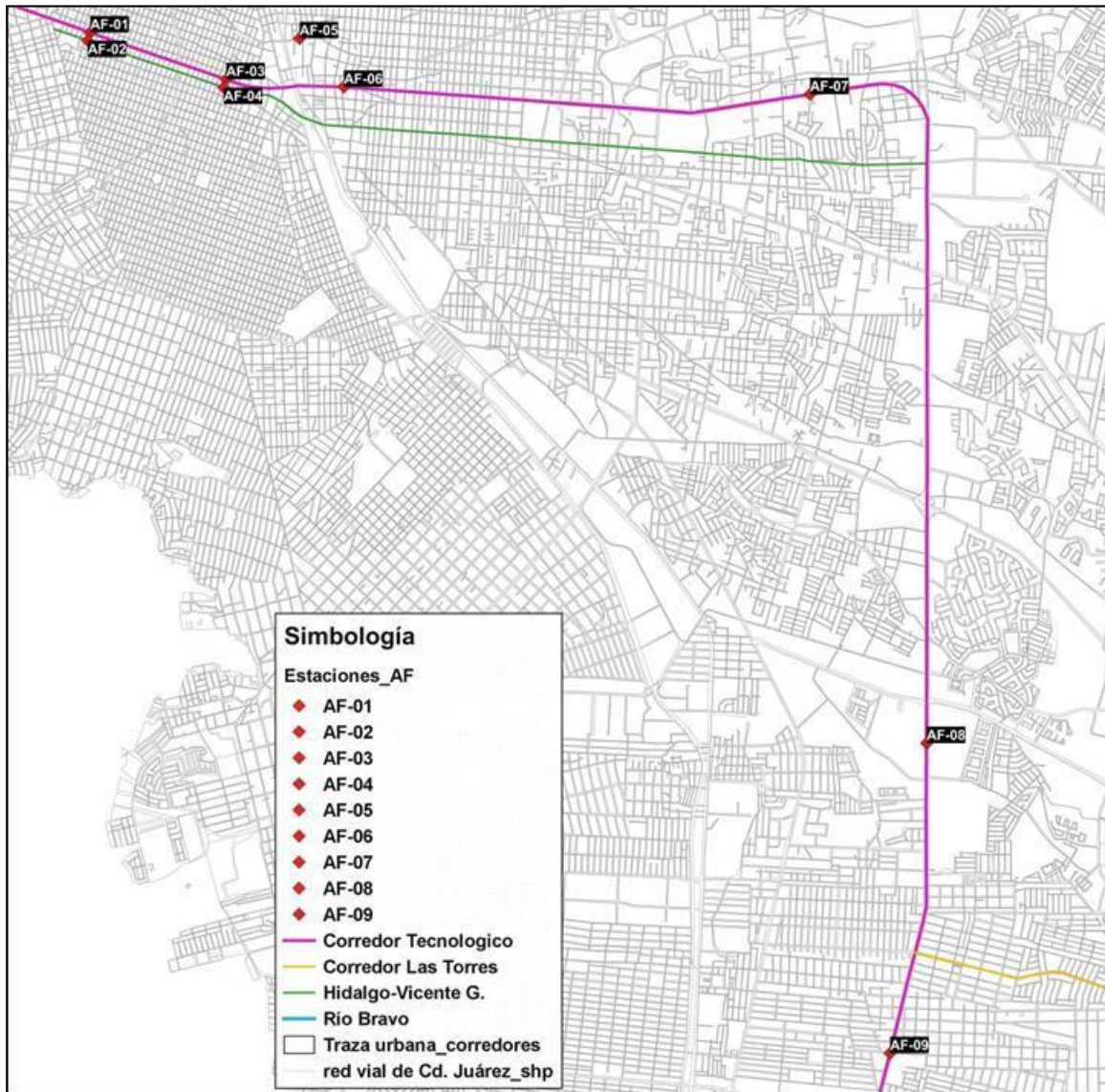
Tabla 3-4 Ubicación de estaciones complementarias (AF)

Número	Vialidad troncal	Entre vialidades	Estación
1	Av.16 de septiembre	Cadmio y Bario	AF-01
2	Miguel Hidalgo	Cadmio y Bario	AF-02
3	Av.16 de septiembre	I. Altamirano y M. Ocampo	AF-03
4	Miguel Hidalgo	I. Altamirano y M. Ocampo	AF-04
5	Ignacio Mejía	Francisco Villa	AF-05
6	Av.16 de septiembre	Constitución y Ramón Corona	AF-06
7	Paseo del Triunfo de la República	Av. Del Charro y Lago de Pátzcuaro	AF-07
8	Av. Tecnológico	Av. Teófilo Borunda y Av. Pedro Meneses H.	AF-08
9	Av. Tecnológico	Granjero y Centeno	AF-09

Fuente. Elaboración propia, 2015

En la figura se muestra la ubicación de las estaciones complementarias.

Figura 3-2 Mapa de ubicación de estaciones complementarias (AF)



Fuente. Elaboración propia,2015

### 3.1.1.1 Aforos complementarios entre semana

Estos aforos manuales de flujo se realizaron el martes 23 de junio, entre las 06:00 y 20:00 horas, con la clasificación vehicular indicada anteriormente.

A continuación se muestran los resultados totales por estación y por clasificación de vehículos.

**Tabla 3-5 Resumen de resultados de estaciones complementarias entre semana (23 de junio 2015)**

Estación	Bicicleta	Moto	Automóvil	Autobús (T.P)	Autobús especial	Carga	Total
AF-01	100	131	6,389	663	280	106	<b>7,669</b>
AF-02	27	98	4,433	581	91	45	<b>5,275</b>
AF-03	84	95	6,726	1,084	272	84	<b>8,345</b>
AF-04	113	91	5,764	1,080	135	47	<b>7,230</b>
AF-05	95	93	2,141	206	30	27	<b>2,592</b>
AF-06	230	181	11,954	781	188	96	<b>13,430</b>
AF-07	0	225	34,456	935	226	559	<b>36,401</b>
AF-08	161	512	66,280	704	759	2,458	<b>70,874</b>
AF-09	92	495	38,050	753	869	1,930	<b>42,189</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

En la tabla anterior se observa que la estación con menos flujo vehicular es la “AF-05”; esta estación en particular se deberá de analizar de manera separada a las demás, ya que su ubicación queda fuera del corredor. La estación “AF-01 y AF-02” al igual que sus similares de “AF-03 y AF-04” se agruparán como dos conteos en la zona centro, esto por las características de par vial en las que operan las vialidades en que se ubican estas estaciones. Agrupando las estaciones AF-01 y AF-02, se encuentra el volumen vehicular más bajo con 12,994 vehículos, mientras que la estación con mayor paso de vehículos es la estación AF-08 con 70,874 vehículos.

A continuación se presenta una tabla resumen de la composición vehicular y los gráficos correspondientes a cada uno de ellos.

**Tabla 3-6 Porcentajes de composición vehicular entre semana (23 de junio 2015)**

Estaciones	Bicicleta	Moto	Automóvil	Autobús (T.P)	Autobús especial	Carga
Zona centro	1%	1%	84%	10%	2%	1%
AF-05	4%	4%	83%	8%	1%	1%
AF-07	0%	1%	95%	3%	1%	2%
AF-08	0%	1%	94%	1%	1%	3%
AF-09	0%	1%	90%	2%	2%	5%

Fuente. Elaboración propia, 2015

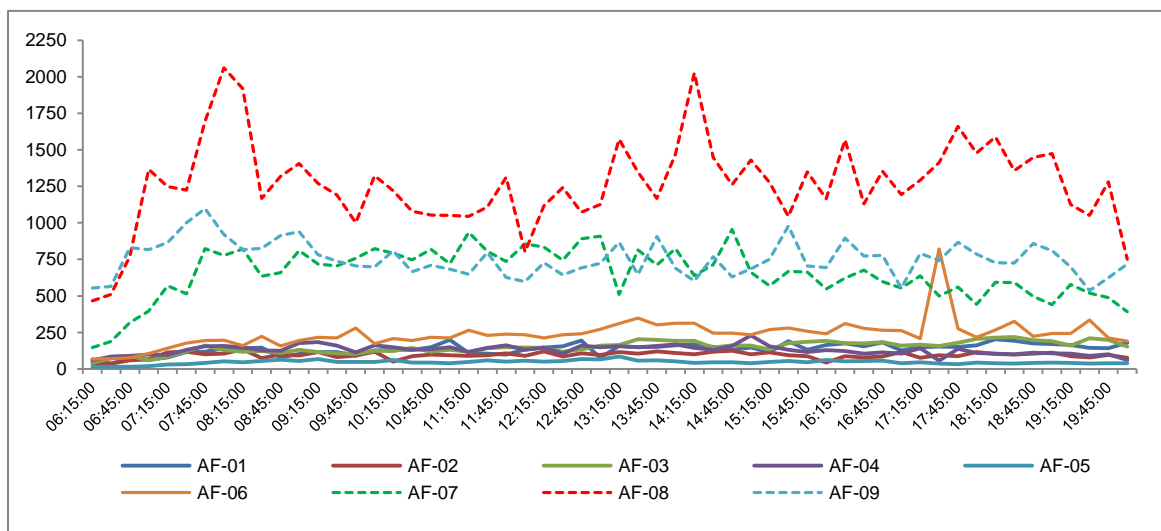
De los resultados de los AF, se destaca lo siguiente:

- A lo largo del corredor se identifica una composición vehicular donde más del 80% corresponde a los automóviles.
- En la zona centro y en la estación AF-05, llama la atención que el 10% y el 8% corresponde al transporte público, pero conforme las estaciones están más alejadas al centro este porcentaje baja al 2% o 1%.

- Pasa lo contrario con el transporte de carga, donde en las estaciones fuera del centro llegan a representar hasta el 5% de la composición vehicular, mientras que en zona centro solo son el 1%.
- La estación AF-05 es la que muestra mayor porcentaje de bicicletas con 4%; en el resto de la estaciones, las bicicletas solo representan el 2% o 1% y en algunos caso el 0%.
- Las motocicletas se mantienen con el 1% en la mayoría de las estaciones.

A continuación se muestra un gráfico resumen que muestra el comportamiento del tránsito vehicular en las distintas estaciones durante las 14 horas de aforo.

Figura 3-3 Resumen del comportamiento del tránsito vehicular de aforos peatonales

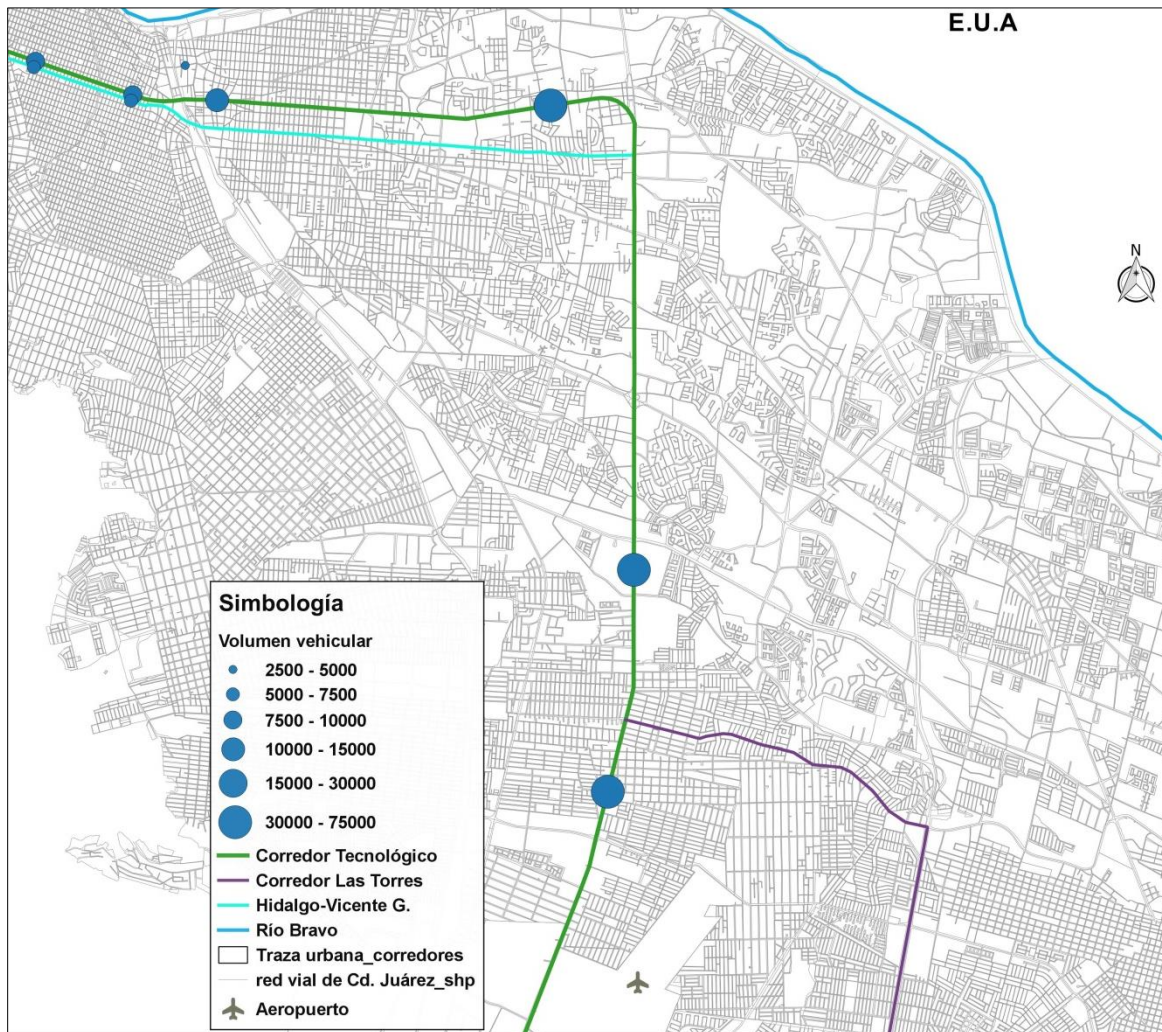


Fuente. Elaboración propia, 2015

En el gráfico anterior se observa que las estaciones ubicadas sobre Av. Tecnológico y Av. Paseo del Triunfo de la República son las que presentan mayor volumen vehicular. Las estaciones que se ubican en la zona centro no presentan ni picos ni grandes variaciones en los distintos horarios, excepto la estación AF-06 que presenta un pico elevado en horas de la tarde. La estación AF-08 es la que muestra los picos más representativos del volumen vehicular, el primero se da entre las horas de 07:15:00 a las 08:15:00, y el otro a las 14:00:00 a 14:45:00 horas, aproximadamente.

A continuación se presenta un mapa de densidad vehicular por punto.

Figura 3-4 Volúmenes de estaciones complementarias (06:00-20:00 horas, 23 de junio de 2015)



Fuente. Elaboración propia, 2015

En la imagen anterior se observa claramente lo que se ha comentado con anterioridad, que las estaciones sobre Av. Tecnológico y Av. Paseo del Triunfo de la República muestran un mayor flujo vehicular en comparación a las estaciones ubicadas en la zona centro de Ciudad Juárez.

### 3.1.1.1.2 Estaciones complementarias en fin de semana (sábado)

También se realizaron el sábado 27 de junio de 2015 conteos de flujo en las mismas estaciones complementarias, periodo horario y clasificación vehicular de los conteos de entre semana. La siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados por cada estación.

**Tabla 3-7 Resumen de resultados de estaciones complementarias en fin semana (27 de junio de 2015)**

Clasificación vehicular							
Estación	Bicicleta	Moto	Automóvil	Autobús (T.P)	Autobús especial	Carga	Total
AF-01	128	124	7,612	615	194	85	<b>8,758</b>
AF-02	34	79	5,245	557	51	49	<b>6,015</b>
AF-03	73	85	6,296	964	126	56	<b>7,600</b>
AF-04	69	84	6,646	1161	54	40	<b>8,054</b>
AF-05	240	67	2,250	184	36	29	<b>2,806</b>
AF-06	206	147	11,615	725	109	115	<b>12,917</b>
AF-07	47	183	32,447	444	56	219	<b>33,396</b>
AF-08	63	460	51,343	621	377	1,501	<b>54,365</b>
AF-09	115	458	36,760	608	532	1,289	<b>39,762</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

En la tabla anterior se observa que la estación AF-05 es la de menor volumen, al igual que las estaciones complementarias de entre semana se sumaran los resultados para su análisis de las estaciones AF-01 con AF-02 y de AF-03 con AF-04, por el tema del par vial. El volumen de las estaciones AF-01 y AF-02 es de 14,773 y de las estaciones AF-03 y AF-04 es de 15,654 vehículos.

La estación que presenta mayor volumen vehicular es la AF-08 con 54,395 vehículos. La zona que presenta mayor volumen vehicular es en la zona sur del corredor, del aeropuerto hacia la Av. Teófilo Borunda.

La próxima tabla presenta por zonas la composición vehicular el día sábado.

**Tabla 3-8 Porcentajes de composición vehicular en fin de semana (27 de junio de 2015)**

Estaciones	Bicicleta	Moto	Automóvil	Autobús (T.P)	Autobús especial	Carga
Zona centro	1%	1%	86%	9%	1%	1%
AF-05	9%	2%	80%	7%	1%	1%
AF-07	0.1%	1%	97%	1%	0.2%	1%
AF-08	0.1%	1%	94%	1%	1%	3%
AF-09	0.3%	1%	92%	2%	1%	3%

Fuente. Elaboración propia, 2015

En la Tabla 3-8 muestra que sobre todo el corredor el tipo de vehículo dominante es el automóvil con más del 80%. El transporte tipo bicicleta en la estación que presenta mayor volumen es en la AF-05 con el 9%. Los volúmenes de transporte público se hacen presentes de manera importante en la zona centro con hasta el 9%, mientras que en el resto del corredor baja hasta el 1%.

A continuación se presenta una tabla resumen con los volúmenes vehiculares totales de los aforos de estaciones complementarias.

**Tabla 3-9 Comparativo de volúmenes vehiculares entre semana y fin de semana (junio 2015)**

Estación	Entre Semana (martes 23)	Fin de semana (sábado 27)	Variación de volumen vehicular
Zona centro	41,949	43,344	+1,395
AF-05	2,592	2,806	+214
AF-07	36,401	33,396	-3,005
AF-08	70,874	54,365	-16,509
AF-09	42,189	39,762	-2,427

Fuente: Elaboración propia, 2015

Esta última tabla muestra que las estaciones mantienen su comportamiento independientemente del día de la semana, siendo más bajos los volúmenes en algunas zonas. La zona centro y la estación AF-05, aumentan su atracción de viajes en día sábado mientras que en el resto del corredor se nota una disminución del volumen vehicular.

### 3.1.2 Aforos direccionales y de clasificación en intersecciones

Los aforos direccionales de intersecciones se efectuaron en días de semana hábiles durante el mes de junio de 2015, en dos periodos horarios: de 06:00 – 09:00 horas y de 17:00 – 19:00 horas; estos periodos fueron determinados a partir de los aforos automáticos de flujo.

El aforo direccional tiene la siguiente clasificación de transportes: bicicletas, automóvil (vehículos ligeros, taxis, pickups), autobuses de transporte público, autobús especial (escolar o de personal), camiones de carga ligeros y pesados. El vehículo tipo ciclista si se incluyen en el total de los aforos direccionales, pero en otro apartado de este informe se presentarán los resultados de este medio de transporte.

A continuación se presenta el listado de las intersecciones donde realizaron los conteos de aforo direccional.

**Tabla 3-10 Intersecciones con aforos direccionales**

Número	Vialidad troncal	Intersección	Código
1	Av. 16 de Septiembre	Mariano Matamoros	1-1
2	Av. 16 de Septiembre	Cadmio	1-2
3	Miguel Hidalgo	Cadmio	1-2a
4	Av. 16 de Septiembre	Oro	1-3
5	Miguel Hidalgo	Oro	1-3a
6	Ignacio Altamirano	María Martínez	1-4
7	Ignacio Mejía	Francisco Villa	1-5
8	Av. 16 de Septiembre	Melchor Ocampo	1-6
9	Av. 16 de Septiembre	Av. Lerdo	1-7
10	Ignacio Mejía	Av. Lerdo	1-7a
11	Av. 16 de Septiembre	Ramón Corona	1-8
12	Av. 16 de Septiembre	Fco. I. Madero	1-9

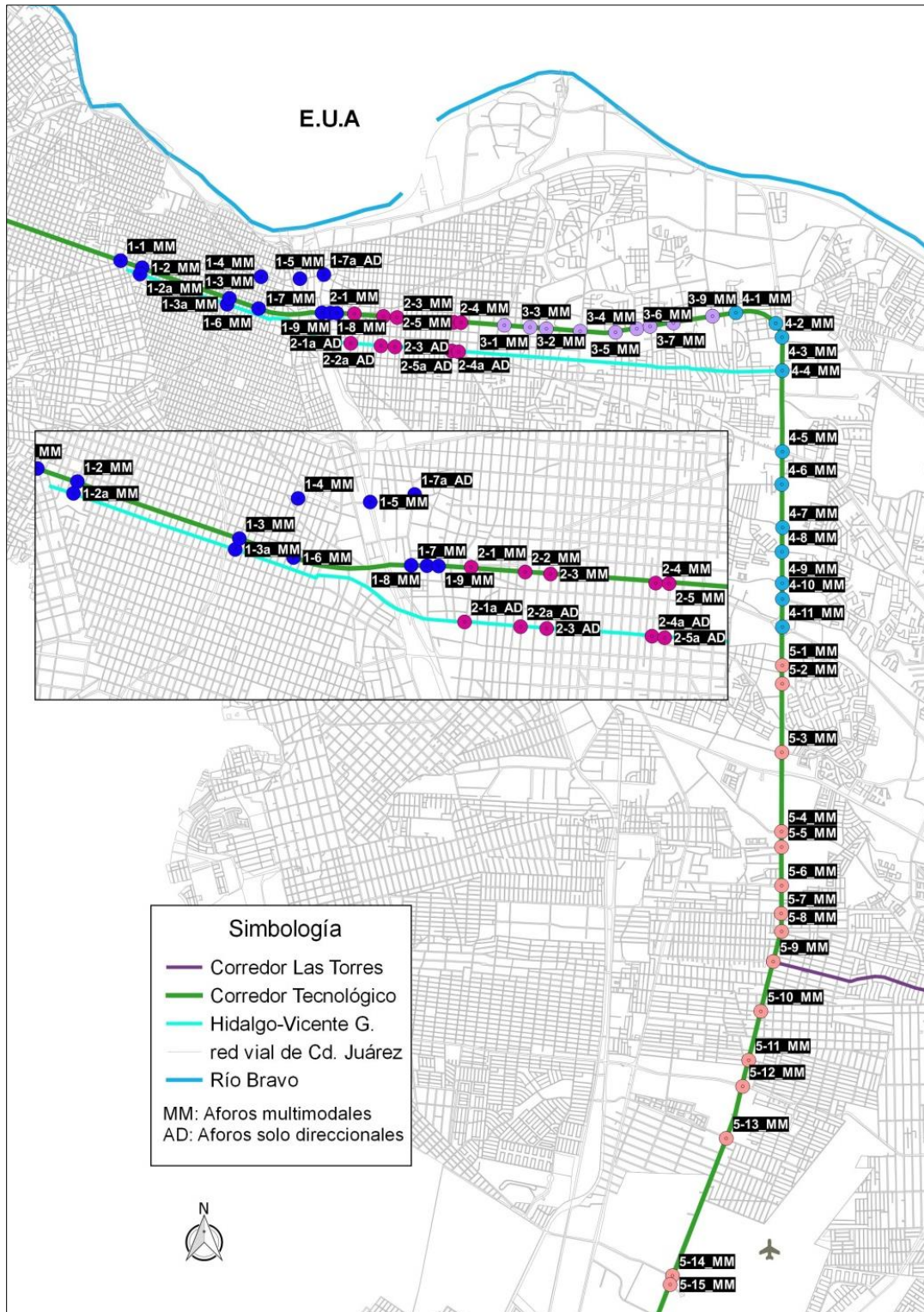


Número	Vialidad troncal	Intersección	Código
13	Av. 16 de Septiembre	Constitución	2-1
14	Vicente Guerrero	Constitución	2-1a
15	Av. 16 de Septiembre	5 de mayo	2-2
16	Vicente Guerrero	5 de mayo	2-2a
17	Av. 16 de Septiembre	Bolivia	2-3
18	Vicente Guerrero	Bolivia	2-3a
19	Av. 16 de Septiembre	Costa Rica	2-4
20	Vicente Guerrero	Costa Rica	2-4a
21	Av. 16 de Septiembre	Panamá	2-5
22	Vicente Guerrero	Panamá	2-5a
23	Av. Paseo Triunfo de la Republica	Av. De las Américas	3-1
24	Av. Paseo Triunfo de la República	F. Montes de Oca	3-2
25	Av. Paseo Triunfo de la República	Francisco Márquez	3-3
26	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Adolfo López Mateos	3-4
27	Av. Paseo Triunfo de la República	Adolfo de la Huerta	3-5
28	Av. Paseo Triunfo de la República	Humberto Lara Leos	3-6
29	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Plutarco Elías Calles	3-7
30	Av. Paseo Triunfo de la República	Lago de Pátzcuaro	3-8
31	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Del Charro	3-9
32	Av. Paseo Triunfo de la República	José C. Orozco	4-1
33	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. San Lorenzo - Fray Junípero	4-2
34	Av. Paseo Triunfo de la República	Fray Pedro de Gante	4-3
35	Av. Paseo Triunfo de la República	Vicente Guerrero	4-4
37	Av. Tecnológico	Simona Barba	4-5
36	Av. Tecnológico	Puente Rotario (La Raza)	4-6
38	Av. Tecnológico	Pedro Rosales	4-7
39	Av. Tecnológico	De la Labranza	4-8
40	Av. Tecnológico	Prof. Aguirre Laredo	4-9
41	Av. Tecnológico	Juan Kepler	4-10
42	Av. Tecnológico	Av. Ejército Nacional	4-11
43	Av. Tecnológico	Rancho Aguacaliente (norte)	5-1
44	Av. Tecnológico	Rancho Aguacaliente (sur)	5-2
45	Av. Tecnológico	Ramón Rivera Lara	5-3
46	Av. Tecnológico	Pedro Meneses Hoyos	5-4
47	Av. Tecnológico	Francisco Baca Gallardo	5-5
48	Av. Tecnológico	Av. Cesáreo Santos	5-6
49	Av. Tecnológico	Cordillera de los Andes/Loma Azul	5-7
50	Av. Tecnológico	Morelia	5-8
51	Av. Tecnológico	Av. Manuel J. Clouthier	5-9
52	Av. Tecnológico	Centeno	5-10
53	Av. Tecnológico	Granjero	5-11
54	Av. Tecnológico	Bldv. Zaragoza	5-12
55	Av. Tecnológico	Av. Vía Láctea	5-13
56	Av. Tecnológico	Av. Barranco Azul - Aeropuerto	5-14
57	Av. Tecnológico	Acceso al Aeropuerto	5-15

Fuente. Elaborado por Cal y Mayor y Asociados, S.C. 2015

A continuación se presentan imágenes del mapa con la ubicación del aforo.

Figura 3-5 Ubicación de afloros direccionales



Fuente. Elaboración propia, 2015

A continuación se muestra el resumen de los aforos direccionales con la suma total de los volúmenes.

**Tabla 3-11 Tabla resumen de volúmenes vehiculares totales por periodos**

Intervalo de Tiempo	Total	Suma acumulada							
06:00	14,867								
06:15	19,852	97,434	120,185	145,639	168,227	186,418	194,661	192,007	183,398
06:30	28,306								
06:45	34,409								
07:00	37,618								
07:15	45,306								
07:30	50,894								
07:45	52,600								
08:00	45,861								
08:15	42,652								
08:30	42,285								
08:45	43,174								
17:00	49,596	200,384	201,828	203,814	202,490	199,589			
17:15	49,434								
17:30	51,655								
17:45	49,699								
18:00	51,040								
18:15	51,420								
18:30	50,331								
18:45	46,798								
HMD									203,814
17:30 - 18:30									FHP = 0.99

Fuente. Elaboración propia, 2015

Después de observar los resultados de cada una de las intersecciones, en la tabla anterior observamos los totales por periodos. El periodo o la HMD que resultó con mayor volumen fue a las **17:30 – 18:30 con 203,1814 vehículos**. El factor de hora de máxima demanda (FHP) es de **0.99**, este factor indica que durante la HMD el comportamiento vehicular se mantiene constante y sin gran variación durante este lapso de tiempo.

Seleccionando de los aforos direccionales la intersección que presenta el mayor volumen, se procedió a calcular la composición vehicular representativa del tramo, cuyos resultados se presentan en las siguientes figuras.

**Tabla 3-12 Resumen general de composición vehicular sobre el corredor Tecnológico**

Zona	Bicicletas	Automóvil	Transporte público	Autobús (Personal)	Camión Ligero	Camión Pesado
Centro (Int_1-8)	0.0%	86%	12%	1%	0%	1.0%
P. del Triunfo de la República (Int_3-4)	0.3%	91.9%	5.9%	0.4%	0.6%	0.9%
Av. Tecnológico norte (Int_4-5)	0.0%	96%	1%	1%	1%	1.0%
Av. Tecnológico sur (Int_5-9)	0.1%	93.4%	1.4%	1.5%	0%	3.7%
<b>Promedio General</b>	<b>0.1%</b>	<b>91.8%</b>	<b>5.1%</b>	<b>1.0%</b>	<b>0.4%</b>	<b>1.7%</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

En casi todas las estaciones mostradas, excepto las que se ubican en el centro muestran que más del 90% son vehículos privados, en el centro este tipo de vehículo es del 86%. Se presenta el mismo fenómeno sobre el transporte público dentro de o los alrededores

del centro de Ciudad Juárez; este medio de transporte se presenta con un 12% pero conforme el corredor se desarrolla hacia el sur este porcentaje va bajando hasta el 1%. Caso contrario con el camión de carga, cerca del aeropuerto este tipo de vehículo representa entre el 4% y conforme se avanza hacia la zona centro disminuye hasta representar el 1%. En los otros modos de transporte se mantienen constante del 1 o 2%.

De forma general, la composición vehicular que se obtiene a partir de los aforos direccionales presenta una similitud en la composición a la obtenida en los mismos tramos o zonas de los aforos de flujo.

### 3.1.3 Aforo ciclista

El aforo ciclista se realizó en una selección de las intersecciones con aforos direccionales, y como se mencionó anteriormente el volumen de ciclistas está incluido en el total de los aforos direccionales. En la tabla siguiente se presentan los volúmenes ciclistas medidos en cada intersección durante la hora de máxima demanda de los aforos direccionales que es de 17:30 a 18:30 horas.

Figura 3-6 Volumen ciclista en la HMD (junio 2015)

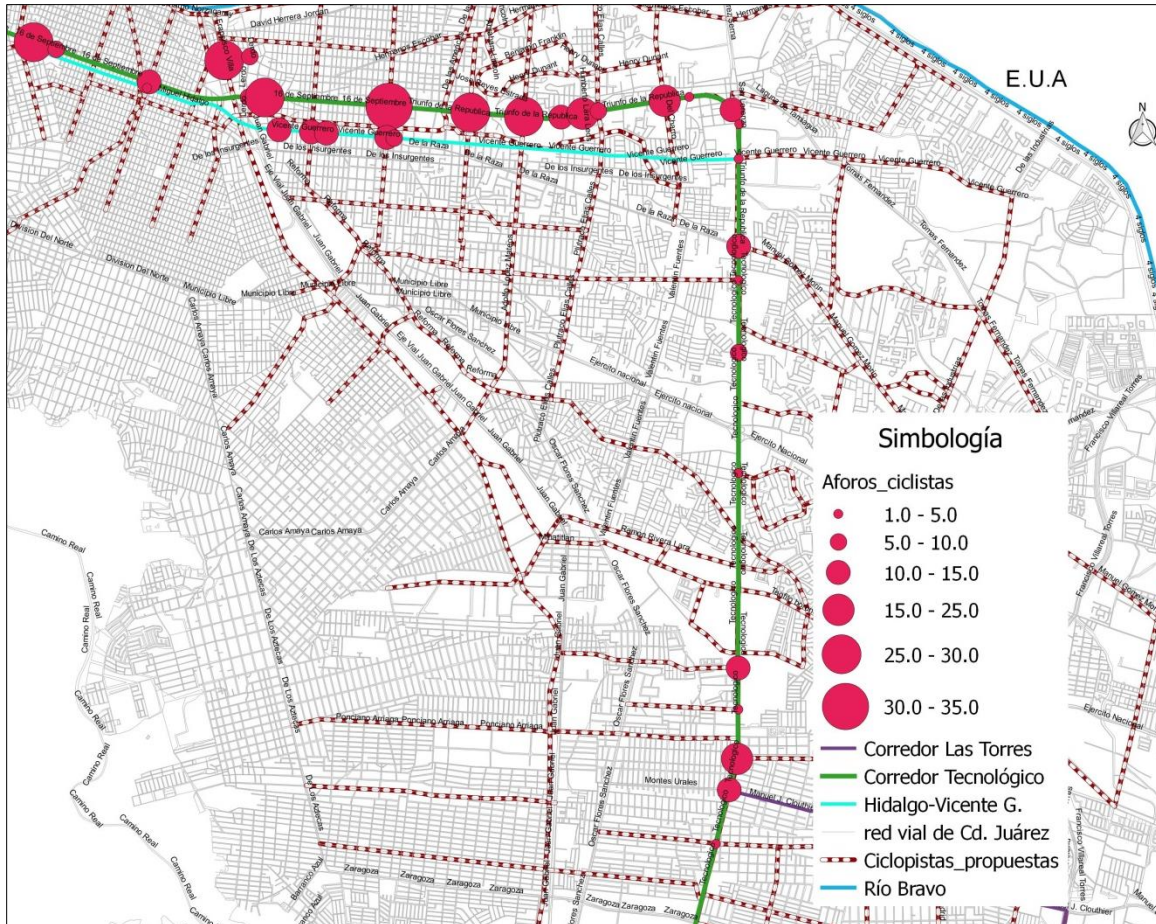
Número	Código	Vialidad Troncal	Intersección	Volumen ciclista
1	1-1	Av. 16 de Septiembre	Mariano Matamoros	30
2	1-2	Av. 16 de Septiembre	Cadmio	7
3	1-3	Av. 16 de Septiembre	Oro	14
4	1-3a	Miguel Hidalgo	Oro	5
5	1-4	Ignacio Mejía	Ignacio Altamirano	9
6	1-5	Ignacio Mejía	Gral. Rivas Guillén - Fco. Villa	29
7	1-7	Av. 16 de Septiembre	Av. Lerdo	6
2	1-7a	Ignacio Mejía	Av. Lerdo	8
8	1-9	Av. 16 de Septiembre	Fco. I. Madero	28
10	2-1a	Vicente Guerrero	Constitución	15
11	2-2a	Vicente Guerrero	5 de mayo	11
13	2-3a	Vicente Guerrero	Bolivia	13
3	2-4	Av. 16 de Septiembre	Costa Rica	33
14	2-4a	Vicente Guerrero	Costa Rica	12
15	2-5a	Av. Vicente Guerrero	Panamá	6
16	3-2	Av. Paseo Triunfo de la República	Montes de Oca	27
18	3-4	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Adolfo López Mateos	27
19	3-5	Av. Paseo Triunfo de la República	Adolfo de la Huerta	11
4	3-6	Av. Paseo Triunfo de la República	Humberto Lara Leos	18
20	3-7	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Plutarco Elías Calles	9
21	3-9	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Del Charro	23
22	4-1	Av. Paseo Triunfo de la República	José C. Orozco/Filosofía	4
23	4-2	Av. Tecnológico	Fray Junípero	11
24	4-3	Av. Tecnológico	Fray Pedro de Gante	4
25	4-4	Av. Tecnológico	Vicente Guerrero	2
5	4-6	Av. Tecnológico	Puente Rotario (La Raza)	5
26	4-7	Av. Tecnológico	Pedro Rosales de León	4
27	4-8	Av. Tecnológico	de la Labranza/Chinameca	6
28	5-1	Av. Tecnológico	Rancho Aguacaliente (norte)	3
29	5-5	Av. Tecnológico	Av. Cesáreo Santos	12
30	5-6	Av. Tecnológico	Loma Azul	1
31	5-8	Av. Tecnológico	Av. Manuel J. Clouthier	17
6	5-9	Av. Tecnológico	Centeno	12
32	5-10	Av. Tecnológico	Granjero	2
	<b>Total</b>			<b>424</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

La tabla anterior solo muestra las intersecciones que capturaron ciclistas en la HMD, lo que no quiere decir que el resto de las intersecciones el paso de los ciclistas sea nulo.

La siguiente figura presenta la variación del volumen de ciclistas en el Corredor Tecnológico – Av. 16 de Septiembre.

Figura 3-7 Volúmenes de aforos ciclistas en la HMD (17:30-18:30 horas, junio 2015)



Fuente. Elaboración propia, 2015

La figura anterior muestra que los volúmenes más altos de ciclistas se ubican en la vialidad Av. 16 de Septiembre y Av. Paseo del Triunfo de la República entre la vialidad de Mariano Matamoros hasta Av. Del Charro; después de este tramo se aprecia una disminución de los volúmenes de ciclistas por el corredor.

Al mapa de aforos ciclistas se le agrego las ciclovías propuestas, información obtenida por parte del IMIP. Se observa una gran red de infraestructura ciclista proyectada. Dicha infraestructura es congruente con los puntos y zonas que presenta mayor volumen ciclista sobre el corredor tecnológico.

### 3.1.4 Aforos peatonales

Los aforos peatonales se llevaron a cabo al mismo tiempo y en la mayoría de las intersecciones con aforos direccionales. La siguiente tabla presenta el listado de las intersecciones en las cuales se realizaron los aforos peatonales.

Tabla 3-13 Intersecciones de aforo peatonal

Número	Vialidad troncal	Intersección	Código
1	Av. 16 de Septiembre	Mariano Matamoros	1-1
2	Av. 16 de Septiembre	Cadmio	1-2
3	Miguel Hidalgo	Cadmio	1-2a
4	Av. 16 de Septiembre	Oro	1-3
5	Miguel Hidalgo	Oro	1-3a
6	Ignacio Mejía	Ignacio Altamirano	1-4
7	Ignacio Mejía	Gral. Rivas Guillén - Fco. Villa	1-5
8	Av. 16 de Septiembre	Melchor Ocampo	1-6
9	Av. 16 de Septiembre	Av. Lerdo	1-7
10	Av. 16 de Septiembre	Ramón Corona	1-8
11	Av. 16 de Septiembre	Fco. I. Madero	1-9
12	Av. 16 de Septiembre	Constitución	2-1
13	Av. 16 de Septiembre	5 de mayo	2-2
14	Av. 16 de Septiembre	Bolivia	2-3
15	Av. 16 de Septiembre	Costa Rica	2-4
16	Av. 16 de Septiembre	Panamá	2-5
17	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. De las Américas	3-1
18	Av. Paseo Triunfo de la República	Montes de Oca	3-2
19	Av. Paseo Triunfo de la República	Henry Dunant (Hospital de la Mujer)	3-HM
20	Av. Paseo Triunfo de la República	Francisco Márquez	3-3
21	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Adolfo López Mateos	3-4
22	Av. Paseo Triunfo de la República	Adolfo de la Huerta	3-5
23	Av. Paseo Triunfo de la República	Humberto Lara Leos	3-6
24	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Plutarco Elías Calles	3-7
25	Av. Paseo Triunfo de la República	Lago de Pátzcuaro	3-8
26	Av. Paseo Triunfo de la República	Av. Del Charro	3-9
27	Av. Paseo Triunfo de la República	José C. Orozco/Filosofía	4-1
28	Av. Paseo Triunfo de la República	Fray Junípero	4-2
29	Av. Paseo Triunfo de la República	Fray Pedro de Gante	4-3
30	Av. Paseo Triunfo de la República	Vicente Guerrero	4-4
31	Av. Tecnológico	Simona Barba	4-5
32	Av. Tecnológico	Puente Rotario (La Raza)	4-6
33	Av. Tecnológico	Pedro Rosales de León	4-7
34	Av. Tecnológico	de la Labranza/Chinameca	4-8
35	Av. Tecnológico	Aguirre Laredo	4-9
36	Av. Tecnológico	Juan Kepler	4-10
37	Av. Tecnológico	Rancho Aguacaliente (norte)	5-1
38	Av. Tecnológico	Rancho Aguacaliente (sur)	5-2
39	Av. Tecnológico	Ramón Rivera Lara	5-3
40	Av. Tecnológico	Don Pedro Meneses Hoyos	5-4
41	Av. Tecnológico	Av. Cesáreo Santos	5-5
42	Av. Tecnológico	Loma Azul	5-6

Número	Vialidad troncal	Intersección	Código
43	Av. Tecnológico	Morelia	5-7
44	Av. Tecnológico	Av. Manuel J. Clouthier	5-8
45	Av. Tecnológico	Centeno	5-9
46	Av. Tecnológico	Granjero	5-10
47	Av. Tecnológico	Blvd. Zaragoza	5-11
48	Av. Tecnológico	Av. Vía Láctea	5-12
49	Av. Tecnológico	Aeropuerto	5-13

Fuente. Elaboración propia, 2015

Después de concentrar la información de los volúmenes peatonales se obtiene la HMD. A continuación se presenta la tabla resumen del total.

Tabla 3-14 Tabla resumen de volúmenes peatonales totales por periodos

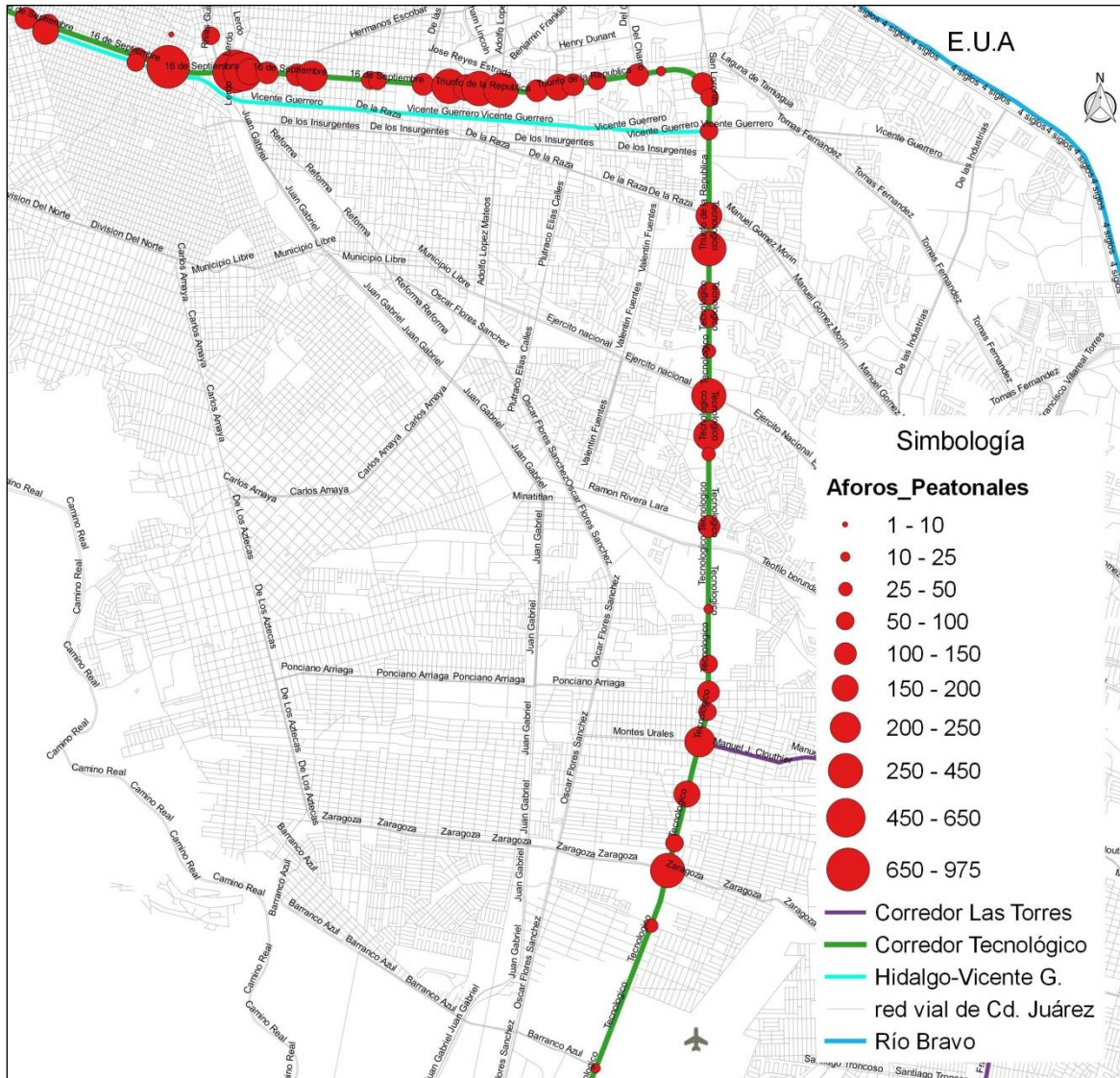
Intervalo de Tiempo	Total	Suma acumulada								
06:00:00	782	4,267	4,994	5,602	6,250	6,815	7,145	7,368	7,571	
06:15:00	1,006									
06:30:00	1,195									
06:45:00	1,284									
07:00:00	1,509	9,132	9,085	8,706	8,868	6,578				
07:15:00	1,614									
07:30:00	1,843									
07:45:00	1,849									
08:00:00	1,839									
08:15:00	1,837									
08:30:00	2,046									
08:45:00	2,362									
17:00:00	2,337									
17:15:00	2,553									
17:30:00	2,028									
17:45:00	2,214									
18:00:00	2,290									
18:15:00	2,174									
18:30:00	2,223									
18:45:00	2,181									
<b>Total</b>										<b>37,166</b>
<b>HMD</b>										
<b>17:00 - 18:00</b>										<b>9,132</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

La HMD de los aforos peatonales se presenta a las **17:00:00 – 18:00:00 horas** con un total de **9,132 peatones**. Sin embargo para la microsimulación del Corredor, ésta se homologa con el HMD de los aforos direccionales vehiculares que es de las 17:30 – 18:30. La diferencia del volumen peatonal de la HMD real con la hora que se propone para trabajar es de 426 peatones, es decir que tiene un volumen total de **8,706 peatones**.

Para observar de mejor forma las intersecciones con mayor volumen peatonal, a continuación se muestra el mapa de intersecciones de densidad peatonal.

Figura 3-8 Volúmenes de aforos peatonales en la HMD (17:30-18:30 horas, junio 2015)



Fuente. Elaboración propia, 2015

En la figura anterior se observa como los puntos de densidad aumentan su volumen peatonal en la zona de Av. De las Américas y Calle Plutarco Elías Calles, sin embargo, la intersección con mayor volumen peatonal se encuentra cerca del centro de la ciudad es Av. 16 de septiembre y Lerdo con 953 peatones a las 17:30 – 18:30 horas.

En los aforos peatonales pasa lo contrario a los aforos vehiculares, en donde en la zona centro existe un mayor flujo de peatones en las intersecciones aforadas, en comparación con el resto de las intersecciones del Corredor.



### 3.1.5 Tiempo de recorrido para automóvil y demoras en intersecciones

El estudio de tiempos de recorrido se realizó a lo largo del Corredor Tecnológico - 16 de Septiembre, en ambos sentidos de circulación. Se realizaron varios recorridos sobre el Corredor en horas con alta demanda vehicular, por la mañana fue de 05:30-09:30 horas; y por la tarde de 14:30-17:30 horas aproximadamente. El objetivo general es conocer el tiempo de recorrido de los vehículos a una velocidad promedio en un día normal de actividades y detectar los puntos y/o tramos conflictivos dentro de la red vial.

Este estudio se realiza por medio de la técnica de vehículo flotante, en donde el conductor del vehículo realiza un viaje normal mezclándose con el tránsito de la vialidad llevando un gps que va tomando la información del recorrido.

El corredor se dividió en varios subtramos esto para un análisis en particular de cada uno. A continuación se presentan la división por sentido de circulación.

**Tabla 3-15 Subtramos de sentido Poniente a Sur**

Subtramos	Vialidades	
1	Vicente Guerrero	Av. De las Américas
2	Av. De las Américas	Fray Marcos de Niza
3	Fray Marcos de Niza	Av. De la Raza
4	Av. De la Raza	Morelia
5	Morelia	Aeropuerto

Fuente. Elaboración propia, 2015

**Tabla 3-16 Subtramos de sentido Sur a Poniente**

Subtramos	Vialidades	
1	Aeropuerto	Morelia
2	Morelia	Av. De la Raza
3	Av. De la Raza	Fray Marcos de Niza
4	Fray Marcos de Niza	Av. De las Américas
5	Av. De las Américas	Lerdo
6	Lerdo	Mariano Matamoros

Fuente. Elaboración propia, 2015

El haber dividido el corredor no indica que se hayan realizado los recorridos por subtramos, sino que a la hora de presentar los datos se hacen de manera específica

Durante los recorridos, se midió el tiempo de recorrido total del tramo y los tiempos de detención en los puntos iniciales y finales del subtramo, así como los puntos de control que se consideraron como relevantes para registrar tiempos de recorrido parciales en los tramos que se han definido en el Corredor.

Del análisis de los distintos viajes de recorrido, a continuación se presentan los resultados generales de los tiempos de recorrido en el corredor

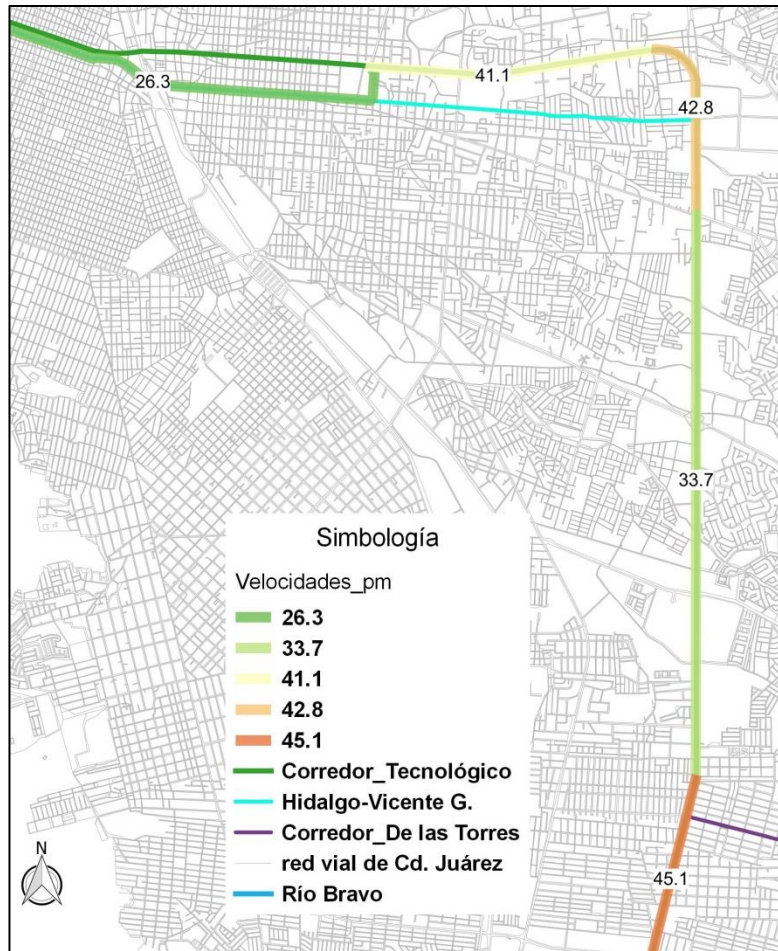
Tabla 3-17 Resumen de tiempos de recorrido y velocidades general (junio 2015)

Sentido pte a sur			Sentido sur a pte.		
Tramo	Tiempo de viaje	Vel. Promedio	Tramo	Tiempo de viaje	Vel. Promedio
1	00:14:11	26.7	1	00:07:18	44.6
2	00:04:52	44.8	2	00:10:17	42.2
3	00:04:39	47.0	3	00:03:10	48.9
4	00:11:03	40.8	4	00:05:26	42.0
5	00:07:06	50.8	5	00:04:12	38.2
--	--	--	6	00:05:00	30.5
<b>Total</b>	<b>0:41:51</b>	<b>42.0</b>	<b>Total</b>	<b>0:35:22</b>	<b>41.1</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

De forma general se obtiene que en el sentido de poniente a sur se hace un tiempo de 00:41:51 minutos en tiempo promedio de viaje, con una velocidad promedio de 42.0 km/h. En el sentido de sur a poniente el viaje de recorrido se hace en un tiempo de 00:35:22 minutos con una velocidad promedio de 41.1 km/h.

Figura 3-9 Velocidades promedio por subtramos sobre el corredor (junio 2015)  
**Velocidades sentido Pte a sur. Periodo vespertino**  
**(16:30-17:30 horas)**



**Velocidades sentido Sur a Pte. Periodo vespertino**  
**(16:30-17:30 horas)**



Fuente. Elaboración Propia 2015

### 3.1.6 Estudio de fases semafóricas

El estudio de fases semafórico comprende la ubicación de los semáforos y su programación semafórica de la intersección vial, la cual fue proporcionada por las autoridades de la Dirección de Tránsito Municipal de Ciudad Juárez.

En el Corredor Tecnológico – 16 de Septiembre se encuentran 43 intersecciones controladas por equipos de semáforos marca SEMEX, cuya ubicación se enlista en próxima tabla, indicando el ciclo y la cantidad de fases en las que operan cada una.

Tabla 3-18 Intersecciones semaforizadas del Corredor 16 de Septiembre – 16 de Septiembre

No.	Intersección	Tiempo del ciclo (segundos)	Fases
1	Av. 16 de Septiembre - Melchor Ocampo	130	2
2	Av. 16 de Septiembre - Lerdo	130	2
3	Av. 16 de Septiembre - Ramón Corona	130	2
4	Av. 16 de Septiembre - Francisco I. Madero	130	2
5	Av. 16 de Septiembre - Constitución	130	2
6	Av. 16 de Septiembre - 5 de mayo	130	2
7	Av. 16 de Septiembre - Bolivia	130	2
8	Av. 16 de Septiembre - Costa Rica	130	2
9	Av. 16 de Septiembre - Panamá	130	2
10	Paseo Triunfo de la República - Av. De las Américas	150	4
11	Paseo Triunfo de la República - F. Montes de Oca	150	3
12	Paseo Triunfo de la República - Francisco Márquez	150	3
13	Paseo Triunfo de la República - Henry Dunant	150	2
14	Paseo Triunfo de la República - Av. Adolfo L. Mateos	150	3
15	Paseo Triunfo de la República - Av. Adolfo de la Huerta	150	5
16	Paseo Triunfo de la República - H. Lara Leos	150	5
17	Paseo Triunfo de la República - Av. P. Elías Calles	150	3
18	Paseo Triunfo de la República - Lago de Pátzcuaro	150	4
19	Paseo Triunfo de la República - Av. Del Charro	200	5
20	Paseo Triunfo de la República - José Clemente O.	200	3
21	Paseo Triunfo de la República - Fray Junípero	200	2
22	Av. Tecnológico - Av. Vicente Guerrero	200	5
24	Av. Tecnológico - P. Rosales de León	200	5
25	Av. Tecnológico - De labranza	200	5
26	Av. Tecnológico - Prof. Aguirre Laredo	200	4
26	Av. Tecnológico - Rancho Aguacaliente (norte)	200	2
28	Av. Tecnológico - Rancho Aguacaliente (sur)	200	3
29	Av. Tecnológico - Rivera Lara	200	5
30	Av. Tecnológico - Av. Teófilo Borunda	200	4
32	Av. Tecnológico - Acceso Planta Lear	200	3
33	Av. Tecnológico - Cesáreo Santos	200	5
34	Av. Tecnológico - Loma Azul	200	5
35	Av. Tecnológico - Morelia	200	2
36	Av. Tecnológico - Av. Manuel. J. Clouthier	130	4
37	Av. Tecnológico - Centeno	200	5
38	Av. Tecnológico - Del Granjero	200	4
39	Av. Tecnológico - Blvd. Zaragoza	200	4
40	Av. Tecnológico - acceso a empresa Silza	200	3
41	Av. Tecnológico - Acceso aeropuerto	200	5
42	Av. Tecnológico - Aeronáutica	200	3
43	Av. Tecnológico - Santos Dumont	200	3

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

Las secciones de semáforo vehicular son marca SEMEX, y se encuentran instaladas luces incandescentes y luces LED's, protegidas con viseras tipo cachucha y tipo túnel; solo en algunos casos se encontró secciones sin este elemento.

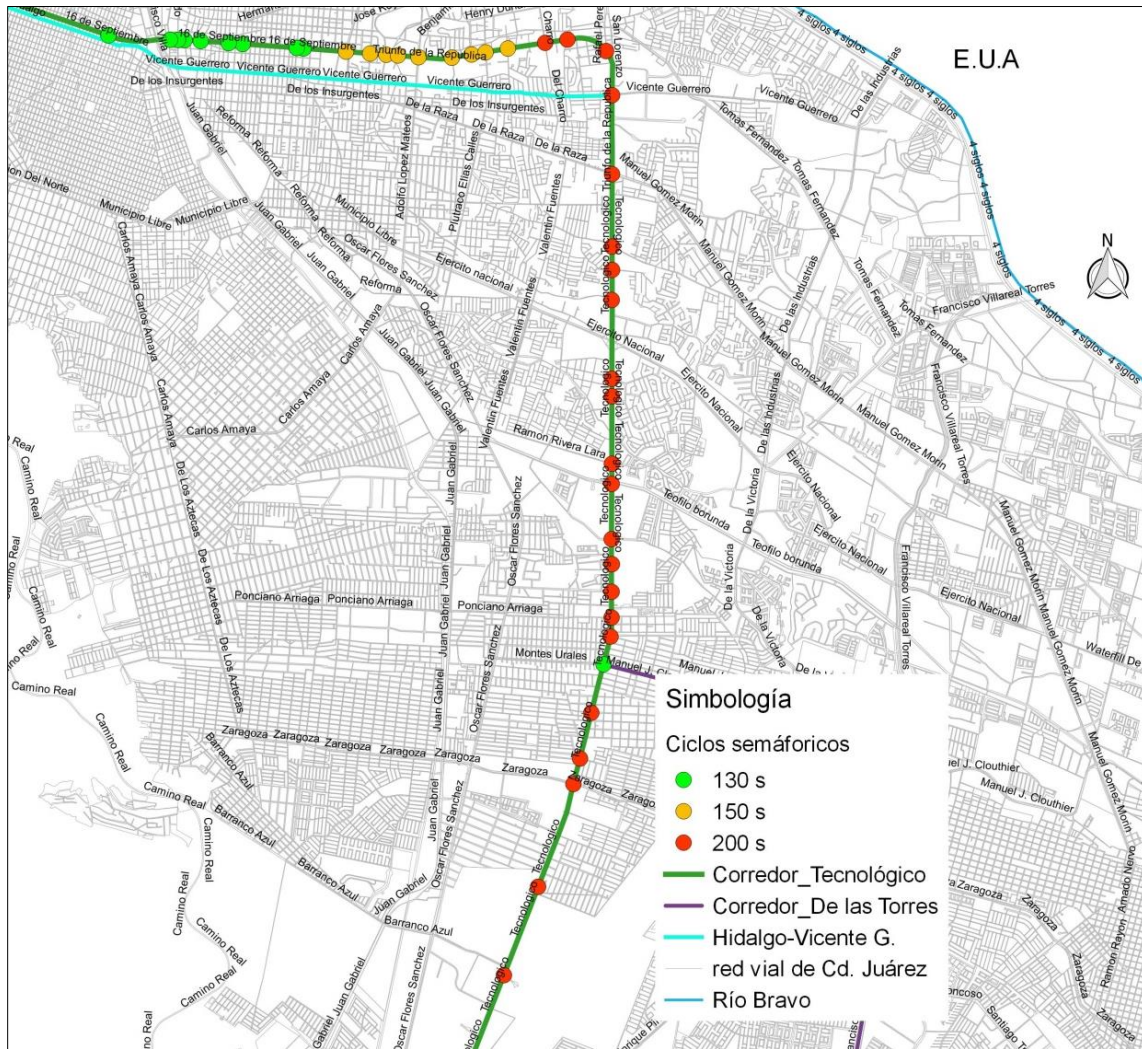
En cuanto a las estructuras de los postes, prevalece la combinación de secciones de semáforos y señales verticales instalados en postes bandera con señalización informativa; también se utilizan postes tipo mástil.

La programación semafórica tiene una variación del tiempo del ciclo de acuerdo a las horas del día y a la demanda vial. Éstas son las siguientes: de 01:00 – 05:00 horas un ciclo de 90 segundos; 05:00 – 22:00 horas el ciclo es de 200 segundos y por ultimo de 22:00 – 01:00 horas y ciclo de 130 segundos.

Los semáforos a lo largo del corredor operan con una sincronización que va variando en distintos tramos del mismo. Los tramos son los siguientes: de Blvd. Zaragoza hacia Av. Teófilo Borunda; de Av. Teófilo Borunda hasta Av. Vicente Guerrero; de Av. Vicente Guerrero hasta Av. Del Charro; de Av. Del Charro hasta Av. Paseo de las Américas; Av. Paseo de las Américas hasta Melchor Ocampo.

A continuación se presenta la ubicación de los semáforos.

Figura 3-10 Ubicación de semáforos e identificación de su ciclo semafórico sobre el corredor Tecnológico



Fuente. Elaboración propia 2015

En el mapa anterior además de observar la ubicación espacial de los semáforos, se muestra el ciclo semafórico de cada uno de ellos.

### 3.1.7 Demoras del tránsito general en tramos principales

El estudio de demoras del tránsito es el complemento de los tiempos de recorrido, en donde se registraron de manera puntual las distintas causas de demora en las intersecciones del Corredor. Las causas de demoras van desde semáforos (s), señal de alto (SA), vuelta izquierda (VI), vehículos estacionados (VE), doble fila (DF), congestión (C), peatones (PE) y por ascenso o descenso de pasajeros del transporte público (A).

El estudio de se realizó en horario matutino y vespertino, de forma simultánea con el estudio de tiempos de recorrido y velocidades. A continuación se muestra un extracto de la información obtenida en campo.

Los causas de las demoras son varias y se pueden identificar por la zona en la que se encuentre la vialidad, por ejemplo en el tramo de Av. 16 de Septiembre – Av. Paseo del Triunfo de la República las causas de las demoras son por semáforos, señales de alto y vueltas izquierdas, y en Av. Tecnológico las causas principalmente son por semáforos y congestionamientos. Se registraron algunas otras causas como demoras por las vueltas izquierdas y por los asensos y descensos de personas del transporte público.

En la tabla siguiente se presentan los valores resultados de tiempos de demora y velocidades obtenidos en los viajes de recorrido realizados en cada periodo horario.

Tabla 3-19 Resumen de tiempos de recorrido y demoras (junio 2015)

Sentidos	Tiempo de viaje	Tiempo parado	Sentidos	Tiempo de viaje	Tiempo parado
Sentido poniente a sur (AM)	0:36:02	0:17:16	Sentido sur a poniente (AM)	0:28:14	0:03:50
	0:36:07	0:09:09		0:31:44	0:04:53
	0:40:45	0:09:42		0:39:36	0:10:37
<b>Promedio AM</b>	<b>0:37:38</b>	<b>0:12:02</b>	<b>Promedio AM</b>	<b>0:33:11</b>	<b>0:06:27</b>
Sentido poniente a sur (PM)	0:43:21	0:11:09	Sentido sur a poniente (PM)	0:37:16	0:09:21
	0:44:39	0:13:07		0:38:55	0:09:38
	0:47:49	0:15:33		0:40:59	0:10:06
<b>Promedio PM</b>	<b>0:45:16</b>	<b>0:13:16</b>	<b>Promedio PM</b>	<b>0:39:03</b>	<b>0:09:42</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

El tiempo promedio de viaje de sentido poniente a sur en horario matutino es de 00:37 minutos, y en horario vespertino es de 00:45 minutos y el tiempo promedio de demora es de 00:12 minutos por la mañana y de 00:13 minutos por la tarde. En el sentido inverso de sur hacia el poniente el tiempo promedio de viaje es de 00:33 minutos por la mañana y 00:39 minutos por la tarde. El tiempo de demora en horario matutino es de 00:06 minutos y por la tarde es de 00:09 minutos aproximadamente.

A pesar de que el corredor Tecnológico es muy largo y cuenta con más de 30 intersecciones semaforizadas y lo distintos problemas que pueden surgir, el tiempo de demora o en que se está parado es relativamente bajo. Esto ayuda a tener una buena fluidez vehicular.

### 3.1.8 Accidentabilidad vial en el corredor

Dentro del estudio del corredor se realizó el análisis de la accidentabilidad vial con el objetivo de identificar las intersecciones de mayor riesgo para los usuarios que circulan dentro del espacio vial en cualquier modo de transporte.

Para el análisis de la accidentabilidad sobre el Corredor Tecnológico se utilizaron estadísticas de la “Dirección de Tránsito Municipal” sobre los accidentes viales que se registraron durante los últimos tres años sobre el corredor, 2013 y 2014 completos, y del 2015 solo de enero a abril.

En la tabla siguiente se muestra un resumen del tipo de accidente por año.

Tabla 3-20 Resumen de accidentes por año y tipo en el Corredor Tecnológico

Años	Choque	Atropellos	Volcadura	Otros	Total
2013	562	35	4	3	<b>604</b>
2014	530	26	2	5	<b>563</b>
2015 (enero a abril)	186	22	1	1	<b>210</b>

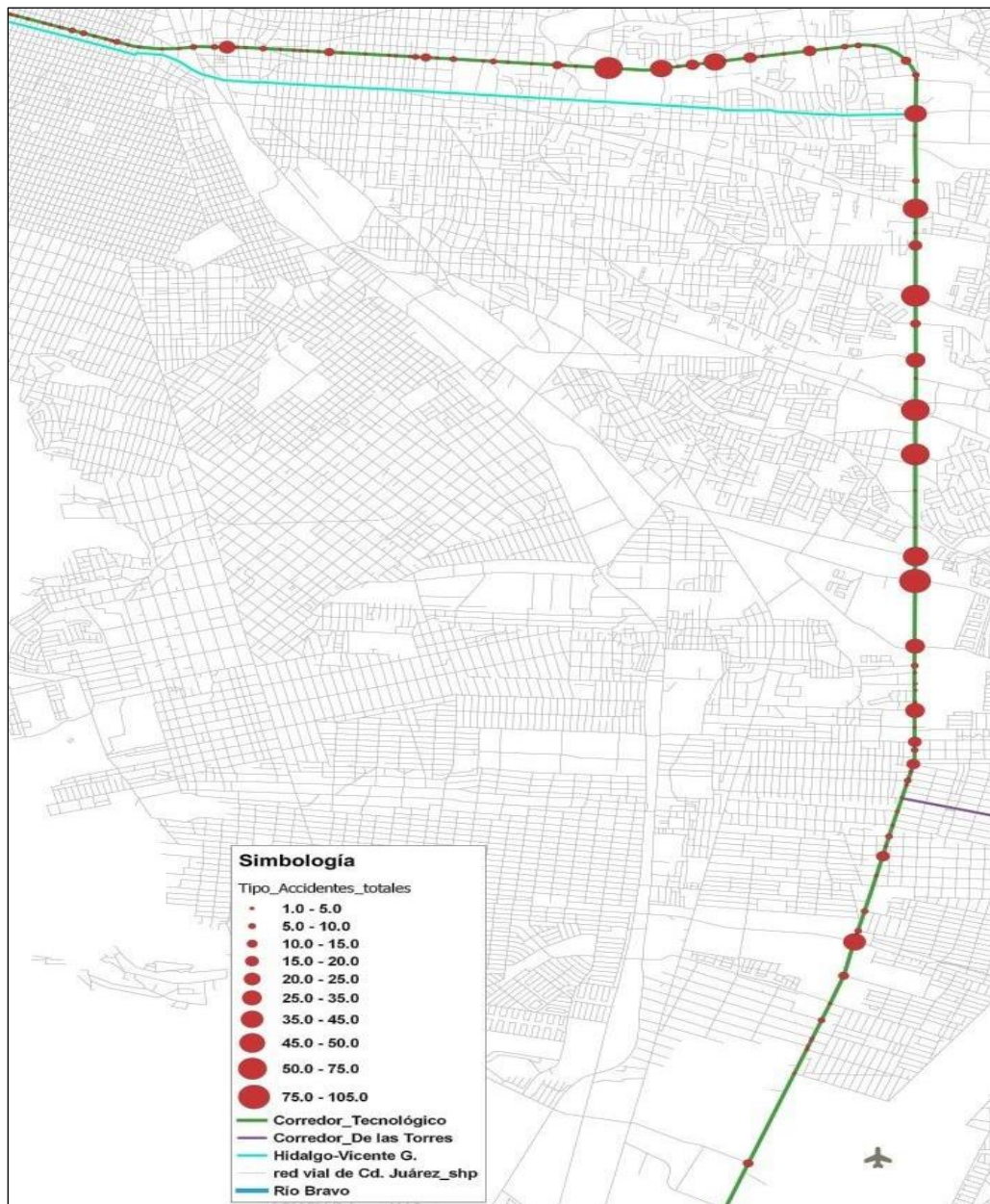
Fuente. Elaboración propia, con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

En la tabla anterior observamos el registro anual de los accidentes, observamos que el año 2013 es el que registra un mayor número de accidentes.

A continuación se presenta un mapa general de la accidentabilidad en el corredor.



Figura 3-11 Mapa general de accidentabilidad en el corredor Tecnológico. (Años 2013, 2014 y enero – abril 2015)



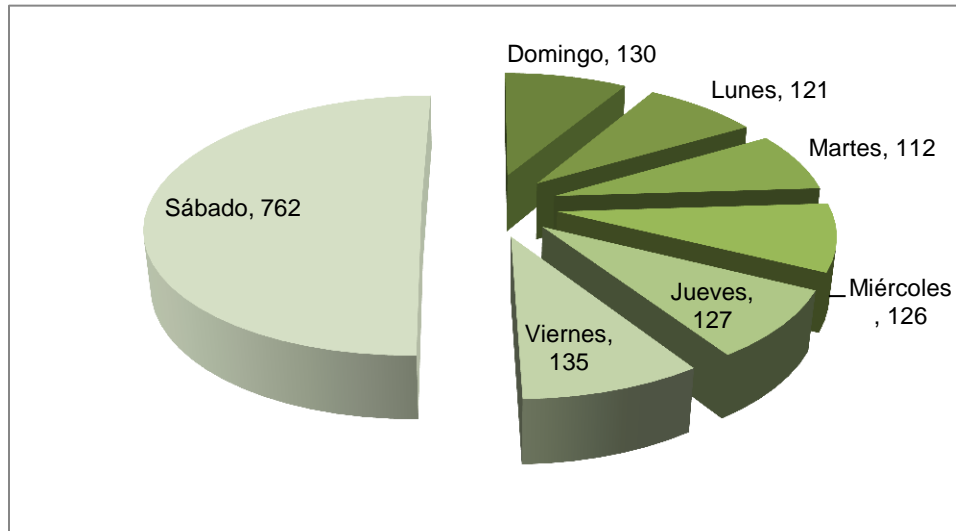
Fuente. Elaboración propia con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

### 3.1.8.1 Variación diaria de la accidentabilidad

En cuanto a cuáles días son los que presentan el mayor número de accidentes varía entre cada uno de los años. Para el año 2013 el día con mayor número de accidentes fue el viernes con 113 accidentes, seguido por el día domingo y el día con menor registro de accidentes fue el martes con 87 accidentes totales.

A continuación se muestra la variación diaria de los accidentes viales.

Figura 3-12 Concentrado de la variación diaria de accidentes de tránsito (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015)



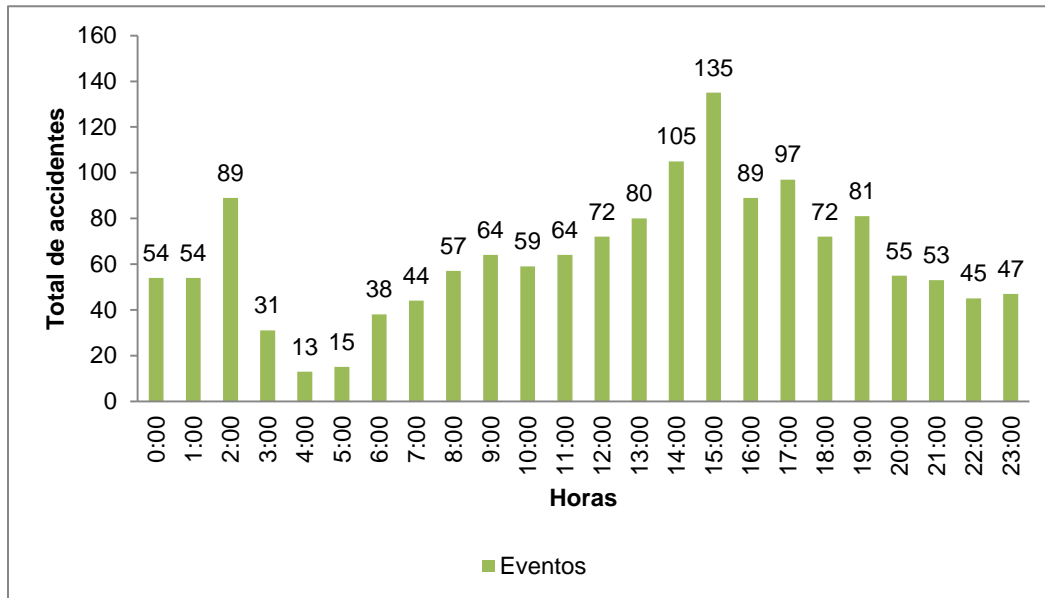
Fuente. Elaboración propia con base en con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

La variación diaria aquí presentada se ha tomado del total de los registros de accidentes viales tomados por parte de la autoridad correspondiente.

### 3.1.8.2 Variación horaria de la accidentabilidad

Para determinar la hora del día en la que se registran más accidentes, se procedió reunir todas las horas de cada uno de los accidentes registrados entre enero 2013 y abril 2015. Estas se agruparon en su hora de suceso, es decir si se tienen registros de accidentes en las horas, 13:15:00 y a las 13:59:00, esas horas se agrupan en el periodo que inicia a las 13:00:00. Esto se hizo igual para las distintas horas, encontrándose los siguientes resultados.

Figura 3-13 Concentrado de accidentes de tránsito por horas (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015)



Fuente. Elaboración propia con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

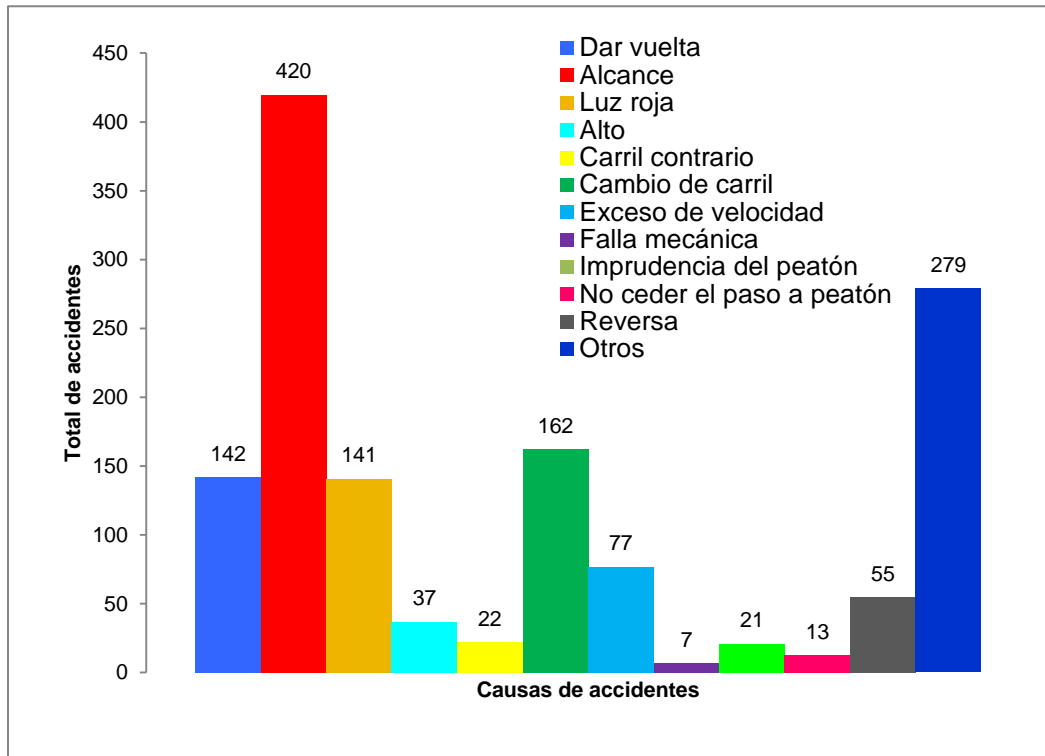
El resultado nos muestra que entre las 15:00 y 16:00 horas ocurren más accidentes seguido por el periodo anterior que inicia a las 14:00:00 horas. En las horas que menos accidentes se presentan es entre las 04:00 y 05:00 horas. Llama la atención que en el periodo que inicia a las 02:00:00 y termina a las 02:59:00 horas sobresale por la cantidad de accidentes ocurridos en comparación a las demás horas cercanas.

### 3.1.8.3 Causas de la accidentabilidad

Después de analizar el Corredor y ubicar cuáles intersecciones son las que tienen más reincidentes en este aspecto, a continuación se presentan las diversas causas por las cuales se originaron estos accidentes.

Las causas que más recurrentes en los accidentes son por alcance, dar vuelta a la izquierda o derecha y cambio de carril, además de otras causas no especificadas. A continuación se presenta la gráfica resumen.

Figura 3-14 Causas de accidentes (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015)

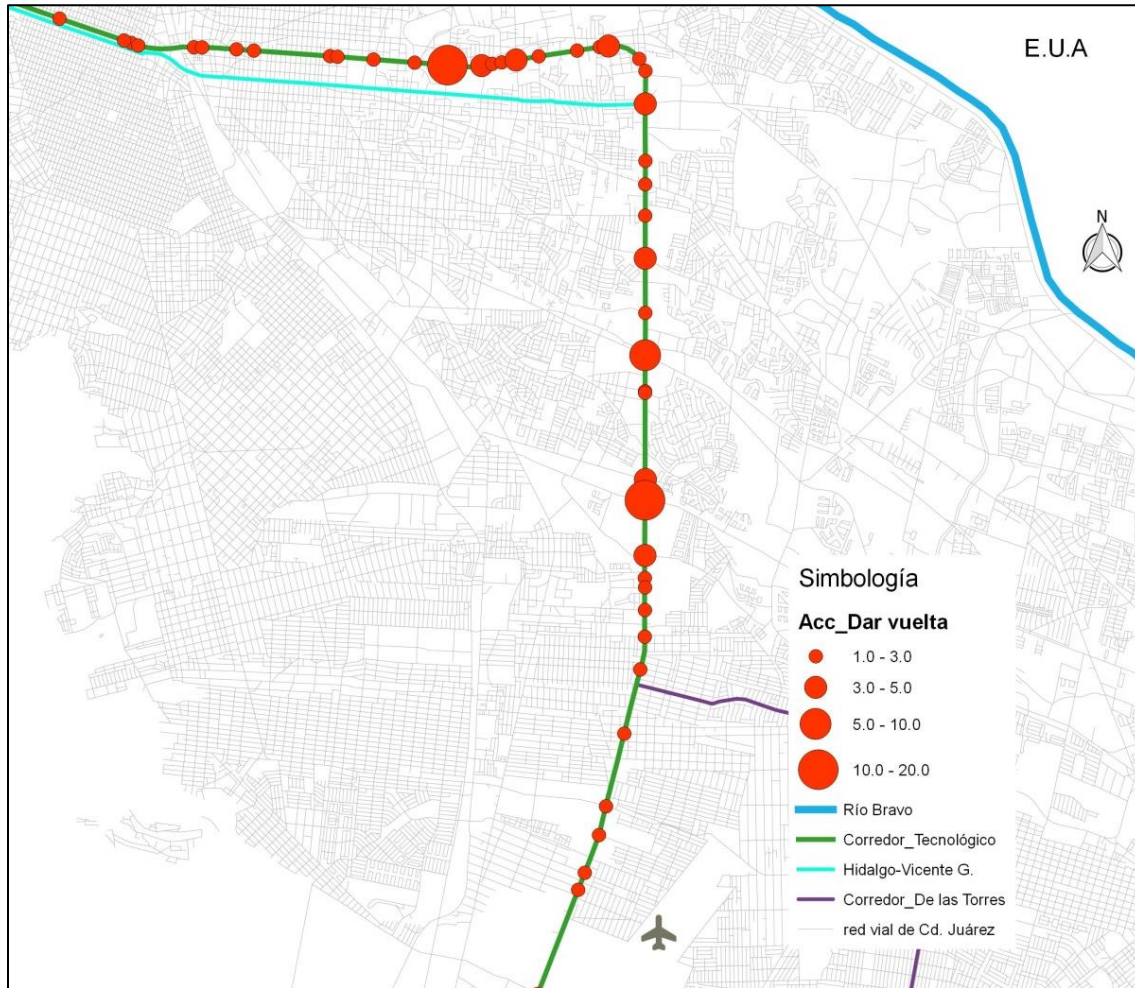


Fuente. Elaboración propia con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

En la gráfica anterior se observa que el accidente de tránsito con mayor registró son los tipos alcances seguido por los del cambio de carril. La grafica muestra un tipo de accidentes catalogados como "otros" en ese dato incluye todos los otros tipos de accidentes que no se muestran en la gráfica.

A continuación se muestra un mapa que muestra una de las varias causas de accidentes.

Figura 3-15 Accidentes por causa de "Dar vuelta"



Fuente. Elaboración de Cal y Mayor y Asociados S.C. 2015 con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ.

En la imagen anterior se puede observar la acumulación de accidentes por dar vuelta en la curva del corredor. La información proporcionada no define si este tipo de accidentes es por dar vuelta derecha o izquierda.

Con las imágenes de los mapas anteriores, y la tabla resumen, se puede observar cuáles son las distintas causas de accidentes sobre el Corredor. Además con las imágenes de los mapas se pueden ubicar las zonas y que tipo de accidentes son más recurrentes.

Con todos estos datos obtenidos de la accidentabilidad se deberá realizar un análisis puntual en las intersecciones que presentan mayor número de accidentes, analizar las causas en particular y valorar cuales deben de ser las mejorar de diseño o seguridad vial para cada una de las intersecciones.

### 3.1.8.4 Muertes y lesionados en accidentes viales

El tema de la accidentabilidad no solo es para identificar las intersecciones o tramos con cierto tipo de accidente, sino, también para identificar cuáles son esas intersecciones en las cuales ocurren accidentes donde resultan lesionados o mortales. A continuación se presenta la tabla con accidentes y su intersección de ocurrencia.

Tabla 3-21 3-22 Accidentes viales con lesionados o muertes (años 2013 y 2014, y enero a abril, 2015)

Vialidad Troncal	Vialidad de Intersección	Atropello Lesionados	Atropello Muerte	Caída Persona Lesionados	Choques Lesionados	Choques Muertes
Av. 16 de septiembre	Higuera	1	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Datilera	0	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Ocotillo	1	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Morera	0	1	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Secoya	1	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Caucho	0	0	0	2	0
Av. 16 de septiembre	Carrizo	0	0	0	2	0
Av. 16 de septiembre	Madroño	0	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Magnesio	1	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Circonio	0	0	0	2	0
Av. 16 de septiembre	Cadmio	1	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Bismuto	0	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Bario	0	0	0	2	0
Av. 16 de septiembre	Cromo	1	0	0	4	0
Av. 16 de septiembre	Oro	1	0	0	2	0
Av. 16 de septiembre	Juan Mata Ortiz	0	0	0	3	0
Av. 16 de septiembre	José María Arteaga	0	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Melchor Ocampo	1	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Santos Degollado	0	1	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Noche Triste	1	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Francisco Villa	1	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Lerdo	3	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Ramón Corona	3	0	0	4	0
Av. 16 de septiembre	Constitución	0	0	0	5	0
Av. 16 de septiembre	Anáhuac	0	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Damián Carmona	0	0	0	1	0

Vialidad Troncal	Vialidad de Intersección	Atropello Lesionados	Atropello Muerte	Caída Persona Lesionados	Choques Lesionados	Choques Muertes
Av. 16 de septiembre	Guatemala	1	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Bolivia	1	0	0	6	0
Av. 16 de septiembre	Brasil	0	0	0	1	0
Av. 16 de septiembre	Costa Rica	1	0	0	3	0
Av. 16 de septiembre	Panamá	0	0	0	4	0
Av. 16 de septiembre	Paraguay	0	0	0	0	0
Av. 16 de septiembre	Gregorio M. Solís	0	0	0	1	0
Av. P. del T. de la República	De las Américas	1	1	0	1	0
Av. P. del T. de la República	Francisco Márquez	0	0	0	3	0
Av. P. del T. de la República	Adolfo López Mateos	5	0	0	4	1
Av. P. del T. de la República	Adolfo de la Huerta	3	0	0	7	1
Av. P. del T. de la República	Humberto Lara Leos	0	0	0	7	0
Av. P. del T. de la República	Plutarco Elías Calles	1	0	0	9	1
Av. P. del T. de la República	Lago de Pátzcuaro	1	0	0	4	0
Av. P. del T. de la República	M. de C. Saavedra	1	0	0	0	0
Av. P. del T. de la República	Del Ranchito	1	0	0	1	0
Av. P. del T. de la República	Del Charro	2	0	0	1	0
Av. P. del T. de la República	Miguel Cabrera	0	0	0	1	0
Av. P. del T. de la República	Fray Junípero	0	0	0	3	0
Av. P. del T. de la República	Fray Pedro de Gante	2	0	0	2	0
Av. P. del T. de la República	Vicente Guerrero	1	0	0	3	0
Av. P. del T. de la República	General Máximo Castillo	0	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Plan de Ayala	1	0	0	1	0
Av. Tecnológico	De la Raza	0	0	0	10	0
Av. Tecnológico	Simona barba	0	0	0	7	0
Av. Tecnológico	Pedro Rosales de León	5	1	0	5	0
Av. Tecnológico	De la Labranza	0	0	0	3	0
Av. Tecnológico	Prof. Alejandro Aguirre Laredo	0	0	0	7	0
Av. Tecnológico	Ejército Nacional	3	0	1	16	0
Av. Tecnológico	Paraíso	0	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Rancho aguacaliente	3	1	0	10	0
Av. Tecnológico	Rincón del valle	2	0	0	0	0
Av. Tecnológico	Ramón Rivera Lara	1	0	0	7	0
Av. Tecnológico	Teófilo Borunda	1	0	0	26	0
Av. Tecnológico	Pedro Meneses Hoyos	1	0	0	6	0
Av. Tecnológico	Francisco B. Gallardo	0	0	0	2	0
Av. Tecnológico	Sierra de los conejos	0	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Sierra mojada	0	0	0	1	0

Vialidad Troncal	Vialidad de Intersección	Atropello Lesionados	Atropello Muerte	Caída Persona Lesionados	Choques Lesionados	Choques Muertes
Av. Tecnológico	Cesáreo Sn. de León	1	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Cordillera de los Andes	2	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Independencia	0	1	0	0	0
Av. Tecnológico	Morelia	0	0	0	5	0
Av. Tecnológico	Tonantzin	2	0	0	0	0
Av. Tecnológico	Cordillera Himalaya	1	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Tláloc	0	0	0	2	0
Av. Tecnológico	M. Jesús Clouthier	0	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Nuevo León	0	0	0	2	0
Av. Tecnológico	Coahuila	1	0	0	0	0
Av. Tecnológico	Centeno	0	0	0	6	0
Av. Tecnológico	Del Granjero	1	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Nueva Zelanda	0	0	0	2	0
Av. Tecnológico	Boulevard Zaragoza	8	0	0	6	0
Av. Tecnológico	Costa de marfil	2	0	0	4	0
Av. Tecnológico	Vía láctea	0	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Camargo	0	0	0	2	0
Av. Tecnológico	Jiménez	1	0	0	0	0
Av. Tecnológico	José de Iturrigaray	0	0	0	3	0
Av. Tecnológico	Barranco azul	0	0	0	2	1
Av. Tecnológico	Gral. R. F. Villalobos	0	0	0	3	0
Av. Tecnológico	Aeronáutica	1	1	1	11	1
Av. Tecnológico	Santos Dumont	0	0	0	3	0
Av. Tecnológico	Zacate	0	0	0	1	0
Av. Tecnológico	Bldv. M. Talamas C.	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración de Cal y Mayor y Asociados S.C. 2015 con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ.

En la tabla anterior se observa que el número de accidentes con lesionados por atropello o choque corresponden a las intersecciones con mayor número de percances. La que registra mayor número de lesionados en total es Teófilo Borunda con 27 lesionados y le sigue con 19 lesionados la intersección de Av. Tecnológico con Av. Ejército Nacional. En cuanto al número de muertes ninguna intersección pasa de un deceso.

A continuación se muestra la tabla resumen por año.

Tabla 3-23 Resumen de lesionados y muertes por año

Año	Lesionados por Atropello	Lesionados por choque	Muertes por Atropello	Muertes por choque	Total
2013	36	137	2	3	178
2014	27	130	1	4	162
2015	18	41	2	0	61
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>308</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>401</b>

Fuente: Elaboración de Cal y Mayor y Asociados S.C. 2015 con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ.



En la tabla anterior se observa que el año 2013 registra mayor número de lesionados. En total de los dos años y medios se registran 389 lesionados y 12 muertes por accidentes viales.

A continuación se muestran las imágenes de los mapas con los datos de morbilidad y mortalidad georeferenciados.

Figura 3-16 Morbilidad de accidentes viales en el corredor Tecnológico (años 2013,2014 y enero a abril 2015)

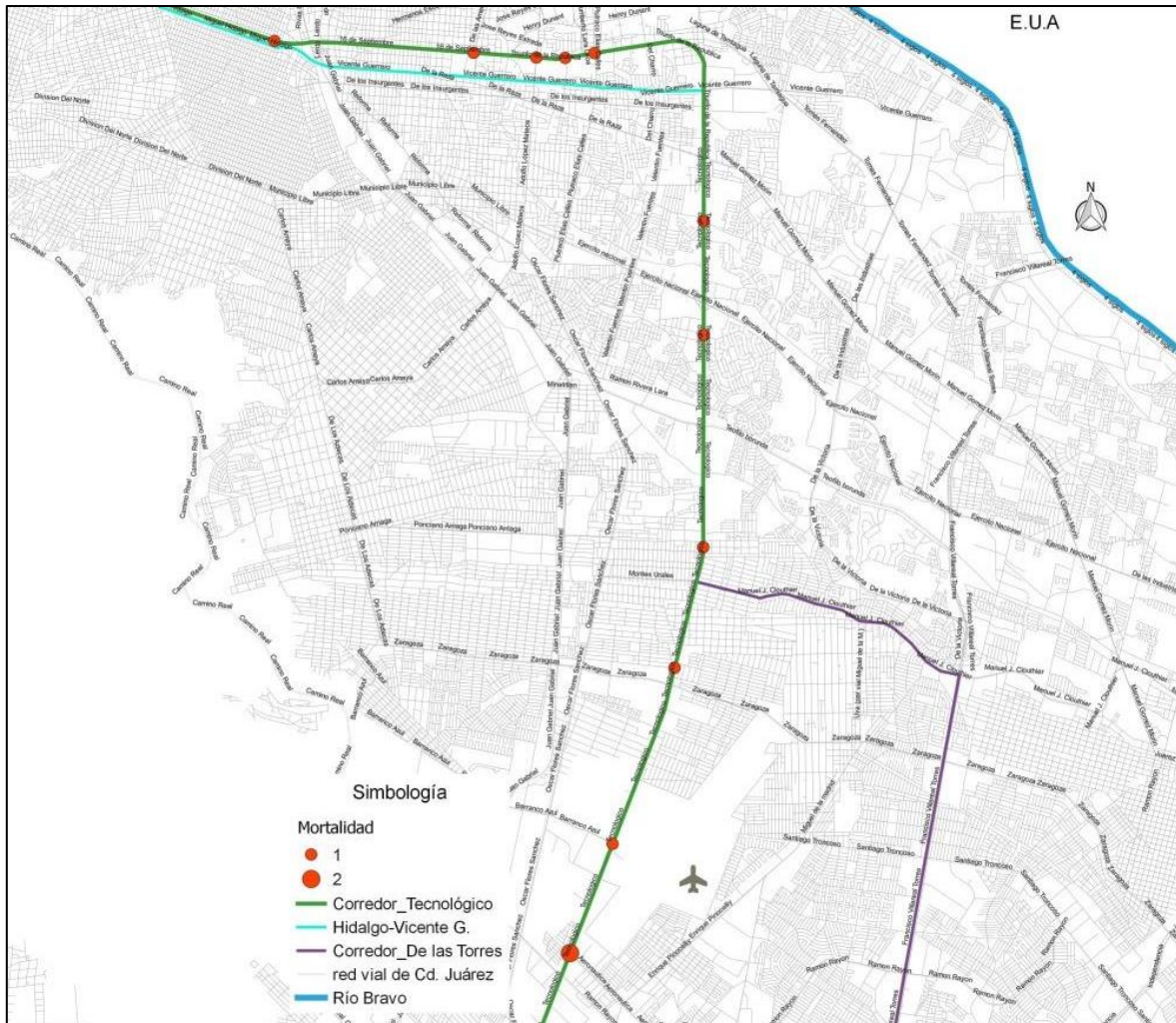


Fuente. Elaboración propia con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

En la imagen anterior se observa de manera espacial la ubicación de los accidentes con resultados de lesionados. Prácticamente sobre todo el largo del corredor existen estos accidentes con esta condición, presentándose como los más graves las intersecciones de Blvd. Zaragoza, Av. Teófilo Borunda, Av. Del Ejército, Plutarco Elías Calles, Ramón Corona y Lerdo, éstas son las que sobresalen del resto.

En el tema de mortalidad, no son tantos los casos que se presentaron sobre el corredor, esto se podrá ver en la siguiente imagen.

Figura 3-17 Mortalidad de accidentes viales en el corredor Tecnológico (años 2013,2014 y enero a abril 2015)



Fuente. Elaboración propia con base en información de la Dirección de Tránsito de CDJ, 2015

Si se observa el mapa de morbilidad se podría pensar que la mortalidad sería un tema más grave, pero favorablemente no fue así. Se identifican de manera puntual las intersecciones en las cuales se tienen accidentes fatales. Estos en su mayoría con un solo deceso, la intersección que presenta un registro de 2 decesos se ubica al sur del corredor, exactamente en Av. Tecnológico y Aeronáutica.

Más adelante en el estudio se hará un análisis más extenso sobre estos temas.

### 3.1.9 Análisis estadístico – espacial de la delincuencia en el Corredor Tecnológico

La delincuencia es sin duda una patología urbana la cual se puede analizar de manera espacial dentro de la ciudad, esto es posibles por ser hechos que ocurren dentro de puntos geográficos identificables. Los delitos que cuentan con registros de ubicación, tipo de incidente, día y hora son totalmente aptos para georeferenciar a un sistema SIG (Sistema de Información Geográfica) para su mejor interpretación y análisis del fenómeno de la delincuencia dentro de las zonas urbanas.

El principal objetivo de mapear la delincuencia al igual que la accidentabilidad vial, es el detectar los puntos o zonas las cuales muestran con mayor incidencia de hechos. Después de detectarlos se deberá pasar al análisis y posteriormente a un diagnóstico para las distintas soluciones de los problemas.

En el caso de estudio de Ciudad Juárez, en específico del Corredor Tecnológico – 16 de Septiembre, se analizaron los reportes policiacos de los años 2013 y 2014. Se utilizó una metodología que se desarrollada en un software tipo SIG llamada HOTSPOTS para analizar a lo largo del corredor las zonas con más incidencia y problemas de actos delictivos.

Los reportes policiacos obtenidos de la Secretaria de Seguridad Pública de Ciudad Juárez contienen información muy variada como: el asunto del reporte, grupo del delito, fecha, hora, ubicación de la intersección y colonia. Luego de ubicar espacialmente el hecho, se pueden representar en un mapa la totalidad de los datos de hechos delictivos ocurridos en el Corredor.

#### 3.1.9.1 Tipo de hecho delictivo

Para comenzar a analizar la información, el primer paso fue agrupar y dar un valor para homologar todos los tipos de delitos que se presentaron. La agrupación de los delitos se realizó en base a su gravedad, que fue determinada por el Consultor en una escala del 1 al 3:

- Los delitos agrupados en el grupo uno (G\_1) son los intentos de robo, la extorsión entre otros.
- Los delitos agrupados en el 2 (G\_2) son todos los tipos de robos, asaltos entre otros.
- El grupo 3 (G\_3) se ubican los delitos en los cuales el hecho ya generó lesiones o muertes.

A continuación se muestra todos los tipos de delitos y el grupo en que se ubican.

**Tabla 3-24 Agrupación de delitos según su gravedad**

Grupo	Tipo de hecho
1	Portar objetos peligrosos
	Intento de asalto
	Detención de orden pendiente
	Intento de robo
	Robo de accesorios a vehículo
	Cartuchos decomisados
	Extorsión
	Armas de fuego decomisada
	Abuso confianza
2	Robo a transeúntes
	Robo a negocio
	Intento de violación
	Robo a dependencia
	Asalto con arma de fuego
	Tentativa de homicidio
	Asalto con arma blanca a transeúntes
	Privación de la libertad
	Robo a casa habitación
Asalto con arma de fuego a transeúntes	
3	Lesiones con arma de fuego
	Lesiones con arma blanca
	Homicidios causas a determinar
	Ejecutado
	Homicidio con otros objetos

Fuente. Elaboración de Cal y Mayor y Asociados S.C. con base en información de la SSP de la CDJ.

Como se observa en la tabla, la agrupación que tiene el valor de uno son los hechos no perpetrados. Los delitos con valor de dos son los hechos consumados, y los del grupo tres son hechos consumados con la atenuante de ocasionar lesionados o decesos.

El agrupar los delitos según su gravedad deberá indicar una diferencia de delitos entre las zonas según la gravedad de los hechos, y permitirá identificar las zonas donde es más recurrente cierto tipo de hechos. A continuación se muestran la tabla resumen.

**Tabla 3-25 Resumen de delitos clasificados por gravedad**

G_1	G_2	G_3	Total
65	275	78	418
15.5%	66%	19%	100%

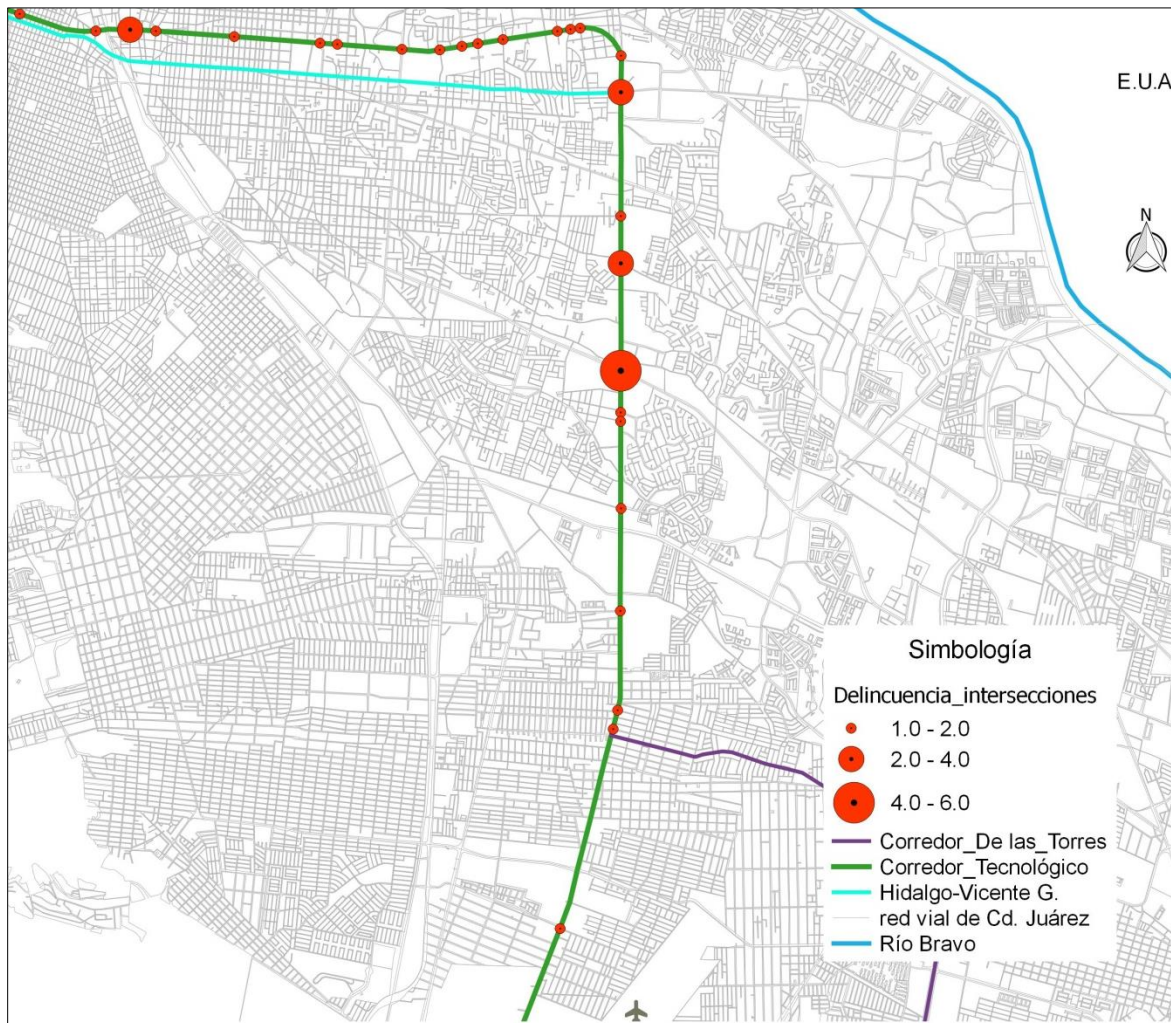
Fuente. Elaboración propia con base en información de SSP de Ciudad Juárez 2015

El total de actos delictivos sobre el Corredor son 418 hechos, de los cuales 65 son de gravedad uno, 275 de gravedad dos y 78 de gravedad tres. Se muestra que el delito G\_2 representa más del 68% de crímenes.

En la Av. 16 de septiembre se tiene registraron 97 delitos, en Av. Paseo del Triunfo de la República se tuvo un registro de 114 y sobre Av. Tecnológico un total de 207 delitos.

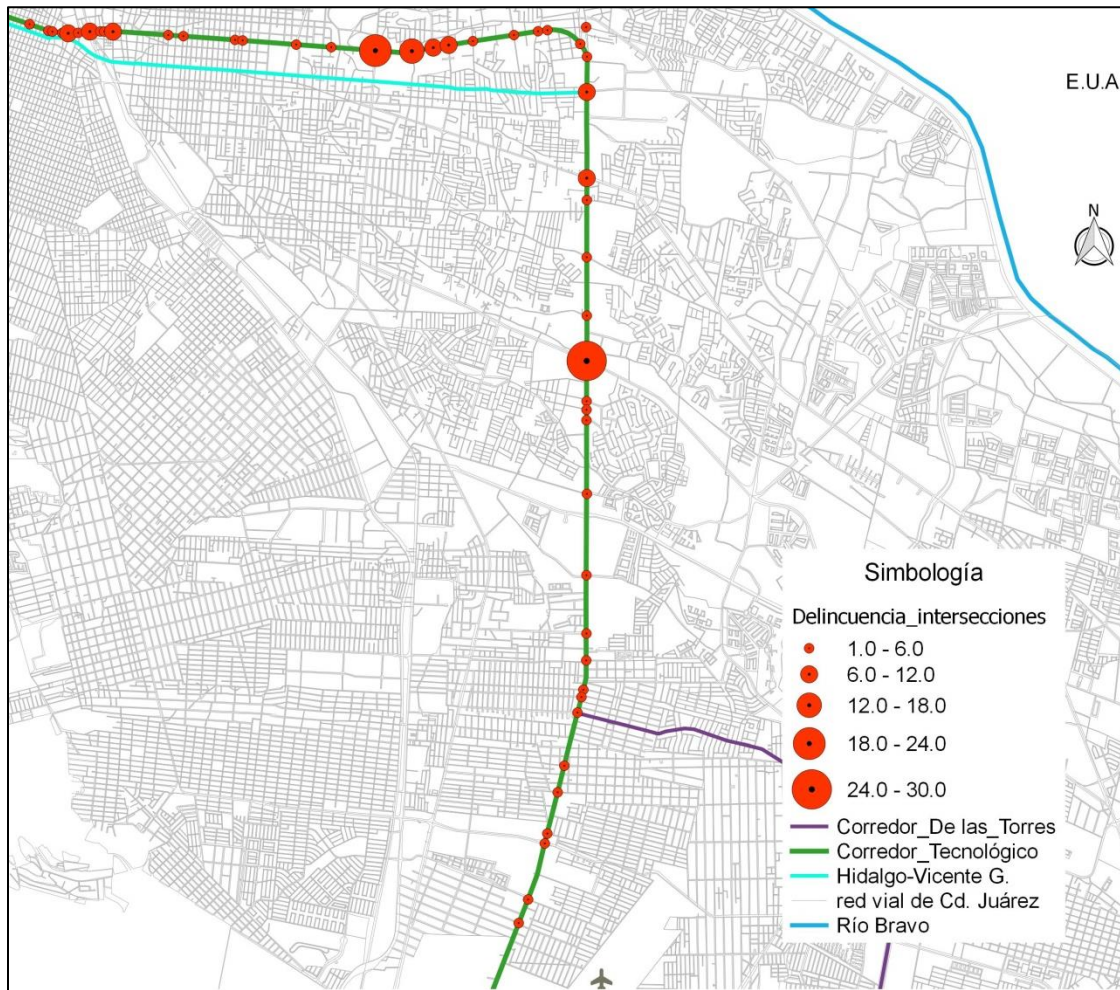
A continuación se muestra los mapas clasificados por tipo de gravedad de delito sobre el corredor.

Figura 3-18 Mapa de densidad de delitos G\_1 sobre el corredor (años 2013 y 2014)



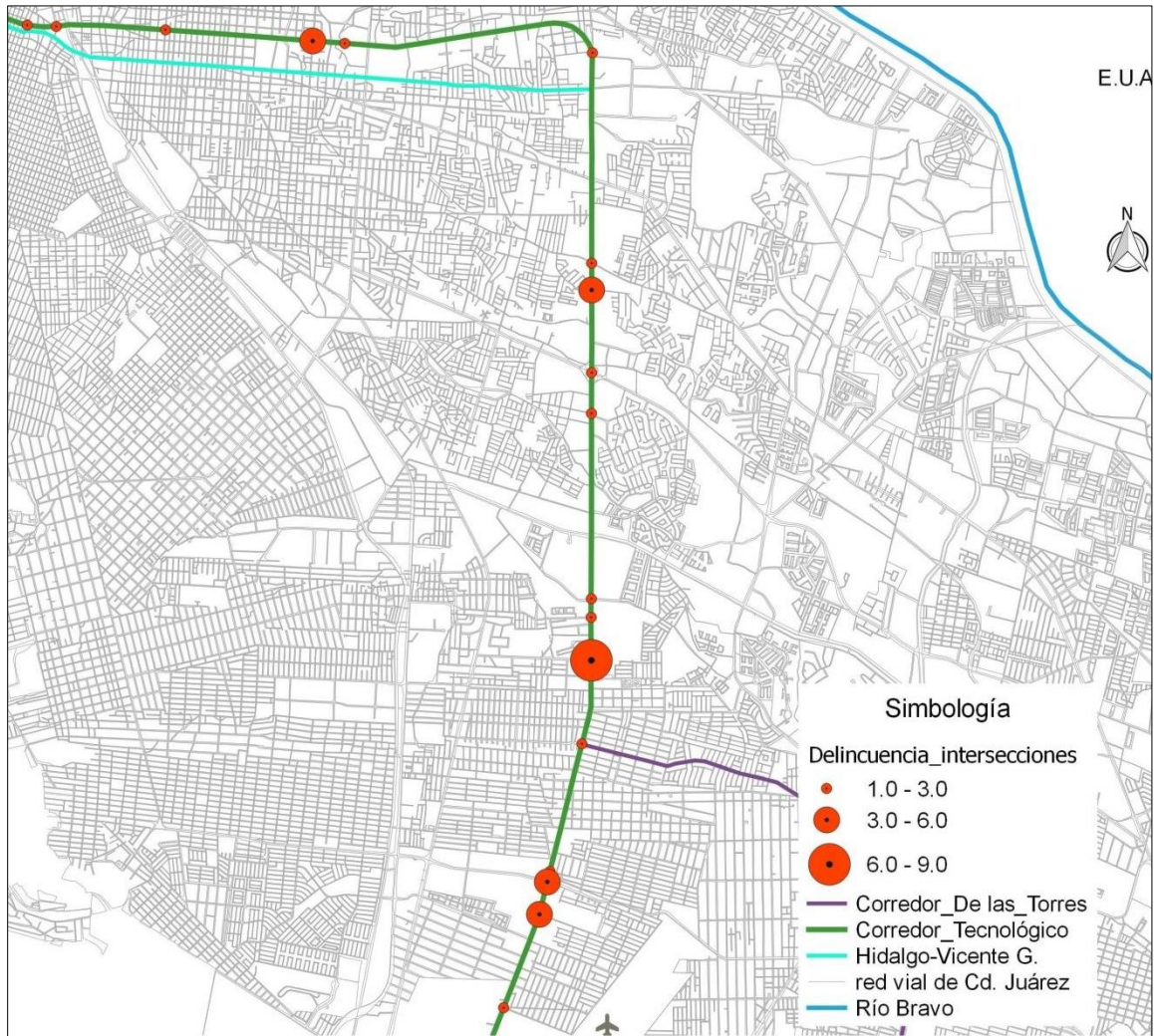
Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de CDJ, 2015

Figura 3-19 Mapa de densidad de delitos G\_2 sobre el corredor (años 2013 y 2014)



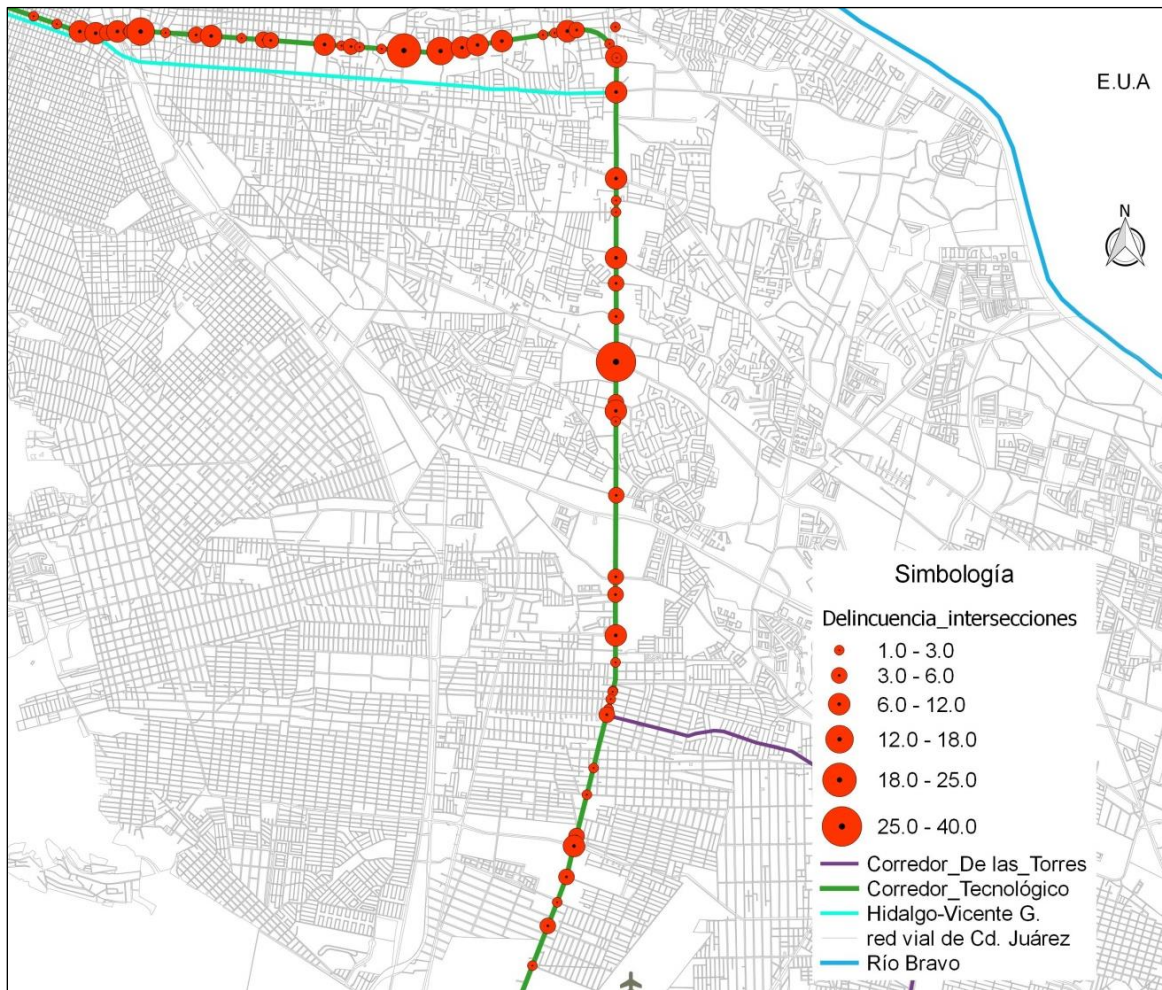
Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de CDJ, 2015

Figura 3-20 Mapa de densidad de delitos G\_3 sobre el corredor (años 2013 y 2014)



Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de CDJ, 2015

Figura 3-21 Mapa de densidad de delincuencia total (años 2013 y 2014)



Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de CDJ, 2015

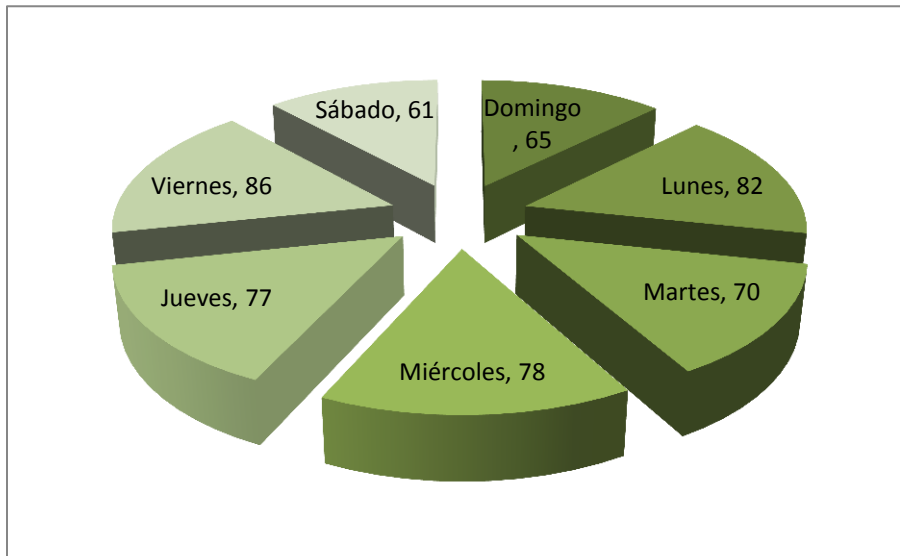
Generando un mapa del total de delincuencia observamos que existe una gran concentración a partir de Av. Teófilo Borunda hacia el norponiente del Corredor. Agudizándose en la zona de Av. Paseo del Triunfo de la República y en la zona centro de la ciudad.

### 3.1.9.2 Variación diaria de la delincuencia

Los días que más presentan actos delictivos es el día viernes con 86 y jueves y miércoles con 77 y 78 respectivamente, el día con menos registros fue el sábado con 61 incidencias.



Figura 3-22 Porcentaje de delitos por día (años 2013 y 2014)



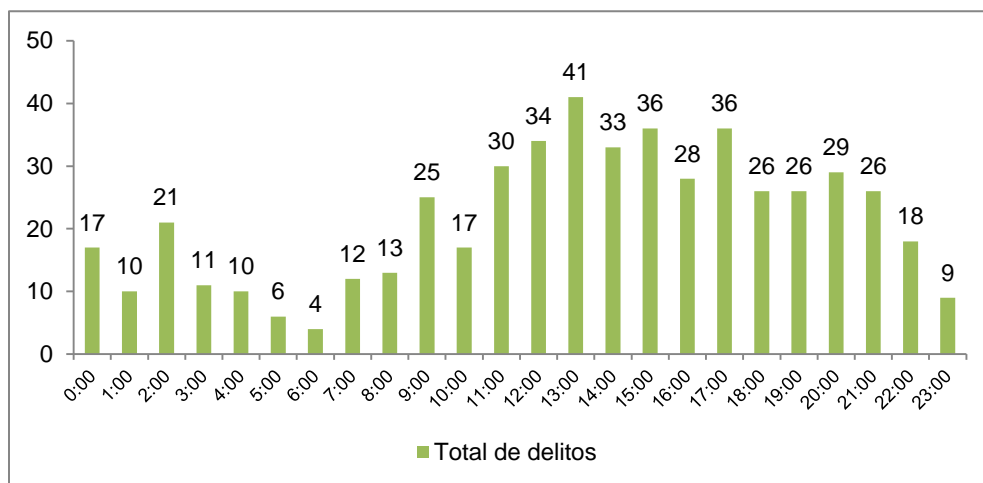
Fuente. Elaboración propia con base en información de la SSP de la Ciudad Juárez, 2015

En los datos anteriores observamos que los días de miércoles a viernes son los que concentran mayores hechos delictivos.

### 3.1.9.3 Variación horaria

El comportamiento en la cuestión del horario los delitos se concentran en las horas del mediodía hacia la tarde, es decir de 11:00:00 horas a las 17:00:00 horas. A continuación se muestra un histograma representando de manera gráfica la información de la tabla anterior.

Figura 3-23 Histograma de variación horaria de delitos (años 2013 y 2014)



Fuente. Elaboración propia con base en información de la SSP de la CDJ, 2015

Se observa que el pico más representativo se encuentra a las 13:00 horas. Se puede ver que existe una diferencia notable en cuanto al número de delitos cometidos por las horas de la mañana en comparación con los delitos cometidos en tarde noche. Por la mañana se presentan las cantidades más bajas de delitos mientras que por la noche son mayores.

### **3.1.9.4 Análisis estadístico – espacial de la delincuencia**

La información estadística en resumen muestra la ubicación en tiempo y espacio de los hechos delictivos, sin embargo por sí sola es complicado hacer un análisis espacial de ella. Por esto, el análisis estadístico–espacial de la delincuencia se realizó aplicando una herramienta de SIG que realiza un cálculo estadístico para determinar cuáles son los puntos con mayor relevancia y cuáles son los de menor. El análisis en general identifica cuales son los puntos que tienen alto valor y los asocia con otros puntos, sin embargo, el análisis le da más importancia a los puntos con menor valor pero que cercanos a él existen otros puntos creando una zona entre ellos. El producto del análisis será un mapa catalogado como “hotspots”.

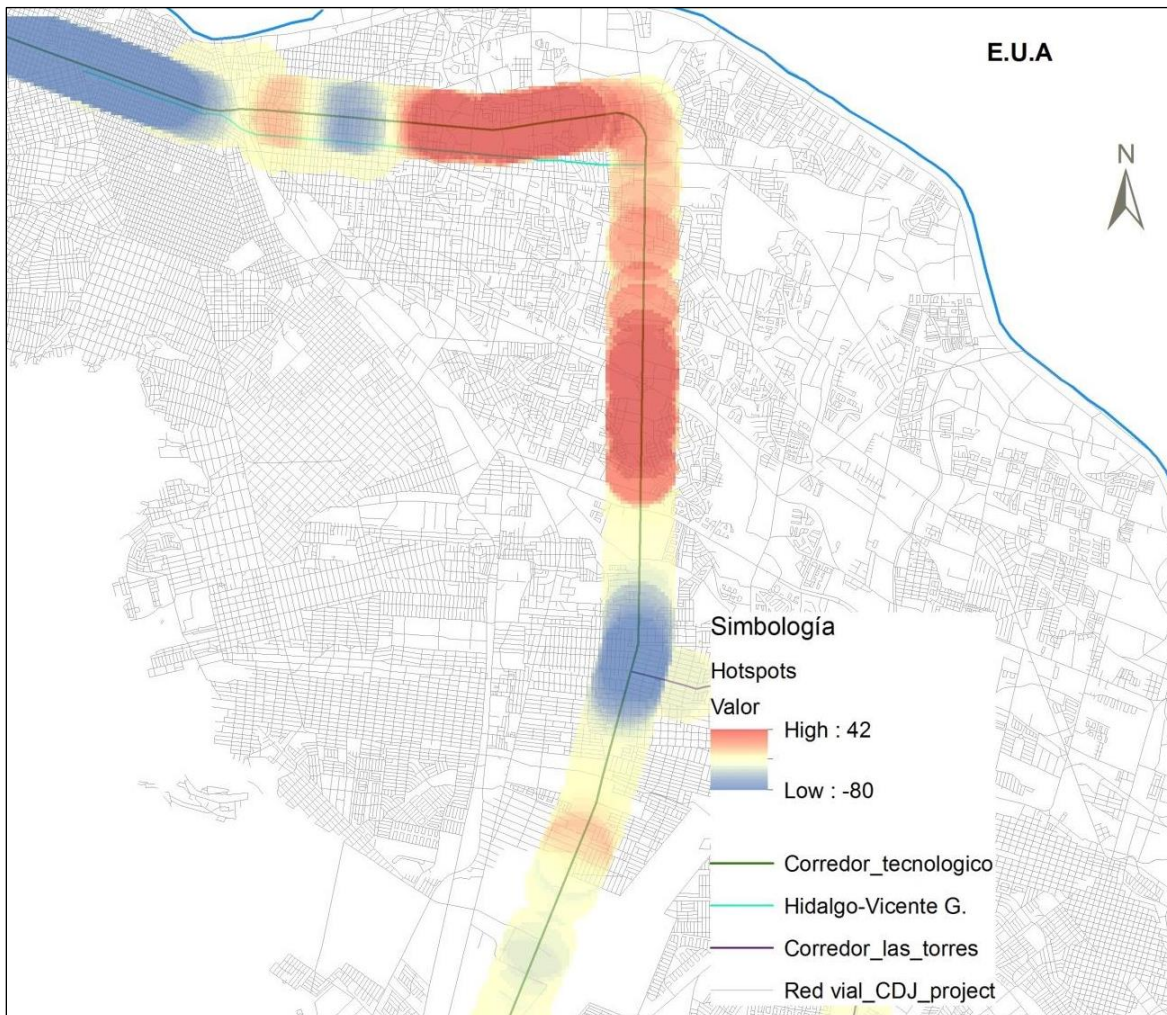
Este análisis estadístico - espacial se basó solamente en el total de los delitos registrado en los años 2013, 2014, de este modo se obtendrán los mencionados “hotspots”. El software tipo SIG lo que hace es una agrupación de puntos, esa agrupación de puntos recibe nuevos valores a los puntos. La valoración y su comparación tienen una relación directa con el resto de los puntos. El resultado de esas valoraciones puede resultar negativo o positivo, a partir de estos valores se genera un mapa ubicando los “hotspots”.

A continuación se muestran las bases de datos con las que se realizó el análisis estadístico – espacial.

A continuación se muestra el resultado del mapa de los “hotspots” de la delincuencia sobre el Corredor, donde se encuentran representaciones que tienen los siguientes significados:

- Zonas que están en rojo, puntos calientes, tienen la mayor ocurrencia de hechos delictivos.
- En azul, puntos fríos, no quiere decir que en ellas no ocurren hechos delictivos, sino que su valoración fue negativa a comparación con otros puntos evaluados, sin embargo sí se presentan delitos.
- Los espacios en amarillo que se ubican entre los puntos son llamadas en términos estadísticos como zonas aleatorias.

Figura 3-24 Mapa de Hotspots en el corredor Tecnológico – 16 de Septiembre (años 2013 y 2014)



Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de Ciudad Juárez, 2015

En la figura anterior se observan los “hotspots” en las cuales hay mayor actividad delictiva. Se observa que el tramo que va de Av. Teófilo Borunda a Av. Paseo del Triunfo de la República existe mayor número de sucesos delictivos y la estadística marca que en toda esa zona hay una mayor probabilidad de sufrir un acto delictivo. El siguiente “hotspot” de mayor relevancia está en la zona centro de la ciudad, y por último se ubica otro punto al sur del Corredor en las inmediaciones del Aeropuerto de la ciudad.

Este tipo de mapas, “hotspots” y por puntos de densidad, son totalmente complementarios entre sí. Lo que generan este tipo de herramientas SIG es el análisis – espacial que se basa en los registros estadísticos. No se debe de tomar como verdaderos a uno o el otro, sino realizar un análisis más exhaustivo. Se deberá de analizar de manera particular estas zonas y deducir las causas probables por las cuales suceden actos delictivos. Algunas causas podrían ser de diseño de los espacios construidos, la homogeneidad de usos de

suelo o la falta de alumbrado público. Se deberán de tomar las medidas de seguridad necesarias para mitigar los problemas de delincuencia sobre el Corredor.

### 3.1.10 Conclusión del análisis – espacial de accidentabilidad vial y delincuencia

En este apartado se relacionaran los temas de accidentabilidad vial y la delincuencia con los aforos vehiculares, peatonales y ciclistas, esto para corroborar su relación de volúmenes de paso con los fenómenos antes mencionados.

En la siguiente tabla se muestran todas las intersecciones aforadas en los diversos tipos de transporte y los accidentes y delitos que hubo en los años en que se encuentra la información, indicando en resumen los datos de volúmenes peatonales, vehiculares y ciclistas en su HMD y los datos de las accidentabilidad y delincuencia.

Tabla 3-26 Resumen de relación de movilidad con la accidentabilidad y delincuencia

Intersección	Ciclo del semáforo	Vehículos HMD	Peatones HMD	Ciclistas HMD	No. accidentes	No. delitos
1-1	--	1,055	116	30	3	2
1-2	--	1,145	109	7	3	2
1-2a	--	425	188	--	--	--
1-3	--	1,032	78	14	7	1
1-3a	--	699	63	5	--	--
1-4	--	224	6	--	--	--
1-5	--	361	86	29	--	--
1-6	130 s	1,085	678	--	6	--
1-7a	--	619	--	8	--	--
1-7	130 s	1,864	953	6	9	4
1-8	130 s	1,671	599	--	22	13
1-9	130 s	948	182	28	1	--
2-1	130 s	1,276	120	--	8	1
2-1a	--	899	--	15	--	--
2-2	130 s	1,155	148	--	3	6
2-2a	--	709	--	11	--	--
2-3	130 s	1,165	246	--	12	7
2-3a	--	583	--	13	--	--
2-4	130 s	1,263	58	33	7	2
2-4a	--	834	--	12	--	--
2-5	130 s	1,298	66	--	12	--
2-5a	--	789	--	6	--	--
3-1	150 s	2,866	145	--	6	8
3-2	150 s	2,793	279	27	4	6
3-3	150 s	2,943	191	--	11	--
3-3HM	150 s	--	267	--	1	3
3-4	150 s	5,500	288	27	56	21
3-5	150 s	3,747	142	11	37	18
3-6	150 s	3,757	171	18	18	11
3-7	150 s	5,096	113	9	44	9
3-8	150 s	2,701	91	--	18	7

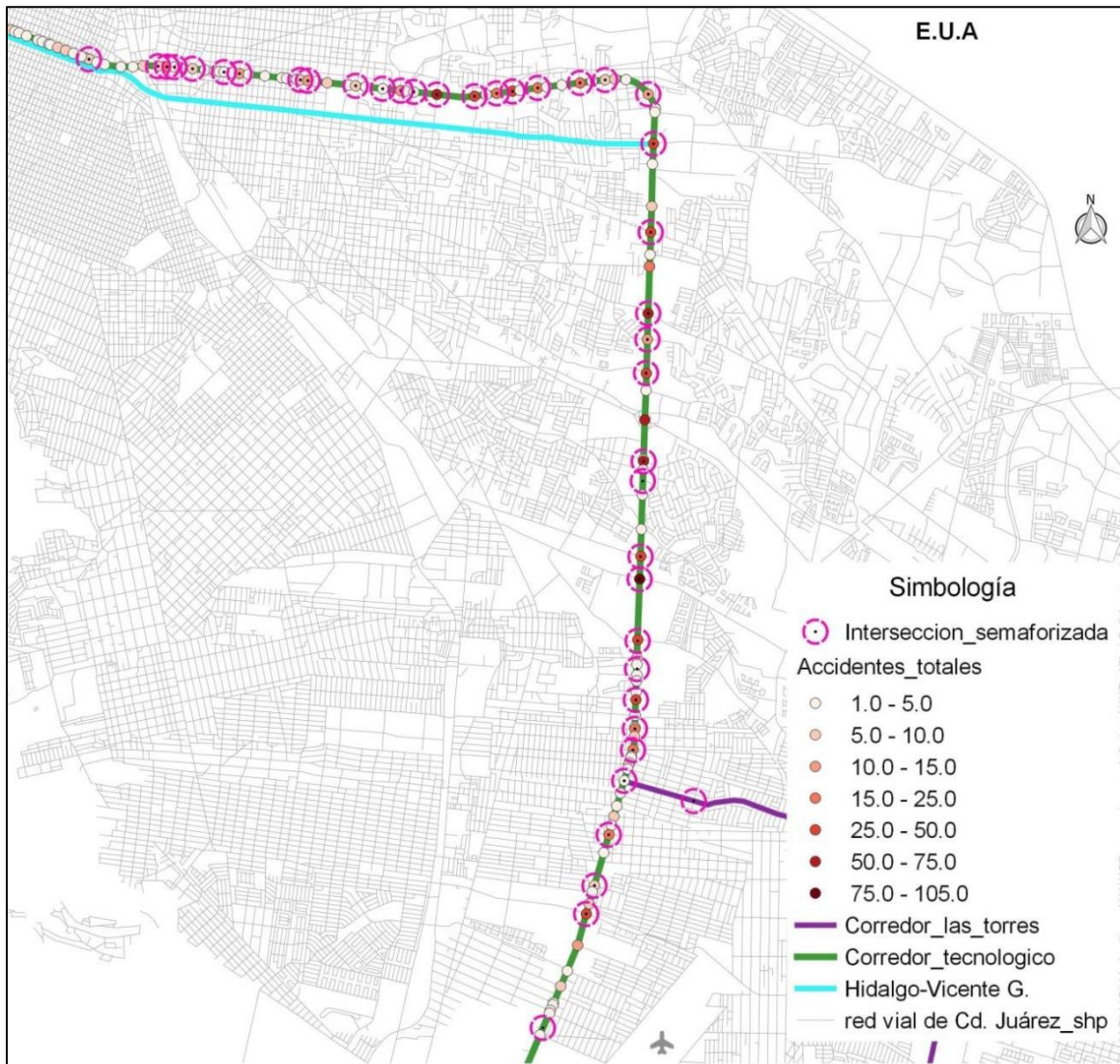
Intersección	Ciclo del semáforo	Vehículos HMD	Peatones HMD	Ciclistas HMD	No. accidentes	No. delitos
3-9	200 s	3,760	120	23	16	2
4-1	200 s	3,303	21	4	8	7
4-2	200 s	4,061	104	11	14	2
4-3	--	5,680	94	4	2	3
4-4	200 s	6,056	82	2	41	11
4-5	--	9,417	153	--	49	8
4-6	--	6,345	292	5	19	1
4-7	200 s	6,506	133	--	73	10
4-8	200 s	6,051	96	6	11	6
4-9	200 s	6,992	50	--	32	6
4-10	--	6,421	--	--	3	--
4-11	--	10,426	309	--	75	37
5-1	200 s	6,274	201	3	61	5
5-2	200 s	5,818	47	--	--	2
5-3	200 s	7,023	105	--	46	6
5-4	--	6,251	23	--	--	--
5-5	--	5,537	--	12	9	4
5-6	200 s	5,493	57	1	34	11
5-7	200 s	4,819	116	--	20	--
5-8	200 s	5,422	91	17	16	--
5-9	200 s	6,533	233	12	5	5
5-10	200 s	5,418	190	2	5	2
5-11	200 s	4,722	97	--	8	--
5-12	200 s	5,788	429	--	46	12
5-13	--	2,831	41	--	4	3
5-14	200 s	3,251	17	--	13	--
5-15	--	2,931	--	--	--	--

Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de Ciudad Juárez, 2015

Éste análisis muestra que la intersección 4-11 es la de mayor volumen vehicular y es la que registra más accidentes viales y actos delictivos. Y caso contrario la intersección 1-4 que presenta menor volumen vehicular y no presenta casos de accidentes vehiculares y tampoco de delitos. En la intersección de Av. Tecnológico - Av. Del Ejército no se cuenta con semáforo al ser nodo vial tipo trébol. La incidencia de accidentes y de delincuencia se presenta más en intersecciones con semáforo con el 62% y el 38% en intersecciones no semaforizadas.

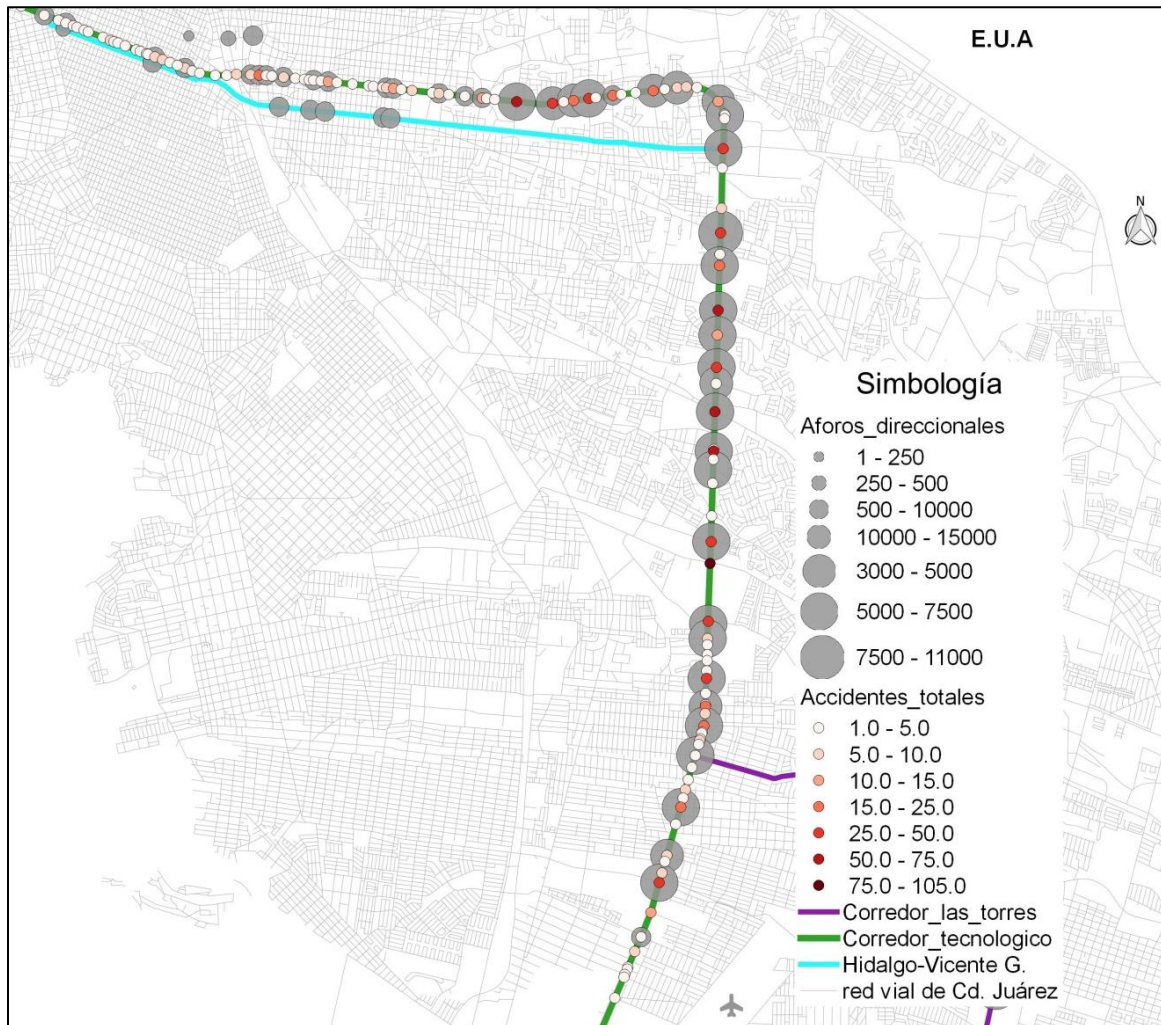
A continuación se muestra el mapa que relaciona los accidentes de tránsito con otros elementos.

Figura 3-25 Accidentabilidad e intersecciones semaforizadas en el corredor Tecnológico



La figura anterior nos muestra la relación de accidentes viales con las intersecciones semaforizadas, donde las intersecciones con mayor volumen de accidentes se presentan en las intersecciones semaforizadas.

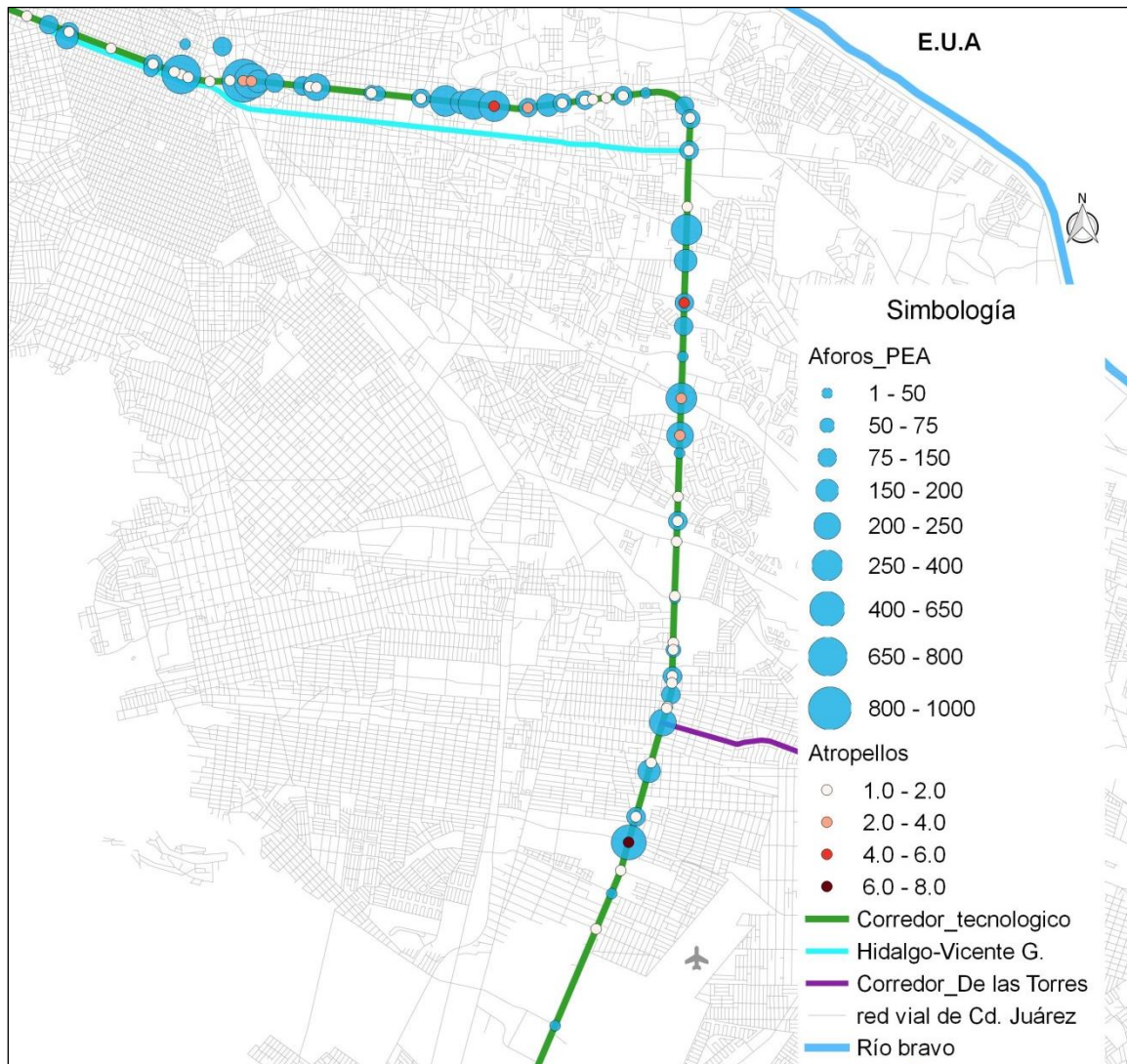
Figura 3-26 Accidentes de tránsito y volúmenes vehiculares en el corredor tecnológico



Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de CDJ, 2015

La figura muestra la relación entre los aforos direccionales vehiculares y los accidentes viales. Se observa esa relación estrecha que a mayor volumen mayor número de accidentes de tránsito, se ve una concentración de volumen vehicular sobre Av. Tecnológico y Av. P. del Triunfo de la República, en dichas vialidades es donde se concentran las intersecciones con más accidentes.

Figura 3-27 Accidentes de tránsito (atropellos) y volúmenes peatonales en el corredor Tecnológico



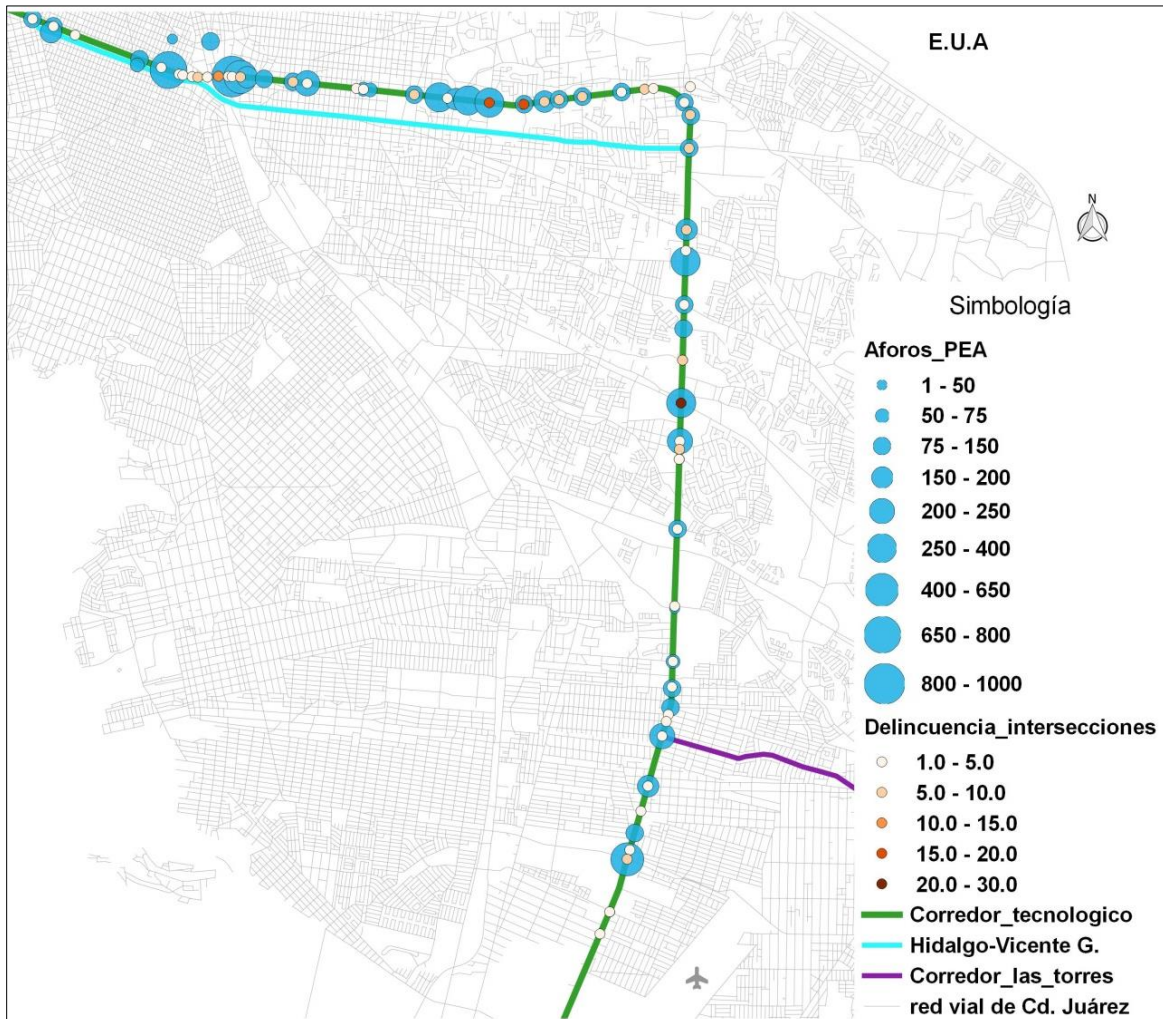
Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de CDJ, 2015

Este mapa es similar al anterior, es la relación de los volúmenes peatonales con los atropellos, al igual existe una relación de las intersecciones con mayor volumen peatonal y el número de atropellos. Se observa una concentración de peatones en zona centro al igual que se intensifican los atropellos.

A continuación se muestra los mapas de relación de densidad de volúmenes relacionado con el tema de la delincuencia.



Figura 3-28 Delitos gravedad 2 y volúmenes peatonales en el corredor Tecnológico



Fuente. Elaboración propia con base a información de la SSP de CDJ, 2015

Georreferenciando espacialmente los volúmenes peatonales con los delitos sobre el corredor se observa una relación de delitos

## 4 MODELO DE TRÁNSITO A NIVEL MICRO

### 4.1.1 Modelo de microsimulación

#### 4.1.1.1 Fundamentos del modelo de microsimulación

Para realizar la evaluación de la operación de las intersecciones del Corredor que cuentan con aforos direccionales se utilizó el software VISSIM, herramienta especializada en la simulación microscópica y multimodal del tránsito, desarrollado por la empresa alemana PTVAG (Planung Transport Verkehr AG). Esta herramienta de microsimulación para el análisis de capacidad vial y optimización de sistemas de tránsito, permite calificar estáticamente los diferentes puntos de interés del corredor en estudio, y generar una simulación que permite obtener una visualización dinámica de su comportamiento.

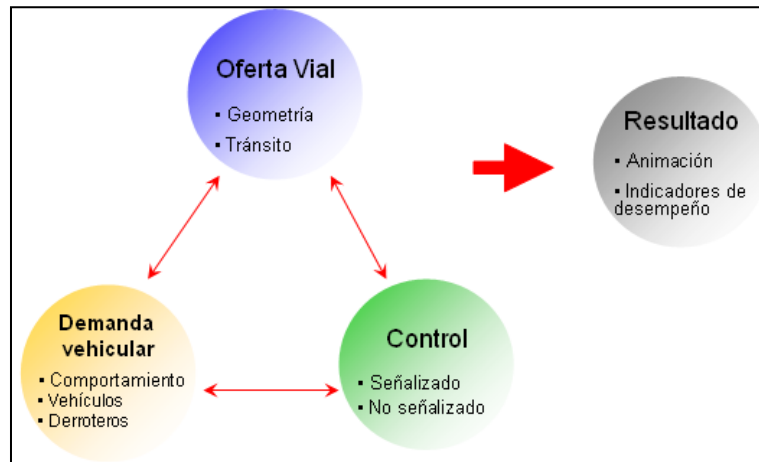
VISSIM implementa las metodologías del Highway Capacity Manual (HCM) de Estados Unidos, publicado por el Transportation Research Board del mismo país, para calcular indicadores globales de desempeño causados por el volumen y las condiciones operativas. Mediante este programa es posible analizar las condiciones reales en las que operará cada uno de los vehículos y su interacción con todos aquellos que conformen un flujo vehicular. Por esta característica, los modelos de microsimulación tienen altos niveles de confianza, ya que no simplifican ni ponderan el comportamiento vehicular.

Los modelos de microsimulación vehicular en VISSIM se integran principalmente de tres elementos:

- La red vial es la representación de la vialidad existente, la cual toma en cuenta sentidos de circulación, número de carriles, geometrías, estados del pavimento, etc.
- Sobre dicha red se asigna la demanda vehicular y el comportamiento de conducción, ambos observados en campo.
- Esto es regulado por los elementos de control ya sean semafóricos, de preferencia de paso, de entrecruzamiento, etc.

El modelo es calibrado y validado a fin de obtener resultados apegados a como se observan en campo. En la Figura 4-1 se ilustra la relación entre los elementos que integran el modelo de microsimulación.

Figura 4-1 Elementos de modelo de microsimulación



Fuente. PTV. 2015

#### 4.1.1.2 Elementos que integran el modelo de microsimulación

Con base en el modelo de microsimulación se analizó la situación actual y futura de la zona de influencia de Ciudad Juárez, Chihuahua, considerando los volúmenes vehiculares que circulan en la hora de máxima demanda.

Por medio del programa VISTRO se realizó el balanceo y trazo previo de la red; este proceso el cual antecede a VISSIM, garantiza que no se pierdan vehículos reportados en los aforos, o en caso contrario, detectar las inconsistencias del conteo y poder realizar los ajustes con mayor exactitud. Posteriormente se exporta como archivo ANM, el cual se abre directamente en VISSIM para continuar con el proceso de detalle y evaluación de la red.

Con este software se representó la oferta (red vial) y demanda vial (flujos vehiculares) de la zona de estudio, principalmente la geometría y trazo de las vialidades, número de carriles, sentidos de circulación, sistemas de control, entre otros.

#### 4.1.1.3 Indicadores y Escenarios de Microsimulación

##### 4.1.1.3.1 Indicadores de desempeño

En este apartado se presenta el sustento teórico de los indicadores de rendimiento considerados para este informe, además de los conceptos más importantes del modelo de microsimulación que se utiliza para la evaluación de la red en la zona de influencia del proyecto.

Para realizar la evaluación y comparación de los escenarios propuestos en el presente estudio, se tomaron como fundamentos teóricos aquellos establecidos en el *Highway Capacity Manual* (HCM), manual que es la principal herramienta y guía técnica para analizar, evaluar y obtener indicadores de desempeño para diferentes tipos de

infraestructura, por ejemplo: glorietas, intercambiadores (distribuidores viales), vialidades urbanas, intersecciones, carreteras, pasos peatonales y vialidades no motorizadas.

#### **4.1.1.4 Capacidad vial**

Para determinar la capacidad de un sistema vial, sea este rural o urbano, se deben conocer sus características geométricas, estado físico y los flujos vehiculares que transitan por él; todo ello bajo una variedad de condiciones que permiten configurar diferentes escenarios posibles.

El estudio de capacidad de un sistema vial es cuantitativo y cualitativo a la vez. Lo primero al evaluar la suficiencia física de la vía y lo segundo al definir la calidad del servicio ofrecido por el sistema (oferta) a los usuarios (demanda).

Una corriente de tránsito dentro de un sistema vial funciona aceptablemente bien cuando la magnitud del flujo, circulando a un velocidad razonable, es menor que la capacidad del sistema. Por esto, si los valores del flujo están cerca de alcanzar la capacidad ofrecida por el sistema, el tránsito se torna inestable y la congestión se puede hacer presente en cualquier momento. Adicionalmente, los flujos que circulan a velocidades bajas y densidades altas, ocasionan condiciones de operación forzada.

En cualquiera de las fases de un proyecto vial, es necesario determinar la demanda del tránsito (presente y futura), lo cual constituye una cantidad conocida. La capacidad u oferta, es la medida de eficiencia con la que un sistema vial presta su servicio y debe establecerse.

La capacidad es el máximo número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección uniforme durante un intervalo de tiempo (generalmente 15 minutos – período de flujo estable) bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial analizada (de flujo continuo u discontinuo), del tránsito sobre ella y de los dispositivos de control existentes.

Dependiendo del tipo de infraestructura vial a analizar se debe establecer un procedimiento para el cálculo de su capacidad en función de las condiciones prevalecientes que ésta presente, dentro de las cuales destacan:

- Condiciones de la infraestructura vial: estado físico, desarrollo del entorno, características geométricas, tipo de terreno y la existencia de estacionamiento en la vía para poder ajustar la simulación a los carriles que son utilizados efectivamente por el flujo vehicular.
- Condiciones del tránsito: distribución espacial y temporal así como su composición.
- Condiciones de control: dispositivos de control del tránsito y características como tiempos de ciclo y número de fases de semáforos.

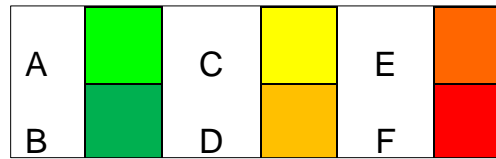
#### 4.1.1.5 Nivel de servicio

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por parte de los conductores. Se han establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor. A continuación se describe brevemente, lo que cada nivel de servicio representa.

- Nivel de servicio A: Circulación a flujo libre. La operación de los vehículos no se ve limitada por la presencia de otros vehículos ni por las condiciones geométricas del camino. Si un vehículo sufre una descompostura o incidente menor, las consecuencias para la circulación son fácilmente absorbidas sin que haya alteraciones severas en las condiciones de flujo.
- Nivel de servicio B: Los vehículos continúan circulando a flujo libre, aunque a partir de este punto se vuelve más notoria la presencia de otros vehículos en la vía. Las velocidades medias de viaje en este nivel son las mismas presentadas en el nivel A aunque los conductores ya no gozan de la misma libertad para maniobrar. Los incidentes o averías menores de un vehículo aún son absorbidas con cierta facilidad, aunque sus consecuencias son más notorias.
- Nivel de servicio C: Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. Una interrupción en el tránsito puede traer afectaciones locales serias y la formación de colas excediendo los puntos de ruptura del flujo.
- Nivel de servicio D: Representa una circulación de densidad elevada pero estable, la velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas. El conductor experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo.
- Nivel de servicio E: El funcionamiento se da en condiciones muy cercanas a la capacidad de la vía. La velocidad está seriamente restringida y la circulación se vuelve altamente inestable. Los incidentes menores no se pueden disipar rápidamente y se pueden formar colas que provoquen una caída al nivel de servicio F.
- Nivel de servicio F: Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando el flujo que se acerca a un punto excede al que puede pasar por él. En las colas que se forman por arriba de los puntos de ruptura del flujo los vehículos experimentan breves periodos de movimiento alternados con detenciones.

Para una identificación rápida de los niveles de servicio, se ha asignado un color a cada uno de ellos, los cuales se muestran a continuación.

Figura 4-2 Código de colores de Niveles de Servicio



Fuente. Elaboración propia 2015

Estos colores se utilizarán cada vez que se tengan resultados del análisis de Vissim.

#### 4.1.1.6 Intersecciones semaforizadas

El nivel de servicio de una intersección con semáforo se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje y del consumo de combustible. Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de la demora total promedio por vehículo, como se muestra en la próxima tabla.

Tabla 4-1 Relación entre niveles de servicio y tiempo de demora total para intersecciones controladas por semáforos

Nivel de Servicio	Demora Total (seg/veh)
A	≤ 10.0
B	10.1 - 20.0
C	20.1 - 35.0
D	35.1 - 55.0
E	55.1 - 80.0
F	> 80

Fuente. Elaborado propia con base en el HCM 2000.

De los niveles de servicio en la tabla anterior, los niveles entre A, B y C son buenos, D y E aceptables y F es deficiente. Además se evalúan otros parámetros como la razón volumen/capacidad, que debe ser menor a uno para condiciones donde se cumple que el volumen no supera la capacidad.

#### 4.1.1.7 Intersecciones no semaforizadas

El nivel de servicio en este tipo de intersecciones depende de la demora, definida como el lapso total de tiempo que le toma al último vehículo de la cola llegar a ser el primero. En la siguiente tabla se muestran los valores que relacionan el nivel de servicio con la demora total en la intersección.

Tabla 4-2 Relación entre niveles de servicio y tiempo de demora total para intersecciones controladas por señales de alto

Nivel de Servicio	Demora Total (seg/veh)
A	<10.0
B	10.1 – 15.0
C	15.1 – 25.0
D	25.1 – 35.0
E	35.1 – 50.0
F	>50.0

Fuente. Elaboración propia con base en el HCM 2000

De los niveles de servicio indicados en la tabla anterior, A, B y C son buenos, D y E aceptables y F deficiente. La demora para cualquier movimiento en la calle secundaria es función de la capacidad del acceso y del grado de saturación. Además se evalúan otros parámetros como la razón volumen/capacidad, la cual debe ser menor a uno para condiciones donde se cumple que el volumen no supera la capacidad.

#### 4.1.1.8 Vías urbanas

En el HCM se considera que las vías urbanas se encuentran en una clasificación entre calles locales y entre carreteras rurales y suburbanas de múltiples carriles.

La clasificación funcional corresponde al tipo de servicio y al tráfico que provee la misma; dentro de ésta, la vía urbana se clasifica según su categoría de diseño:

- En una etapa inicial, la clasificación se basa en el volumen de viaje, kilometraje y las características que el servicio al paisaje urbano está destinado a proporcionar, distinguiendo entre la arteria principal y secundaria.
- Una segunda etapa de la clasificación se usa para determinar la categoría de diseño apropiado para la arteria. La categoría de diseño depende del límite de velocidad, la densidad de los dispositivos de control de tránsito, cantidad de entradas y puntos de acceso, densidad y otras características de diseño.
- El tercer paso es determinar la clase vial urbana apropiada en base a la combinación de las categorías funcionales y categoría de diseño.

Según la categoría de diseño, el HCM define cuatro clases de vías urbanas: alta velocidad, suburbana, intermedia y urbana, las cuales pueden ser arterias principales o menores según su clasificación funcional. A fin de reflejar una combinación única de funcionalidad y diseño de la vía, se designan por número (I, II, III y IV) como se presenta en la próxima tabla.

**Tabla 4-3 Clasificación de vías urbanas basado en categorías funcionales y de diseño**

Categoría por diseño	Categoría por función	
	Arteria principal	Arteria menor
Alta velocidad	I	No aplica
Suburbana	II	II
Intermedia	II	III ó IV
Urbana	III ó IV	IV

Fuente. Elaborado propia en base al HCM 2000.

Funcionalmente las arterias principales se definen por ser vías de mayor importancia, conectan centros importantes de actividad urbana y puntos generadores de alto tráfico, en éstas predominan viajes relativamente más largos entre puntos de acceso y salidas y que atraviesan la ciudad. A su vez, las arterias menores comunican hacia las arterias principales y son utilizadas para viajes de distancias moderadas entre áreas geográficas más pequeñas.

La siguiente tabla resume las características de las vías urbanas según la clasificación funcional.

**Tabla 4-4 Clasificación de vías urbanas basado en categorías funcionales**

Criterio	Categoría funcional	
	Arteria principal	Arteria menor
Función movilidad	Muy importante	Importante
Función acceso	Muy pequeño	Substantial
Conexión de punto	Autopistas, importantes centros de actividad, mayor generación de tráfico	Arteria principal
Servicio predominante de viaje	Viajes relativamente largos entre los puntos principales a través de los viajes de entrada, salida, y pasando por la ciudad	Viajes de longitud moderada dentro de áreas geográficas relativamente pequeñas.

Fuente. Elaborado propia en base al HCM 2000.

Por otro lado el componente de diseño presenta las características que se resumen a continuación.



**Tabla 4-5 Clasificación de vías urbanas basado en categorías de diseño**

Criterio	Categoría de Diseño			
	Alta velocidad	Suburbana	Intermedia	Urbana
Densidad por accesos	Densidad muy baja	Densidad baja	Densidad moderada	Alta densidad
Tipo de arteria	Múltiple carriles dividida/no dividida; o dos carriles con hombros	Múltiple carriles dividida/no dividida; o dos carriles con hombros	Múltiple carriles dividida/no dividida; sentido único; dos o más carriles	No dividida en sentido único, dos sentidos, dos o más carriles
Estacionamiento	No	No	Algunos	Significativo
Carril separado para giro izquierdo	Si	Si	Usualmente	Algunos
Dispositivos de control/km	0.3-1.2	0.6-3.0	2-6	4-8
Límite de velocidad	75-90 km/h	65-75 km/h	50-65 km/h	40-55 km/h
Actividad peatonal	Muy pequeña	Pequeña	Alguna	Frecuente
Desarrollos adyacentes a la vía	Baja densidad	De baja a media densidad	De media a moderada densidad	Alta densidad

Fuente. Elaborado propia en base al HCM 2000.

El establecimiento de los niveles de servicio en vías urbanas está basado en el promedio de la velocidad de viaje para el segmento o para toda la calle en cuestión. La velocidad de viaje es la medida básica del servicio en las calles de una ciudad y es calculada a partir de los tiempos de recorrido que se presentan en las zonas urbanas. En la siguiente tabla se muestran los rangos de velocidades y niveles de servicio que corresponden a los distintos tipos de arterias urbanas.

**Tabla 4-6 Niveles de servicio en vías urbanas por clase**

Clase de arteria urbana	I	II	III	IV
Velocidad de flujo libre	90 a 70 Km/h	70 a 55 Km/h	55 a 50 Km/h	55 a 40 Km/h
Velocidad típica a flujo libre	80 km/h	65 Km/h	55 Km/h	45 Km/h
Nivel de servicio	Promedio de velocidad de operación (km/h)			
A	>72	>59	>50	>41
B	>56-72	>46-59	>39-50	>32-41
C	>40-56	>33-46	>28-38	>23-32
D	>32-40	>26-33	>22-28	>18-23
E	>26-32	>21-26	>17-22	>14-18
F	≤26	≤21	≤17	≤14

Fuente. Elaborado propia en base al HCM 2000.

#### **4.1.1.9 Escenarios de microsimulación**

El modelo de microsimulación VISSIM evaluó la operación de la red de estudio y su zona de influencia, con el fin de comparar la operación de escenarios mediante una serie de indicadores de desempeño.

La microsimulación contempló los siguientes tres escenarios:

- Escenario base (situación actual): caracterización operativa de las condiciones actuales de la zona de estudio.
- Escenario con proyecto y alternativa de solución.

El modelo de microsimulación calibrado es evaluado a fin de obtener nuevos indicadores. Si los indicadores de capacidad para el escenario con proyecto no brindaron un nivel de servicio A, B, C o D se modifican los diseños conceptuales propuestos, interviniendo los puntos de conflicto que identifique el modelo de microsimulación, para luego ser reevaluados.

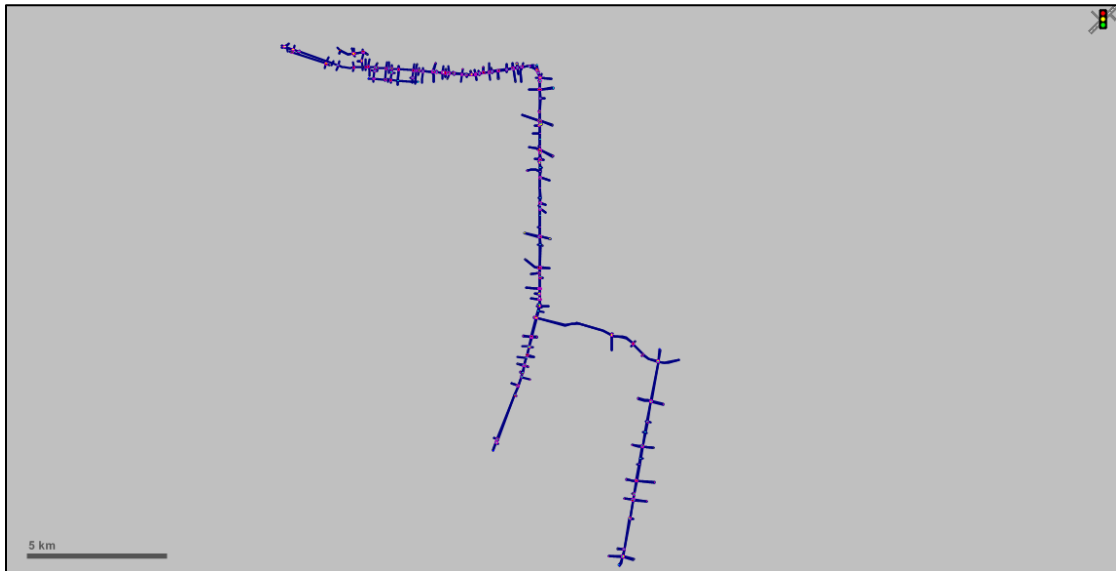
Este proceso se repite hasta que el modelo de microsimulación reporta los niveles de servicio esperados validando el diseño de los proyectos, los cuales tendrán una operación satisfactoria con proyecto, de acuerdo con lo establecido en el Highway Capacity Manual (HCM 2000) de EEUU.

#### **4.1.1.10 Trazo de la red para el modelo de microsimulación**

El trazo de la red vial para el modelo de microsimulación del estudio se realizó mediante planos y fotografías aéreas, las cuales el software de modelación VISSIM usa como fondo para poder crear el modelo plano o tridimensional. Este trazo se realiza mediante conectores o enlaces que representan las vialidades incluidas en la zona de influencia del proyecto.

Para poder representar de manera correcta cada una de las intersecciones, es necesario que la información sea vigente para el escenario a evaluar. Es por esto fundamental para el estudio la integridad de los estudios de campo y la similitud que el trazo tenga con la intersección. La red de la zona de estudio incluyó todas las características físicas levantadas en los trabajos de campo previamente descritos, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 4-3 Red vial de la zona de estudio en el modelo de simulación



Fuente. Elaboración propia en base a imagen del software VISSIM 2015

En la imagen se muestra con línea de color azul toda la vialidad que forma parte de la red de la zona, la cual abarca vialidades de diferentes clasificaciones, desde primarias hasta locales.

#### **4.1.1.11 Integración de la demanda**

La demanda vehicular del modelo se integra principalmente por los volúmenes, rutas y la composición vehicular. Los volúmenes alimentadores (Vehicle Inputs) son aquellos ubicados en los extremos de la red vial. Estos volúmenes se obtienen a partir de los aforos vehiculares realizados en campo. Cada uno de estos volúmenes alimentadores estará asociado a las composiciones vehiculares obtenidas en campo, (Traffic Compositions) para cada uno de los accesos de la red. Las clases de vehículos o composición vehicular que se contemplaron en el presente modelo son:

- CAR (automóviles, taxis y combis)
- BUS (autobuses de transporte público y privado)
- HGV “Heavy Goods Vehicles” (camiones de carga unitarios y articulados)
- BIKE (bicicletas)
- MOTO (motocicletas)

Para el periodo de simulación establecido, se seleccionaron los volúmenes alimentadores del modelo y se ajustaron al formato que el software requiere para poder ser cargados al modelo y poder obtener también la composición vehicular de cada uno de los accesos.

Para simular los movimientos direccionales realizados en cada intersección se estableció una serie de rutas vehiculares que permitieran distribuir los flujos hacia las diferentes partes de la red, del mismo modo que ocurre en la situación real.

El número de rutas vehiculares en el modelo es equivalente al número de movimientos direccionales observados en campo para cada acceso de cada una de las intersecciones; por lo tanto, si en una vialidad se generan tres movimientos por acceso, esta vialidad tendrá tres rutas por las cuales los vehículos se moverán a lo largo de la red vial. Un ejemplo de ruta vehicular se presenta en la Figura 4-4

Figura 4-4 Rutas vehiculares en una intersección



Fuente. Elaboración propia en base a imagen del software VISSIM 2015

De la misma manera que los aforos vehiculares, las rutas vehiculares en las intersecciones varían con respecto al intervalo de simulación, y por lo tanto el modelo no depende de promedios o volúmenes proporcionales estimados.

#### **4.1.1.12 Controles operativos**

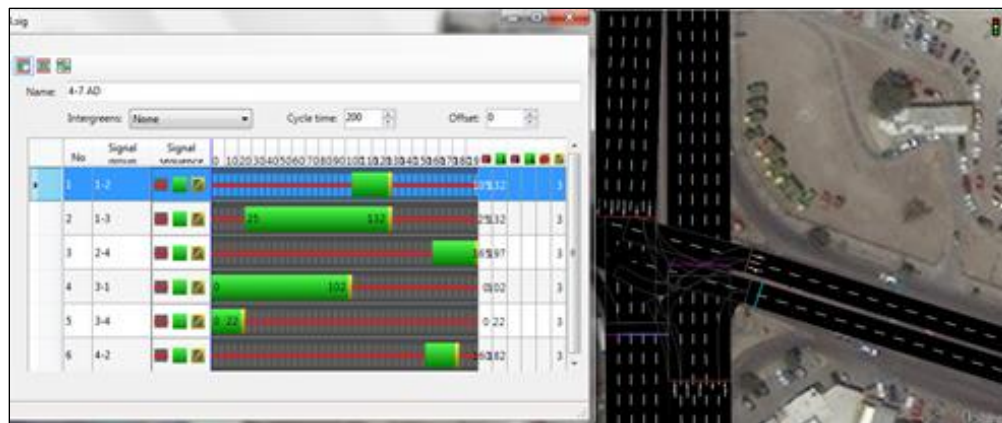
Con la demanda (volumen vehicular) y oferta (infraestructura vial) definidas, el modelo de microsimulación requirió la integración de los elementos de control que permitan distribuir de manera ordenada y ajustada a la realidad los viajes realizados en toda la red vial representada. Mediante estos controles operativos se establecieron las normas que los vehículos deben atender dentro de la red para conservar en todo momento un flujo que

represente las condiciones actuales. Para efectos específicos del presente estudio, se utilizaron los siguientes elementos de control.

#### 4.1.1.12.1 Programación semafórica

Dada la existencia de intersecciones semaforizadas dentro del área de estudio se incluyeron en el modelo las fases y tiempos de semáforos que fueron montadas al modelo como se muestra en la Figura 4-5.

Figura 4-5 Programa de señales importado al software VISSIM



Fuente. Elaboración propia en base a imagen del software VISSIM 2015

#### 4.1.1.13 Zonas de reducción de velocidad

Esta herramienta permite simular aquellas zonas de la malla vial donde debido a la configuración geométrica (curvas, rampas de acceso), la presencia de señalamiento preventivo o reductores de velocidad (topes, presencia de peatones, paradas de rutas de transporte público, etc.), tienen los vehículos que reducir su velocidad de manera considerable, sin ser el semáforo o la congestión vehicular de las vialidades.

En la siguiente figura se muestra como ejemplo la zona de reducción de velocidad considerada en los accesos a un cruce.

Figura 4-6 Zonas de reducción de velocidad



Fuente. Elaboración propia en base a imagen del software VISSIM 2015

#### 4.1.1.14 Calibración del modelo

Después de cargar todos los elementos del modelo de microsimulación tales como: número de carriles, reglas de prioridad, paradas de transporte público, reducción de velocidades en curvas, semáforos, entre otros, se inicia el proceso de calibración, el cual permite ajustar los parámetros del modelo de seguimiento vehicular con respecto a las condiciones observadas en campo para obtener resultados apegados a la realidad.

Esta calibración solamente ajusta los parámetros en los que se basa el modelo de microsimulación, y no modifica o altera las características de la oferta y la demanda del modelo. La calibración del modelo se realizó mediante la comparación de las colas vehiculares observadas en campo, con respecto a las colas vehiculares presentadas en el modelo de microsimulación y la comparación del número de vehículos contabilizados en cada intersección analizada.

Los volúmenes representados del modelo fueron comparados con los volúmenes aforados en campo, buscando tener un rango de diferencia +/- 5%. Dicho rango es considerado como aceptable para términos de microsimulación, haciendo que el modelo se aproxime a la operación que actualmente tiene las intersecciones. La calibración del modelo es un proceso iterativo donde la microsimulación se corre varias veces y se ajustan los parámetros para obtener resultados lo más cercanos a la realidad. El proceso termina cuando las colas vehiculares en el modelo de microsimulación son similares a las observadas en campo.

#### **4.1.1.15 Análisis y evaluación de escenarios en situación actual**

En este apartado se analizó toda la información recabada, tanto documental como de campo, a través del software de microsimulación especializado en tránsito VISSIM, cuyos resultados permiten evaluar las condiciones de operación de la red. En primer lugar se analizó la vialidad (oferta) y su interacción con el volumen vehicular actual (demanda), considerando el crecimiento natural de los viajes en los distintos escenarios a futuro considerados, ya que no es suficiente garantizar un adecuado funcionamiento de los proyectos solo para el año de inicio. Con toda la información se desarrolló el modelo de simulación contemplando todas las características físicas y operacionales de cada una de las intersecciones y vialidades consideradas en el presente estudio, como son:

- Las características geométricas actuales
- Los flujos de tránsito cuantificados en los aforos, considerando la composición vehicular de vehículos y los movimientos direccionales.
- Los tiempos de ciclo y las fases de los semáforos de las intersecciones semaforizadas.
- La existencia de estacionamiento en la vía pública, tomando en cuenta solo los carriles que son utilizados efectivamente por el flujo vehicular.
- La ubicación de rutas y paradas del transporte público de pasajeros.

A continuación se describen los resultados que se obtienen del análisis a diferentes horizontes, realizado desde dos enfoques distintos, como lo es el vehicular y el peatonal, considerando las condiciones actuales de la infraestructura.

#### **4.1.1.16 Niveles de servicio año 2015 (situación actual)**

Los resultados de la evaluación de la situación actual permiten conocer las condiciones operativas actuales del flujo peatonal y del flujo vehicular, identificando para ambos casos las intersecciones y/o movimientos con problemas de circulación. Los niveles de servicio, son el parámetro operativo por medio del cual se califica el grado de comodidad y eficiencia de la operación de los flujos.

#### **4.1.1.17 Niveles de servicio vehiculares para el año 2015 (Situación Actual)**

En la siguiente tabla se muestran los datos que arroja el programa de cómputo después de ingresar toda la información de oferta y demanda actual; los resultados corresponden a todas las intersecciones que forman parte de la red vial y aparecen en el mismo orden en que se han estado estudiando. Los niveles de servicio se presentan con el código de colores establecido en el numeral 3.1.1.5 para facilitar la identificación de la eficiencia en cada caso.

Tabla 4-7 Niveles de servicio vehiculares (situación actual)

Estación	Vol	Delay	NS
1-1	832	0.90	A
1-2	920	0.69	A
1-2A	582	0.80	A
1-3	947	1.57	A
1-3A	879	0.32	A
1-4	129	0.43	A
1-5	154	0.06	A
1-5b	205	0.36	A
1-6	923	28.83	C
1-7	1,773	19.16	B
1-7a	600	0.31	A
1-8	1,507	16.11	B
1-9	1,015	13.36	B
2-1	1,119	16.60	B
2-1a	784	0.67	A
2-2	979	10.57	B
2-2a	590	0.25	A
2-3	976	12.09	B
2-3a	451	0.11	A
2-4	1,065	8.53	A
2-4a	768	0.39	A
2-5	1,051	24.49	C
2-5a	744	0.25	A
3-1	2,317	99.18	F
3-2	2,133	16.04	B
3-3	4,013	100.96	F
3-4	4,972	57.34	E
3-5	3,049	51.86	D
3-6	3,141	29.00	C
3-7	4,113	29.44	C
3-8	1,985	9.79	A
3-9	2,688	38.06	D
4-1	1,965	11.54	B
4-2	1,305	201.64	F
4-3	1,596	103.37	F
4-4	1,833	123.10	F
4-5	2,692	89.18	F
4-6	3,055	116.64	F
4-7	3,615	120.30	F
4-8	3,738	21.20	C
4-9	4,609	0.93	A
4-10	4,487	2.30	A
4-11	4,168	0.27	A
5-1	4,077	8.36	A
5-2	3,569	22.54	C
5-3	4,179	98.72	F
5-4	4,076	64.48	F
5-5	3,761	44.18	E
5-6	3,818	99.94	F
5-7	3,484	91.63	F
5-8	4,181	38.72	D
5-9	3,933	52.25	D
5-10	3,987	57.68	E
5-11	3,175	62.35	E
5-12	3,562	55.19	E



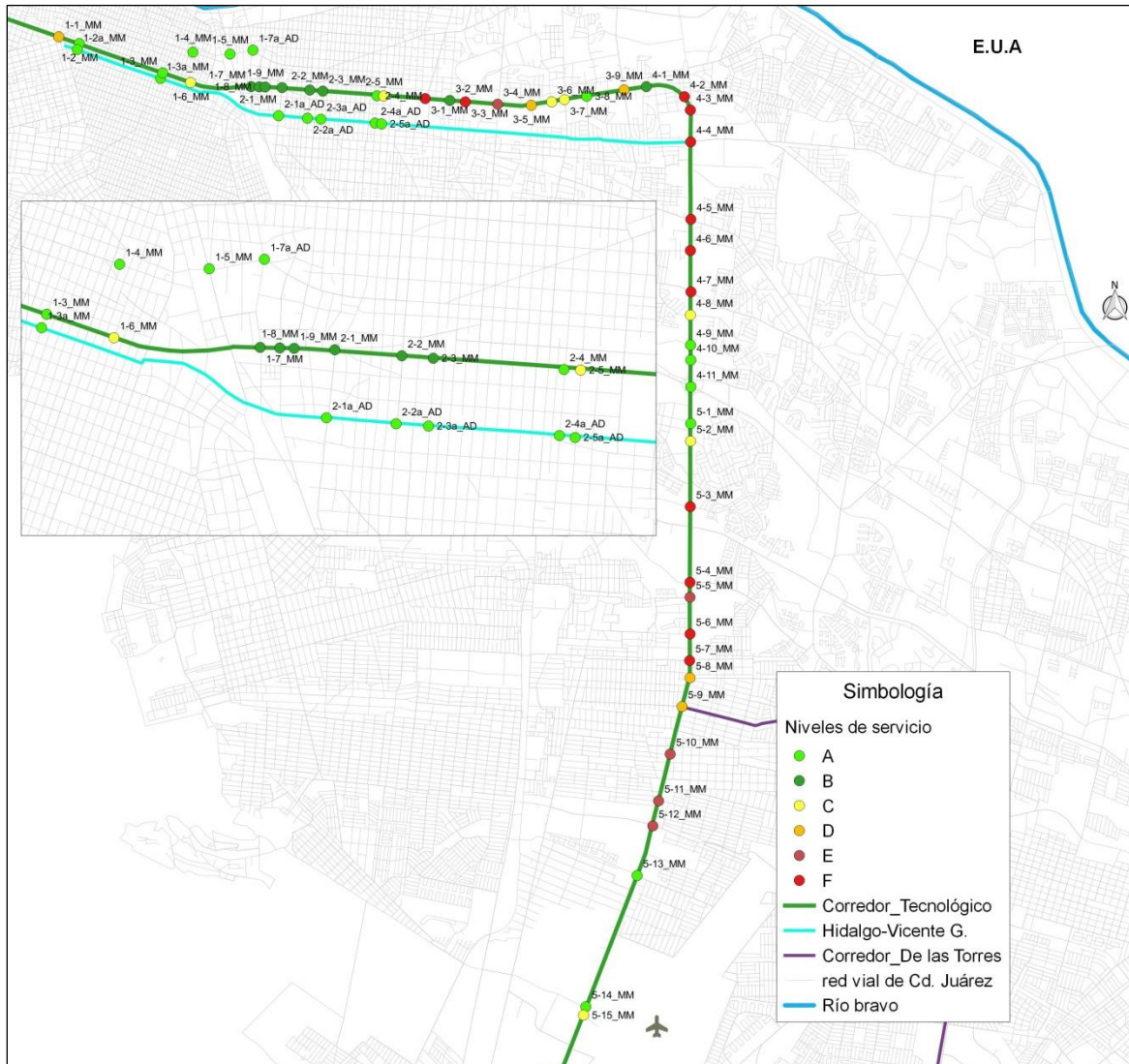
Estación	Vol	Delay	NS
5-13	2,110	0.19	A
5-14	2,318	0.33	A
5-15	2,328	24.74	C
<b>Total General</b>	<b>319,064</b>	<b>35.82</b>	<b>E</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

En los resultados observamos que del tramo de Helio hacia el centro antes del puente vehicular, las intersecciones muestran un nivel de servicio "A" excepto en Melchor Ocampo la cual su nds es "C". A partir de la Intersección de Lerdo hacia Av. Américas todas las vialidades que cruzan en Av. 16 de septiembre o en Av. Vicente Guerrero muestran niveles de servicio entre "A y B", menos la intersección 2-5 que su nds es "C". A partir de Av. Américas hasta Av. De la Raza los niveles de servicio comienzan a mostrar calificaciones más variadas entre intersecciones, solo en Av. Paseo del Triunfo de la República y Lago de Pátzcuaro se presenta un nds "A", todas las demás varía su nivel de servicio de "B" a "F", predominando el nivel de servicio "F" en seis intersecciones. Otros niveles de servicio que destacan por nds altos son los que se ubican sobre Av. Tecnológico a partir de Ramón Rivera Lara hasta Blvd. Zaragoza los cuales registran nds entre "D y F".

En general el corredor obtiene una calificación de nivel de servicio "E", lo cual indica que la vialidad está comprometida a no sufrir ninguna interrupción del tráfico ya que no tiene la capacidad de disipar cualquier congestión menor. Cabe recordar que estos niveles de servicio solo se representan en la hora de máxima demanda. A continuación se presentan los niveles de servicio sobre el corredor y las intersecciones complementarias.

Figura 4-7 Niveles de servicio vehiculares del corredor Tecnológico (estado actual)



Fuente. Elaboración Propia 2015

En la imagen anterior se visualizan los nds sobre las distintas intersecciones en donde se pueden identificar puntos conflictivos en la HMD. Las intersecciones con nds "F" son las que presentan filas vehiculares, en este caso estas filas son generadas por que la capacidad estimada ha sido rebasada.

#### 4.1.1.1 Niveles de servicio vehiculares con proyecto (alternativa 2)

La alternativa 2 del proyecto BRT ya se ha mencionado anteriormente, es el BRT circulando por carriles laterales preferenciales. Con esta característica principal del BRT sobre el corredor es que se presenta la siguiente evaluación del tránsito.

Tabla 4-8 Niveles de servicio vehiculares (alternativa 2)

Estación	Vol	Delay	NS
1-1	774	0.78	A
1-2	856	0.55	A
1-2A	566	0.72	A
1-3	891	1.22	A
1-3A	864	0.30	A
1-4	129	0.43	A
1-5	154	0.06	A
1-5b	205	0.36	A
1-6	814	27.24	C
1-7	1619	20.42	C
1-7a	600	0.31	A
1-8	1341	17.20	B
1-9	839	13.73	B
2-1	939	17.46	B
2-1a	784	0.66	A
2-2	784	9.75	A
2-2a	488	10.79	B
2-3	762	13.71	B
2-3a	424	0.21	A
2-4	832	9.88	A
2-4a	534	28.66	D
2-5	793	22.15	C
2-5a	606	0.22	A
3-1	1902	109.73	F
3-2	1642	15.30	B
3-3	3237	146.69	F
3-4	3734	98.79	F
3-5	2315	139.33	F
3-6	2631	86.56	F
3-7	3298	44.41	D
3-8	1720	9.96	A
3-9	2303	43.21	D
4-1	1625	31.32	C
4-2	963	277.00	F
4-3	1234	113.32	F
4-4	2187	108.30	F
4-5	2654	71.79	F
4-6	2730	99.25	F
4-7	3673	117.19	F
4-8	3667	59.97	E
4-9	4350	1.09	A
4-10	4344	1.02	A
4-11	4032	0.30	A
5-1	3953	9.27	A
5-2	3497	21.78	C
5-3	4164	108.41	F
5-4	3910	74.99	F
5-5	3585	56.93	F

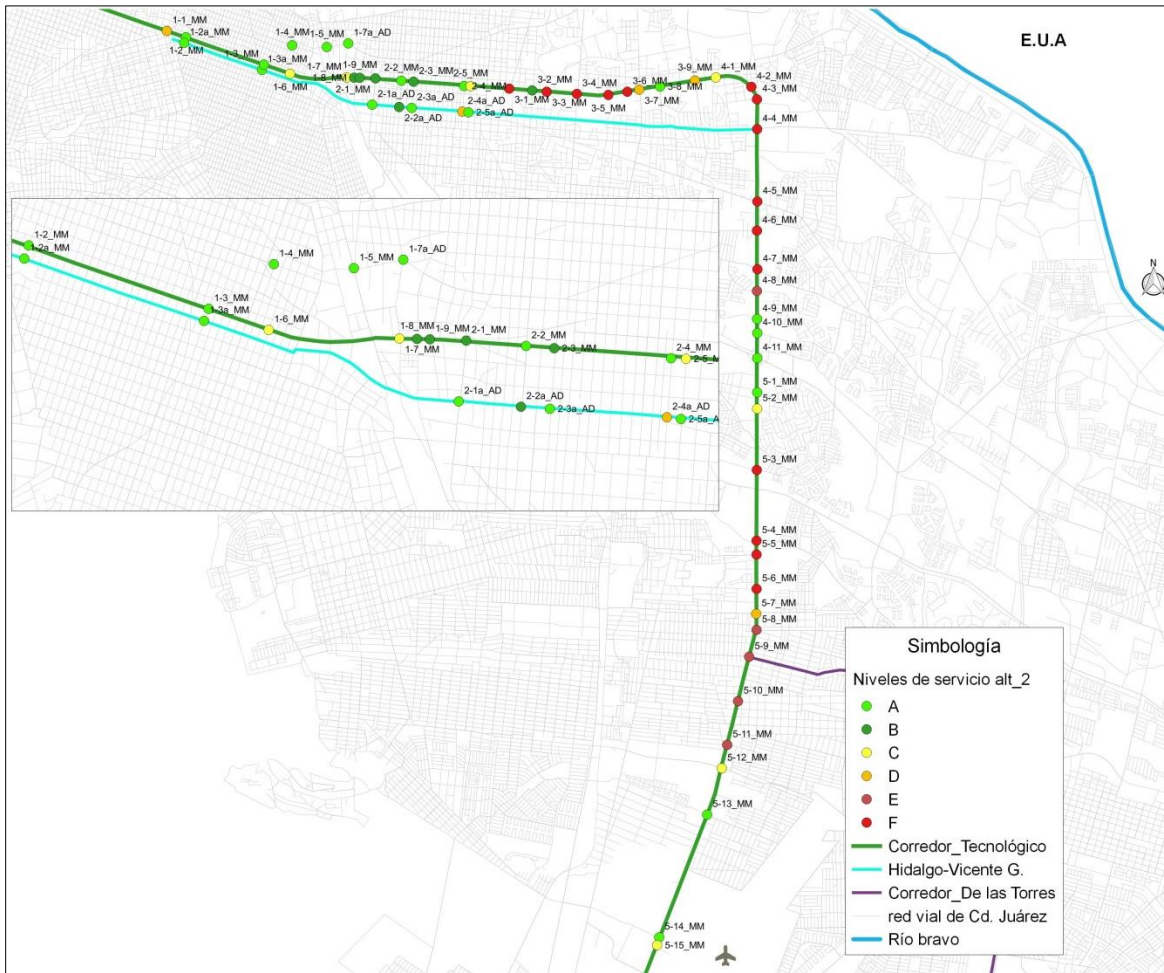
Estación	Vol	Delay	NS
5-6	4047	93.80	F
5-7	3807	42.99	D
5-8	4251	55.32	E
5-9	4368	55.53	E
5-10	4327	56.46	E
5-11	3964	55.81	E
5-12	4920	22.61	C
5-13	2467	0.18	A
5-14	2583	0.34	A
5-15	2565	24.67	C
<b>Total general</b>	<b>313123</b>	<b>38.45</b>	<b>E</b>

Fuente. Elaboración propia 2015

La evaluación de las intersecciones en la zona centro muestran un cambio antes y después de salir del puente vehicular ubicado sobre Av. 16 de septiembre, las intersecciones de Lerdo y Melchor Ocampo sus nds califican como "C". En la zona de Av. Paseo del Triunfo de la República entre Av. Américas y Av. Del Charro los nds suben su en general lo cual indica que se agudiza el tránsito en la zona. La curva de San Lorenzo se mantiene con los mismos niveles que en la situación actual la cual tiene niveles entre "C" y "F". A partir de Ramón Rivera Lara hacia Blvd. Zaragoza los niveles de servicio se encuentran entre "C" y "F". Ya la parte final del corredor en la zona del aeropuerto se mantiene entre nds de "A" y "C".

En general el corredor Tecnológico con la alternativa 2 del BRT obtiene un nivel de servicio "E" manteniendo esta misma calificación como en la situación actual. A continuación se presentan los niveles de servicio sobre el corredor y las intersecciones complementarias.

Figura 4-8 Niveles de servicio vehiculares del corredor Tecnológico (alternativa 2)



Fuente. Elaboración propia 2015

En el pequeño recuadro observamos más a detalle el cambio antes mencionado de la intersección 1-6 y la 1-7, ubicadas antes y después del paso vehicular, la intersección 1-7 es la que muestra un cambio de su nds con comparación a la situación actual. En general el corredor se mantiene con la misma calificación.

#### 4.1.1.2 Niveles de servicio vehiculares con proyecto (alternativa 3)

La alternativa 3 del proyecto BRT también descrita anteriormente, es el BRT circulando por carriles centrales exclusivos. Con esta característica principal del BRT sobre el corredor es que se presenta la siguiente evaluación del tránsito. A continuación se muestran los resultados obtenidos del Microsimulador.

Tabla 4-9 Niveles de servicio vehiculares (alternativa 3)

Estación	Vol	Delay	NS
1-1	786	0.89	A
1-2	878	0.55	A
1-2A	566	0.78	A
1-3	917	1.41	A
1-3A	867	0.28	A
1-4	129	0.43	A
1-5	154	0.06	A
1-5b	205	0.36	A
1-6	837	24.18	C
1-7	1771	19.59	B
1-7a	600	0.31	A
1-8	1514	16.90	B
1-9	1034	14.46	B
2-1	1143	15.80	B
2-1a	784	0.90	A
2-2	1033	11.47	B
2-2a	618	0.52	A
2-3	1031	11.51	B
2-3a	453	0.11	A
2-4	1143	7.72	A
2-4a	787	0.39	A
2-5	1134	25.36	C
2-5a	746	0.22	A
3-1	2186	130.99	F
3-2	2243	31.30	C
3-3	4159	101.80	F
3-4	4458	68.45	E
3-5	3253	39.38	D
3-6	3450	28.19	C
3-7	4533	30.40	C
3-8	2391	14.04	B
3-9	3397	29.06	C
4-1	2908	6.68	A
4-2	4276	34.49	C
4-3	4727	2.08	A
4-4	7943	36.19	E
4-5	5992	65.62	F
4-6	5587	46.26	E
4-7	6085	67.27	F
4-8	5414	35.91	D
4-9	6273	21.97	C
4-10	6095	3.83	A
4-11	5769	0.71	A
5-1	5828	10.16	B
5-2	5564	13.11	B
5-3	6638	48.98	E
5-4	6026	12.33	B
5-5	5327	2.89	A
5-6	5125	51.61	F
5-7	4447	63.86	E
5-8	4556	41.89	D
5-9	4541	54.55	D
5-10	4533	57.17	E
5-11	4133	49.07	D
5-12	5128	1.37	A

Estación	Vol	Delay	NS
5-13	2481	0.20	A
5-14	2589	0.28	A
5-15	2565	23.80	C
<b>Total general</b>	<b>419626</b>	<b>24.36</b>	<b>C</b>

Fuente. Elaboración propia 2015

En comparación con la situación actual y la alternativa dos esta opción de BRT es la que muestra una mejor calificación general.

En la las intersecciones ubicadas antes y después del puente vehicular de Av. 16 de septiembre vuelven a mostrar niveles de servicio iguales que en la situación actual "B y C" respectivamente. Los nds en el tramo de Av. Américas a Av. Del Charro sobre Av. Paseo del Triunfo de la República mejoran al bajar su calificación en algunas intersecciones. La zona de la curva de San Lorenzo (4-1 a 4-5) muestra una disminución de los nds mejorando en algunas intersecciones su calificación. Un cambio significativo es el que se da en la intersección de Blvd. Zaragoza la cual con esta alternativa obtiene una calificación "A". En la zona del aeropuerto muestran los mismos niveles de servicio que en las evaluaciones anteriores. A continuación se presentan los niveles de servicio sobre el corredor y las intersecciones complementarias.

Figura 4-9 4-10 Niveles de servicio vehiculares del corredor Tecnológico (alternativa 3)



Fuente. Elaboración propia 2015

Se la figura anterior se observa como existe un mejoramiento de los nds sobre la curva de San Lorenzo, la intersección de Av. De la Raza es la que se mantiene con el mismo nivel de servicio en las tres evaluaciones

Como se mencionó anteriormente, la calificación general del corredor con esta alternativa es la mejor que las otras opciones obteniendo un nds "C".

A continuación se muestra la tabla resumen con las tres evaluaciones distintas.

Tabla 4-10 Resumen de niveles de servicio

Estación	NS_SA	NS_Alt 2	NS_Alt 3
1-1	A	A	A
1-2	A	A	A
1-2A	A	A	A
1-3	A	A	A
1-3A	A	A	A
1-4	A	A	A
1-5	A	A	A
1-5b	A	A	A
1-6	C	C	C
1-7	B	C	B
1-7a	A	A	A
1-8	B	B	B
1-9	B	B	B
2-1	B	B	B
2-1a	A	A	A
2-2	B	A	B
2-2a	A	B	A
2-3	B	B	B
2-3a	A	A	A
2-4	A	A	A
2-4a	A	D	A
2-5	C	C	C
2-5a	A	A	A
3-1	F	F	F
3-2	B	B	C
3-3	F	F	F
3-4	E	F	E
3-5	D	F	D
3-6	C	F	C
3-7	C	D	C
3-8	A	A	B
3-9	D	D	C
4-1	B	C	A
4-2	F	F	C
4-3	F	F	A
4-4	F	F	E
4-5	F	F	F
4-6	F	F	E
4-7	F	F	F
4-8	C	E	D
4-9	A	A	C
4-10	A	A	A
4-11	A	A	A
5-1	A	A	B



Estación	NS_SA	NS_Alt 2	NS_Alt 3
5-2	C	C	B
5-3	F	F	E
5-4	F	F	B
5-5	E	F	A
5-6	F	F	F
5-7	F	D	E
5-8	D	E	D
5-9	D	E	D
5-10	E	E	E
5-11	E	E	D
5-12	E	C	A
5-13	A	A	A
5-14	A	A	A
5-15	C	C	C
<b>Total general</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>C</b>

Fuente. Elaboración propia 2015

La tabla anterior nos muestra los resultados de las tres alternativas, se pueden observar directamente en las intersecciones que muestran mejoras o cambios negativos.

## 5 CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CORREDOR

### 5.1 Levantamiento de la Vía

En este apartado se describe el estado físico actual de las vialidades considerando el siguiente contenido:

- Longitud de la vía
- Geometría de la sección
- Ubicación de semáforos y tiempos de fases
- Sentidos de circulación de calles transversales del corredor
- Número de carriles
- Inventario de señales horizontales y verticales
- Ubicación de otros dispositivos de control de tránsito
- Reporte del estado físico de pavimentos

Este análisis comprende la elaboración de 33 planos. El primer plano es uno general donde se visualiza el trazo del corredor existente y propuesto, ciertos puntos de interés, así como el inventario total de señalización y el estado general de pavimentos. Los 32 planos restantes corresponden a la organización de los sectores (10) establecidos en el corredor. La subdivisión de sector es de 360 a 370 ml. según sea el caso, a los cuales se les denomina cuadrantes. Considerando la longitud del corredor, que va de la Calle Helio al acceso del Aeropuerto, nos arrojan 54 cuadrantes representados en la cantidad de planos mencionada. Los cuadrantes están compuestos de la siguiente manera:

#### Sector 1

1.1)	C. Helio a C. Circonio	Plano AA1-LVI-001
1.2)	C. Circonio a C. Barrio	Plano AA1-LVI-001
1.3)	C. Barrio a C. Zinc	Plano AA1-LVI-002
1.4)	C. Zinc a C. Plata	Plano AA1-LVI-002
1.5)	C. Plata a C. Manuel Altamirano	Plano AA1-LVI-003
1.6)	C. Manuel Altamirano a C. Ignacio Mariscal	Plano AA1-LVI-003
1.7)	C. Ignacio Mariscal a C. Juárez	Plano AA1-LVI-004

#### Sector 2

2.1)	C. Juárez a C. Lerdo	Plano AA2-LVI-005
2.2)	C. Lerdo a C. Bartolomé de las Casas	Plano AA2-LVI-005
2.3)	C. Bartolomé de las Casas a C. Guatemala	Plano AA2-LVI-006
2.4)	C. Guatemala a C. Colombia	Plano AA2-LVI-006

2.5) C. Colombia a Costa Rica Plano AA2-LVI-007

### Sector 3

3.1) C. Costa Rica a Gregorio M. Solís Plano AA3-LVI-008  
3.2) C. Gregorio M. Solís a C. Juan Escutia Plano AA3-LVI-008  
3.3) C. Juan Escutia a Francisco Márquez Plano AA3-LVI-009  
3.4) C. Francisco Márquez a López Mateos Plano AA3-LVI-009  
3.5) C. López Mateos a Platón Plano AA3-LVI-010

### Sector 4

4.1) C. Platón a C. Lara Leos Plano AB4-LVI-011  
4.2) C. Lara Leos a Lago de Patzcuaro Plano AB4-LVI-011  
4.3) C. Lago de Patzcuaro a C. del Ranchito Plano AB4-LVI-012  
4.4) C. del Ranchito a Clemente Orozco Plano AB4-LVI-012  
4.5) C. Clemente Orozco a C. Estebanico Plano AB4-LVI-013

### Sector 5

5.1) C. Estebanico a C. Pedro de Gante Plano AB5-LVI-014  
5.2) C. Pedro de Gante a C. Vicente Guerrero Plano AB5-LVI-014  
5.3) C. Vicente Guerrero a C. Oriente Poniente Plano AB5-LVI-015  
5.4) C. Oriente Poniente a C. Plan de Ayala Plano AB5-LVI-015  
5.5) C. Plan de Ayala a C. del Sabinal Plano AB5-LVI-016

### Sector 6

6.1) C. del Sabinal a C. Pedro Rosales de León Plano BC6-LVI-017  
6.2) C. Pedro Rosales de León a C. Labranza Plano BC6-LVI-017  
6.3) C. Labranza a C. Aguirre Laredo Plano BC6-LVI-018  
6.4) C. Aguirre Laredo a Av. Ejército Nacional Plano BC6-LVI-018  
6.5) Av. Ejército Nacional a C. Juan Kepler Plano BC6-LVI-019

### Sector 7

7.1) C. Juan Kepler a C. Agua Caliente Plano BC7-LVI-020  
7.2) C. Agua Caliente a C. Valle del Rodano Plano BC7-LVI-020  
7.3) C. Valle del Rodano a C. Rincón del Valle Plano BC7-LVI-021  
7.4) C. Rincón del Valle a C. Ramón Rivera L. Plano BC7-LVI-021  
7.5) C. Ramón Rivera L. a Av. Teófilo Borunda Plano BC7-LVI-022

### Sector 8

8.1)	Av. Teófilo Borunda a C. Meneses Hoyos	Plano BD8-LVI-023
8.2)	C. Meneses Hoyos a C. Conejos	Plano BD8-LVI-023
8.3)	C. Conejos a C. Cesáreo Santos	Plano BD8-LVI-024
8.4)	C. Cesáreo Santos a C. Loma Azul	Plano BD8-LVI-024
8.5)	C. Loma Azul a C. Tonatzin	Plano BD8-LVI-025

### Sector 9

9.1)	C. Tonatzin a C. Nezahualpilli	Plano BD9-LVI-026
9.2)	C. Nezahualpilli a C. Zacatecas	Plano BD9-LVI-026
9.3)	C. Zacatecas a C. Tercera	Plano BD9-LVI-027
9.4)	C. Tercera a C. Montes Himalaya	Plano BD9-LVI-027
9.5)	C. Montes Himalaya a Blvd. Zaragoza	Plano BD9-LVI-028

### Sector 10

10.1)	Blvd. Zaragoza a C. Indonesia	Plano BD10-LVI-029
10.2)	C. Indonesia a C. Parral	Plano BD10-LVI-029
10.3)	C. Parral a C. Cienfuegos	Plano BD10-LVI-030
10.4)	C. Cienfuegos a Aeropuerto privado	Plano BD10-LVI-030
10.5)	Aeropuerto privado	Plano BD10-LVI-031
10.6)	Aeropuerto privado a C. Barranco Azul	Plano BD10-LVI-031
10.7)	C. Barranco Azul a Acceso a Aeropuerto	Plano BD10-LVI-032

## 5.2 Identificación, registro y ubicación de instalaciones de infraestructura en la trayectoria del corredor

Se analizan los diferentes tipos de infraestructura existente tanto subterránea como aérea, considerando las siguientes instalaciones:

- Hidráulicas
- Sanitarias
- Telefónicas
- Tubería de Pemex
- Gas natural
- Otras

Este análisis comprende la elaboración de 64 planos, 32 para infraestructura subterránea y 32 para la aérea. De igual forma corresponden a la organización de

los sectores establecidos en el corredor. Los cuadrantes están compuestos de la siguiente manera:

<b>Sector 1</b>	<b>Subterránea</b>	<b>Aérea</b>
1.1) C. Helio a C. Circonio	Plano AA1-INF-001	AA1-INF-033
1.2) C. Circonio a C. Barrio	Plano AA1-INF-001	AA1-INF-033
1.3) C. Barrio a C. Zinc	Plano AA1-INF-002	AA1-INF-034
1.4) C. Zinc a C. Plata	Plano AA1-INF-002	AA1-INF-034
1.5) C. Plata a C. Manuel Altamirano	Plano AA1-INF-003	AA1-INF-035
1.6) C. M. Altamirano a C. I. Mariscal	Plano AA1-INF-003	AA1-INF-025
1.7) C. Ignacio Mariscal a C. Juárez	Plano AA1-INF-004	AA1-INF-036

<b>Sector 2</b>	<b>Subterránea</b>	<b>Aérea</b>
2.1) C. Juárez a C. Lerdo	Plano AA2-INF-005	AA2-INF-037
2.2) C. Lerdo a C. B. de las Casas	Plano AA2-INF-005	AA2-INF-037
2.3) C. B. de las Casas a C. Guatemala	Plano AA2-INF-006	AA2-INF-038
2.4) C. Guatemala a C. Colombia	Plano AA2-INF-006	AA2-INF-038
2.5) C. Colombia a Costa Rica	Plano AA2-INF-007	AA2-INF-039

<b>Sector 3</b>	<b>Subterránea</b>	<b>Aérea</b>
3.1) C. Costa Rica a G. M. Solís	Plano AA3-INF-008	AA3-INF-040
3.2) C. G. M. Solís a C. Juan Escutia	Plano AA3-INF-008	AA3-INF-040
3.3) C. Juan Escutia a Fco. Márquez	Plano AA3-INF-009	AA3-INF-041
3.4) C. Fco. Márquez a López Mateos	Plano AA3-INF-009	AA3-INF-041
3.5) C. López Mateos a Platón	Plano AA3-INF-010	AA3-INF-042

<b>Sector 4</b>	<b>Subterránea</b>	<b>Aérea</b>
4.1) C. Platón a C. Lara Leos	Plano AB4-INF-011	AB4-INF-043
4.2) C. Lara Leos a Lago de Patzcuaro	Plano AB4-INF-011	AB4-INF-043
4.3) C. L. de Patzcuaro a C. del Ranchito	Plano AB4-INF-012	AB4-INF-044
4.4) C. del Ranchito a C. Orozco	Plano AB4-INF-012	AB4-INF-044
4.5) C. C. Orozco a C. Estebanico	Plano AB4-INF-013	AB4-INF-045

<b>Sector 5</b>	<b>Subterránea</b>	<b>Aérea</b>
5.1) C. Estebanico a C. Pedro de Gante	Plano AB5-INF-014	AB5-INF-046
5.2) C. Pedro de Gante a C. V. Guerrero	Plano AB5-INF-014	AB5-INF-046
5.3) C. V. Guerrero a C. Ote-Pte	Plano AB5-INF-015	AB5-INF-047
5.4) C. Ote-Pte a C. Plan de Ayala	Plano AB5-INF-015	AB5-INF-047

5.5) C. Plan de Ayala a C. Sabinal Plano AB5-INF-016 AB5-INF-048

**Sector 6****Subterránea****Aérea**

6.1) C. Sabinal a C. Rosales de León Plano BC6-INF-017 BC6-INF-049  
6.2) C. Rosales de León a C. Labranza Plano BC6-INF-017 BC6-INF-049  
6.3) C. Labranza a C. Aguirre Laredo Plano BC6-INF-018 BC6-INF-050  
6.4) C. Aguirre Laredo a Av. Ejército N. Plano BC6-INF-018 BC6-INF-050  
6.5) Av. Ejército N. a C. Juan Kepler Plano BC6-INF-019 BC6-INF-051

**Sector 7****Subterránea****Aérea**

7.1) C. Juan Kepler a C. Agua Caliente Plano BC7-INF-020 BC7-INF-052  
7.2) C. Agua Caliente a C. V.del Rodano Plano BC7-INF-020 BC7-INF-052  
7.3) C. V. del Rodano a C. R. del Valle Plano BC7-INF-021 BC7-INF-053  
7.4) C. R. del Valle a C. Ramón Rivera Plano BC7-INF-021 BC7-INF-053  
7.5) C. Ramón Rivera a Av. T. Borunda Plano BC7-INF-022 BC7-INF-054

**Sector 8****Subterránea****Aérea**

8.1) Av. T. Borunda a C. Meneses Hoyos Plano BD8-INF-023 BD8-INF-055  
8.2) C. Meneses Hoyos a C. Conejos Plano BD8-INF-023 BD8-INF-055  
8.3) C. Conejos a C. Cesáreo Santos Plano BD8-INF-024 BD8-INF-056  
8.4) C. Cesáreo Santos a C. Loma Azul Plano BD8-INF-024 BD8-INF-056  
8.5) C. Loma Azul a C. Tonatzin Plano BD8-INF-025 BD8-INF-057

**Sector 9****Subterránea****Aérea**

9.1) C. Tonatzin a C. Nezahualpilli Plano BD9-INF-026 BD9-INF-058  
9.2) C. Nezahualpilli a C. Zacatecas Plano BD9-INF-026 BD9-INF-058  
9.3) C. Zacatecas a C. Tercera Plano BD9-INF-027 BD9-INF-059  
9.4) C. Tercera a C. Montes H. Plano BD9-INF-027 BD9-INF-059  
9.5) C. Montes H. a Blvd. Zaragoza Plano BD9-INF-028 BD9-INF-060

**Sector 10****Subterránea****Aérea**

10.1) Blvd. Zaragoza a C. Indonesia Plano BD10-INF-029 BD10-INF-061  
10.2) C. Indonesia a C. Parral Plano BD10-INF-029 BD10-INF-061  
10.3) C. Parral a C. Cienfuegos Plano BD10-INF-030 BD10-INF-062  
10.4) C. Cienfuegos a Aeropuerto privado Plano BD10-INF-030 BD10-INF-062  
10.5) Aeropuerto privado Plano BD10-INF-031 BD10-INF-063

- 10.6) Aeropuerto privado a C. Barranco A. Plano BD10-INF-031 BD10-INF-063  
10.7) C. Barranco A. a Aeropuerto Plano BD10-INF-032 BD10-INF-064

### **5.3 Sondeo representativo de la calidad del pavimento del corredor seleccionado por tramos de 500 metros, utilizando ensayo no destructivo**

Se llevaron a cabo 29 sondeos a cielo abierto del tipo PCA con retroexcavadora en todo lo largo del corredor, a cada 500 metros. De estos sondeos se obtuvieron muestras alteradas representativas de cada uno de los estratos encontrados para ser analizadas en el laboratorio. Además se realizaron 5 pruebas de placa a lo largo del tramo.

Ver anexo de mecánica de suelos, elaborado por Laboratorio de Estudios Integrales de Ciudad Juárez S.C.

### **5.4 Levantamiento topográfico de cadenamiento del corredor con referencia a un banco de nivel fijo**

Por el momento se cuenta con el levantamiento sobre la av. Tecnológico de Blvd. Zaragoza a la calle Platón en Paseo Triunfo de la República, a reserva de la definición del trazo.

### **5.5 Levantamiento topográfico de las secciones transversales del corredor de paramiento a paramiento.**

Se complementara con la definición del trazo.

### **5.6 Identificación, registro y ubicación del mobiliario urbano de la zona de influencia del corredor**

Se considera mobiliario urbano al conjunto de objetos y piezas de equipamiento instalados en la vía pública. En el análisis se identificó el siguiente mobiliario: bolardos, teléfono público, arboles, parada de transporte público, bancas, basureros, jardineras, y monumentos.

Este análisis comprende la elaboración de 33 planos. El primer plano es uno general donde se visualiza el trazo del corredor existente y propuesto, ciertos puntos de interés, así como el inventario total del mobiliario urbano. Los 32 planos

restantes corresponden a la organización de los sectores establecidos en el corredor, donde se identifica, registra y ubica el mobiliario urbano existente. Lo cual comprende desde la Calle Helio hasta el Aeropuerto, pasando por la Av. 16 de Septiembre, Paseo Triunfo de la República y Av. Tecnológico. Los cuadrantes están compuestos de la siguiente manera:

### Sector 1

1.1)	C. Helio a C. Circonio	Plano AA1-MOU-001
1.2)	C. Circonio a C. Bario	Plano AA1-MOU-001
1.3)	C. Bario a C. Zinc	Plano AA1-MOU-002
1.4)	C. Zinc a C. Plata	Plano AA1-MOU-002
1.5)	C. Plata a C. Manuel Altamirano	Plano AA1-MOU-003
1.6)	C. Manuel Altamirano a C. Ignacio Mariscal	Plano AA1-MOU-003
1.7)	C. Ignacio Mariscal a C. Juárez	Plano AA1-MOU-004

### Sector 2

2.1)	C. Juárez a C. Lerdo	Plano AA2-MOU-005
2.2)	C. Lerdo a C. Bartolomé de las Casas	Plano AA2-MOU-005
2.3)	C. Bartolomé de las Casas a C. Guatemala	Plano AA2-MOU-006
2.4)	C. Guatemala a C. Colombia	Plano AA2-MOU-006
2.5)	C. Colombia a Costa Rica	Plano AA2-MOU-007

### Sector 3

3.1)	C. Costa Rica a Gregorio M. Solís	Plano AA3-MOU-008
3.2)	C. Gregorio M. Solís a C. Juan Escutia	Plano AA3-MOU-008
3.3)	C. Juan Escutia a Francisco Márquez	Plano AA3-MOU-009
3.4)	C. Francisco Márquez a López Mateos	Plano AA3-MOU-009
3.5)	C. López Mateos a Platón	Plano AA3-MOU-010

### Sector 4

4.1)	C. Platón a C. Lara Leos	Plano AB4-MOU-011
4.2)	C. Lara Leos a Lago de Patzcuaro	Plano AB4-MOU-011
4.3)	C. Lago de Patzcuaro a C. del Ranchito	Plano AB4-MOU-012
4.4)	C. del Ranchito a Clemente Orozco	Plano AB4-MOU-012
4.5)	C. Clemente Orozco a C. Estebanico	Plano AB4-MOU-013

### Sector 5

5.1)	C. Estebanico a C. Pedro de Gante	Plano AB5-MOU-014
------	-----------------------------------	-------------------



- 5.2) C. Pedro de Gante a C. Vicente Guerrero Plano AB5-MOU-014
- 5.3) C. Vicente Guerrero a C. Oriente Poniente Plano AB5-MOU-015
- 5.4) C. Oriente Poniente a C. Plan de Ayala Plano AB5-MOU-015
- 5.5) C. Plan de Ayala a C. del Sabinal Plano AB5-MOU-016

### Sector 6

- 6.1) C. del Sabinal a C. Pedro Rosales de León Plano BC6-MOU-017
- 6.2) C. Pedro Rosales de León a C. Labranza Plano BC6-MOU-017
- 6.3) C. Labranza a C. Aguirre Laredo Plano BC6-MOU-018
- 6.4) C. Aguirre Laredo a Av. Ejército Nacional Plano BC6-MOU-018
- 6.5) Av. Ejército Nacional a C. Juan Kepler Plano BC6-MOU-019

### Sector 7

- 7.1) C. Juan Kepler a C. Agua Caliente Plano BC7-MOU-020
- 7.2) C. Agua Caliente a C. Valle del Rodano Plano BC7-MOU-020
- 7.3) C. Valle del Rodano a C. Rincón del Valle Plano BC7-MOU-021
- 7.4) C. Rincón del Valle a C. Ramón Rivera L. Plano BC7-MOU-021
- 7.5) C. Ramón Rivera L. a Av. Teófilo Borunda Plano BC7-MOU-022

### Sector 8

- 8.1) Av. Teófilo Borunda a C. Meneses Hoyos Plano BD8-MOU-023
- 8.2) C. Meneses Hoyos a C. Conejos Plano BD8-MOU-023
- 8.3) C. Conejos a C. Cesáreo Santos Plano BD8-MOU-024
- 8.4) C. Cesáreo Santos a C. Loma Azul Plano BD8-MOU-024
- 8.5) C. Loma Azul a C. Tonatzin Plano BD8-MOU-025

### Sector 9

- 9.1) C. Tonatzin a C. Nezahualpilli Plano BD9-MOU-026
- 9.2) C. Nezahualpilli a C. Zacatecas Plano BD9-MOU-026
- 9.3) C. Zacatecas a C. Tercera Plano BD9-MOU-027
- 9.4) C. Tercera a C. Montes Himalaya Plano BD9-MOU-027
- 9.5) C. Montes Himalaya a Blvd. Zaragoza Plano BD9-MOU-028

### Sector 10

- 10.1) Blvd. Zaragoza a C. Indonesia Plano BD10-MOU-029
- 10.2) C. Indonesia a C. Parral Plano BD10-MOU-029
- 10.3) C. Parral a C. Cienfuegos Plano BD10-MOU-030

10.4)	C. Cienfuegos a Aeropuerto privado	Plano BD10-MOU-030
10.5)	Aeropuerto privado	Plano BD10-MOU-031
10.6)	Aeropuerto privado a C. Barranco Azul	Plano BD10-MOU-031
10.7)	C. Barranco Azul a Acceso a Aeropuerto	Plano BD10-MOU-032

## 5.7 Levantamiento de intersecciones principales de la red vial del corredor

En la trayectoria del corredor, existe una gran cantidad de intersecciones, esto debido a la extensión con la que cuenta el corredor, sin embargo no todas son consideradas principales. La razón por la cual se denominan de esa forma, es debido a que existen una cantidad de elementos que las distinguen. Se consideran los siguientes aspectos como indicadores:

- Cruce semafórico
- Vueltas izquierda permitidas (semaforizadas y no semaforizadas)
- Intersección o paso de rutas alimentadoras
- Intersección de ciclorutas (según Plan de Movilidad Ciclista)
- Puntos de interés
- Paso a desnivel vehicular (elevado o deprimido)
- Puente peatonal
- Incidentes de tránsito

De esta manera se logró identificar 52 intersecciones principales, que cuentan con los suficientes indicadores para ser sometidas a análisis. A cada intersección le corresponde un plano, por ello son 52 planos con el siguiente contenido:

- Geometría de la sección
- Sentidos de circulación
- Ubicación de semáforos y sus tiempos de fases
- Inventario de señales horizontales y verticales
- Zona de estacionamiento permitido
- Paradas de transporte público
- Estado físico de pavimentos
- Sección transversal

Las intersecciones son las siguientes:

### Sector 1

1.1)	C. Helio	Plano AA1-LIN-001
1.2)	C. Cadmio	Plano AA1-LIN-002

- 1.3) C. Fierro Plano AA1-LIN-003
- 1.4) C. Oro Plano AA1-LIN-004
- 1.5) C. Ignacio Aldama Plano AA1-LIN-005

## Sector 2

- 2.1) C. Melchor Ocampo Plano AA2-LIN-006
- 2.2) C. Lerdo Plano AA2-LIN-007
- 2.3) C. Ramón Corona Plano AA2-LIN-008
- 2.4) C. Constitución Plano AA2-LIN-009
- 2.5) C. 5 de Mayo Plano AA2-LIN-010
- 2.6) C. Bolivia Plano AA2-LIN-011
- 2.7) C. Honduras Plano AA2-LIN-012
- 2.8) C. Costa Rica Plano AA2-LIN-013

## Sector 3

- 3.1) C. Paraguay Plano AA3-LIN-014
- 3.2) C. Gregorio M. Solís Plano AA3-LIN-015
- 3.3) Av. Américas Plano AA3-LIN-016
- 3.4) C. Fernando Montes de Oca Plano AA3-LIN-017
- 3.5) C. Francisco Márquez Plano AA3-LIN-018
- 3.6) C. Adolfo López Mateos Plano AA3-LIN-019
- 3.7) C. Adolfo de la Huerta Plano AA3-LIN-020

## Sector 4

- 4.1) C. Lara Leos Plano AB4-LIN-021
- 4.2) C. Plutarco Elías Calles Plano AB4-LIN-022
- 4.3) C. Lago de Patzcuaro Plano AB4-LIN-023
- 4.4) Av. Del Charro Plano AB4-LIN-024
- 4.5) C. Fray Junípero Sierra Plano AB4-LIN-025

## Sector 5

- 5.1) C. Pedro de Gante Plano AB5-LIN-026
- 5.2) Av. Vicente Guerrero Plano AB5-LIN-027
- 5.3) Av. De la Raza Plano AB5-LIN-028

## Sector 6

- 6.1) C. Simón Barba Plano BC6-LIN-029

6.2) C. Pedro Rosales de León Plano BC6-LIN-030

### Sector 7

7.1) Av. Ejército Nacional Plano BC7-LIN-031  
7.2) C. Golondrina Plano BC7-LIN-032  
7.3) C. Agua Caliente Plano BC7-LIN-033  
7.4) C. Valle del Rodano Plano BC7-LIN-034  
7.5) C. Ramón Rivera Lara Plano BC7-LIN-035  
7.6) Av. Teófilo Borunda Plano BC7-LIN-036

### Sector 8

8.1) Av. Pedro Meneses Hoyos Plano BD8-LIN-037  
8.2) C. Cesáreo Santos Plano BD8-LIN-038  
8.3) C. Loma Azul Plano BD8-LIN-039  
8.4) C. Independencia Plano BD8-LIN-040  
8.5) C. Morelia Plano BD8-LIN-041

### Sector 9

9.1) Av. Clouthier Plano BD9-LIN-042  
9.2) C. Guadalupe Plano BD9-LIN-043  
9.3) C. Centeno Plano BD9-LIN-044  
9.4) C. Cerro de la plata Plano BD9-LIN-045  
9.5) C. del Granjero Plano BD9-LIN-046  
9.6) C. Nueva Zelanda Plano BD9-LIN-047  
9.7) Blvd. Zaragoza Plano BD9-LIN-048

### Sector 10

10.1) C. Indonesia Plano BD10-LIN-049  
10.2) C. Camargo Plano BD10-LIN-050  
10.3) C. José de Iturrigaray Plano BD10-LIN-051  
10.4) Aeropuerto Plano BD10-LIN-052

## 5.8 Dimensionamiento de isletas de canalización o protección

Es considerado parte del levantamiento topográfico, con el que se cuenta de Blvd. Zaragoza a calle Platón. Se complementara con la definición del trazo.

## 5.9 Estudio de estacionamiento permitido en la zona de influencia

El estudio refleja la cantidad de estacionamiento que existe tanto en el corredor directamente como en la zona de influencia determinada. Se analiza la cantidad de metros cuadrados de cada estacionamiento existente, asignándole la tipología que le corresponde según su uso de suelo. Existen áreas de estacionamiento permitido el cual puede ser público o privado.

- Centro Histórico

Se diferencia el centro histórico, por la importancia que representa para la ciudad, aunado a esto es la única zona que cuenta con parquímetros. Existen 72 lotes los cuales suman la cantidad de 100,820.50 m2 de superficie. El 43% de la totalidad de metros cuadrados de estacionamiento es utilizado para el turismo.

Tabla 5-1 Estacionamiento permitido en zona centro

Zona centro	Parquímetros	No. de lotes	M2
Vivienda y servicios	0	0	0
Vivienda y comercio	91	11	4,097.60
Comercio y abasto	237	16	11,453.10
Servicios y equipamiento	63	8	5,887.70
Administrativa	0	7	36,531.10
Turística	258	30	42,851.00
<b>Sumatoria</b>	<b>649</b>	<b>72</b>	<b>100,820.50</b>

Fuente. IMIP

Figura 5-1 Estacionamiento permitido



Fuente. Elaboración propia, 2015

- Resto del corredor

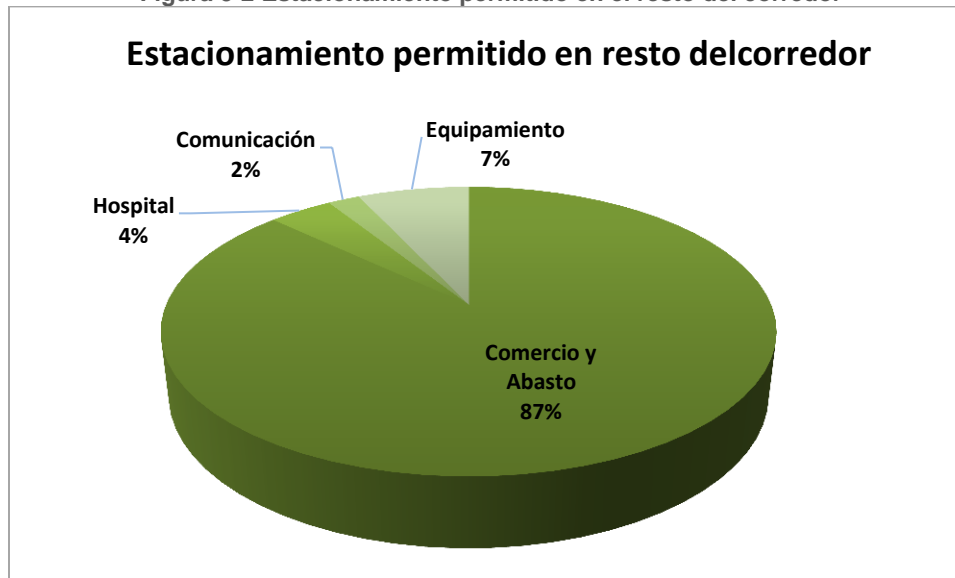
Para el resto del corredor, existen ciertos estacionamientos de índole privada, los cuales son puestos a análisis para este proyecto, debido a la conexión directa que tienen con el corredor, pudieran ser útiles para la funcionalidad del BRT. Predomina con un 87% los estacionamientos comerciales que en su gran mayoría están ubicados sobre Paseo Triunfo de la República, y Av. Tecnológico.

Tabla\_5.2 Estacionamiento permitido en el resto del corredor

Corredor	No. De lotes	M2	%
Comercio y Abasto	16	240,974.00	87%
Hospital	3	10,591.00	4%
Comunicación	1	6,869.00	2%
Equipamiento	2	18,804.00	7%
<b>Sumatoria</b>	<b>22</b>	<b>277,238.00</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 5-2 Estacionamiento permitido en el resto del corredor



Fuente. Elaboración propia, 2015

## 5.10 Inventario del mobiliario urbano

El mobiliario urbano que existe en el corredor, está fuertemente identificado en las avenidas Paseo Triunfo de la República con el 38% y la Av. Tecnológico con el 49%. El 13% restante le corresponde a la Av. 16 de Septiembre.

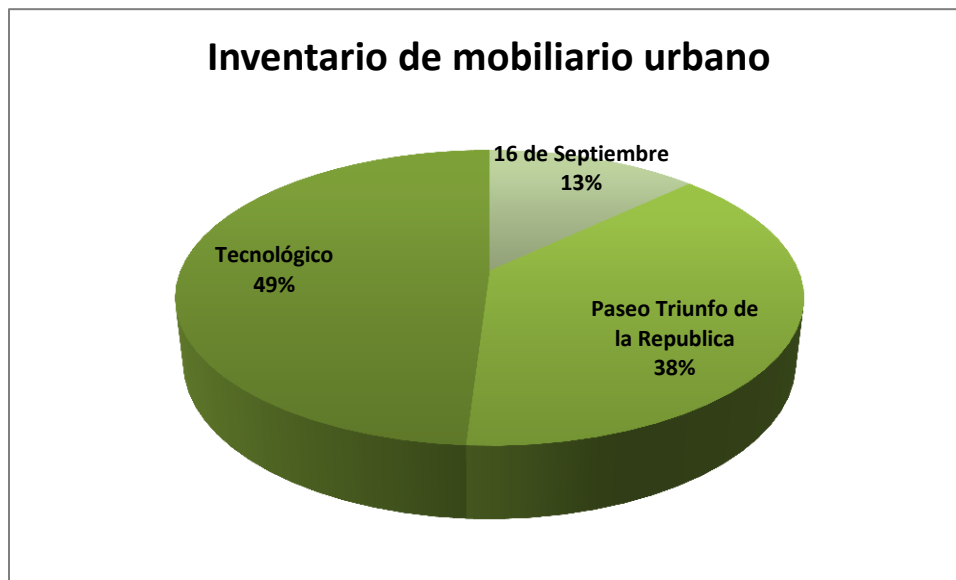
En la siguiente tabla se muestra el inventario, con la sumatoria de mobiliario urbano por avenida, así como la totalidad de cada elemento.

**Tabla 5-2 Inventario de mobiliario urbano**

Mobiliario	16 de Septiembre	Paseo Triunfo de la Republica	Tecnológico	Sumatoria
Bolardo	163	49	201	<b>413</b>
Teléfono público	35	52	24	<b>111</b>
Árbol	71	379	853	<b>1,303</b>
Parada de autobús	6	24	13	<b>43</b>
Banca	9	153	9	<b>171</b>
Basurero	6	74	5	<b>85</b>
Jardinera/fosa	5	133	19	<b>157</b>
Monumento	0	0	3	<b>3</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>295</b>	<b>864</b>	<b>1,127</b>	<b>2,286</b>

Fuente. Levantamiento físico ENO-JUAREZ

**Figura 5-3 Grafico de distribución de mobiliario urbano**



Fuente. Elaboración propia, 2015

Todos los planos anteriormente mencionados se encuentran en el Anexo 2 del presente informe.

## 6 ANÁLISIS SOCIO-URBANO EN EL CORREDOR

### 6.1 Ubicación del corredor y su importancia en el contexto urbano y metropolitano

Ciudad Juárez, por su importancia en la región norte del país, es considerada por el Sistema Urbano Nacional (SUN)<sup>16</sup> como Zona Metropolitana por ser un centro urbano mayor a un millón de habitantes, principal receptor de población y centro industrial del estado de Chihuahua, así como generador de empleos de una región binacional.

El crecimiento urbano de Ciudad Juárez, ha presentado cambios en el área urbana, su población y la densidad misma de la ciudad. Una ciudad con desigualdades socio-espaciales, que mostró un acelerado crecimiento poblacional, que demandó vivienda, servicios y equipamientos, que se desarrolló con la incorporación del ejido al mercado de suelo, propiciando una ciudad extendida, un proceso de urbanización y de crecimiento urbano poco vinculado a las infraestructuras, equipamientos y sistemas de movilidad.

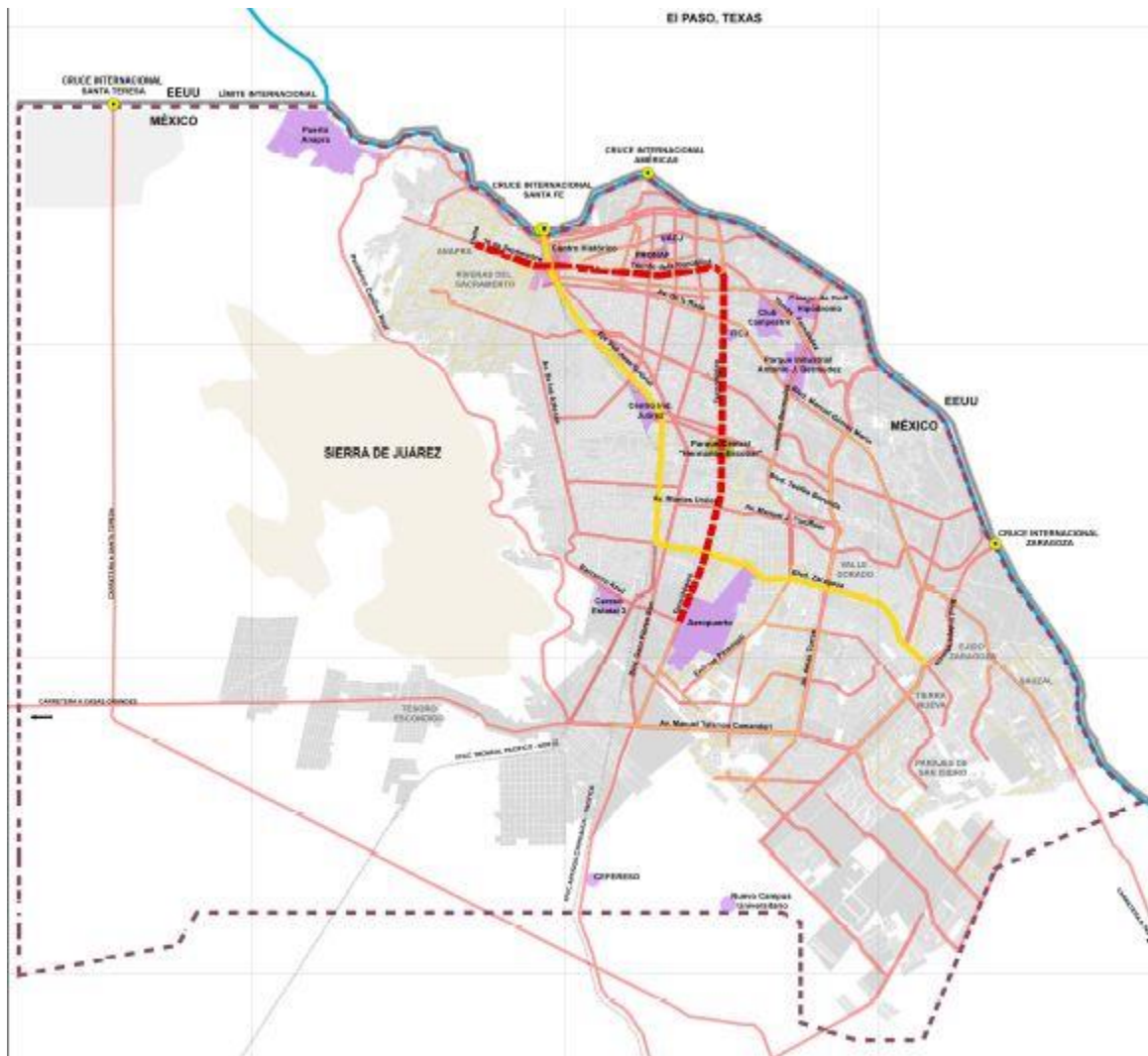
En este último aspecto, a nivel regional, se ha desarrollado un sistema de carreteras que conectan con las vías de acceso de la ciudad, carretera a Casas Grandes, carretera a Chihuahua y carretera al Porvenir, las cuales coinciden, en uno de los principales accesos, el cruce de la Av. Tecnológico con la Av. Manuel Talamas Camandari y su derivación, el Libramiento de Samalayuca, que conecta al norte con el Puente Fronterizo Jerónimo-Santa Teresa y se extiende por la línea fronteriza.

La Av. Tecnológico es el punto de acceso a nivel regional, es un corredor que atraviesa la ciudad en sentido norte-sur. En este sentido la importancia de Ciudad Juárez debe ir acompañado de la inclusión y aprovechamiento más eficiente de la capacidad instalada de infraestructura, equipamiento y servicios; de crecimiento más denso y compacto que favorezca la diversificación de usos de suelo y el sistema de transporte público. Ver Localización del Corredor en el ámbito metropolitano.

<sup>16</sup> Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012, SEDESOL



Figura 6-1 Localización del Corredor en el ámbito metropolitano.



Fuente. Elaboración propia, 2015

### 6.1.1 Ubicación del corredor en el ámbito urbano

El Corredor Tecnológico (CT) está conformado por la trayectoria de las vialidades Av.16 de Septiembre, Av. Triunfo de la República y Av. Tecnológico, partiendo de la calle Helio al norponiente de la ciudad hasta la avenida Barranco Azul, al sur, en las proximidades del Aeropuerto. Tiene una longitud aproximada de 20 kilómetros. A lo largo de su trayectoria cruza vialidades de primer orden como Av. Francisco Villa, De las Américas, Plutarco Elías Calles, Vicente Guerrero, Blvd. Manuel Gómez Morín, Av. Ejército Nacional, Av. Teófilo Borunda, Blvd. Manuel J. Cluthier, así como Av. Zaragoza, conectando las zonas de crecimiento al oriente y sur oriente con el centro de la ciudad, y que la convierte en un importante eje para el traslado de bienes, servicios y personas.

La trayectoria del CT, vincula importantes zonas con la ciudad, compuestas por equipamientos de servicio metropolitano orientados a la salud, la educación y recreación, así como conglomerados de comercio y servicios y de manera particular, el centro histórico.

El modelo actual de desarrollo de Ciudad Juárez se relaciona con el vehículo como medio de traslado de la población debido al esquema de crecimiento expansivo de ocupación del territorio que en el contexto de la movilidad genera traslados entre las zonas de crecimiento y los centros concentradores de empleo y de actividades comerciales, implicando un incremento progresivo del nivel de movilidad.

Esta condición determina la provisión de mejoras al esquema actual de transporte público que subsane las carencias en cuanto a su eficiencia y que contribuya a generar una alternativa real ante el uso del vehículo particular.

Cabe destacar que el nivel de motorización de Ciudad Juárez y su zona metropolitana muestra un índice de 1.46 vehículos por vivienda, es decir un vehículo por cada dos habitantes<sup>17</sup>, manifestándose en los más de 4 millones de viajes al día. Históricamente, el uso del transporte colectivo sobre el privado, ha pasado del 25% en 1996 al 22% en 2006, implicando un incremento en el número de vehículos que transitan por la ciudad.

Por su configuración vial, la avenida Tecnológico es considerada la segunda vialidad más importante después del eje Juan Gabriel en cuanto a transporte público y de personal se refiere, sin embargo es la vialidad que mayor aforo vehicular presenta durante el día, donde el transporte de personal representa un aporte importante de viaje en la ciudad.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano, el esquema de transporte público opera bajo esquemas de hombre-camión que atomizan la administración del servicio, al contar con amplio conglomerado de concesiones para brindar el servicio en cada ruta establecida.

Funcionalmente, las rutas operan teniendo como lugar de origen y destino el centro urbano, situación que provoca un esquema donde las rutas conforman trayectorias de tipo radial en la cual se van ampliando las coberturas en distancias y recorridos de las rutas hacia las zonas de crecimiento ubicadas al oriente y sur-oriente, de ello se desprende que la ciudad cuenta con 147 rutas de tipo urbano y tres suburbana con cobertura en el valle de Juárez.

La ubicación de recorrido del Corredor Troncal promueve la oportunidad de la consolidación de dos zonas específicas de la ciudad; una mediante la densificación y mejoramiento del entorno físico existentes, ubicada en la zona noroeste y la otra mediante la ocupación y desarrollo de la zona aeropuerto. Esto a través de la implementación de políticas y proyectos orientados al transporte, específicamente en la zona noroeste con

<sup>17</sup> Análisis de movilidad en la región de Ciudad Juárez, Plan de Desarrollo Urbano, Ciudad Juárez. 2010

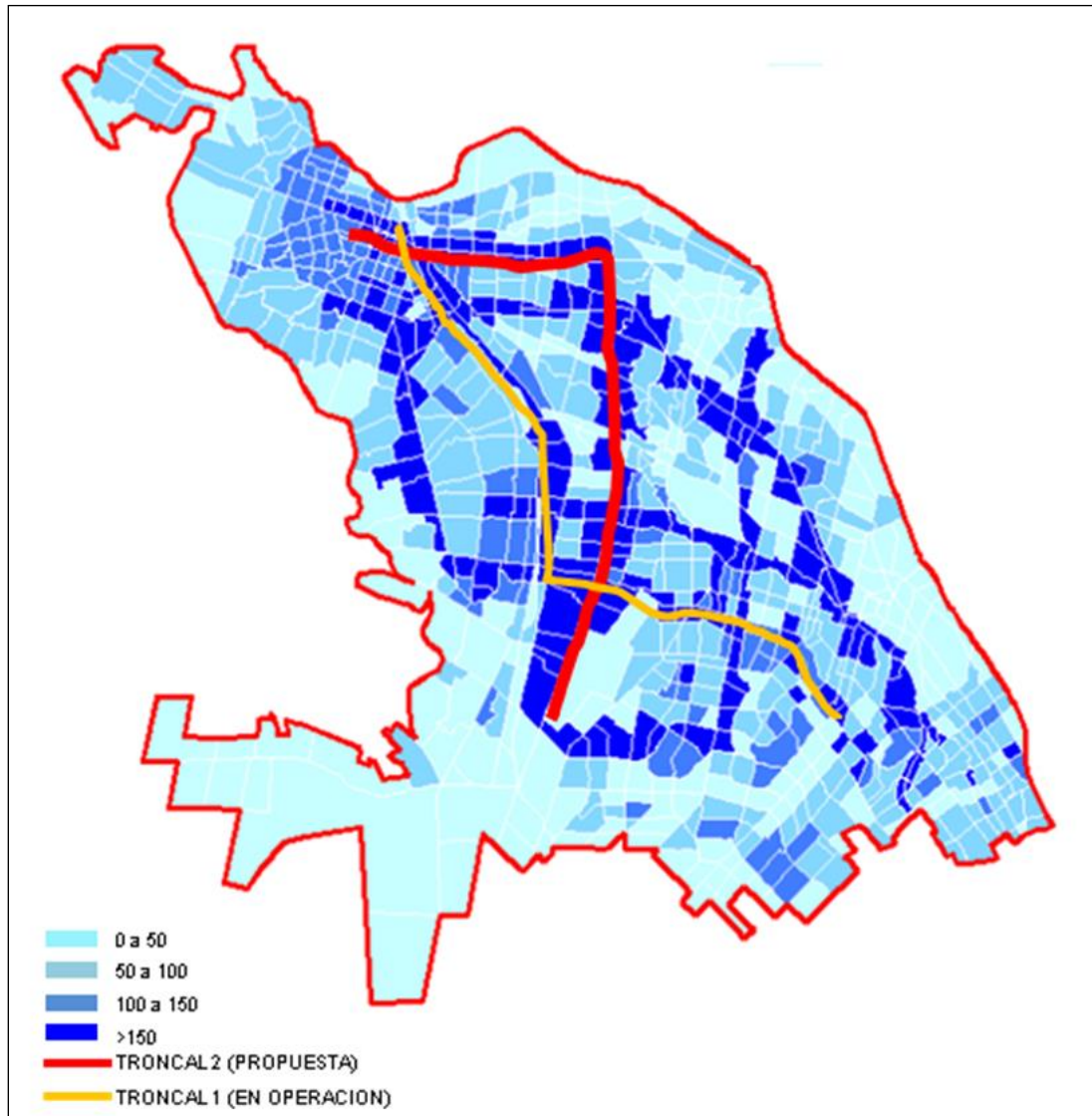
acciones de mejoramiento de barrios, así como el aprovechamiento de suelo subutilizado en el entorno del aeropuerto y a lo largo del corredor.

El PDU contempla una política de densificación en diversas zonas entre las que se encuentra la zona del aeropuerto y en general el corredor, lo cual incrementará la demanda. "Escenario de alta densidad: la alta densidad resulta de ubicar la futura población y el empleo idealmente dentro del mismo polígono donde se halla asentada la población actual; el mapa de la figura muestra tal superficie. La posibilidad de este escenario se fortalece ante una política de inversión pública para la adquisición de suelo desocupado o baldío para vivienda dentro de la mancha urbana actual, pero que aprovecharía la infraestructura existente de servicios y equipamiento; con esta política se incentiva asimismo la inversión privada dentro de esta superficie. En este escenario se tendría un densidad poblacional bruta de 63.6 habitantes/hectárea para 2025".

El proceso de urbanización reciente impone una serie de retos para avanzar hacia una distribución territorial de la población y sus actividades más equilibradas, bajo condiciones de equidad que reduzcan la marginación. Las características distintivas de Ciudad Juárez son el tamaño de población y las funciones que desempeña tanto para sí misma, como para su entorno. De ahí, qué la modalidad de desarrollo urbano guarda congruencia con el propósito de desarrollo para el mejoramiento de la calidad de vida de la población, orientado a la ocupación de zonas aptas para la realización de las actividades, y la generación de empleo, establecidos en el Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez.

Aprovechar las ventajas que ofrece una de las avenidas más largas de Cd. Juárez traería beneficios adicionales que se han manifestado en otras ciudades como reducción de tiempo de traslado en más del 40%, beneficios sociales al incorporar en las empresas operadoras del servicio de transporte a los concesionarios originales, reducción de accidentes viales en el corredor, infraestructura adecuada para adultos mayores y personas con discapacidad como rampas de acceso y guía táctil, mejora urbana y creación de zonas seguras en la vía pública al incorporar a las estaciones elementos de seguridad y sistemas de video vigilancia y semaforización, mejoramiento de la iluminación en las calles y el tránsito en general, mejoramiento ambiental por la sustitución de vehículos con más de 15 años de antigüedad y por el número de personas que han dejado de utilizar el vehículo privado para transportarse, considerado en los últimos años en 16.2 % de los pasajeros totales.

Figura 6-2 Localización del Corredor en el ámbito urbano.



Fuente. Elaboración propia, 2015

### 6.1.2 Infraestructura de servicios públicos y privados que requerirán atención especial en el diseño.

A lo largo del corredor Helio-Aeropuerto, existen diversos usos y destinos que por sus características y dimensiones, es posible que requieran de atención especial en el diseño del corredor, conformando una integración adecuada al sistema. Son lugares donde la movilidad y aglomeración urbana deberá de tomarse en cuenta en los análisis y proyectos que se desarrollen.

En la Zona Poniente, donde inicia el corredor, se encuentra un Centro de Barrio. Si bien es un equipamiento pequeño, no deja de ser un centro generador de actividad al que una parte de los usuarios podrá llegar en transporte público. Cuenta con servicios como, Jardín Vecinal, Oficinas de Desarrollo Social Municipal, Clínica de Primer Contacto del IMSS, Juegos Infantiles, Iglesia, Jardín de Niños, Escuela Primaria, Centro de Salud de Salubridad y diversos establecimientos comerciales.

En el cruce de 16 de Septiembre con Av. Francisco Villa, se encuentra el Centro Histórico, que representa el sitio generador de actividad más importante del recorrido y que será una parte fundamental en el diseño del CT; por otro lado, en este sitio el CT coincide con el CT 1 en operación, lo cual es un factor importante en el diseño del CT.

En la zona de 16 de Septiembre con Av. de las Américas, se han encontrado diversos equipamientos a ambos lados del corredor, los cuales se incorporarán al diseño del CT: la Escuela Secundaria Federal N° 1, el Parque Borunda, Estadio 20 de Noviembre y el Hospital General de Ciudad Juárez.

En la zona de Av. Paseo Triunfo de la República y Adolfo López Mateos se encuentran equipamientos y servicios como el Hospital de la Mujer del Sistema Estatal de Salud, el Centro Comercial Fábricas de Francia, la Escuela Primaria Abraham González y servicios como hoteles, comercios y bancos. A una cuadra del corredor la Zona Pronaf, también se encuentran varios equipamientos de gran importancia como el Museo de Arte de Ciudad Juárez, Plaza las Américas, el Hospital General de Zona N° 6 del IMSS y la Subdelegación Juárez II del IMSS, el Hospital General del ISSSTE Ciudad Juárez, la Cruz Roja Mexicana, el Centro Cultural Paso del Norte, la Librería Universitaria, el Centro de Convenciones y Comercio Exterior, El Colegio de Chihuahua y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

En la esquina de Av. Tecnológico y Vicente Guerrero se encuentra el centro comercial Soriana Hiper San Lorenzo y el Parque Industrial Vicente Guerrero.

En Av. Tecnológico y Av. de la Raza se encuentra el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, el Poder Judicial de la Federación, la Plaza Comercial Galerías y el Hospital Poli Plaza Médica.

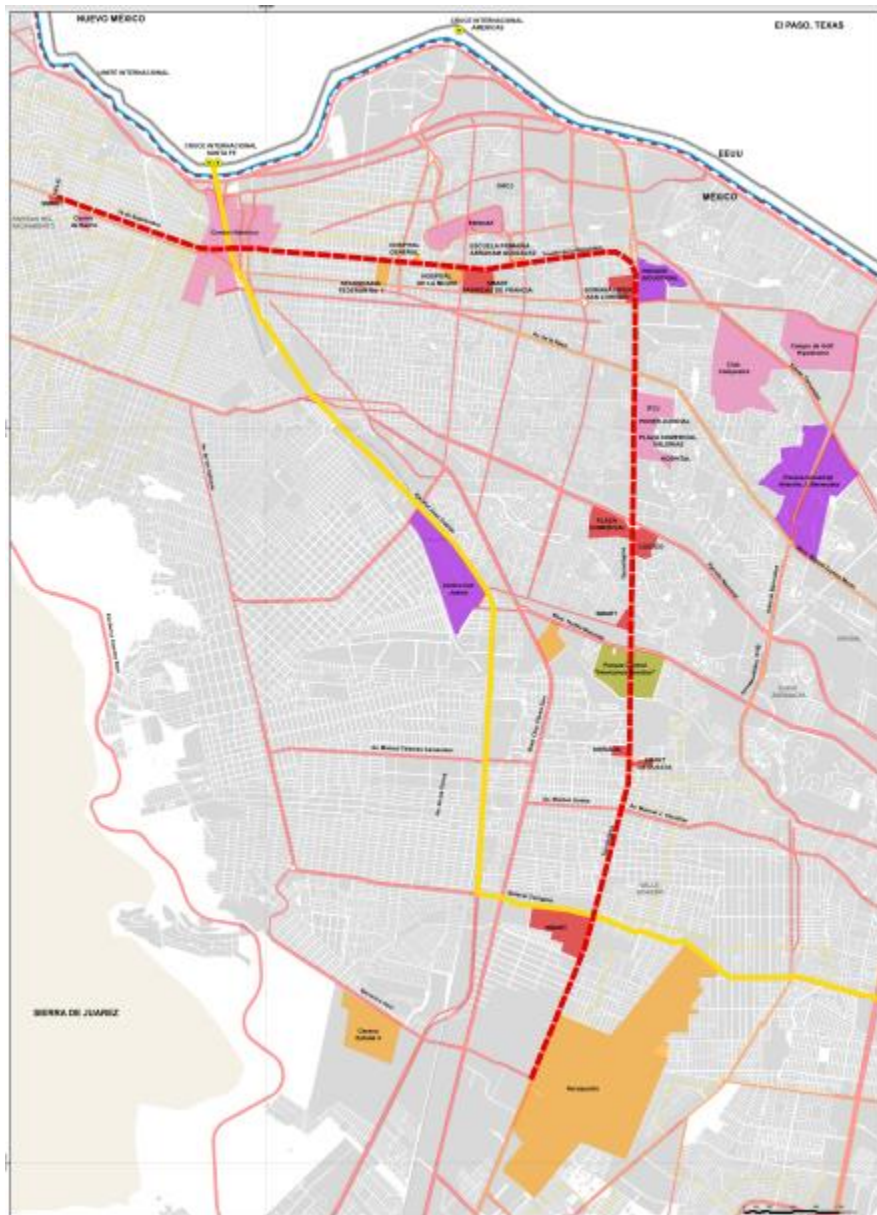
En Av. Tecnológico esquina Av. Ejército Nacional se encuentran grandes centros comerciales como Plaza Comercial Soriana, Home Depot, Centro Comercial Patio Panamericana, Costco Juárez, entre otros establecimientos comerciales de menor tamaño.

Continuando hacia el sur, existe una Plaza Comercial S-Mart Pradera Dorada en la esquina de la Av. Tecnológico y Ramón Rivera Lara, así como el Parque Central Hermanos Escobar y el Centro Deportivo de Esparcimiento en la esquina de Av. Tecnológico y Blvd. Teófilo Borunda, equipamientos que son generadores de actividad y

que deberán tomarse en cuenta en el diseño del CT. Continuando hacia el sur, muy cercano al Parque Central, en Cesáreo Santos y Av. Tecnológico se encuentra un Centro Comercial denominado Soriana La Cuesta y un Smart La Cuesta, ambos desarrollos generadores de actividad.

En Blvd. Zaragoza y Tecnológico, también se encuentra un Centro Comercial denominado S-Mart Aeropuerto y en la parte final del CT se encuentra el Aeropuerto, el cual es una infraestructura que se tomará en cuenta y se integrará al proyecto.

Figura 6-3 Localización del Corredor en el ámbito urbano



Fuente. Elaboración propia, 2015

### 6.1.3 Relación y conexión con otros sistemas de transporte

De acuerdo a la información recopilada en los estudios de campo se identificó que la relación del sistema de transporte convencional de Ciudad Juárez no está vinculado con el actual sistema Vivebús, no hay una interconexión entre ambos sistemas, lo que desarticula el transporte público colectivo.

## 6.2 Determinación de la zona de influencia del corredor

- Consideraciones preliminares.

El área de influencia del corredor Troncal (CT) está determinado con base en el eje de trazo conformado por las vialidades Av. 16 de Septiembre, Av. Triunfo de la República y su integración con Av. Tecnológico, en el tramo comprendido entre la calle Helio y la calle Barranco Azul. A partir de este eje vial se delimitan espacios colindantes a ambos lados del corredor configurando un polígono denominado Zona de Influencia del CT, sustentado en los siguientes criterios.

En la delimitación de la Zona de Influencia se consideró el esquema funcional de la estructura vial en torno al recorrido del CT, partiendo de una distancia de 250 m. a cada lado del corredor, ajustada por vialidades con jerarquía vial de tipo primaria, establecidas en el PDU<sup>18</sup>, que estructura funcionalmente la trayectoria del CT de sur a poniente, pasando por el Centro Histórico, vinculando durante el recorrido otras vialidades de primer orden mediante intersecciones o integraciones en nodos viales, como: Aeronáutica, Zaragoza, Blvd. Manuel J. Clouthier, Teófilo Borunda, Ejército Nacional, Manuel Gómez Morín, Plutarco Elías Calles, De las Américas, Francisco Villa, Vicente Guerrero, Blvd. Oscar Flores.

Por su vinculación directa con el uso y aprovechamiento del suelo urbano, se consideró la estructura urbana existente en la delimitación del área de influencia del CT, partiendo de la lotificación de los predios y propiedades colindantes al corredor, considerando sus dimensiones, su ubicación aislada o agrupada en manzanas, bloques o fraccionamientos con aprovechamiento urbano, terrenos subutilizados o baldíos.

El análisis particular de los elementos que se consideraron como criterio para determinar el área de influencia del Corredor Trocal, como son: usos de suelo, puntos de interés, características demográficas, contexto urbano y metropolitano del CT, aspectos normativos y de planeación, aparecen desglosados en los subtemas que componen el Diagnóstico urbano, donde pueden ser consultados para su apreciación particular.

Así mismo fue un criterio que se consideró en la definición del Zona de Influencia la caracterización del suelo de los predios existentes a lo largo del CT, en función del uso

<sup>18</sup> Plan de Desarrollo Urbano Ciudad Juárez, 2010; vigente.

que establece el Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez 2010 y del aprovechamiento urbano existente, tales como equipamiento, comercio, servicios, áreas verdes, equipamiento educativo y recreativo, deporte, salud, industria y vivienda, que permitiera incorporar zonas completas y homogéneas en lo posible.

El Equipamiento público, considerado en función de su localización y cobertura de servicio zonal y metropolitana con relación inmediata o vinculación funcional al eje del CT, de acuerdo al área de servicio normativo que guardan con respecto al servicio que brindan<sup>19</sup>, como son el Aeropuerto Internacional, en el rubro de transporte; de abasto metropolitano, como la Central de Abastos; de recreación, el Parque Central “Hermanos Escobar”; de educación, el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; de salud, Hospitales de Gobierno del Estado de Chihuahua, de Pensiones Civiles y Clínica de Medicina Familiar del IMSS, entre otros de nivel de servicio inferior o particulares.

El Comercio y los servicios identificando centros concentradores de actividades económicas de diversas categorías de servicio, dimensión y agrupación para establecimientos comerciales tales como: centro comercial, plaza comercial, centros de servicio, grandes establecimientos y pequeños establecimientos aislados o agrupados de manera intermitente que se ubican en colindancia inmediata al CT o cercanos al mismo.

Los Centros concentradores de empleo, donde por su emplazamiento, el CT se constituye en uno de los ejes viales urbanos que vincula los núcleos industriales existentes en Ciudad Juárez con el sistema regional de carreteras para el traslado de servicios, insumos y manufacturas y que por su naturaleza económica se constituyen como centros concentradores de empleo y puntos de destino en los traslados de parte de la población económicamente activa local. En este contexto funcional se consideran aquellos centros industriales vinculados física y funcionalmente de manera inmediata con la trayectoria del CT.

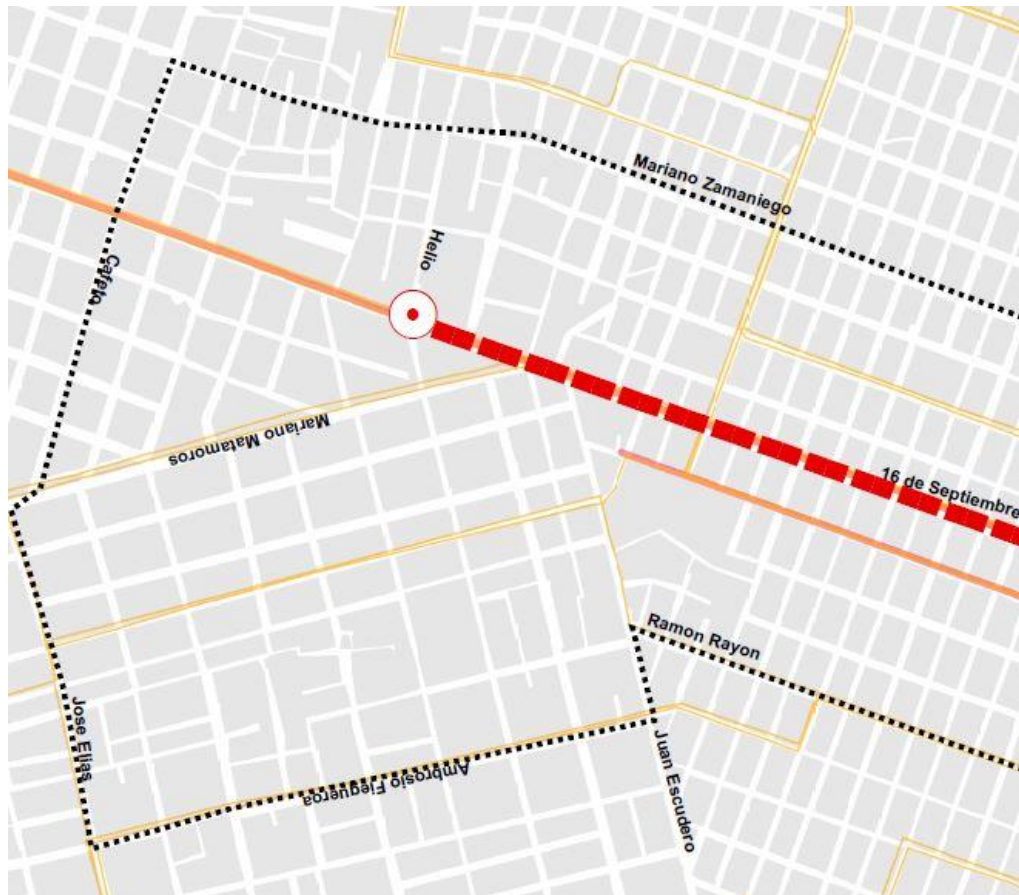
Caracterización del área de influencia del Corredor Tecnológico.

El área de influencia hacia el poniente del Corredor Troncal con su punto de inicio en la calle Helio, se emplaza en un entorno compuesto por zonas habitacionales de media densidad caracterizadas por tener vivienda de autoconstrucción, de precaria a poco terminada, en una zona poco consolidada con existencia de baldíos y espacios subutilizados, provista de equipamientos de nivel barrial entre los que se encuentran una Clínica del IMSS, Jardín de niños, Escuela Primaria, Oficinas de Gobierno Estatal, Parque de barrio, así como la presencia de comercio sobre el corredor urbano de la 16 de septiembre para el servicio de la zona. Ver Figura 6-4 Delimitación del área de influencia al poniente del Corredor Tecnológico.

<sup>19</sup> Análisis de cobertura territorial a partir de los radios de servicio para equipamiento urbano. Normas de Dosificación de Equipamiento Urbano: SEDESOL.



Figura 6-4 Delimitación del área de influencia al poniente del Corredor Tecnológico

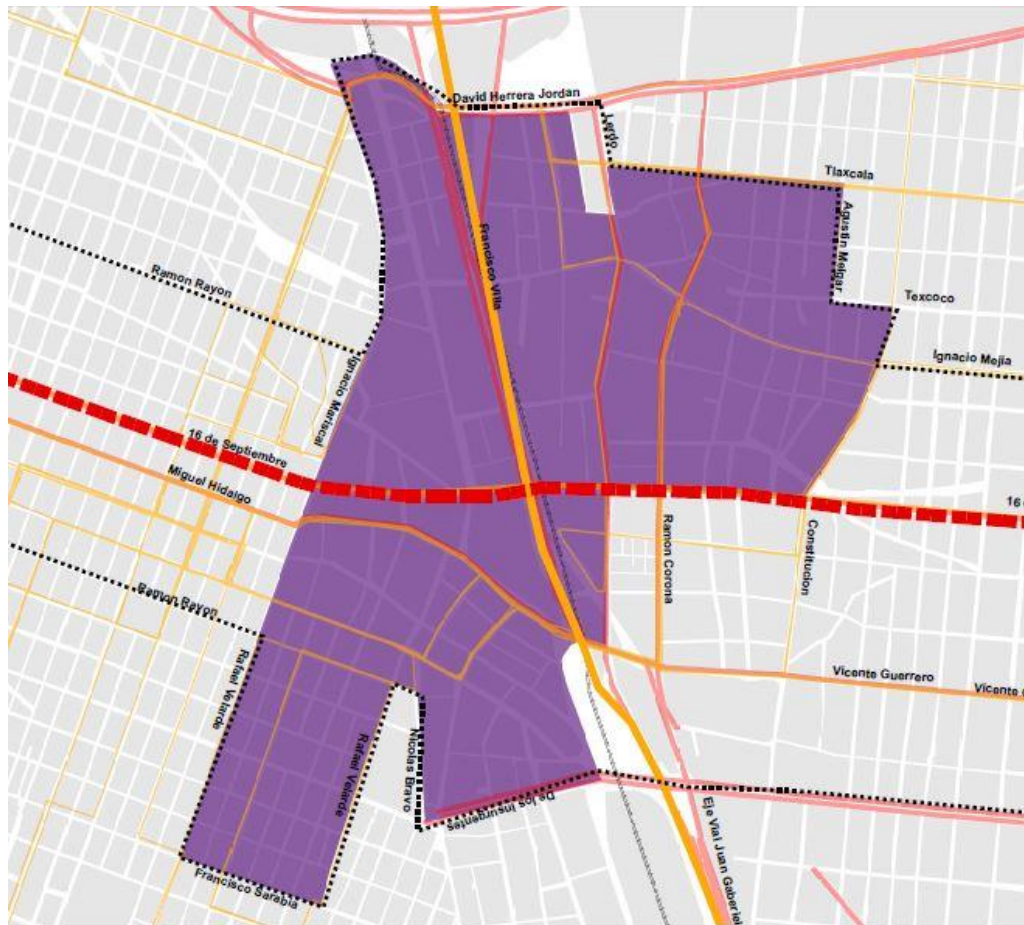


Fuente. Elaboración propia, 2015

La trayectoria de Corredor Troncal rumbo al sur de la ciudad pasa por el Centro Histórico, constituido como el punto más importante de la ciudad, por ser concentrador de actividades administrativas, económicas y sociales, así como lugar de origen y transbordo de viajes que realiza la población con destino a centros de trabajo y comercio en otros puntos de la ciudad, motivado por la conformación del esquema de rutas de transporte público.

La delimitación del área de influencia considera entre otros aspectos, las políticas de desarrollo urbano previstas para la zona, abarcando así parte del polígono establecido para el centro histórico, que integra zonas y sitios monumentales de valor histórico y artístico, zonas comerciales, servicios y equipamiento público orientado al abasto, la recreación y la administración pública con jerarquía de servicio de nivel urbano. Ver Figura 6-5 Delimitación del área de influencia en el Centro Histórico.

Figura 6-5 Delimitación del área de influencia en el Centro Histórico

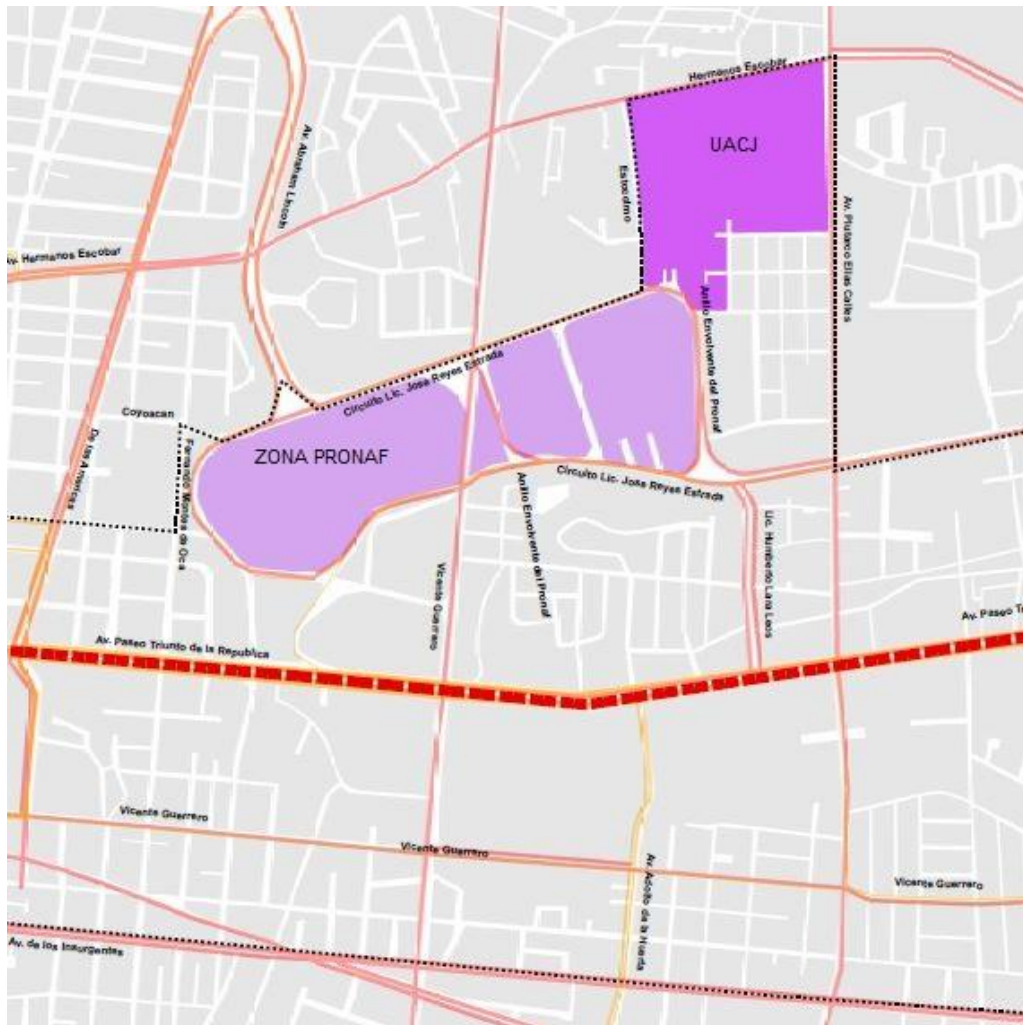


Fuente. Elaboración propia, 2015

La calle 16 de Septiembre y su continuación en Triunfo de la República tienen un entorno urbano caracterizado por espacios consolidados conformado por comercio y servicios diversos y especializados, dispuestos de manera agrupada en centros y plazas comerciales o aislados a lo largo del corredor Troncal. Esta zona se caracteriza, además, por tener en su entorno zonas de vivienda consolidada de baja densidad y tipo residencial.

Por otro lado, la zona se vincula con zonas orientadas a brindar servicios a la población mediante equipamientos de carácter urbano como el campus de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, así como un complejo que agrupa de instalaciones de diversas instituciones públicas, privadas y de investigación conformando la zona PRONAF. Ver Figura 6-6 Delimitación del área de influencia entorno a grandes equipamientos urbanos

Figura 6-6 Delimitación del área de influencia entorno a grandes equipamientos urbanos

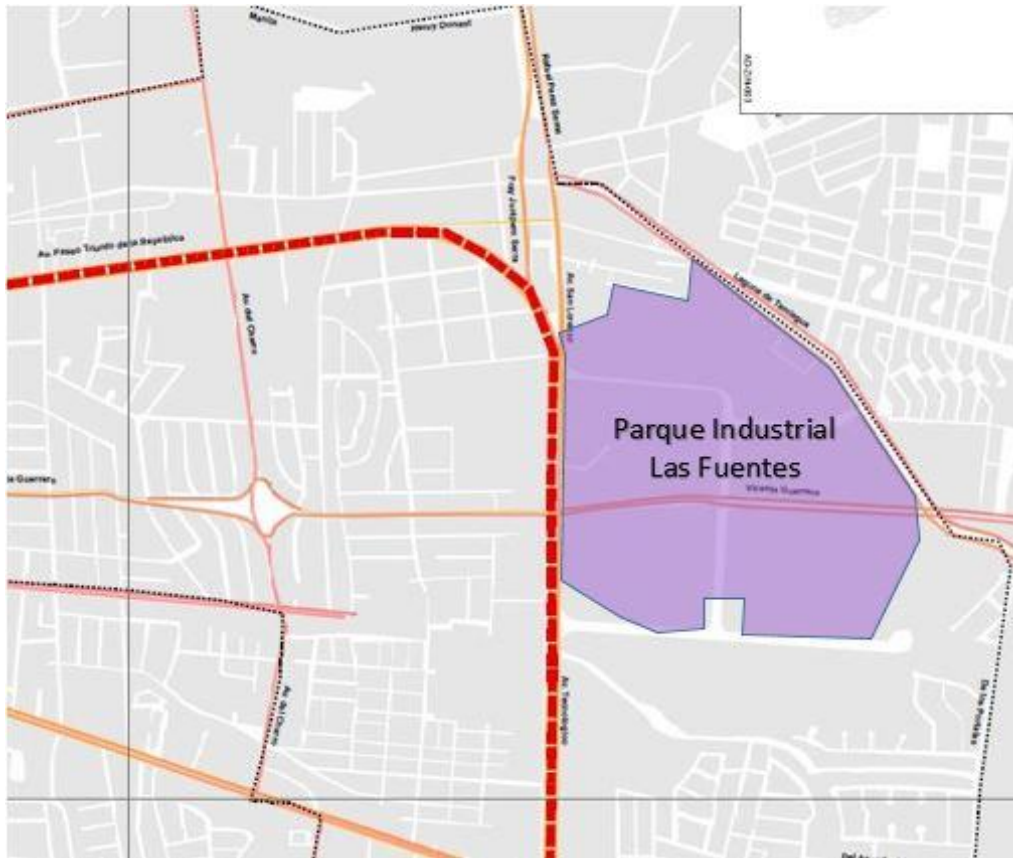


Fuente. Elaboración propia, 2015

El corredor Tecnológico considera en su área de influencia usos de suelo para la industria ya sea de manera aislada o conjunta en la modalidad de fraccionamiento, como el Parque industrial “Las Fuentes”, que se localizan colindantes al Corredor Tecnológico abarcando extensos predios de su entorno.

Así mismo la zona se encuentra en proceso de consolidación y cercana a sitios en proceso de desarrollo de alta plusvalía, localizados al oriente del corredor Tecnológico en el entorno de la avenida Paseo de la Victoria. La existencia de predios baldíos o subutilizados de gran dimensión, potencializan la densificación de esta zona provista con todo tipo de infraestructura y servicios urbanos. Ver Figura 6-7 Delimitación del área de influencia entorno a centros industriales.

Figura 6-7 Delimitación del área de influencia entorno a centros industriales



Fuente. Elaboración propia, 2015

En su trayectoria sobre avenida Tecnológico, el área de influencia del Corredor considera zonas conformadas por centros concentradores de actividades de tipo recreativo que son puntos de destino de la población, como es el Parque Central “Hermanos Escobar”, así como zonas de vivienda agrupadas en fraccionamientos, de tipo residencial y medio, delimitadas por la trayectoria de vialidades de primer orden que recorren en sentido paralelo al Corredor como el Blvd. Oscar Flores San. Ver Figura 6-8 Delimitación del área de influencia entorno a espacios recreativos.

Figura 6-8 Delimitación del área de influencia entorno a espacios recreativos

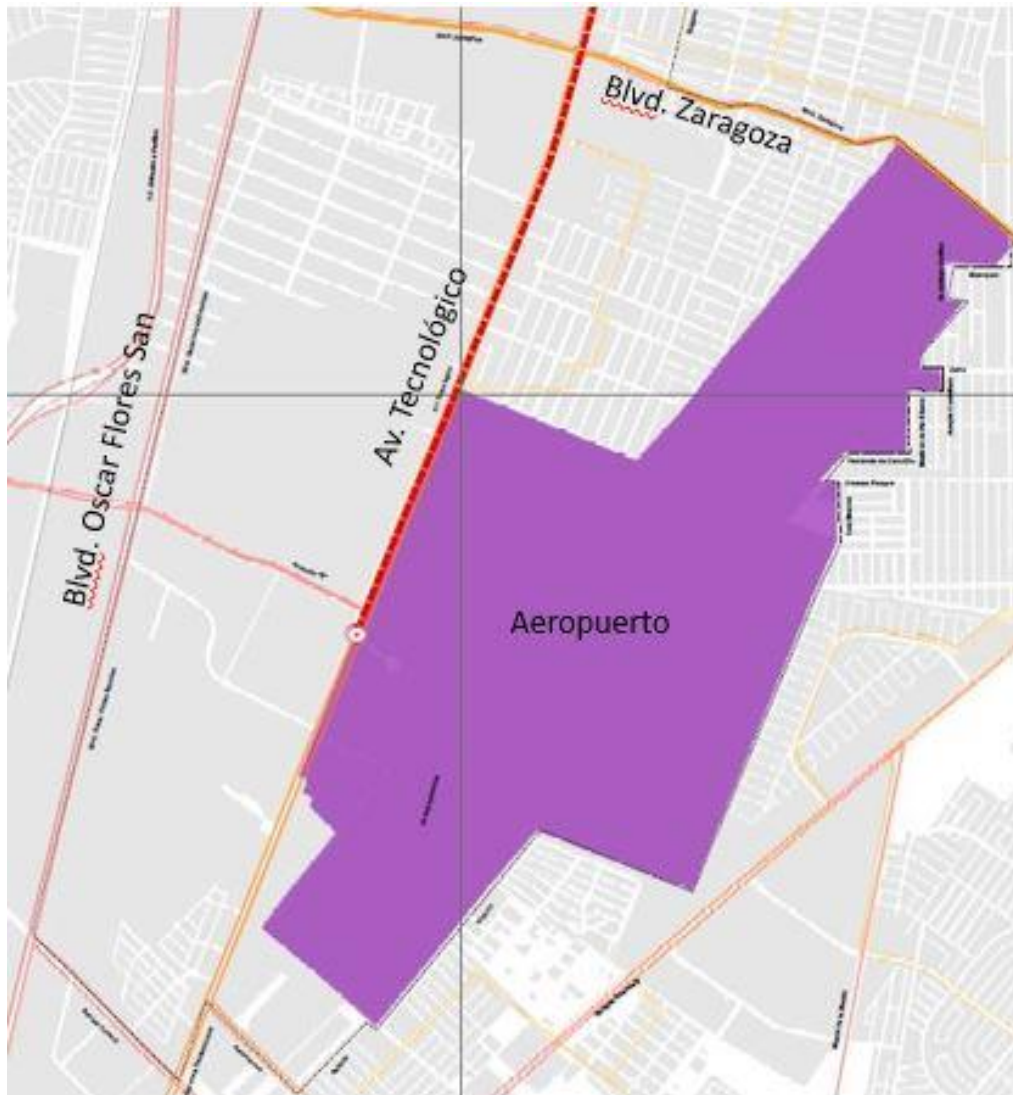


Fuente. Elaboración propia, 2015

El área de influencia en el extremo sur del Corredor Troncal con su punto de inicio en la calle Aeronáutica, abarca un entorno conformado por predios de gran dimensión, provistos de infraestructura y servicios urbanos que potencializan su aprovechamiento en el mediano plazo como centros concentradores de actividades económicas y empleo para esta zona de la ciudad.

Se integra además por zonas de vivienda de media densidad, así como de predios con uso de suelo para equipamientos estratégicos, industria y vivienda, previstos en el Plan de Desarrollo urbano de Ciudad Juárez, 2010, esto como parte de las políticas de impulso y consolidación, que complementan el emplazamiento de equipamientos metropolitanos como el aeropuerto y la central de abastos urbana. Ver Figura 6-9 Delimitación del área de influencia en el extremo sur del corredor.

Figura 6-9 Delimitación del área de influencia en el extremo sur del corredor



Fuente. Elaboración propia, 2015

- Delimitación del área de influencia del corredor

Con base en los criterios que se consideraron para la delimitación del área de influencia del CT, el polígono de dicha área se define de la siguiente manera:

Inicia en su extremo sur, en el cruce de Av. Tecnológico y Av. Santos Dumont, delimitándose de la siguiente manera:

- A partir de la Av. Tecnológico, sobre Santos Dumont, con rumbo poniente, hasta el Blvd. Oscar Flores San;
- Sobre Blvd. Oscar Flores San, con rumbo Norte, hasta la calle Camino a Techomex;

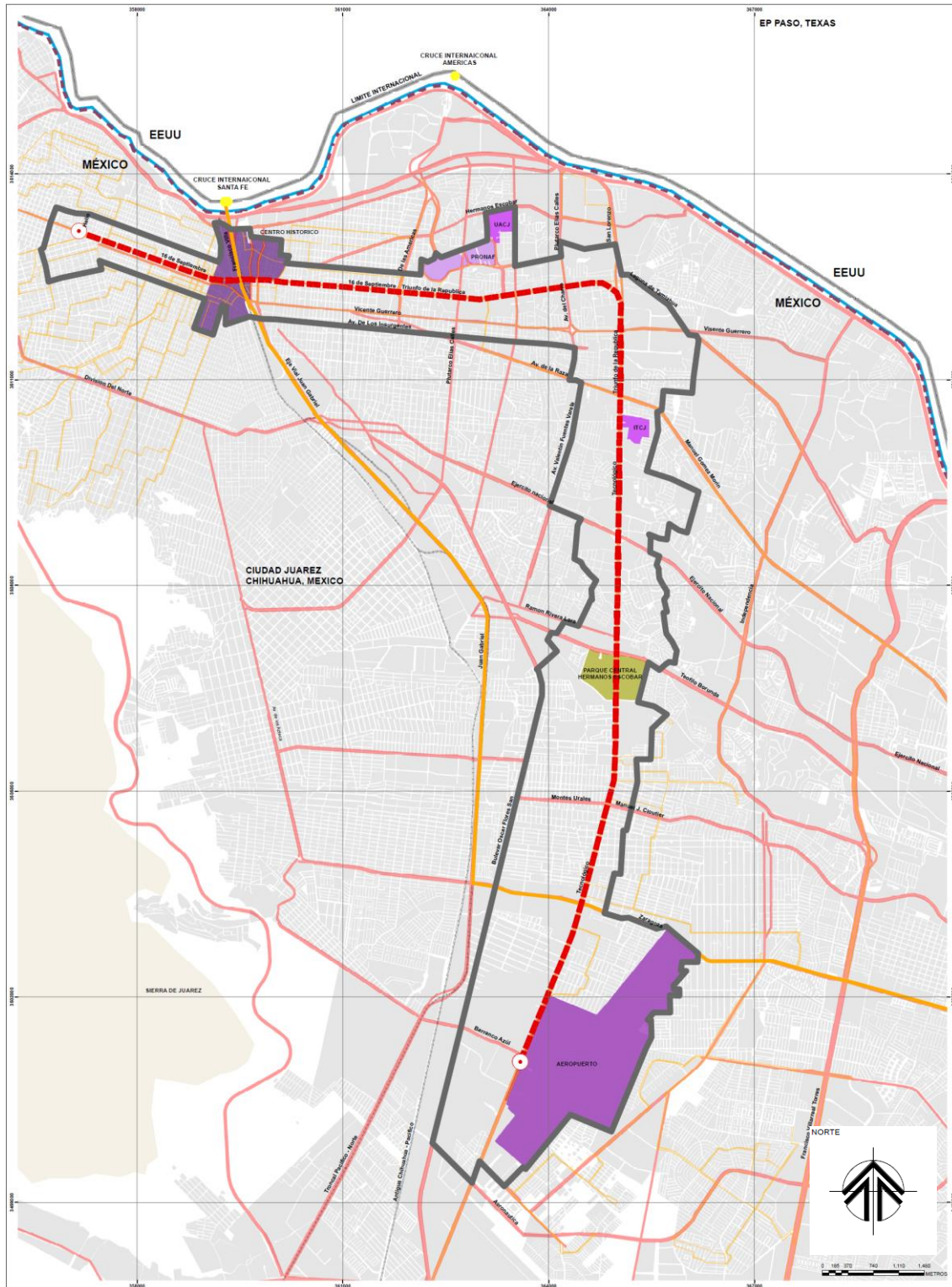
- Sobre Techomex, con rumbo noreste, hasta la calle Don Jesús Soltero Lozoya;
- Por Don Jesús Soltero Lozoya, con rumbo noroeste, hasta la calle Blvd Teófilo Borunda;
- Por Teófilo Borunda, hacia el oriente, hasta la calle Ma. del Carmen Martínez;
- Sobre Ma. Del Carmen Martínez, rumbo al norte, hasta la Av Prof. Ramón Rivera Lara;
- Sobre Ramón Rivera Lara, con rumbo oriente, hasta la calle Canarias;
- Sobre Canarias, con rumbo norte, hasta la calle Jilguero;
- Sobre Jilguero, con rumbo poniente hasta la calle Jacinto Benavente;
- Sobre Jacinto Benavente, con rumbo norte, hasta Av. Ejército Nacional;
- Sobre Ejército Nacional, con rumbo poniente, hasta Av. Valentín Fuentes Varela;
- Sobre vialidad primaria Valentín Fuentes Varela, con rumbo norte, hasta Av. de la Raza;
- sobre Av. De la Raza, con rumbo poniente, hasta Av. Del Charro;
- Sobre Av. Del Charro, con rumbo norte, hasta Av. Insurgentes;
- Sobre Av. Insurgentes, con rumbo poniente, hasta Miguel Ahumada;
- A partir este cruce continúa, con el mismo rumbo, por Joaquín Terrazas –que es continuación de Insurgentes- hasta Nicolás Bravo;
- Sobre Nicolás Bravo, con rumbo norte, hasta la calle Ramón Rayón;
- Sobre Ramón Rayón, con rumbo oriente, hasta la calle Rafael Velarde;
- Sobre Rafael Velarde, con rumbo sur, hasta la calle Francisco Saravia;
- Sobre Francisco Saravia, rumbo al oriente, hasta Ignacio Mariscal;
- Sobre la calle Ignacio Mariscal; con rumbo norte; hasta Ramón Rayón;
- Sobre Ramón Rayón, con rumbo poniente, hasta Juan B. Escudero;
- Sobre Juan B. Escudero, con rumbo sur, hasta la calle Ambrosio Figueroa;
- Sobre Ambrosio Figueroa, con rumbo poniente, hasta la calle José Elías,
- Sobre José Elías, con rumbo norte, hasta Mariano Matamoros;
- Sobre Mariano Matamoros, con rumbo oriente, hasta la calle Cafeto;
- Sobre la calle Cafeto, con rumbo norte, hasta la calle Segunda de Ugarte.
- Sobre la calle Segunda de Ugarte, con rumbo oriente, que se convierte en la calle Mariano Samaniego hasta la calle Ignacio Mariscal;
- Sobre Ignacio Mariscal, con rumbo norte, hasta la calle Gardenias;
- Sobre la calle Gardenias, con rumbo oriente, que se convierte en Ing. David Herrera, hasta la Av. Lerdo;
- Sobre Av. Lerdo, con rumbo sur, hasta la calle Tlaxcala;
- Sobre Tlaxcala, con rumbo oriente, hasta Agustín Melgar;
- Sobre Agustín Melgar, con rumbo sur, hasta Av. Texcoco,
- Sobre Texcoco, con rumbo oriente hasta calle Constitución;
- Sobre Constitución, con rumbo sur, hasta calle Ignacio Mejía;
- Sobre Ignacio Mejía, con rumbo oriente, hasta la calle Fernando Montes de Oca;
- Sobre Fernando Montes de Oca, con rumbo norte, hasta la calle Coyoacán;

- Sobre la calle Coyoacán, con rumbo oriente, que cambia de nombre por Av. Benjamín Franklin, hasta la calle Estocolmo;
- Sobre la calle Estocolmo, con rumbo norte, hasta la calle Hermanos Escobar;
- Sobre la calle Hermanos Escobar, con rumbo oriente, hasta la Av. Plutarco Elías Calles;
- Sobre la Av. Plutarco Elías Calles, con rumbo sur, hasta la calle Henry Dunant;
- Sobre Henry Dunant, con rumbo oriente, hasta Av. Del Charro;
- Sobre Av. Del Charro, con rumbo norte, hasta calle Manila;
- Sobre calle Manila, con rumbo oriente, hasta Rafael Pérez Serna;
- Sobre Rafael Pérez Serna, con rumbo sur, hasta Laguna de Tamiahua;
- Sobre Laguna de Tamiahua, con rumbo sureste, hasta la calle de Los Portales;
- Sobre la calle de Los Portales, con rumbo sur, hasta la calle Del Acueducto;
- Sobre la calle Del Acueducto, con rumbo poniente; hasta Monte de las Cruces;
- Sobre Monte de las Cruces, con rumbo sur, hasta Av. de la Raza;
- Sobre este cruce, continua, con rumbo sur, por calle De La Laguna hasta calle Del Manantial;
- Sobre calle Del Manantial, con rumbo sur, que cambia de nombre por Av. de Las Fuentes, hasta calle Pedro Rosales de León;
- Sobre Pedro Rosales de León, con rumbo oriente, hasta Colegio México;
- Sobre Colegio México, con rumbo sur, hasta calle Juan Kepler;
- Sobre Juan Kepler, con rumbo poniente, hasta la calle Manantial;
- Sobre calle Manantial, con rumbo sur, hasta Camino Viejo a San José;
- Sobre Camino Viejo a San José, con rumbo poniente, hasta la calle Piedras Negras;
- Sobre la calle Piedras Negras, con rumbo sur, hasta Ejército Nacional;
- Sobre Ejército Nacional, con rumbo sureste, hasta Rancho El Becerro;
- Sobre Rancho El Becerro, con rumbo sur, hasta Rancho Aguacalienta;
- Sobre Rancho Aguacalienta, con rumbo sur, hasta Rancho El Retiro Sur;
- Sobre Rancho El Retiro Sur, con rumbo sur, hasta terreno baldío;
- Sobre terreno baldío, por lindero poniente hasta encontrar la calle Acequia Mayor Oriente;
- Sobre Acequia Mayor Oriente, con rumbo sur y suroeste, hasta Acequia del Barro;
- Sobre Acequia del Barro, con rumbo sur, hasta Blvd. Teófilo Borunda;
- Sobre Blvd. Teófilo Borunda, con rumbo poniente, hasta calle de Las Parcelas;
- Sobre la calle de Las Parcelas, con rumbo sur, hasta la calle Don Pedro Meneses Hoyos;
- Sobre la calle Don Pedro Meneses Hoyos, con rumbo oriente, hasta la calle Fuente de Hércules;
- Sobre la calle Fuente de Hércules, con rumbo sur, hasta la calle Nueva Política Mexicana;



- Sobre la calle Nueva Política Mexicana, con rumbo sur, que continúa como calle Vista Abajo, hasta la calle De La Cuesta;
- Sobre la calle De La Cuesta, con rumbo poniente, hasta calle Mitla;
- Sobre la calle Mitla, con rumbo sur, hasta la calle Xolotl;
- Sobre la calle Xolotl, con rumbo poniente, hasta la calle Chihuahua;
- Sobre la calle Chihuahua, con rumbo sur, hasta la calle Cuarta;
- Sobre la calle cuarta con rumbo poniente, hasta la calle Bulgaria;
- Sobre la calle Bulgaria, con rumbo sur, hasta Av. Zaragoza;
- Sobre Av. Zaragoza, con rumbo oriente, hasta el límite oriente de los terrenos del aeropuerto;
- Bordeando los terrenos del aeropuerto, con rumbo sur hasta la Av. Aeronáutica;
- Sobre Av. Aeronáutica, con rumbo poniente, hasta Av, Tecnológico;
- Sobre Av. Tecnológico con rumbo sur, hasta Av. Santos Dumont, cerrando en este cruce el polígono de la Zona de Influencia. Ver Figura 6-10 Delimitación del área de influencia del Corredor Tecnológico.

Figura 6-10 Delimitación del área de influencia del Corredor Tecnológico



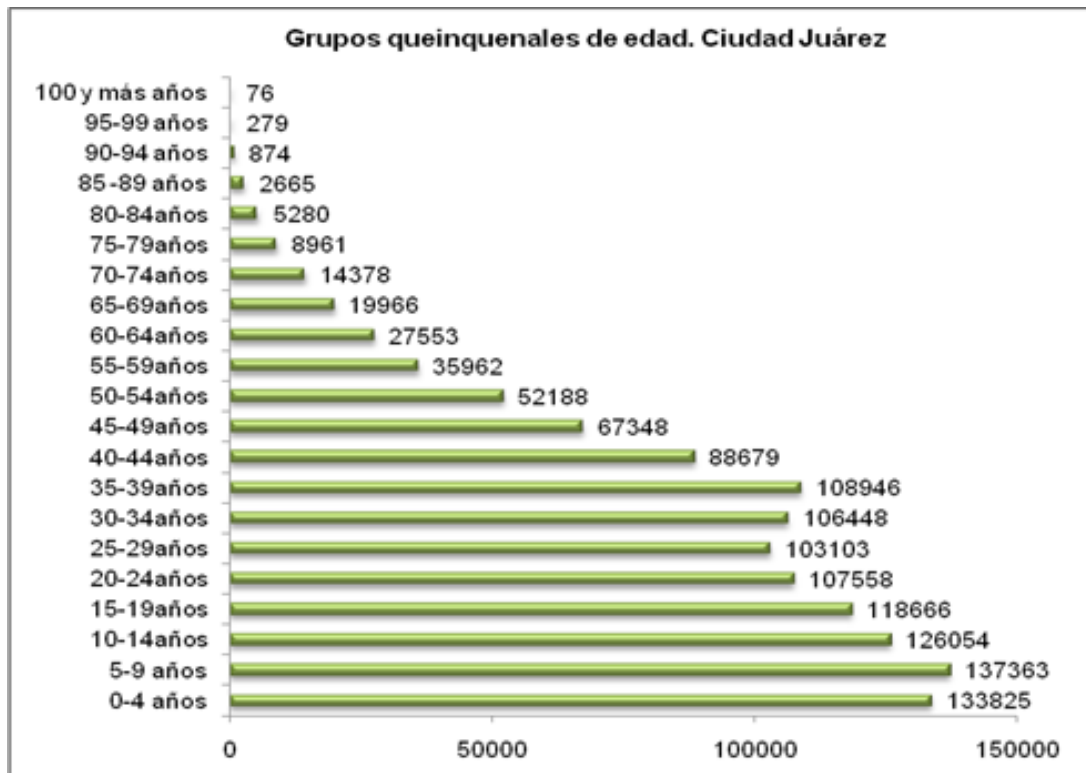
Fuente. Elaboración propia, 2015

### 6.3 Características de la población y uso de suelo en la zona de influencia

- Características de la población

Las características de la población del municipio de Juárez se relacionan con la localización y el espacio geográfico existentes. De acuerdo al INEGI<sup>20</sup> en su Censo General de Población y Vivienda del 2010, el municipio de Juárez tiene una población de 1'332,131 habitantes, de los cuales en Ciudad Juárez se concentra el 99.16% de ellos, equivalente a 1'321,004 habitantes; De estos, 659,857 son hombres y 661,147 son mujeres, representando el 49.95% y el 50,05% respectivamente.

Figura 6-11 Población de Ciudad Juárez por grupos quinquenales de edad



Fuente. Elaboración propia con información del INEGI Censo de Población y Vivienda, 2010

En base a lo anterior se observa que la relación hombres-mujeres para el municipio es de 99.9 hombres por cada 100 mujeres y para Ciudad Juárez 99.8 hombres por cada 100 mujeres, esta condición manifiesta en ambos casos un predominio de las mujeres.

<sup>20</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

Tabla 6-1 Población total municipal y Ciudad Juárez

Población	Hombres	%	Mujeres	%	total
Municipio de Juárez	665,691	49.97	666,440	50.03	1,332,131
Ciudad Juárez	659,857	49.95	661,147	50.05	1,321,004

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Esta población, representada en grupos de edad, muestra un predominio del segmento de 15 a 64 años a nivel municipal con el 61.2% del total municipal, equivalente a 816,451 habitantes y para Ciudad Juárez, representa el 61.5% del total de la localidad, equivalente a 813,031 habitantes. Esta condición establece una razón de dependencia de 63.2 para el municipio de Juárez y de 62.5 para Ciudad Juárez, lo que indica que por cada 100 personas en edad productiva de 15 a 64 años en el municipio, hay 63 en edad de dependencia, es decir aquellas que son menores de 15 años o mayores de 64 años.

El rango ligeramente inferior de dependencia existente en Ciudad Juárez, refiere una mayor cantidad proporcional de fuentes de empleo en relación al resto del municipio. Ver Tabla 6-2 Población por grandes grupos de edad municipio y Ciudad Juárez.

Tabla 6-2 Población por grandes grupos de edad municipio y Ciudad Juárez

Población	Municipio	Ciudad Juárez
De 0 a 14 años	397,242	455,811
De 15 a 64 años	816,451	813,031
De 65 años y más	118,438	52,162
Población total	1332131	1321004

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

En cuanto al grado de instrucción escolar de la población, el INEGI considera de acuerdo al Censo de población y vivienda 2010, que el grado promedio de escolaridad para el municipio de Juárez se ubica en 9 años, siendo similar al grado promedio registrado en el mismo periodo para Ciudad Juárez.

Así mismo, se observa que el grado de escolaridad en hombres es ligeramente más alto que en mujeres, esta tendencia es similar a la existente en Ciudad Juárez. Esta condición sugiere la promoción de políticas orientadas a la ampliación de infraestructura social de equipamiento educativo, así como infraestructura que permita la movilización de la población de manera eficiente hacia los centros de servicio educativo distribuidos en Ciudad Juárez. Ver Tabla 6-3 Grado promedio de escolaridad en el municipio y Ciudad Juárez.

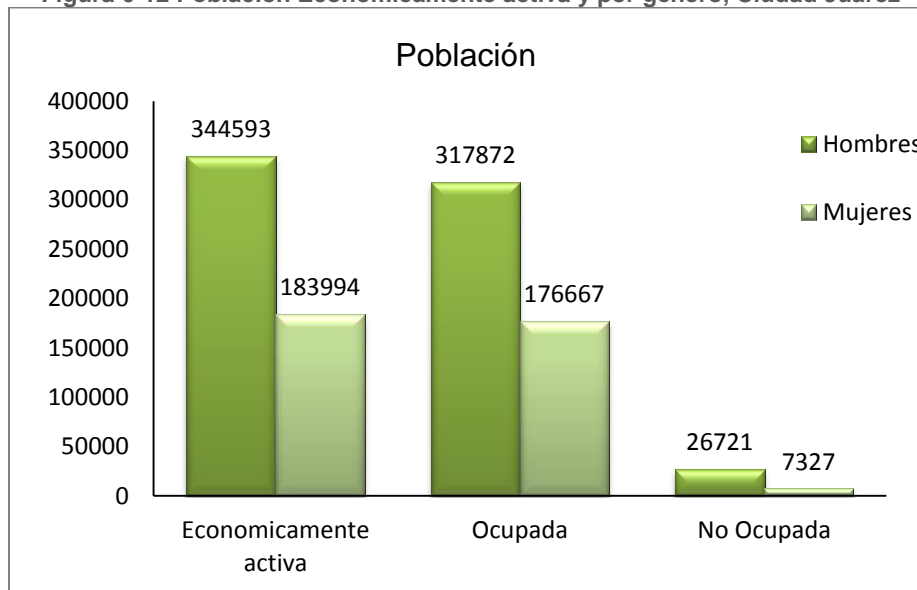
**Tabla 6-3 Grado promedio de escolaridad en el municipio y Ciudad Juárez**

	Población/años	hombre	mujeres
Municipio de Juárez	9.03	9.18	8.89
Ciudad Juárez	9.04	9.19	8.9

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

La población que participa en las actividades económicas en Ciudad Juárez, representa el 40.01% de la total, equivalente a 528,587 habitantes, de ellos 317,872 son hombre y 176,667 son mujeres. De esta población, el segmento que se encuentra ocupada en alguna actividad económica agrupa a 494,539 habitantes de los cuales el 64.2% son hombre y el 35.8% son mujeres. La población que no está ocupada o que no participa en alguna actividad económica asciende a 34,048 personas, de ellas 26,721 son hombre y 7,327 son mujeres. Ver Figura 6-12.

**Figura 6-12 Población Económicamente activa y por género, Ciudad Juárez**



Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

Las condiciones de desarrollo social de Ciudad Juárez, se vinculan estrechamente con los beneficios que genera el desarrollo económico y se manifiestan directamente con las condiciones de calidad de vida y de rezago social de la población de la localidad.

En este contexto y de acuerdo al CONEVAL, en su informe de pobreza y evaluación en el estado de Chihuahua 2012, se señala que Ciudad Juárez muestra un grado de rezago social calificado como "Muy bajo", ocupando el lugar 106,485 en el contexto nacional, donde indicadores relacionados con el grado de analfabetismo en la población, así como las carencias de servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica en la vivienda, y la disponibilidad de bienes presentan en general niveles por debajo de 2. Ver Tabla 6-4.

**Tabla 6-4 Grado de rezago social de Ciudad Juárez, 2010**

Indicador	Localidad Juárez
Población total	1332131
Población de 15 años o más analfabeta	1.88 %
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4.21 %
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	37.36 %
Población sin derecho habiencia a servicios de salud	24.41 %
Viviendas con piso de tierra	2.01 %
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario	1.62 %
Viviendas que no disponen de agua entubada en la red pública	1.97 %
Viviendas que no disponen de drenaje	1.03 %
Viviendas que no disponen de energía eléctrica	0.27 %
Viviendas que no disponen de lavadora	17.45 %
Viviendas que no disponen de refrigerador	4.82 %
Grado de rezago social	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	106485

Fuente. Informe de pobreza y evaluación en el estado de Chihuahua 2012. CONEVAL

Históricamente, el municipio de Juárez ha tenido un desarrollo positivo en los indicadores de rezago social evaluados durante los periodos de 2000 a 2010 tal como se muestra en la tabla siguiente, destacando la dotación de servicios a la vivienda. Ver Tabla 6-5.

**Tabla 6-5 Grado de rezago social de Ciudad Juárez**

Indicador	Localidad Juárez
Población total	1321004
Población de 15 años o más analfabeta	1.88
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4.21
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	37.36
Población sin derechohabencia a servicios de salud	24.41
Viviendas con piso de tierra	2.01
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario	1.62
Viviendas que no disponen de agua entubada en la red pública	1.97
Viviendas que no disponen de drenaje	1.03
Viviendas que no disponen de energía eléctrica	0.27
Viviendas que no disponen de lavadora	17.45
Viviendas que no disponen de refrigerador	4.82
Grado de rezago social	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	106485

Fuente: Informe de pobreza y evaluación en el estado de Chihuahua 2012. CONEVAL

En cuanto la pobreza, las cifras expresadas a nivel municipal, reflejan la condición de Ciudad Juárez al contener cerca del 99.1% de la población total del municipio. En ellas

expresa de manera desglosada la condición de pobreza por segmentos determinados por indicadores de ingreso, vivienda, alfabetismo, derechohabiencia y bienes en el hogar.

Los datos indican que Juárez en 2010 mostró un incremento de población en situación de pobreza, sin embargo se ha reducido la pobreza extrema, así como la vulnerabilidad por carencias sociales. Por su parte se manifiesta una ligera apreciación en cuanto a la población no pobre y no vulnerable.

En cuanto a las carencias, que es el componente sensible de medición, muestra una disminución para los indicadores de pobreza y privación social. Ver Tabla 6-6

Tabla 6-6 Evolución de la pobreza en Ciudad Juárez, 2008 - 2010

Indicadores	Porcentaje		Carencias promedio	
	2008	2010	2008	2010
<b>Pobreza</b>				
Población en situación de pobreza	32.4	37.7	2.6	2.1
Población en situación de pobreza moderada	25.7	32.9	2.1	1.8
Población en situación de pobreza extrema	6.6	4.8	4.3	3.7
Población vulnerable por carencias sociales	35.5	23.2	1.8	1.5
Población vulnerable por ingresos	7	13.8	0	0
Población no pobre y no vulnerable	25.2	25.3	0	0
<b>Privación social</b>				
Población con al menos una carencia social	67.8	60.9	2.2	1.9
Población con al menos tres carencias sociales	20.4	11.9	3.8	3.5

Fuente: Estimaciones de CONEVAL. Informe de pobreza y evaluación en el estado de Chihuahua 2012.  
Nota: las estimaciones 2008 y 2010 utilizan los factores de expansión ajustados a los resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 2010, estimados por INEGI.

La población existente en el Corredor Tecnológico (CT)<sup>21</sup> representa aproximadamente el 7.61% de la total existente en Ciudad Juárez, es decir 100,623 habitantes. Esta población se encuentra distribuida a lo largo del Corredor Troncal constituido por las avenidas 16 de septiembre, Triunfo de la República y Tecnológico, en el tramo comprendido entre las calle Helio y la avenida Barranco Azul, considerando como referencia territorial un rango de distancia mínima de 250 metros a ambos lados del corredor. La población existente en el CT representada por género se compone por el 49.12% de hombres y el 50.88% de mujeres, existiendo un predominio femenino de 96.5, es decir que hay 96 hombres por cada 100 mujeres. Ver Tabla 6-7.

<sup>21</sup> Datos del mismo periodo, Censo de Población y Vivienda, 2010.

Tabla 6-7 Población total por género en Corredor Tecnológico

Población	Hombres	%	Mujeres	%	total
Corredor Tecnológico	49429	49.12	51194	50.88	100623

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

La composición de edades reflejada en el corte demográfico por grandes grupos de edad muestra que el segmento de 0 a 14 años, cuenta con 19,472 habitantes, de 65 y más años con 7,615 habitantes, siendo el más predominante el de 15 a 64 años con 63,090 habitantes. Ver Tabla 6-8

Tabla 6-8 Población por grandes grupos de edad en el Corredor Tecnológico

Población	Corredor Tecnológico
De 0 a 14 años	19,472
De 15 a 64 años	63,090
De 65 años y más	7,615

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

En relación a los grupos de población, se aprecia una razón de dependencia total de 44.7, es decir, por cada 100 habitantes 44 son dependientes económicos (de 15 años a 64 años) y se observa que predomina la población por dependencia infantil respecto a la población dependiente por vejez, con 32 habitantes y 12 habitantes, respectivamente.

Esta razón de dependencia es menor a la observada para la ciudad, refiere la localización de población más joven residente en áreas habitacionales recientes a lo largo del corredor, sobre todo al sur, así como a un número menor de integrantes por grupo familiar que el resto de la ciudad. Ver Tabla 6-9

Tabla 6-9 Razón de dependencia por edad en el Corredor Tecnológico

	Ciudad Juárez	Corredor Tecnológico
Dependencia Total	62.5	44.7
Dependencia población infantil	56.1	32.3
Dependencia población envejecida	6.4	12.4

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI

El grado promedio de escolaridad de la población localizada a lo largo del CT es de 10.1 años, de la cual, por género, en hombre es de 10.4 años y en mujeres ligeramente inferior con 9.8 años. De manera particular se aprecia que esta tendencia varía de acuerdo a la zona del CT, variación entre 8.9 años como mínimo hasta 12.6 años máximo.

Tabla 6-10 Grado promedio de escolaridad en el Corredor Tecnológico

	Población/años	hombres	mujeres
Corredor Tecnológico	10.12	10.40	9.85

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010. INEGI



De manera particular se observa que la población con menor grado de escolaridad 8.2 años, se localiza en el tramo de la Av. 16 de Septiembre, entre calle Helio y Av. Constitución, caracterizada por ser una zona densamente poblada y de vivienda de autoconstrucción, así como de poca vivienda en el centro histórico; por su parte, el gradiente más alto observado con 12.7 años se localiza en torno a la avenida Tecnológico en el tramo comprendido entre la Av. Plutarco Elías Calles y Av. Ejército Nacional, constituido por fraccionamientos residenciales de nivel medio.

Le siguen dos tramos observados sobre la avenida Tecnológico, el primero entre la av. Constitución y av. Plutarco Elías Calles con 11.3 años y el segundo en el tramo entre Ejército Nacional y Manuel J Cloutier, con vivienda conformada predominantemente por fraccionamientos de densidad media.

Finalmente hacia el sur del corredor se localiza la población con promedio de escolaridad entre 8.9 y 9.3 años, localizada entre la av. Manuel J Cloutier y Av. Aeronáutica, caracterizada por fraccionamientos de vivienda de interés social, vivienda de auto construcción, dispersos en una zona poco densa y en proceso de consolidación. Ver Tabla 6-11.

**Tabla 6-11 Grado promedio de escolaridad por zonas en el corredor Tecnológico**

Tramo sobre Corredor Tecnológico	Total	Hombre	Mujeres
C. Hélio - Av. Juárez	8.29	8.46	8.12
Av. Juárez - Av. Constitución	8.49	8.63	8.39
Av. Constitución - Av. Plutarco Elías Calles	11.39	11.79	11.01
Av. Plutarco Elías Calles - Ejército Nacional	12.69	13.17	12.25
Av. Ejército Nacional - Manuel J. Clouthier	11.70	12.08	11.35
Manuel J. Clouthier - Av. Zaragoza	9.32	9.57	9.07
Av. Zaragoza - Av. Aeronáutica	8.94	9.09	8.79

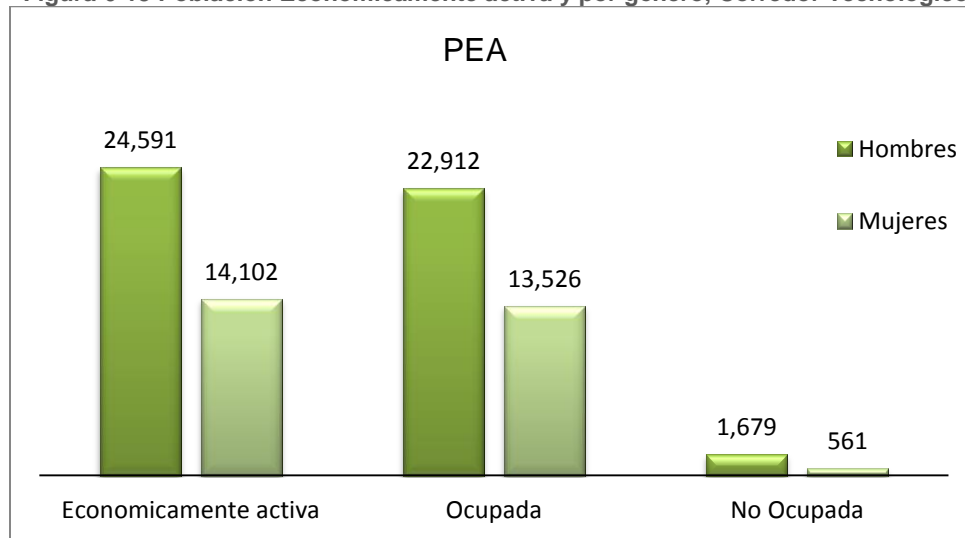
Fuente. Elaboración propia con datos del INEGI.

En relación a las características económicas, se observa que de la población de 12 años y más económicamente activa existente en la ciudad asciende a 528,587, la población asentada en el área de influencia del corredor tecnológico representa el 7.3 % equivalente a 38,693 habitantes, de los cuales, 24, 591 son hombre y 14,102 son mujeres.

Particularmente se aprecia que de la totalidad de la población económicamente activa existente en el área de influencia del Corredor Troncal, aquella que participa en las actividades económicas, representa el 38.45%, equivalente a 38,693 habitantes, de ellos, 2,255 corresponden a la población que no participa en actividades económicas.

Cabe destacar en cuanto a género, que las mujeres representan una tercera parte de la población que participa en alguna actividad económica. Ver Figura 6-13.

Figura 6-13 Población Económicamente activa y por género, Corredor Tecnológico



Fuente. Elaboración propia, 2015

- Uso de suelo en la zona de influencia

Se realizó el análisis de uso de suelo existente, tomando como eje central el corredor propuesto como troncal (16 de septiembre, Paseo Triunfo de la República y Av. Tecnológico) dando una extensión de análisis de 250 metros hacia cada lado del corredor. En total se cuenta con 13,161 predios. En este análisis existen 2 tendencias predominantes: habitacional y servicios generales, con el 67% y 15% respectivamente. La vialidad con la mayor cantidad de predios existentes es la av. 16 de Septiembre, ya que cuenta con un número importante de uso habitacional, representando el 64% de la totalidad de predios. En las tres vialidades predomina lo habitacional, seguido de servicios generales.

Tabla 6-12 Usos de suelo existente

Uso de suelo existente	16 de Sept.	Triunfo de la Rep.	Tecnológico	Sumatoria
Área verde	6	21	34	61
Baldío	394	141	198	733
Comercio	608	268	302	1,178
Equipamiento	263	102	153	518
Habitacional	3,829	1,626	3,182	8,637
Habitacional mixto	156	29	123	308
Industria	53	32	89	174
Servicios generales	650	414	488	1,552
<b>Sumatoria</b>	<b>5,959</b>	<b>2,633</b>	<b>4,569</b>	<b>13,161</b>

Fuente. Elaboración propia 2015

Figura 6-14 Inventario de usos de suelo existentes



Fuente. IMIP

- Av. 16 de Septiembre

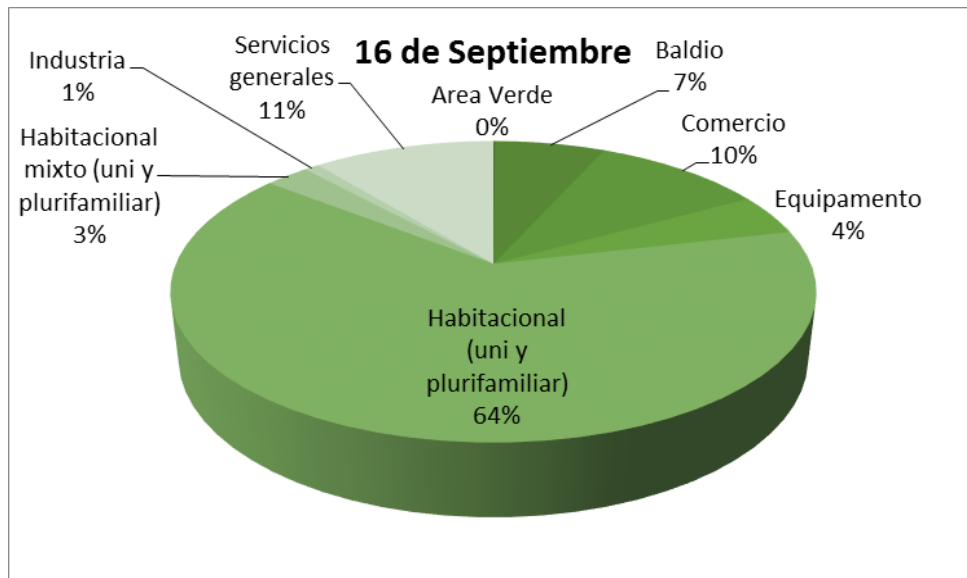
En la Av. 16 de Septiembre, existe una fuerte tendencia al uso habitacional existente, seguido de servicios generales y comercio, que corresponden al 11% y 10 % respectivamente. El área verde en esta vialidad analizada con los parámetros antes mencionados, es muy escasa, ya que solo hay 6 predios de los 5,959 existentes en esta vialidad.

Figura 6-15 Inventario de usos de suelo existentes, Av. 16 de Septiembre



Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 6-16 Porcentajes de usos de suelo en 16 de septiembre

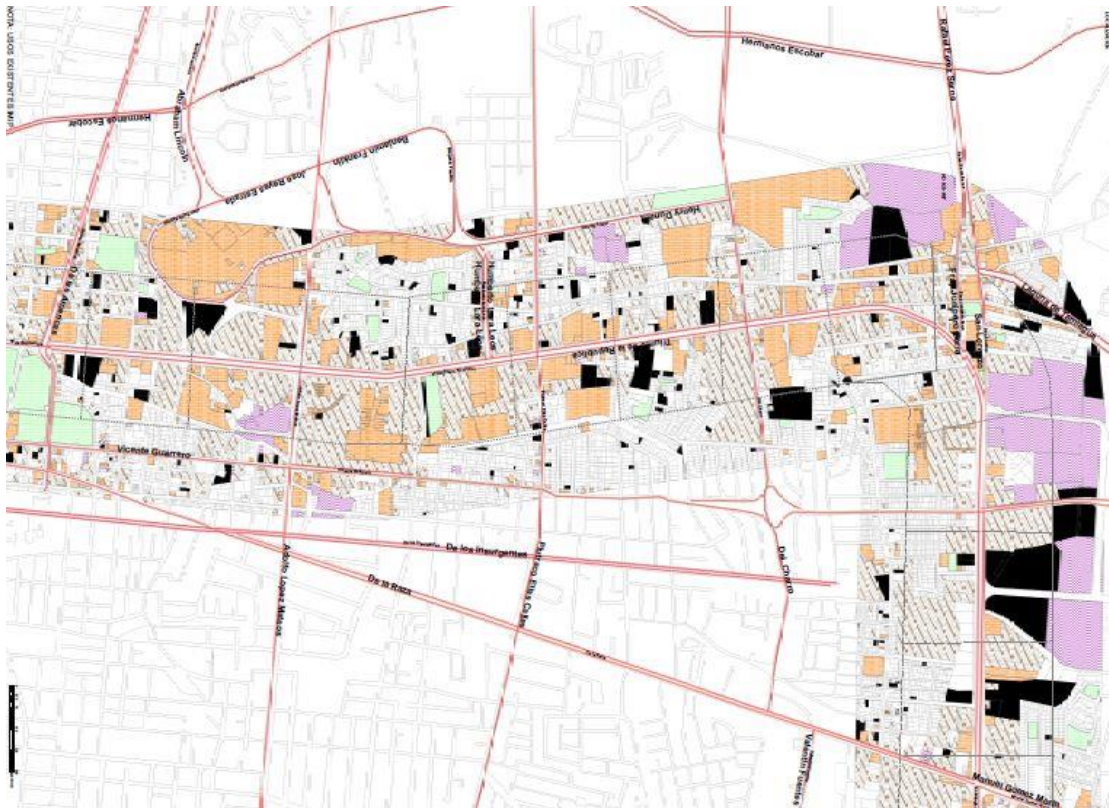


Fuente. IMIP

- Paseo Triunfo de la República

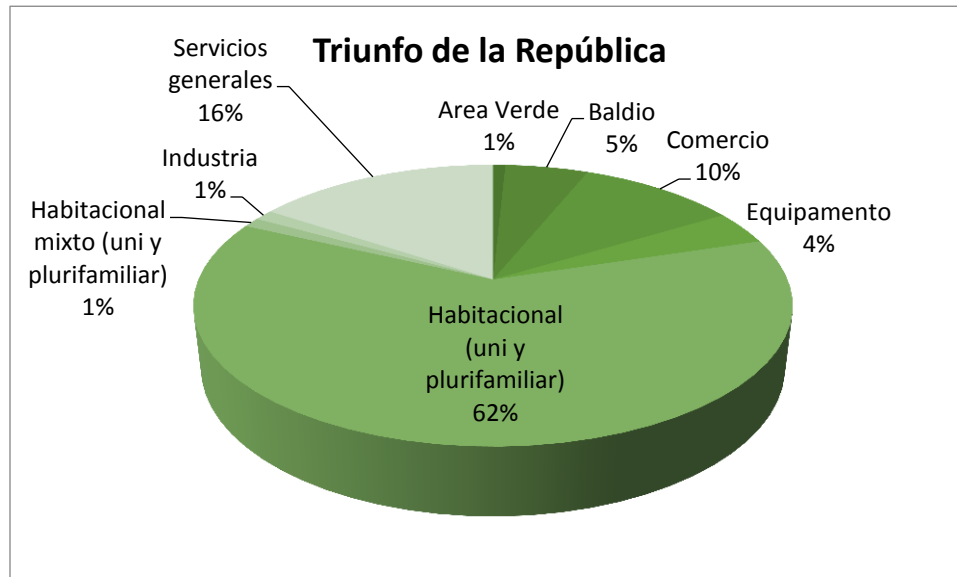
En Paseo Triunfo de la República, el 62% de la totalidad de los predios, corresponde al uso habitacional uni y plurifamiliar, de igual forma que la av. 16 de Septiembre, los siguientes usos predominantes son servicios generales con un 16% y comercio con 10%. El área verde sigue siendo el menor uso existente en esta vialidad según las condiciones de análisis antes descritas.

Figura 6-17 Inventario de usos de suelo existentes, Paseo del Triunfo de la República



Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 6-18 Porcentajes de usos de suelo Triunfo de la República



Fuente. IMIP

- Av. Tecnológico

En la Av. Tecnológico, sucede el mismo caso que en las anteriores, predominando el uso habitacional con el 70%, seguido de los servicios generales con el 11% y comercio con el 7%. Esto considerando los parámetros de análisis ya mencionados. El área verde sigue siendo el de menor cantidad de predios con solo 34, de los 4,569 existentes dentro de este análisis.



## 6.4 Vocación del corredor

Con base en la información obtenida y observada en campo se pueden apreciar dos tipos de secciones en el corredor, aquellas que son atractivos o generadoras de viajes y aquellas que son únicamente de paso, es decir distribuidoras.

Desde el punto de vista del uso del suelo, se encontraron 3 zonas consideradas como de paso o distribuidoras.

A partir de la calle Helio y hasta Viaducto Díaz Ordaz, en la zona poniente, el entorno está compuesto por zonas habitacionales de densidad media a baja, que se caracterizan por tener vivienda precaria, poco consolidada con existencia de baldíos y espacios subutilizados, provista de equipamientos de nivel barrial.

Otra zona conformada principalmente por vivienda media es la zona de influencia que se encuentra en el entorno de la calle Av. de la Raza y Ejército Nacional, principalmente del lado poniente donde el rango de producción y atracción de viajes es bajo.

El área de influencia en el extremo sur del Corredor Troncal abarca un entorno conformado por predios de gran dimensión y por ser zonas de vivienda de densidad media, así como de predios con uso de suelo para equipamientos estratégicos, industria y vivienda.

En estas tres zonas el rango de producción y atracción de viajes es bajo, principalmente son zonas de paso, distribuidoras.

Por otro lado, existen cuatro zonas en donde la producción y atracción de viajes es alta.

En primer lugar, El Centro Histórico, en el entorno de Av. Francisco Villa, la segunda zona entre Av. de las Américas y Av. de la Raza, la cual concentra una gran cantidad de equipamiento y servicios, que la caracterizan por ser gran generadora de viajes. La tercera zona es la que se encuentra al oriente del corredor, entre Av. de la Raza y Teófilo Borunda, en esta zona habitacional, se encuentran Centros Comerciales que generan producción y atracción de viajes, la cuarta zona con estas características es la que se encuentra en torno al Blvd. Zaragoza, principalmente del lado poniente, donde existen gran cantidad de servicios y comercio, lo que le da la característica de ser generador de viajes.

Esta situación guarda una relación con la densidad, ya que donde tenemos menor densidad tiende a coincidir con zonas de baja producción y atracción de viajes, es decir son zonas de paso. Por el contrario, las cuatro zonas donde la producción y atracción de viajes es alta, tiende a coincidir con las zonas de mayor densidad. *Ver planos de producción de viajes y densidad de población.*



Figura 6-21 Plano de producción y atracción de viajes

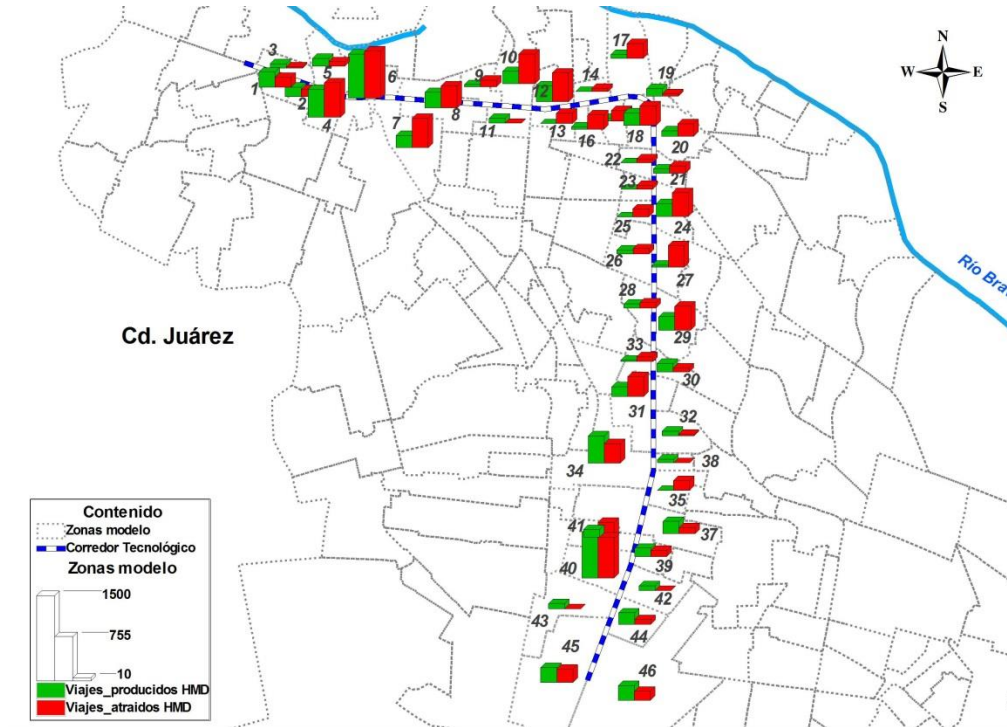
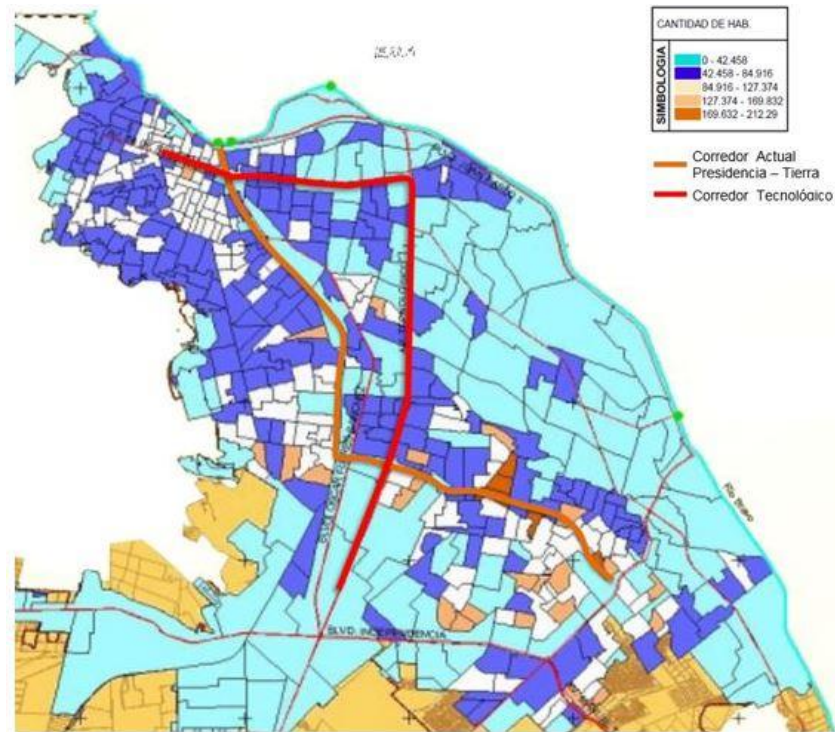


Figura 6-22 Plano de densidad habitacional



## 6.5. Planes y programas de desarrollo urbano

- Plan de desarrollo Urbano de Ciudad Juárez 2010.

El PDU de Cd. Juárez señala que es el "...instrumento mediante el cual se establecen las bases, lineamientos y directrices para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, mediante el ordenamiento territorial planeado, el crecimiento urbano racional y equilibrado, la dotación y mantenimiento de la infraestructura, los servicios y el equipamiento, así como la conservación y preservación del medio ambiente necesario para los habitantes de la región.", en él se fijan los objetivos y políticas de desarrollo urbano para la localidad, y se establece la Estrategia de Desarrollo Urbano al año 2025. Como parte de esta estrategia, se incorporan las acciones y obras que habrán de realizarse para cumplir con los objetivos planteados.

Dentro de las obras propuestas se programaron dos intersecciones que afectan directamente dos puntos del CT, así como la programación del propio corredor troncal.

Intersecciones:

La primera intersección está programada en el cruce de la Av. Tecnológico y calle Barranco Azul, la cual se consideró en el corto plazo 2010-2013, con una inversión de 13 millones de pesos.

La segunda intersección que se integra al corredor está en el cruce de Av. Tecnológico y Profesor Ramón Rivera Lara, cerca del Parque Central, la cual está programada a largo plazo 2020-2025, con una inversión de 13.5 millones de pesos.

Transporte semimasivo y estructura vial

Así mismo, dentro de las obras propuestas se consideró el transporte masivo, programándose corredores troncales como parte del programa de transporte de la ciudad. Entre los corredores programados se encuentra el Corredor Troncal Ruta 1 el cual se desarrollará en dos etapas, la primera que corresponde al estudio de referencia y una continuación del mismo en una segunda etapa.

### **Corredor Troncal Ruta 1, primera etapa.**

El corredor troncal Ruta 1 primera etapa, se programó a un plazo inmediato, 2010-2013, el cual tiene una longitud de 21 Km. y un costo de inversión programado de 40.188 millones de dólares. Dicho corredor se dividió en tres tramos de la ciudad:

El primer tramo corre por la Av. 16 de septiembre, de la calle Madroño a La Av. de las Américas.

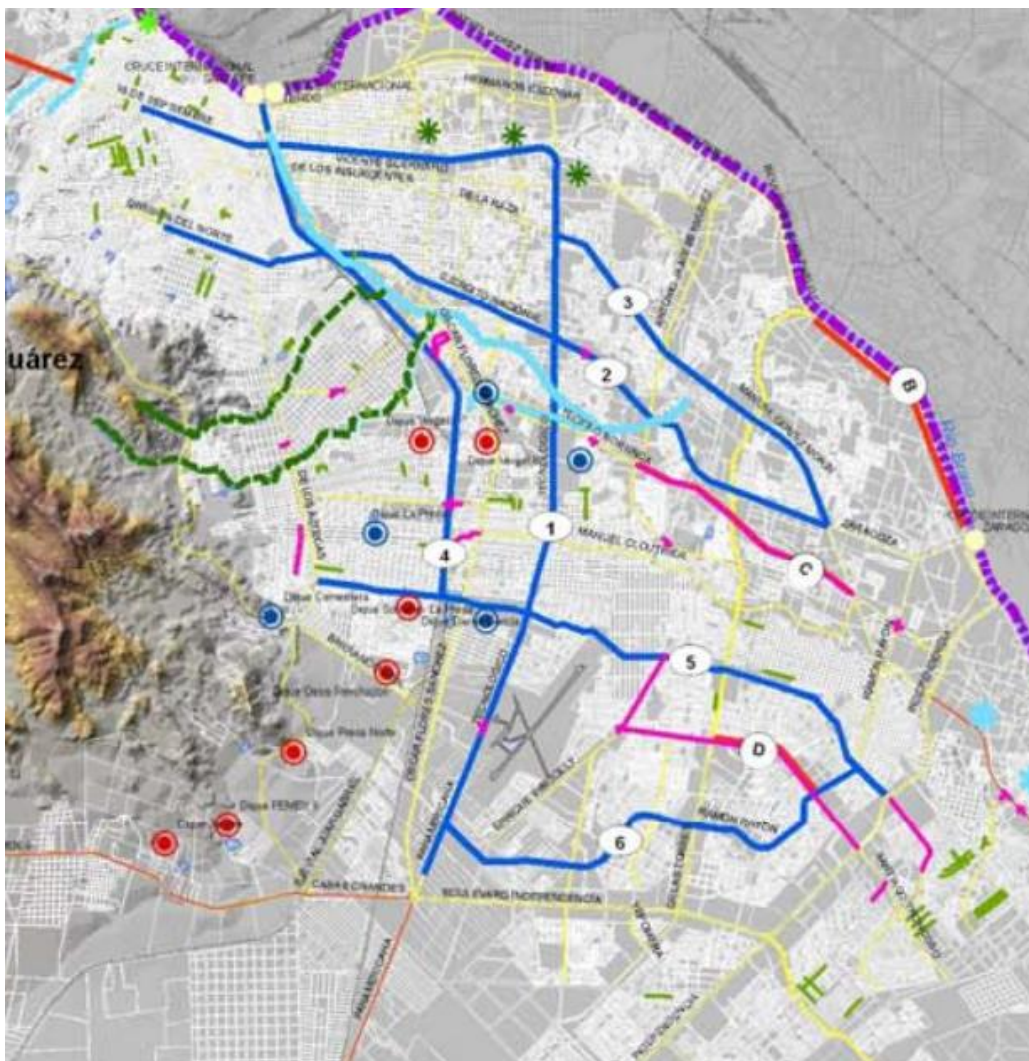
El segundo tramo continúa por la Av. Paseo Triunfo de la República, de La Av. de las Américas a la Av. de la Raza y

El tercer tramo continúa por Av. Tecnológico, de la Av. de la Raza a la Av. Ramón Rayón.

Este corredor corresponde al del proyecto de referencia, por lo cual su congruencia con el trazo del mismo ha sido analizada en el contexto del desarrollo urbano de la ciudad, factor decisivo a tomar en cuenta en los estudios para su ratificación o rectificación del trazo.

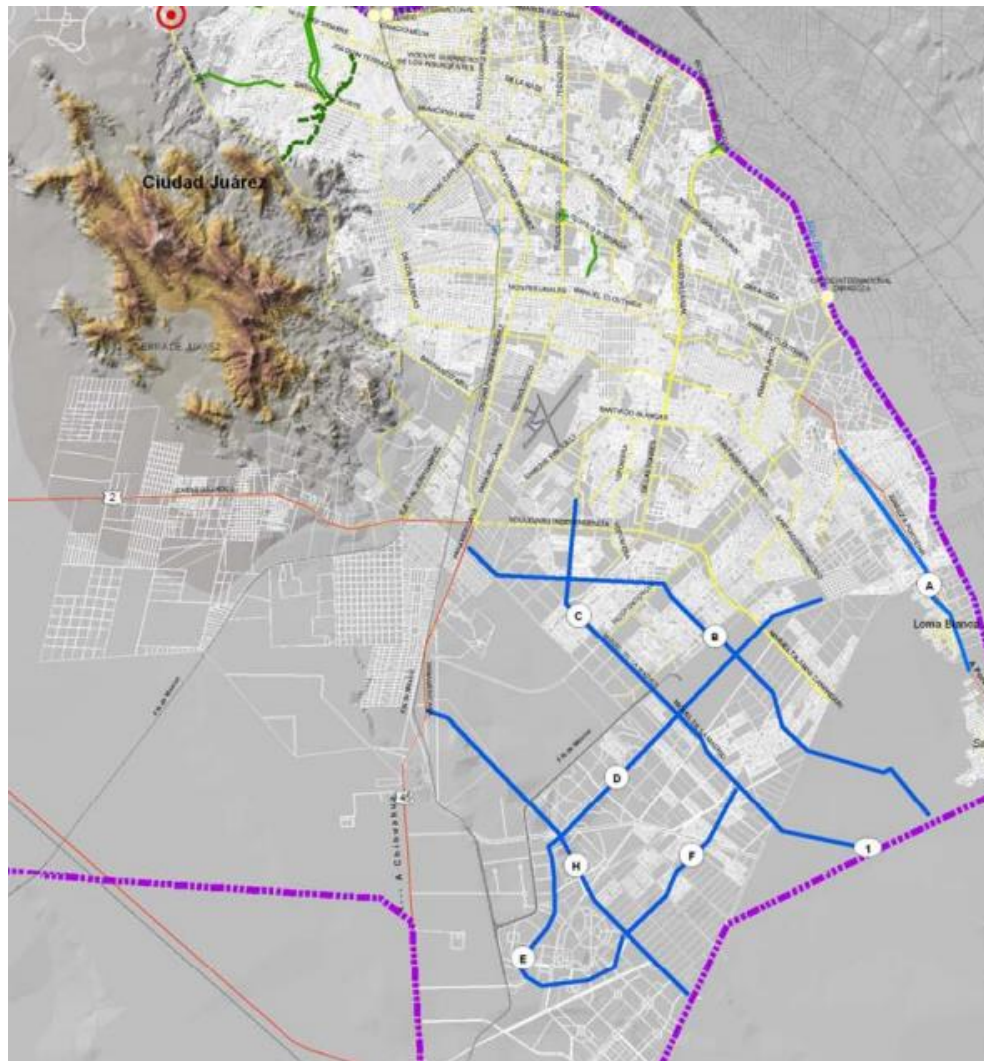
La siguiente lámina se refiere a la programación de obras a corto plazo del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, dentro de las que se encuentra el Corredor Troncal Ruta 1, primera etapa, el cual está señalado con el número 1.

Figura 6-23 Programación de obras a corto plazo



Fuente. PDU 2010

Figura 6-24 Programación de obras a corto plazo



Fuente. PDU 2010

Por otro lado, haciendo una revisión y consulta de las posibles restricciones aplicables u obras viales en la zona de influencia del corredor, a fin de que el diseño sea congruente con dichos programas, políticas y estrategias, se puede decir que no existe ningún proyecto u obra en proceso o programada que afecte el diseño del corredor.

## 6.5 Inventario de puntos de interés

### Criterios de identificación de puntos de interés

Los puntos de interés son aquellos sitios o lugares dentro de la zona de influencia del Corredor Tecnológico, los cuales debido a sus características de ubicación, función y aprovechamiento urbano pueden influir de manera directa en el funcionamiento del

sistema de transporte público masivo propuesto para el denominado “Corredor Tecnológico”, y se han determinado de acuerdo a los siguientes criterios.

- Por su ubicación, los puntos de interés se analizaron de acuerdo al rango de proximidad con respecto a las vialidades que conforman el Corredor Tecnológico: Av. 16 de Septiembre, Av. Triunfo de la República y Av. Tecnológico y hasta una distancia de promedio de 250 metros, variando su importancia, en relación a su proximidad con el CT.
- De acuerdo al aprovechamiento del suelo y la disposición normativa establecida para el mismo en el Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, se consideran los sitios con uso comercial, de equipamiento, centros de culto, y aquellos de relevancia histórica y artística para la comunidad.
- De equipamiento, se determinaron aquellos sitios orientados a la prestación de servicios que abarca a grandes grupos de población receptora potencial del servicio de acuerdo a la norma de cobertura, siendo para Educación: Preescolar con radio de servicio de 750 m y 11,970 usuarios potenciales; primaria, 500 m y 7,560 usuarios; Secundaria, 1km y 26,400 usuarios, Bachillerato 5 km 375,000 usuarios; Universidad, nivel ciudad y 466,000 usuarios. Para Salud: clínicas con radio de servicio de 5km y 72,000 usuarios potenciales, Centro de salud con 10km y 75,000 usuarios, y Hospital General, a nivel ciudad y 450,000 usuarios.
- Dada su importancia como núcleos concentradores de actividades económicas, los usos comerciales se determinan por el nivel de aprovechamiento urbano en función de la dimensión del establecimiento o establecimientos, el tipo o giro comercial al que se orienta, así como su localización urbana respecto a la estructura vial existente, observando su contribución en el empleo potencial del Corredor Troncal, respecto a la atracción de usuarios que generan.
- Por último, aquellos sitios considerados como parte del patrimonio Histórico o artístico y que en la actualidad son utilizados como equipamientos y áreas de actividades sociales, culturales, políticas y recreativas que congregan eventual o cotidianamente diversos conglomerados de usuarios en la zona en que se ubican.

#### Caracterización general de puntos de interés en el Corredor tecnológico

Se observa que a lo largo del CT, existe una diversidad de establecimientos orientados a actividades comerciales y de servicios, así como equipamiento público y privado, para satisfacer la demanda de la población asentada en el entorno inmediato y del resto de la ciudad que acude a esos sitios a recibir el servicio por especialidad.

Destaca el predominio de establecimientos comerciales de diverso tipo, por un lado establecimientos individuales ubicados de manera intermitente o continua a lo largo del

CT o agrupados en plazas y centros comerciales de diferentes dimensiones y escalas de especialización de productos. Reviste particular importancia este tipo de establecimientos por ser centros atrayentes de población que acude regularmente a realizar y/o adquirir productos y servicios, a lo cual su proximidad con el CT favorece su destino.

Figura 6-25 Fábricas de Francia, Triunfo de la República



Fuente. Google Earth

Figura 6-26 Galerías Tec, Av. Tecnológico



Fuente. Google earth

Se observa que los equipamientos tienen una presencia importante en cantidad y nivel de especialización en cuanto a servicios, de esta manera se cuenta con centros de educación de pre-escolar 12; primaria, 19; 4 secundarias; a nivel medio y medio superior o técnico se identifican 12 elementos, destacando la Escuela de Enfermería y Obstetricia de la UACJ; de nivel superior el Centro Especialidades de la UACJ.

Figura 6-27 Escuela primaria Abraham González, Paseo Triunfo de la República



Fuente. Google Earth

Figura 6-28 ITCJ, Av. Tecnológico



Fuente. Google Earth

Por su parte en el rubro de salud, se observa que los principales centros hospitalarios públicos que atienden a la población en diversos tipos de derecho habiencia como Clínica No. 56 del IMSS, el Centro de Salud No. 12 de la SSA, el Hospital General del Gobierno del Estado, el Centro Médico de Especialidades, todos ellos en un rango de proximidad no mayor de 250 metros de distancia con respecto al Corredor Tecnológico.

Los centros de culto representan el 6% de los centros de atracción de población que genera traslados para acudir a esos sitios y que tienen vinculación directa con el Corredor tecnológico, entre ellos destaca Misión de Guadalupe, y la Catedral de Nuestra Señora de Guadalupe, siendo este último considerado como Monumento patrimonial de la ciudad.

Los espacios considerados como patrimonio representan un componente importante en la caracterización del CT, debido a la naturaleza histórica y social implícita en la conformación de rasgos que identifican la localidad, como son la Plaza de armas y la catedral de Nuestra señora de Guadalupe.

Existen otros cuyo emplazamiento y densidad de agrupación, caracterizan la delimitación de la estructura urbana, como es el caso del Centro Histórico, o como son La Ex-Aduana de Ciudad Juárez, La Secundaria Federal 1, Casa del Administrador de la Aduana, Hotel Sur, Templo Bautista, Edificio Sauer, la Garita de metales, entre otros. Ver Tabla 6-13.

**Tabla 6-13 Monumento y Edificios del Patrimonio Histórico**

Edificio	Ubicación
Templo Misión de Guadalupe	Av. 16 de Septiembre y mariscal
Antigua Presidencia Municipal	Mariscal y Av. 16 de Septiembre
MUSEO Ex-Aduana	Av. 16 de Septiembre 209
Garita de metales	Av. Vicente Guerrero, y Av. Francisco Villa
Casa del Administrador de la Aduana	Av. Juárez No. 144
Plaza de Armas	Av. 16 de Septiembre y Vicente Guerrero
Monumento a Benito Juárez	Av. Vicente Guerrero y Constitución
Hotel del Sur	Av. Juárez y Abraham González
Templo Bautista	Av. Juárez Norte # 225 y callejón Isauro Careño
Edificio San Luis	Av. Juárez y Av. 16 de septiembre
Edificio Sauer	Av. 16 de Septiembre

Fuente. Inventario de Monumentos Históricos y Edificios Relevantes de Ciudad Juárez. Dra. En Arq. Elide R. Staines Orozco, UACJ. Plan Parcial del centro Histórico, IMIP 1999. Catálogo Nacional de Monumentos Históricos, INAH, 2013.

Complementariamente, existen en el contexto cercano al Corredor Troncal diversos sitios que han sido identificados como Patrimonio Artístico, conformados por edificios de uso privado y público, ya sean equipamientos de tipo comercial y escolar; centros de entretenimiento y de espectáculos como bares, cines, plaza de toros, así como templos para culto religioso.



Cabe destacar que, aun cuando no todos los sitios mencionados son utilizados, continúan siendo eventuales centros concentradores de actividades en el centro urbano de la ciudad y que por su carácter social, la población emplea diversos medios de transporte disponibles, incluyendo el público para los traslados a estos lugares. Ver Tabla 6-14

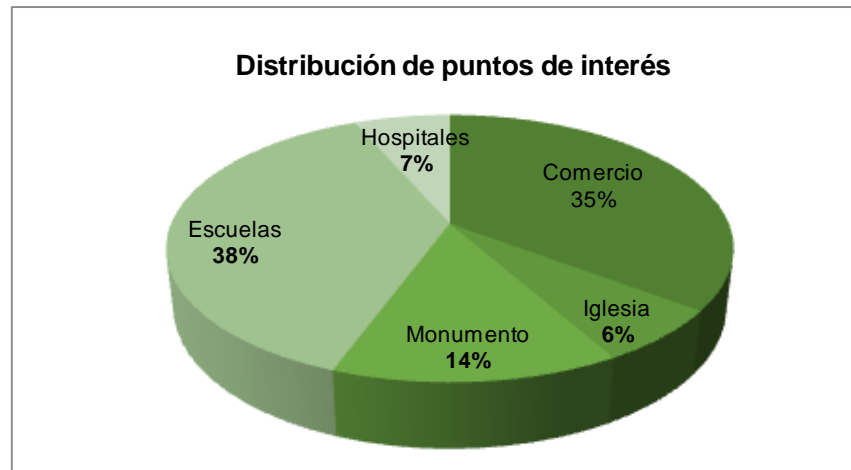
**Tabla 6-14 Monumentos del Patrimonio Artístico entorno al Corredor Tecnológico**

Edificio	Ubicación
Cine Victoria	Av 16 de Septiembre y Francisco I. Madero
Edificio de correos	Av. Lerdo e Ignacio de la Peña
Cine Plaza	Av. 16 de septiembre
Centro de salud	Vicente Guerrero y Av. Juárez
Mercado Juárez	Av. 16 de Septiembre
Templo del Sagrado Corazón	Av. Constitución y Av. Ignacio Mejía
Plaza de Toros Antonio Balderas	Av. Francisco Villa y Abraham González
Bar Kentucky	Av. Juárez Norte #629
Templo Metodista	C. Venustiano Carranza y c. La Paz
La Fiesta	Ignacio Mariscal y segunda de Ugarte
La Antigua	Av. Francisco Villa e Ignacio Mejía
Martino's Restaurant	Av. Juárez Norte # 643
Esc. Emilio Carranza	Av. Ignacio Mejía y c. Progreso
Hotel San Antonio	Av. 16 de Septiembre y c. Quintana Roo
Jardín de niños Benito Juárez	Av. Insurgentes y c. Miguel Ahumada
Edificio de enfermería	c. Madreo y c. Mejía

Fuente. Inventario de Monumentos Históricos y Edificios Relevantes de Ciudad Juárez. Dra. En Arq. Elide R. Staines Orozco, UACJ. Plan Parcial del centro Histórico, IMIP 1999.

Podemos concluir que entre los puntos de interés encontrados en la zona de influencia del CT se encuentran escuelas, comercios, hospitales, monumentos e iglesias, predominando las escuelas ya que representan el 38% del total de puntos de interés, en segundo lugar y no menos importante, está el comercio con el 35%, le siguen los monumentos con el 14%, hospitales 7% e iglesias 6%. Ver Figura 6-29 Distribución de puntos de interés por tipo en corredor tecnológico.

Figura 6-29 Distribución de puntos de interés por tipo en corredor tecnológico



Fuente. Elaboración propia. 2015

### Distribución de puntos de interés por tramo del Corredor Tecnológico

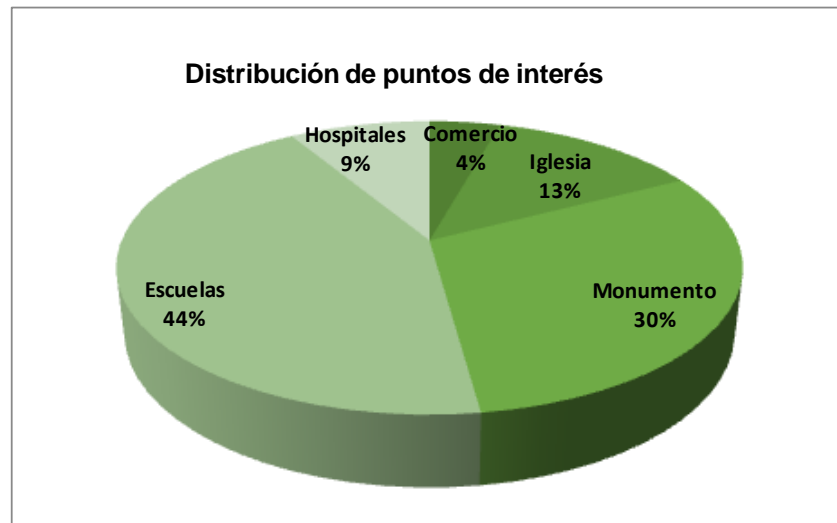
#### Tramo c. Helio a c. Juárez sobre Av. 16 de Septiembre

Este tramo del Corredor Tecnológico (CT) comprende el extremo poniente del mismo, desde la calle Helio a la avenida Juárez, sobre avenida 16 de septiembre; se caracteriza por tener diversidad de puntos de interés lo que contribuye a la atracción de viajes a esta zona, de población que reside en otras partes de la Ciudad.

La zona se caracteriza por contar con áreas habitacionales de densidad media, compuestas por vivienda de autoconstrucción en proceso de consolidación, provistas de usos urbanos complementarios de nivel barrial y vecinal. Hacia el oriente sobre el corredor y colindante a esta zona se encuentra la zona centro de la ciudad, parte de la cual está delimitada como Centro Histórico, con diversidad de usos de suelo en cantidad y dimensión.

Debido a lo anterior, se identifican espacios para comercio, que representan el 4%, equipamiento de tipo educativo 44%, equipamiento de salud 9% y templos de culto 13%. El resto, 30% de los puntos de interés identificados en la zona corresponden a monumentos históricos, debido a que el Corredor Tecnológico cruza el Centro Histórico de la ciudad.

Figura 6-30 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Helio y c. Juárez.



Fuente. Elaboración propia. 2015

Los puntos de interés localizados sobre avenida 16 de septiembre entre calle Helio y av. Juárez, se caracterizan por tener una gran cantidad de instalaciones de tipo educativo integradas por siete primarias y tres jardín de niños, reforzando la condición habitacional de la zona; así mismo, en cuanto al equipamiento de salud, se encuentran dos clínicas de servicios médicos, el Centro de salud No. 12 de la SSA y la Clínica No. 56 el IMSS. Se caracteriza también por contar con establecimientos comerciales de nivel barrial y tres espacios para el culto religioso, Señora del Carmen, Misión de Guadalupe y Templo del Niño Jesús. Los sitios de interés histórico y artístico considerados como monumentos son la Catedral de Nuestra Señora de Guadalupe, Centro Municipal de artes, Plaza de Armas y Templo Bautista, entre otros. Ver Tabla 6-15 Puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre c. Helio y c. Juárez

Tabla 6-15 Puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre c. Helio y c. Juárez

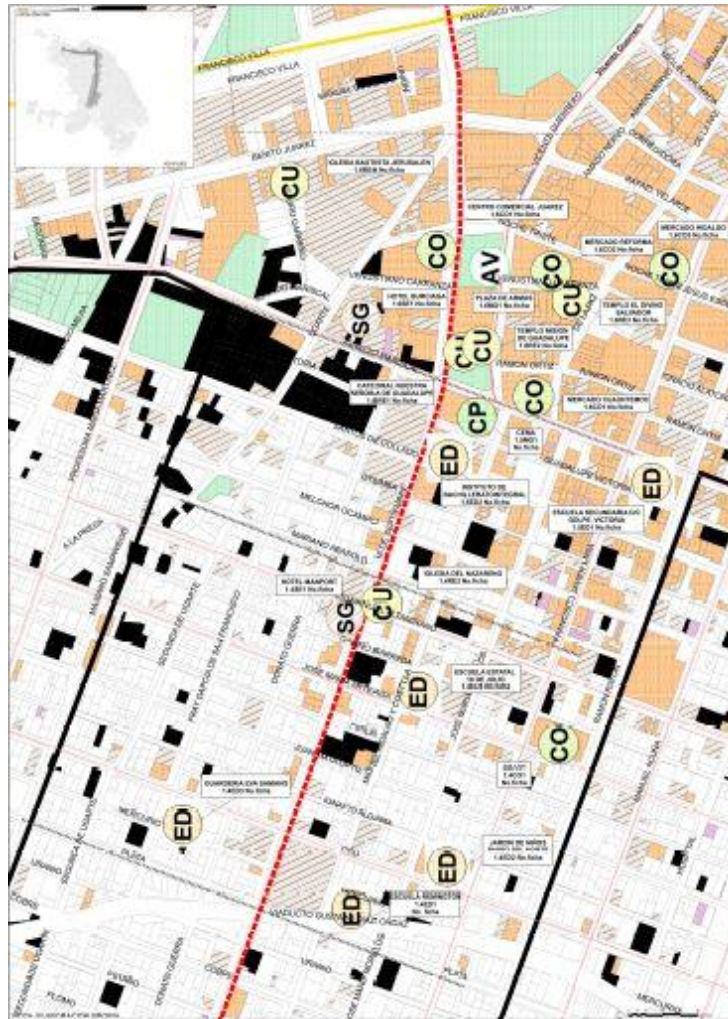
Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al corredor en metros
Comercio	Yonke el Conejo	16 de Septiembre	sobre corredor
Iglesia	Templo del Niño Jesús	Cadmio	100
Escuela	Sin Nombre	Juan B. Escudero	150
Escuela	Rosaura Zapata	Juan B. Escudero	160
Hospital	SSA Centro de Salud No. 12	Bromo	200
Iglesia	Señora del Carmen	Miguel Hidalgo	75
Escuela	Presidente Miguel Alemán	Segunda de Ugarte	190
Escuela	Colegio el Carmen	Miguel Hidalgo	75
Hospital	I.M.S.S. Clínica No. 56	Calle José Ma. Morelos	120
Escuela	José María Morelos y Pavón	Fierro	180

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al corredor en metros
Escuela	Primaria Gregorio M. Solís	Plomo	180
Escuela	Jardín de Niños Vicente Guerrero	Francisco Javier Mina	200
Escuela	Escuela Remington	Miguel Hidalgo	180
Escuela	Guardería Eva Sámano de López Mateos	Father García de San Fco.	120
Escuela	Escuela Estatal 18 de Julio	Miguel Hidalgo	75
Monumento	Catedral de Nuestra Señora de Guadalupe	Ignacio Mariscal	sobre corredor
Monumento	Templo Bautista	Juárez	20
Monumento	Centro Municipal de las Artes	Av. Vicente Guerrero	60
Monumento	Plaza de Armas	16 de Septiembre	sobre corredor
Monumento	Edificio San Luis	Av. Juárez	sobre corredor
Monumento	Cabaret la Fiesta	Ignacio Mariscal	160
Monumento	Cine Plaza	Av. 16 de Septiembre	sobre corredor
Iglesia	Misión de Guadalupe	Ignacio Mariscal	sobre corredor

Fuente. Elaboración propia, 2015

Los puntos de interés identificados sobre avenida 16 de septiembre entre calle Helio y avenida Juárez, en la zona de influencia del Corredor Tecnológico, se muestran en los planos AD-IPI-002 al AD-IPI-006. Ver Figura 6-31 referente al plano AD-IPI-003 como ejemplo.

Figura 6-31 Localización de puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre AD-IPI-003



Fuente. Elaboración propia. 2015

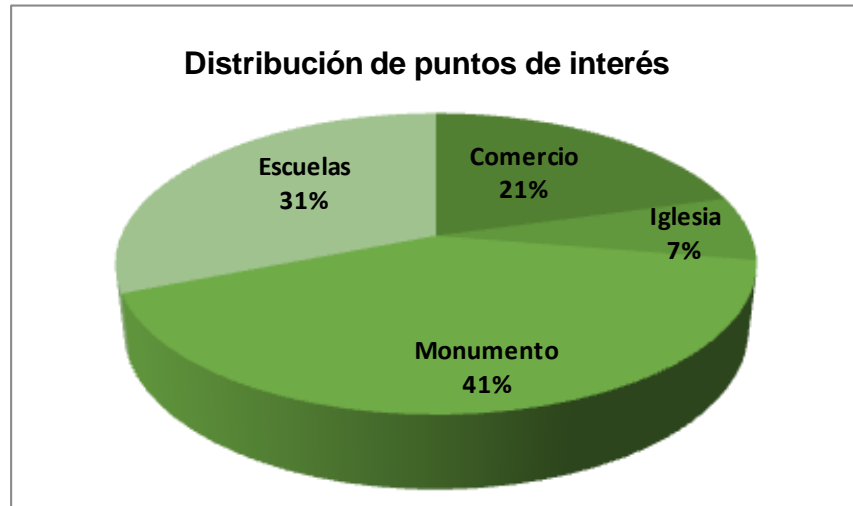
Tramo Juárez –Costa Rica sobre av. 16 de septiembre

El tramo comprendido entre Av. Juárez y calle Costa Rica sobre avenida 16 de septiembre, se caracteriza por tener gran cantidad de puntos de interés que de acuerdo a sus condiciones particulares contribuyen a la generación de viajes, por ser sitios de destino para la población que habita otras partes de la Ciudad.

En este sentido, se identifican espacios para comercio, que representan el 21% de los sitios de interés, equipamiento de tipo educativo con un 31% y templos de culto con el 7%. Asimismo, en esta fracción el Corredor Tecnológico cruza parte del centro de la ciudad y en particular del Centro Histórico, encontrándose diversos sitios considerados

como monumentos de patrimonio histórico y cultural, representando el 41% de los puntos de interés identificados en la zona. Ver Figura 6-32.

Figura 6-32 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Juárez. y c. Costa Rica



Fuente. Elaboración propia. 2015.

Los puntos de interés identificados en el tramo Av. Juárez y calle Costa Rica, sobre la avenida 16 de Septiembre, orientados al equipamiento educativo se integran por instalaciones de nivel Secundaria, tres planteles de nivel bachillerato y seis de nivel Superior y profesional técnico como son el Instituto Politécnico de la Frontera, Instituto Politécnico de electrónica, la Universidad Interamericana del Norte y el Instituto de ciencias Computacionales de Ciudad Juárez.

En función a la especialización del servicio que brindan, el radio de cobertura es amplio, motivando viajes de otros puntos de la ciudad con destino a esta zona a través del corredor tecnológico, siendo una de las vías directas que dan accesibilidad a los mismos.

Por otro lado, se encuentran en esta zona establecimientos comerciales y de servicios en locales de pequeña dimensión integrados en grande conjuntos comerciales, como el Centro Comercial Juárez, el Edificio Continental y el Mercado Juárez, además de establecimientos de menor dimensión debido al tamaño de los predios en que se ubican, característicos del lote tipo del centro urbano.

Esta diversidad de giros comerciales promueve viajes de la población teniendo como destino centros concentradores de actividades comerciales, integrados en el contexto del Centro Histórico de Ciudad Juárez. La mayoría de los puntos de interés identificados como de influencia sobre el denominado Corredor Tecnológico se localizan colindantes a esta vialidad, situación que genera en gran medida el traslados de la población a través

del sistema de transporte público para llegar a estos sitios, aunado a que hay una escasa disponibilidad de estacionamientos en vía pública en el entorno inmediato.

Debido a que la principal característica de esta zona (centro urbano) es la parte más antigua de la ciudad, se encuentran la mayor concentración de sitios y lugares catalogados como patrimonio artístico por instancias federales como el Instituto Nacional de Antropología e Historia y el Instituto Nacional de Bellas Artes, dado su valor arquitectónico, histórico y/o artístico.

Estos sitios se caracterizan por ser espacios para equipamiento público o administrativo como el jardín Benito Juárez, el Centro de Salud, la Escuela Emilio Carranza o el Museo de la Revolución en la Frontera; de tipo privado como el Edificio Río Bravo, Hotel San Antonio, así como para culto como le Templo Bautista. Ver Tabla 6-16.

Tabla 6-16 Puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Juárez y c. Costa Rica

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al corredor en metros
Comercio	Plaza Velarde	La Paz	sobre corredor
Comercio	Centro Comercial Juárez	16 de Septiembre	sobre corredor
Comercio	Ópticas 20-20	Francisco Villa	sobre corredor
Comercio	Edificio Continental	16 de Septiembre	sobre corredor
Comercio	Locales Comerciales	Calle Lerdo	sobre corredor
Monumento	Garita de los Metales	Vicente Guerrero	50
Monumento	Museo de la Revolución en la Frontera	16 de Septiembre	sobre corredor
Monumento	Plaza de Toros Alberto Balderas	Av. Francisco Villa	180
Monumento	Edificio Rio Bravo	16 de Septiembre	60
Monumento	Edificio de Correos	Av. Lerdo	40
Monumento	Centro de Salud	Av. Vicente Guerrero	80
Escuela	Instituto Politécnico de Electrónica	Calle Abraham Gzz.	150
Escuela	Instituto Politécnico de la Frontera	Calle Abraham González	155
Monumento	Monumento a Benito Juárez	Ramón Corona	40
Monumento	Escuela Emilio Carranza	Av. Ignacio Mejía	200
Monumento	Hotel San Antonio	16 de Septiembre	sobre corredor
Monumento	Cine Victoria	Calle 16. de Septiembre	sobre corredor
Escuela	Preparatoria Allende de Ciudad Juárez	Quintana Roo	150
Escuela	Preparatoria 16 de Septiembre	16 de Septiembre	sobre corredor
Escuela	Centro Educativo Dios Reza	Agustín Melgar	190
Comercio	Mercado Juárez	16 de Septiembre	sobre corredor
Iglesia	Iglesia Sagrado Corazón de Jesús	Carlos Villareal	250
Monumento	Jardín Benito Juárez	Constitución	200
Escuela	Preparatoria Juan Álvarez	Antigua del Comercio	40
Escuela	Universidad Interamericana del Norte	Damián Carmona	50

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al corredor en metros
Escuela	Sec. Técnica Comercial Internacional	Insurgente Mercado	57
Iglesia	Obispado de Ciudad Juárez	Carlos Villareal	250
Monumento	Casa de Francisco. I. Madero	Ignacio Zaragoza	100
Escuela	Inst. de Ciencias Computacionales Cd. Juárez	Insurgente Mercado	75

Fuente. Elaboración propia, 2015

### Tramo Costa Rica-Platón sobre Av. 16 de septiembre

Los puntos de interés localizados sobre avenida 16 de septiembre entre calle Costa Rica y calle Platón, se caracterizan por tener una mayor densidad de instalaciones de tipo educativo y de salud, Se caracteriza también por contar con establecimientos comerciales y espacios para culto religioso. Agrupados por rubro, los espacios dedicados a la educación representan el 32% con 6 elementos; a la salud, el 26% con 5 espacios; al comercio el 37% y los templos representan el 5%. Ver Figura 6-33.

Figura 6-33 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. 16 de Septiembre entre c. Costa Rica y c. Platón



Fuente. Elaboración propia, 2015.

Los espacios para el comercio identificados en esta zona, están integrados por centros comerciales con agrupación de tiendas de diverso giro como Plaza del Parque, Plaza Triunfo, así como tiendas departamentales y distribuidores como Fábricas de Francia, Smart, Sanborns y Agencia de autos Chévrolet, todos ellos ubicados sobre el CT, condición que favorece su accesibilidad.

Destaca por su importancia el servicio público de salud que ofrece el Centro Médico de Especialidades, el Hospital General, el Hospital de la Mujer y el Hospital del IMSS, así como la Clínica de las Américas. Esta densidad de servicios médicos genera gran



cantidad de viajes de diversas partes de la ciudad a esta zona, principalmente a través del Corredor tecnológico, como principal vía de acceso.

El equipamiento educativo identificado en la zona está integrado por dos Jardín de niños, dos secundarias, una escuela de nivel medio y una de nivel superior, correspondiente al Centro de Especialidades de la UACH, distribuidos al interior en las áreas de vivienda colindantes a la avenida 16 de Septiembre; así mismo se localiza un templo "Divina providencia" que brinda servicio a la población del entorno inmediato. Ver Tabla 6-17.

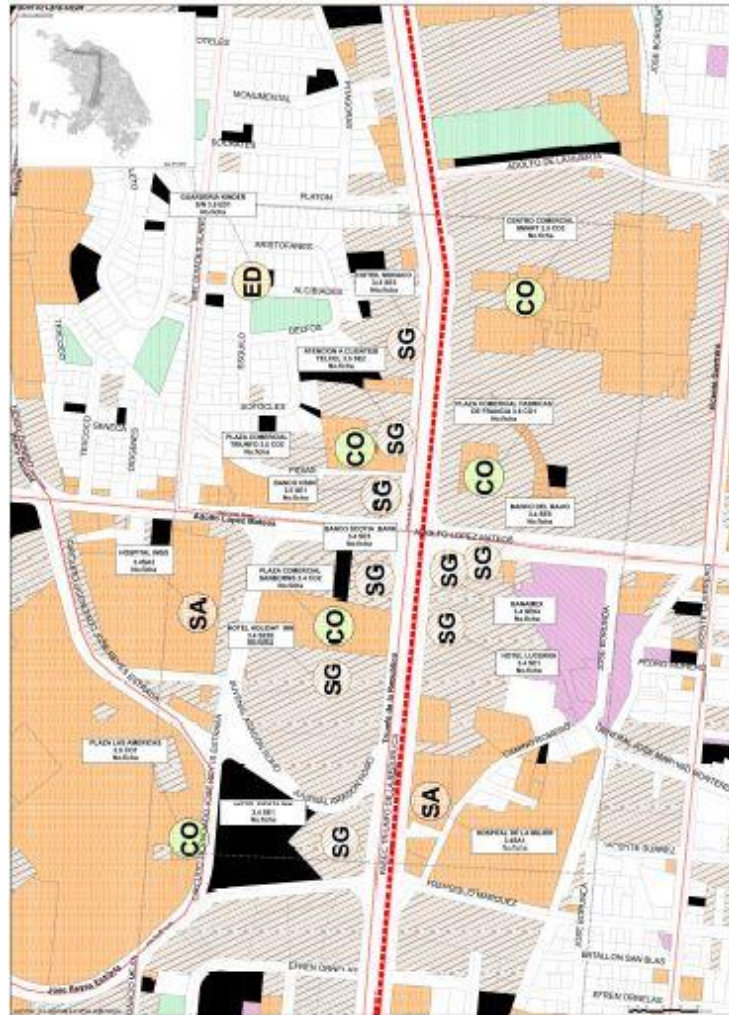
Tabla 6-17 Puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre c. Costa rica y c. Platón

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Comercio	Plaza del Parque	Av. 16 de Septiembre	sobre corredor
Escuela	Mi mundo Mágico	Costa Rica	150
Iglesia	Divina Providencia	G.M. Solís	200
Hospital	Centro Médico de Especialidades	Ignacio Zaragoza	130
Hospital	Clínica de las Américas	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Escuela	Escuela Secundaria Federal No.1	Av. 16 de Septiembre	sobre corredor
Escuela	Guardería Agustín Melgar	Ignacio Ramírez	150
Escuela	Centro Especialidades UACH	Av. De las Américas	100
Hospital	Hospital General	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Escuela	Escuela de Enfermería y Obstetricia	Fernando Montes de Oca	70
Escuela	Escuela Secundaria	Calle José Borunda	180
Comercio	Sanborns	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Comercio	Agencia de Autos Chevrolet	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Hospital	Hospital de la Mujer	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Hospital	IMSS	S. Mejía	250
Comercio	Plaza Triunfo	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Comercio	Plaza Comercial	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Comercio	Fábricas de Francia	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	sobre corredor
Comercio	Smart	Av. Paseo Triunfo de la Rep.	100

Fuente. Elaboración propia. 2015

Los puntos de interés identificados sobre avenida 16 de septiembre entre calle Costa Rica y calle Platón, en la zona de influencia del Corredor Tecnológico.

Figura 6-34 Localización de puntos de interés en Av. 16 de Septiembre entre c. Costa Rica y c. Platón

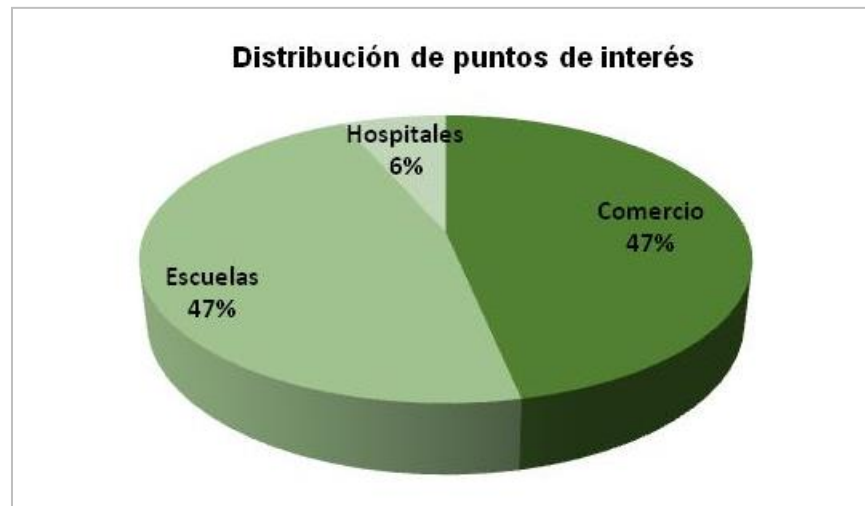


Fuente. Elaboración propia, 2015

### Tramo c. Platón - c. Estebanico sobre av. Triunfo de la República

Los puntos de interés localizados en el tramo entre calle Platón y calle Estebanico sobre avenida Triunfo de la República, se caracterizan por ser concentradores de actividades orientadas al otorgamiento de servicios de tipo educativo y de salud, así como los relacionados con el comercio. Cuantitativamente, estos puntos agrupados por rubro representan el 47% equipamiento educativo con 7 elementos; el 47% comercio con 7 espacios y el 6% equipamiento de salud. Ver Figura 6-35.

Figura 6-35 Distribución de puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Platón y c. Estebanico



Fuente. Elaboración propia, 2015.

Dadas las características urbanas de esta zona con predominio de vivienda compuesta por fraccionamientos, el equipamiento educativo está integrado por un Bachillerato, cuatro Primarias y dos Jardín de niños, localizados al interior de los fraccionamientos habitacionales que colindan con el Corredor Tecnológico.

Por su proximidad con el centro urbano, los puntos orientados al comercio representan el 47% de los puntos identificados en esta zona, y están integrados por almacenes de cadenas comerciales como Walmart, así como establecimientos comerciales con venta de productos y servicios diversos, distribuidos de forma independiente sobre la Av. Triunfo de la República como CalTV, Comex, entre otros.

Debido a su importancia, en el tramo analizado destacan las instalaciones de Pensiones Civiles del Estado, orientadas a cubrir las necesidades de la población afiliada a este instituto de salud, convirtiéndose en un centro generador de viajes de cierto segmento de la población local. Ver Tabla 6-18.

Tabla 6-18 Puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Platón y c. Estebanico

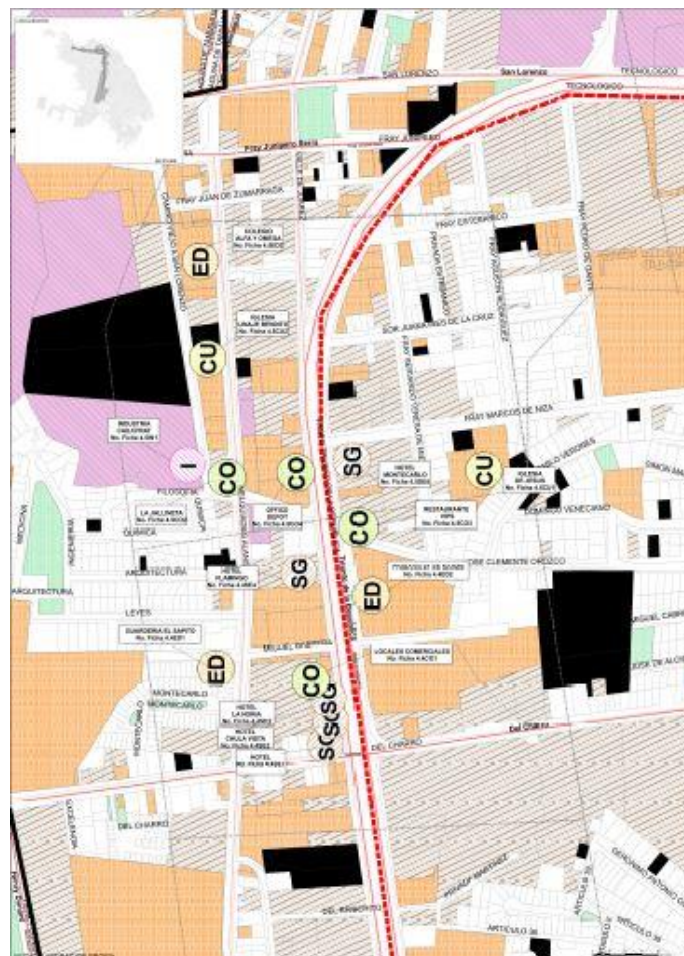
Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Comercio	Comex	Av. Triunfo de la Republica	sobre corredor
Comercio	CalTV	Av. Triunfo de la Republica	100
Comercio	Walmart	Av. Triunfo de la Republica	100
Escuela	Estancia Infantil Alain y Anette	Pitágoras	200
Escuela	Escuela primaria		
Hospital	Pensiones Civiles del Estado	Av. Triunfo de la Republica	sobre corredor
Comercio	Locales Comerciales	Av. Triunfo de la Republica	sobre corredor

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Comercio	Locales Comerciales	Av. Triunfo de la Republica	sobre corredor
Escuela	Escuela Abraham González	Av. Triunfo de la Republica	40
Escuela	Preparatoria Colegio Obregón	Prolongación Texcoco	200
Comercio	Locales Comerciales	Plutarco Elías Calles	200
Comercio	Locales Comerciales	Av. Triunfo de la Republica	sobre corredor
Escuela	Primaria 21 de Marzo	José Clemente Orozco	50
Escuela	Guardería El Sapito	Miguel Cabrera	50
Escuela	Instituto Católico San Lorenzo	Fray Junípero Serra	140

Fuente. Elaboración propia, 2015

Los puntos de interés identificados en el tramo que va de la calle Estebanico a la calle c. Del Sabinal, en torno al denominado Corredor sobre la avenida triunfo de la República.

Figura 6-36 Localización de puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Platón y c. Estebanico

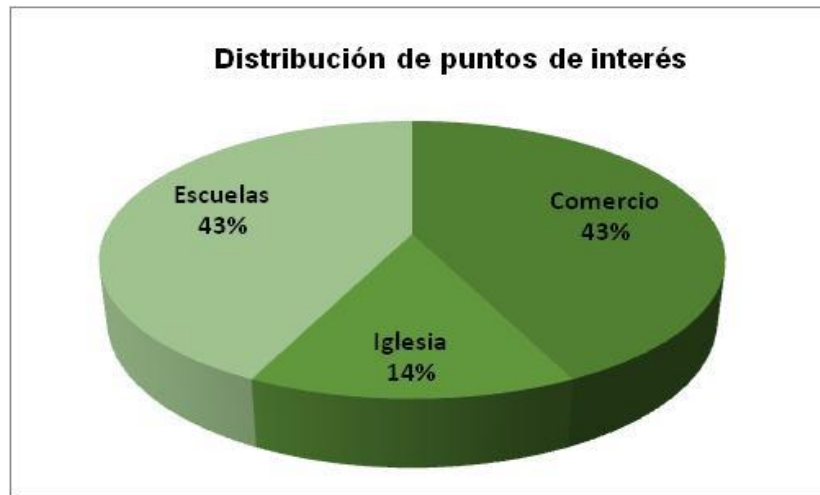


Fuente. Elaboración propia, 2015

### Tramo Estebanico-Del Sabinal sobre av. Tecnológico

En el tramo de la c. Estebanico a c. Del Sabinal, se observa que los puntos de interés identificados colindantes al Corredor Tecnológico, están conformados por equipamiento educativo, establecimientos comerciales y espacios para culto, donde el equipamiento de educación representa el 43% de los puntos de interés identificados en el tramo, el comercio está presente con un 43% y espacios para culto con un 14%.

Figura 6-37 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Triunfo de la República entre c. Estebanico y c. Del Sabinal



Fuente. Elaboración propia. 2015.

Los puntos orientados al comercio están integrados por grandes establecimientos de cadenas comerciales como Soriana Hiper , además de plazas comerciales para el abasto al menudeo, los cuales destaca por la importancia del servicio que se ofrece, convirtiéndolo en punto de destino de viajes, sobre la av. Tecnológico.

Por su parte, el equipamiento educativo identificado, debido a la relevancia que genera en la zona, se integra por dos Jardín de niños y una Primaria, todos ellos ubicados al interior en las áreas de vivienda colindantes al Corredor Tecnológico. Así mismo se localiza el templo San Lorenzo, que por su vocación social, convoca a la población del entorno.

Tabla 6-19 Puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre c. Estebanico y c. Del Sabinal

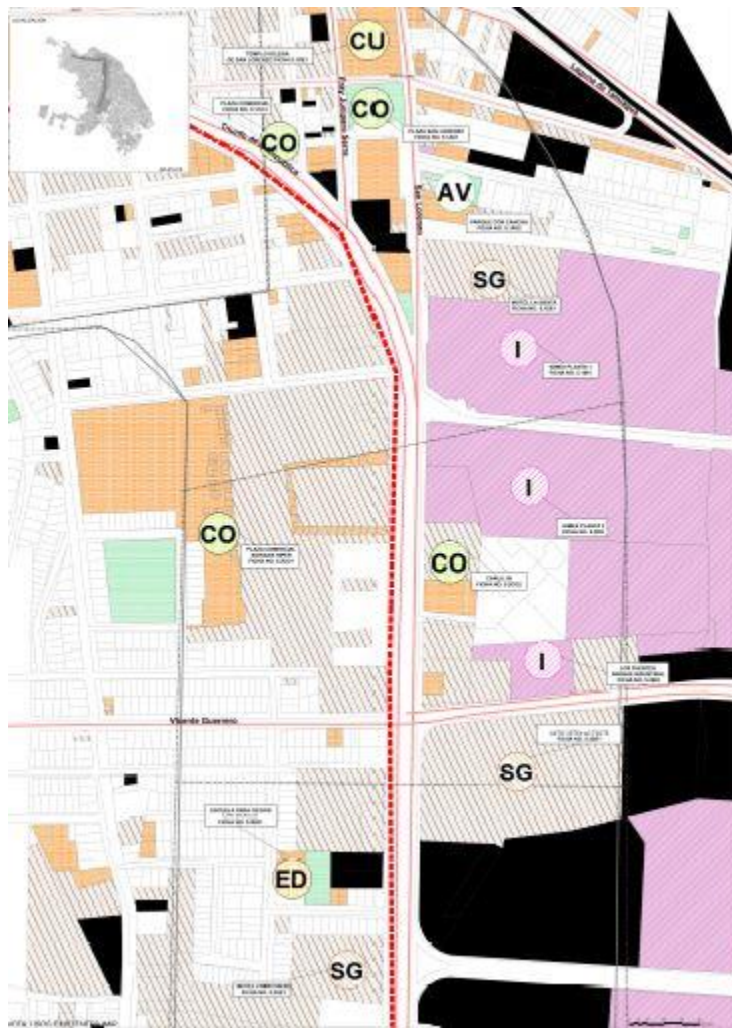
Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Comercio	Plaza Comercial	Tecnológico	sobre corredor
Escuela	Jardín de niños Asbaje	Fray Pedro de Gante	250
Iglesia	Iglesia San Lorenzo	Valle de Juárez	150
Comercio	Soriana Iper	Fray Pedro de Gante	250
Escuela	Escuela Primaria Juárez y Reforma	Isaac Newton	300
Comercio	Sin Nombre	Av. De la Raza	90

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Escuela	Guardería Blanca nieves	Bosque Bonito	190

Fuente. Elaboración propia. 2015

Los puntos de interés identificados en el tramo c. Estebanico - Del Sabinal se muestran en la Figura 6-38.

Figura 6-38 Localización de puntos de interés en Av. Triunfo de la República entre Estebanico y Del Sabinal



Fuente. Elaboración propia. 201

Tramo Del Sabinal-Ejercito Nacional sobre av. Tecnológico.

En el tramo comprendido entre Del Sabinal y av. Ejército Nacional se observa que los puntos de interés identificados colindantes al Corredor Tecnológico, están conformados por equipamiento educativo y establecimientos comerciales, donde el equipamiento de

educación representa el 44% de los puntos de interés identificados en el tramo y los establecimientos comerciales el 56%.

Figura 6-39 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre Del Sabinal y Ejército Nacional



Fuente. Elaboración propia. 2015

Del equipamiento identificado, se localizan dos instalaciones educativas hacia el interior de los espacios habitacionales y dos hacia el Corredor Tecnológico. Está compuesto por dos Jardín de niños, dos escuelas Primarias, una escuela Secundaria, así como por el Instituto tecnológico de Ciudad Juárez, siendo este plantel educativo el que genera viajes como destino, el resto de las instalaciones educativas se ubican al interior de las áreas de vivienda colindantes al Corredor Tecnológico.

Los puntos orientados al comercio identificados en esta zona se componen por cinco grandes establecimientos como Plaza comercial La Citte, Galerías Tec y Plaza Permasa, integradas por tiendas comerciales y de servicios. Por su emplazamiento se localizan con frente a las avenidas Tecnológico y Ejército Nacional, lo que permite una accesibilidad a través de estas vialidades, así como el traslado de usuarios mediante el transporte público existente. *Tabla 4-20. Puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Del Sabinal y Ejército Nacional*

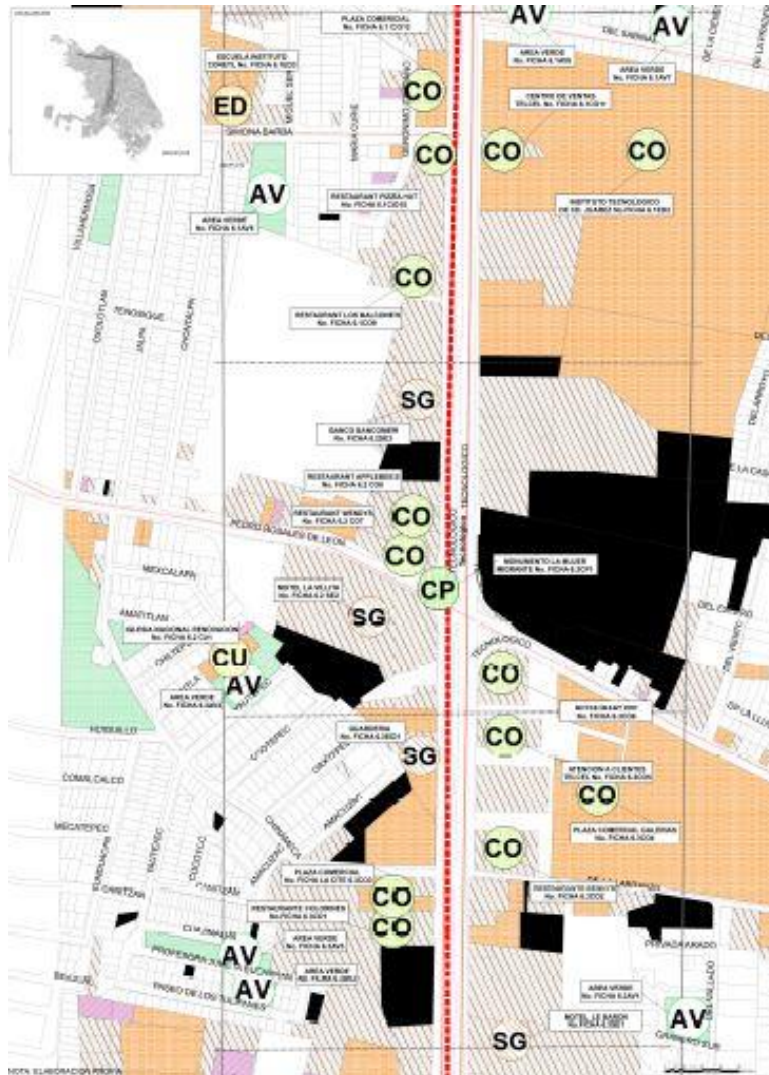
Tabla 6-20 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Del Sabinal y Ejército Nacional

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Comercio	Plaza Comercial	Tecnológico	sobre corredor
Escuela	Instituto Conetl	Simona Barba	180
Escuela	Instituto Tecnológico Ciudad Juárez	Tecnológico	sobre corredor

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Escuela	Secundaria Emmanuel	Tecnológico	sobre corredor
Comercio	Plaza Comercial La Cite	Chinameca	80
Comercio	Galerías Tec	Tecnológico	100
Escuela	Zamna	Chinameca	130
Comercio	Plaza Comercial	Tecnológico	sobre corredor
Comercio	Plaza Permasa	Ejército Nacional	200

Fuente. Elaboración propia. 2015

Figura 6-40 Localización de puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Del Sabinal y Ejército Nacional



Fuente. Elaboración propia. 2015

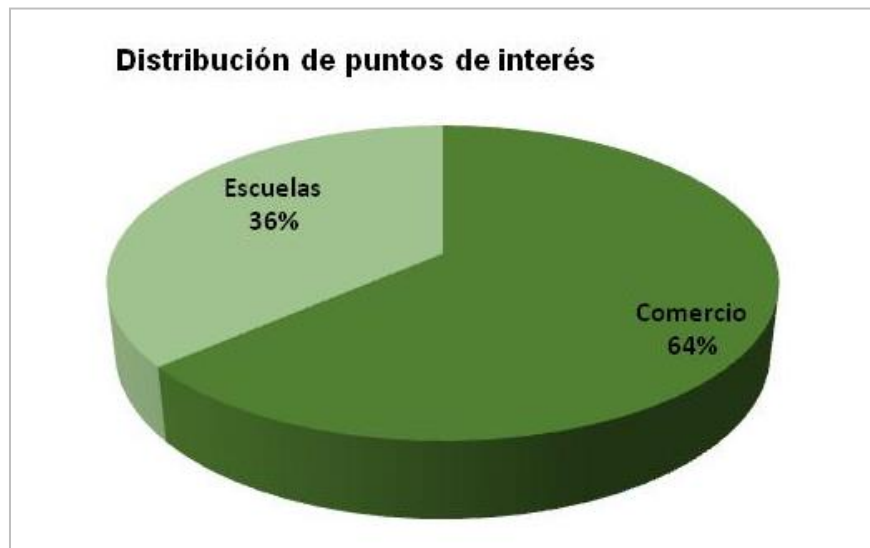


### Tramo Ejército Nacional-Teófilo Borunda sobre la Av. Tecnológico.

En el tramo comprendido entre el Av. Ejército Nacional y el Blvd. Teófilo Borunda se observa que los puntos de interés identificados dentro del rango de influencia del Corredor Tecnológico, están conformados por equipamiento de tipo educativo, así como por establecimientos comerciales.

Los predios comerciales predominan sobre los de equipamiento educativo, con el 64% y el 36% respectivamente. Este tipo de elementos destacan por ser generadores de destino de amplio grupo de población del entorno inmediato y hasta un 1 kilómetro de distancia debido a los servicios educativos y hasta 5 kilómetros por los servicios comerciales de las tiendas de cadena comercial, lo cual implica contar con servicios de transporte público adecuados a la demanda generada en el tramo. Ver Figura 6-41

Figura 6-41 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Ejército Nacional y Teófilo Borunda



Fuente. Elaboración propia. 2015

Los puntos de interés orientados al comercio en la zona se caracterizan por ser Plazas comerciales que integran establecimientos con diversos giros de venta de productos y servicios, lo que favorece un amplio espectro de clientes que se trasladan a esos sitios. Aunado a que todos ellos se encuentran sobre la avenida Tecnológico, como Plaza Juárez, Plaza Diamante, Plaza Dorada y Plaza, así como tiendas de cadena comercial como Smart y Costco, condicionan el número de traslados a esta zona sobre la vialidad Tecnológico y como en otros casos similares observados a lo largo del Corredor, los centros comerciales citados cuentan con amplias áreas de estacionamiento con frente a la avenida, lo que implica consideraciones de tipo técnico para la definición del emplazamiento de los puntos de estación del Corredor de transporte.

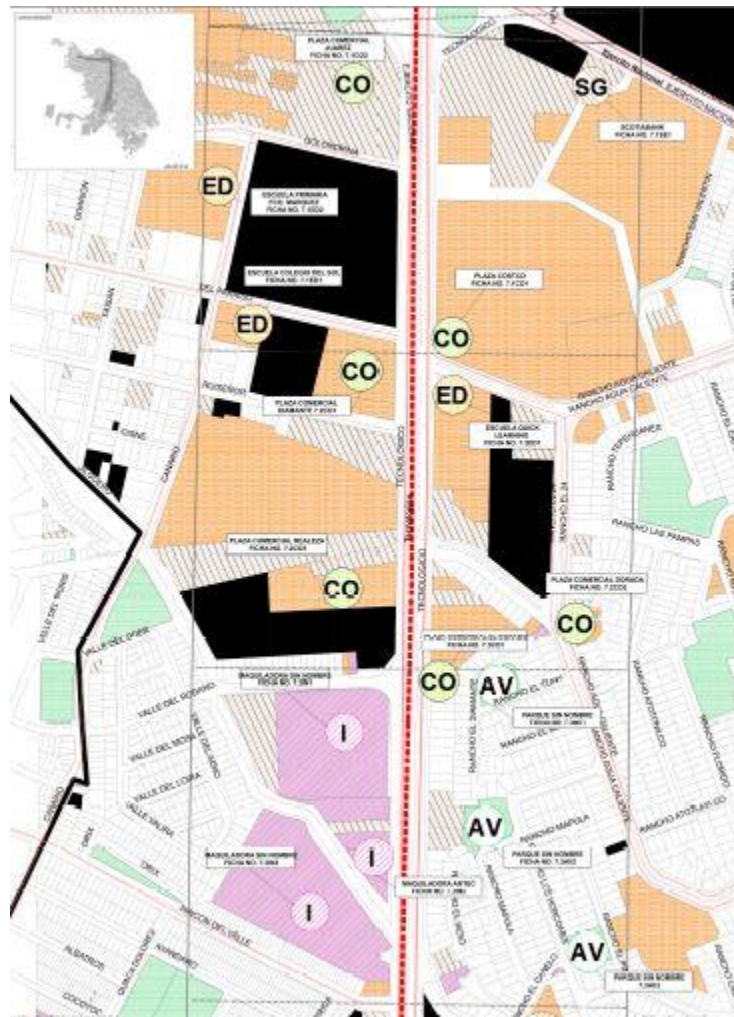
El equipamiento educativo localizado en este tramo lo integran tres escuelas primarias y una escuela de inglés Quick Learning, las primeras localizadas al interior de las áreas habitacionales y el segundo sobre la avenida Tecnológico. Los servicios especializados de educación como este centro de idiomas genera recorridos sobre el Corredor troncal, por lo que es importante el emplazamiento de los puntos de estación cercano a estos sitios. Ver Tabla 6-21.

**Tabla 6-21 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre Ejército Nacional y Teófilo Borunda**

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Comercio	Costco	Tecnológico	sobre corredor
Comercio	Plaza Juárez	Tecnológico	sobre corredor
Escuela	Colegio del Sol	Del Paraíso	170
Escuela	Escuela Primaria Francisco Márquez	Faisán	250
Comercio	Plaza Diamante	Tecnológico	sobre corredor
Comercio	Plaza Dorada	Rancho el 24	160
Comercio	Plaza Realeza	Tecnológico	sobre corredor
Escuela	Quick Learning	Tecnológico	sobre corredor
Comercio	El Dolarote	Tecnológico	sobre corredor
Comercio	Smart	Ramón Rivera Lara	60
Escuela	Jaime Nuno Roca	Rancho Canela	110

Fuente. Elaboración propia. 2015

Figura 6-42 Localización de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Ejército Nacional y Teófilo Borunda



Fuente. Elaboración propia, 2015

### Tramo Av. Teófilo Borunda a c. Tonatzin sobre la Av. Tecnológico

En el tramo comprendido entre el Blvd. Teófilo Borunda y la Calle Tonatzin se observa que los puntos de interés colindantes al Corredor Tecnológico, están conformados por equipamiento educativo, establecimientos comerciales y espacios para culto. El equipamiento de educación está integrado por un Jardín de niños, dos Primarias y un Bachillerato, representando el 40% de los puntos de interés identificados en el tramo, los cuales se localizan al interior de los espacios habitacionales que colindan con el Corredor Tecnológico.

Los puntos orientados al comercio representan el 50% de los identificados en esta zona y están integrados por tiendas comerciales de abasto al por menor "Soriana y Smart", así como por plazas comerciales. Por su emplazamiento, guardan una distribución porcentual en relación a la cantidad entre los mismos.

Figura 6-43 Distribución de puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Teófilo Borunda y Tonatzin



Fuente. Elaboración propia. 2015

La característica observada en estos giros comerciales es el área disponible para su funcionamiento incluye espacio para estacionamiento, generalmente dispuesto hacia la av. Tecnológico, lo que es de consideración respecto a la disposición de los puntos de estación sobre el corredor Tecnológico.

El equipamiento de tipo educativo localizado en el tramo está conformado por dos primarias, un jardín de niños, una escuela preparatoria, localizados en calles perpendiculares a la av. Tecnológico al interior de los fraccionamientos, brindando servicio a la población de las áreas habitacionales circundantes, este tipo de equipamiento genera recorridos por medio de vehículo privado o transporte público existente en el Corredor troncal. Por su parte, se ubica el templo San Sebastián, sobre la av. Tecnológico el cual eventualmente es generador de recorridos de la población del entorno. Ver Tabla 6-22.

Tabla 6-22 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Teófilo Borunda y Tonatzin

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Escuela	Preparatoria Parque Central	Tecnológico	120
Iglesia	Templo San Sebastián	Tecnológico	sobre corredor
Escuela	Primaria Instituto Reina Madre	Sierra de los Armadillos	110
Comercio	Soriana	Tecnológico	100



### Tramo c. Tonatzin a Blvd. Zaragoza sobre la Av. Tecnológico

En el tramo comprendido entre la Calle Tonatzin y la Avenida Zaragoza predominan los espacios orientados al comercio, representando el 54% de los sitios encontrados, los cuales se agrupan en 7 puntos conformados principalmente por Centros comerciales de diverso tamaño y cantidad de establecimientos. Destaca por su importancia el servicio de salud que ofrece la Clínica Panamericana, como punto de destino de viajes, sobre la av. Tecnológico.

El equipamiento educativo representa el 31% de los espacios de interés identificados en el tramo, los cuales están ubicados al interior de las zonas de vivienda colindantes al Corredor Tecnológico, así como un templo que por su característica funcional, brindan servicio a la población asentada en el entorno inmediato. Ver Figura 6-45

Figura 6-45 Distribución de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Tonatzin y Zaragoza



Fuente. Elaboración propia, 2015

De la integración porcentual descrita anteriormente, se desprende que los puntos de interés orientados al comercio están compuestos por plazas comerciales que agrupan establecimientos de diversos giros para venta de productos. Este tipo de establecimientos considera una gran superficie de terreno para su funcionamiento, tanto en espacios de venta como para estacionamientos. El rango de distancia que estos sitios de comercio tienen con la av. Tecnológico es inmediata y varía entre los 40 metros y 195 metros, condición que refiere al estacionamiento entre la av. Tecnológico y el edificio del establecimiento.

En relación al equipamiento educativo conformado por una escuela primaria, dos jardines de niños y una escuela preparatoria, estos se localizan sobre calles perpendiculares a la av. Tecnológico o hacia el interior de los fraccionamientos, donde brindan servicio a la

población asentada en las áreas habitacionales circundantes, con un rango que va desde los 500 metros para la primaria, hasta 5 kilómetros con la Preparatoria Benito Juárez, siendo este último el que requiere de recorridos por medio de vehículo privado o transporte público existente en la av. Tecnológico.

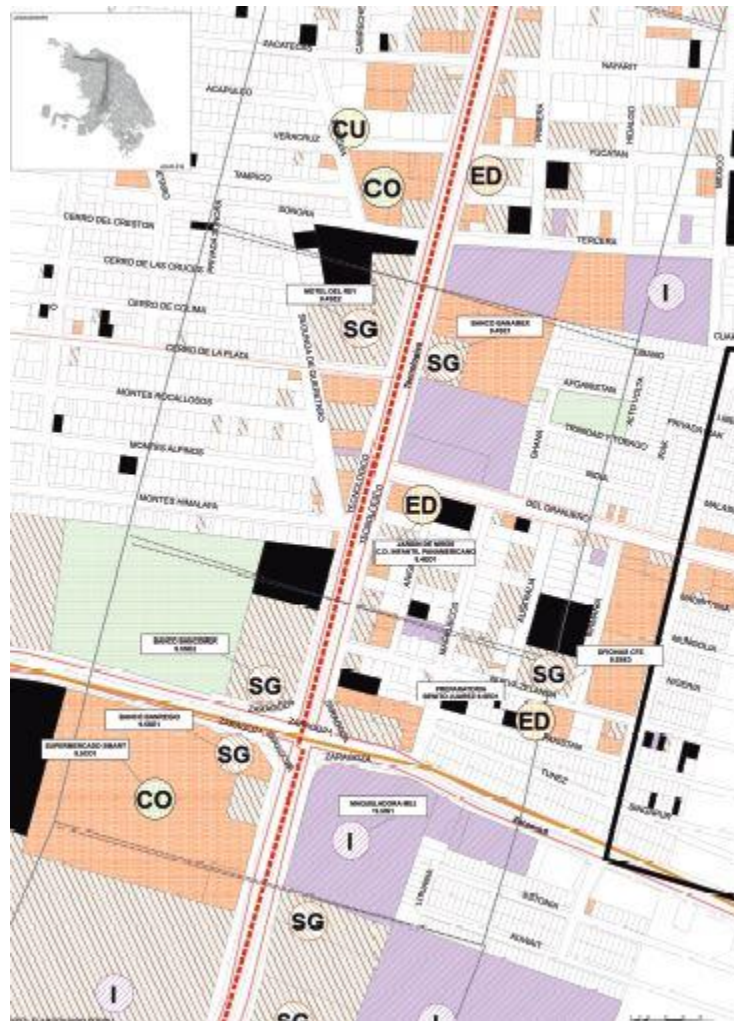
Así mismo, el equipamiento de salud existente en este tramo del Corredor promueve desplazamientos de la población para acceder a los servicios que brinda la Clínica Panamericana emplazada sobre la av. Tecnológico. Finalmente el templo El Divino rostro genera movilidad al interior de la zona habitacional en que se localiza.

**Tabla 6-23 Puntos de interés en Av. Tecnológico entre c. Tonatzin y Zaragoza**

Establecimiento	Nombre	Calle	Rango de proximidad al Corredor en metros
Comercio	Plaza Comercial Puesta del Sol	Tecnológico	195 m
Comercio	Plaza Comercial	Tecnológico	195 m
Hospital	Clínica Panamericana	Tecnológico	40 m
Escuela	Guardería Paty	Cacamatzin	95 m
Iglesia	Templo El Divino Rostro	Durango	57 m
Comercio	Plaza Comercial Multi mercado	Tecnológico	45 m
Comercio	Plaza Comercial Panamericana	Tecnológico	0 m
Escuela	Primaria Pablo Gómez Ramírez	Centeno	216 m
Comercio	Plaza Comercial Centeno	Tecnológico	40 m
Comercio	Plaza Comercial Sur	Tecnológico	45 m
Escuela	Centro de Desarrollo Infantil Panamericana	Del Granjero	100 m
Escuela	Preparatoria Benito Juárez	Nueva Zelanda	200 m
Comercio	Supermercado Smart	Tecnológico	0 m

Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 6-46 Localización de puntos de interés en torno a la Av. Tecnológico entre c. Tonatzin y Zaragoza



Fuente. Elaboración propia, 2015

## 6.6 Inventario de usos de suelo

La Carta Urbana del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez (2009), nos indica que el uso predominante dentro del corredor es el habitacional, sin embargo, el impacto en la expansión territorial ha ocasionado la disminución de este tipo de uso, provocando que la superficie de baldíos se acrecenté al igual que la superficie vial. Por su parte otros usos como el Comercio y de Servicios son los que dan carácter y fortaleza a nuestro corredor, así mismo nuestro polígono de influencia enmarca un área dotada de industria, y áreas verdes de gran importancia para la metrópoli.

Es importante señalar que en la zona norponiente de la ciudad se encuentra el polígono del centro urbano, el cual está dotado de usos de comercio, servicios e incluso vivienda



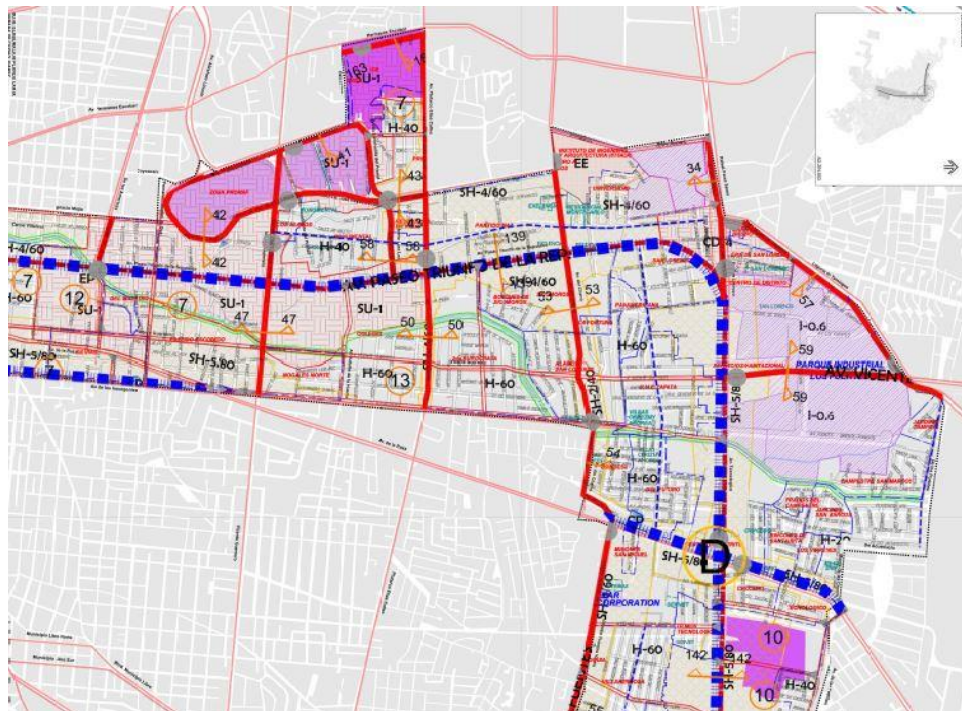
de uso mixto. En la zona este podemos encontrar industria, un subcentro urbano y áreas verdes, finalmente el área de influencia de nuestro corredor concluye en la zona sureste de la ciudad, en donde contamos con el aeropuerto, uno de los servicios principales con los que cuenta la metrópoli, comercio e industria.

Figura 6-47 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-001



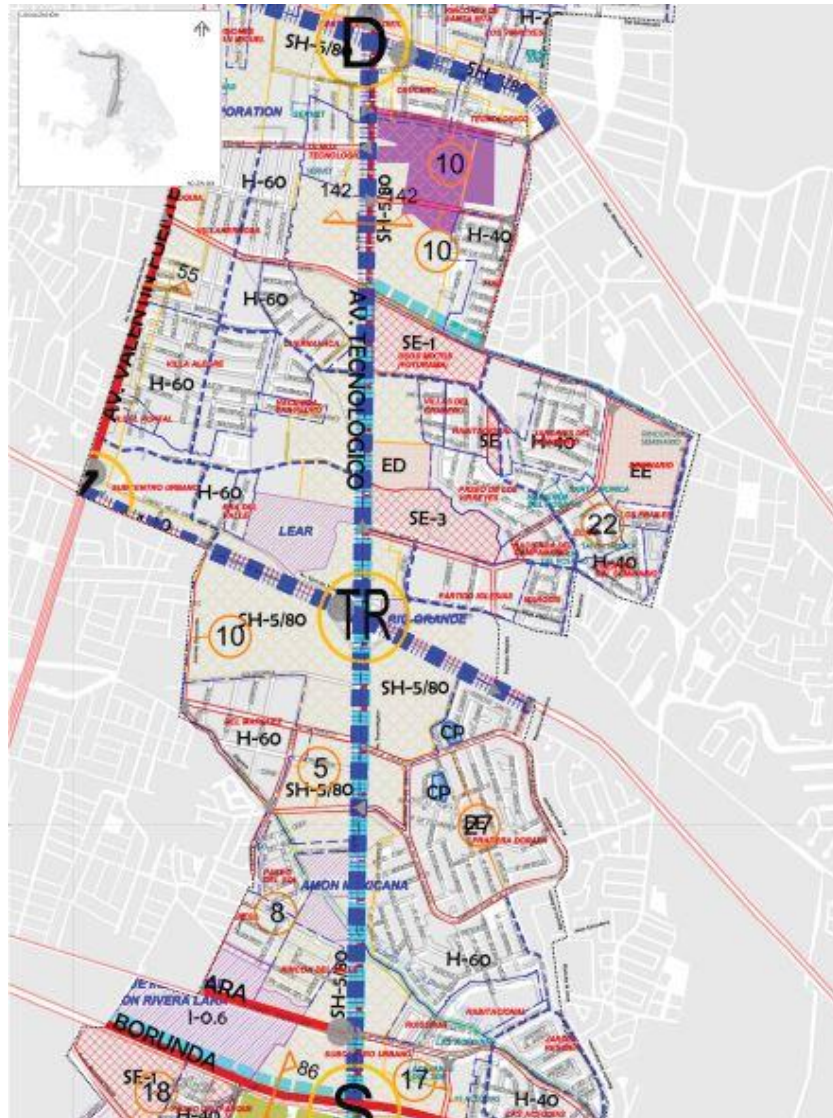
Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 6-48 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-002



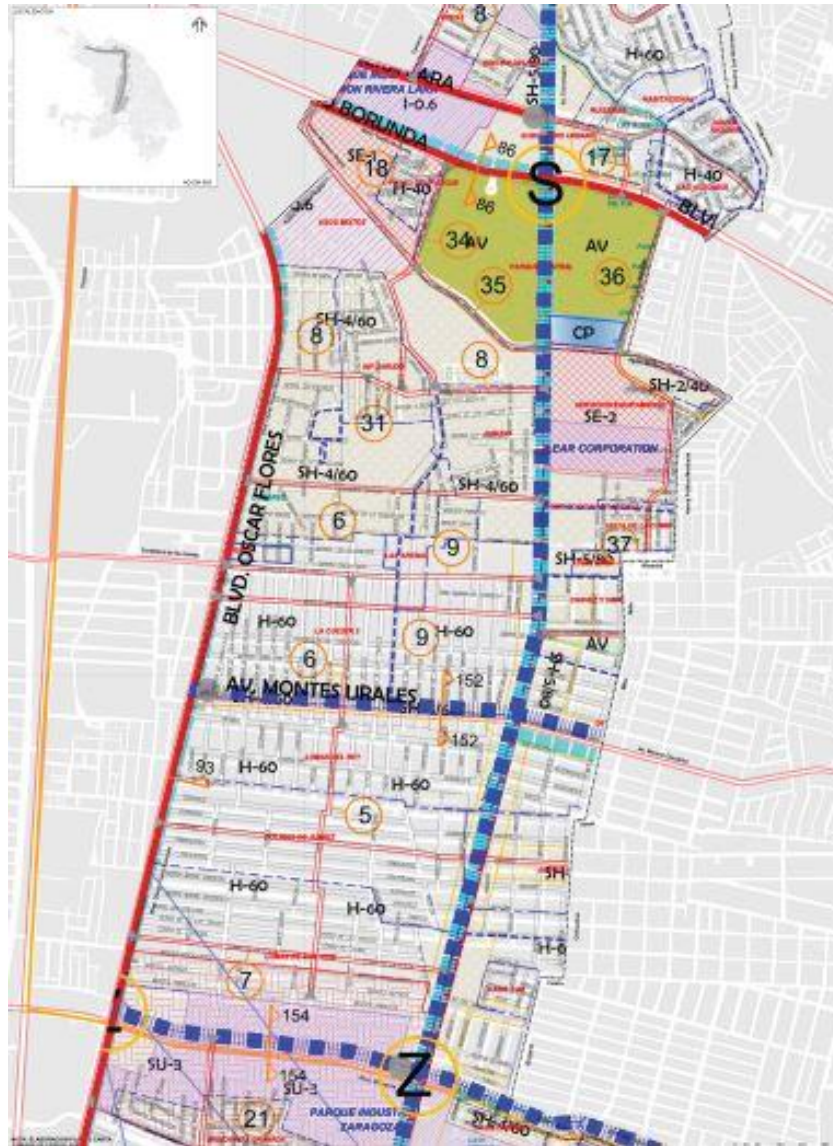
Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 6-49 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-003



Fuente: Elaboración propia, 2015

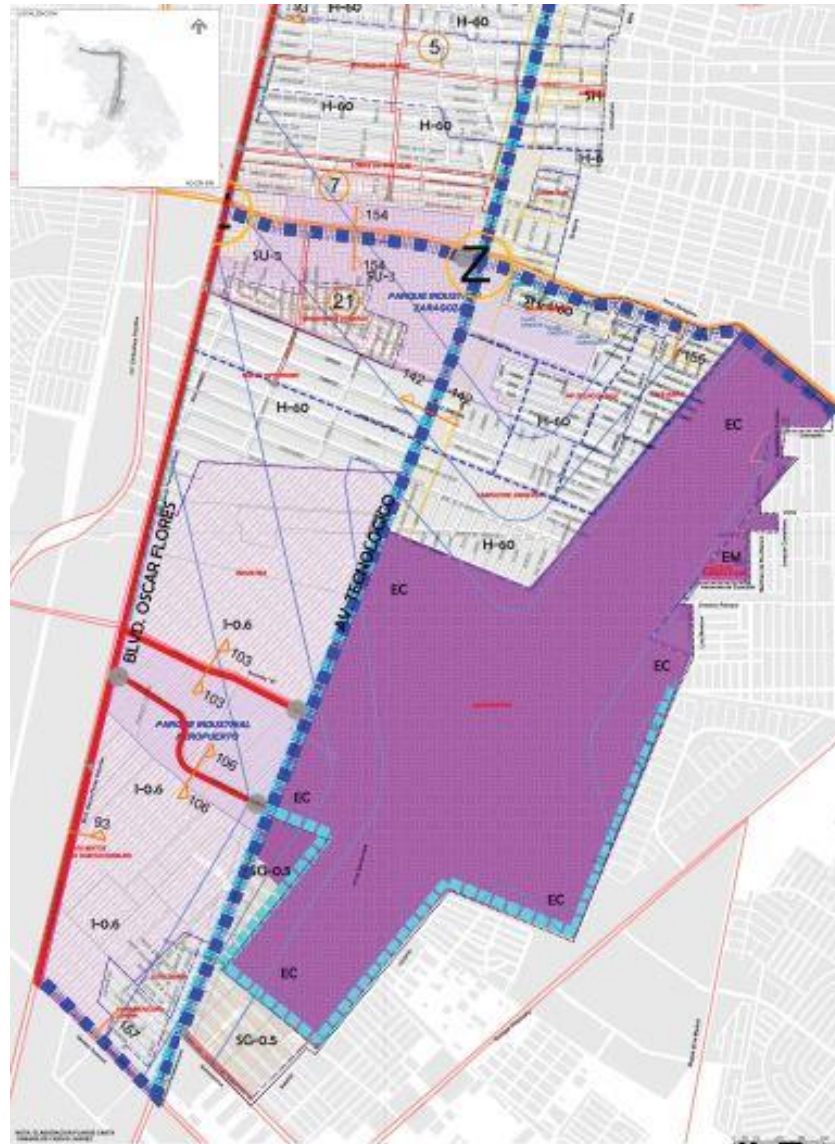
Figura 6-50 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-004



Fuente. Elaboración propia, 2015

Figura 4-48. Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-004

Figura 6-51 Inventario de usos de suelo carta urbana plano AD-ZIN-004



Fuente. Elaboración propia, 2015

## 6.7 Estudio de transporte colectivo anteriores

### Estudio de vialidad y transporte para Ciudad Juárez, 2005

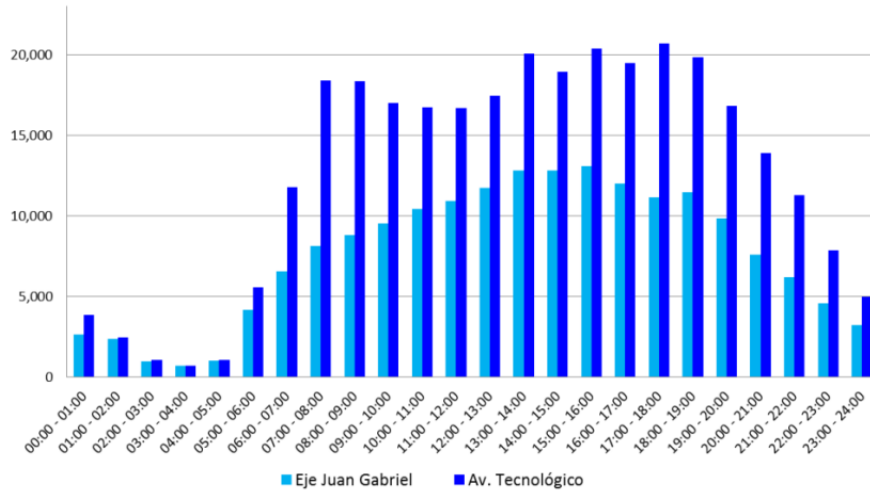
El estudio se dividió en tres tareas, que son:

- Tarea 1.- Aforo de demanda actual sobre futuros corredores troncales.
- Tarea 2.- Actualización de modelos analíticos para pronóstico de demanda.
- Tarea 3.- Estudio de sensibilidad tarifaria sobre factibilidad financiera.

Los principales resultados de las tres tareas son:

Para actualizar el estudio de “factibilidad financiera del proyecto de transporte colectivo para Ciudad Juárez, realizado en el año 2000”, en 2004 se realizaron 29 puntos de aforo de flujo distribuidos sobre vialidades en el área de influencia de los corredores troncales propuestos para el transporte semimasivo del 2000. Como resumen de los resultados muestra el aforo captado en los principales corredores.

Figura 6-52 Volumen vehicular



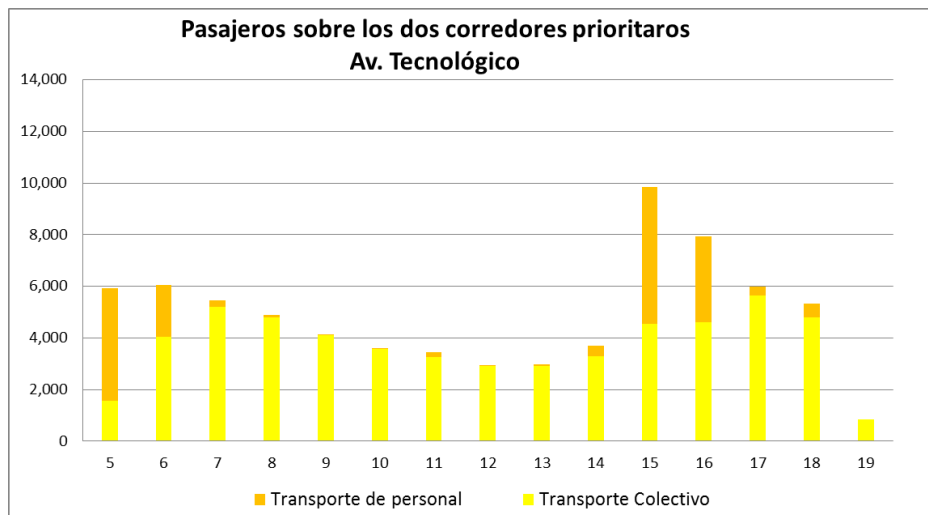
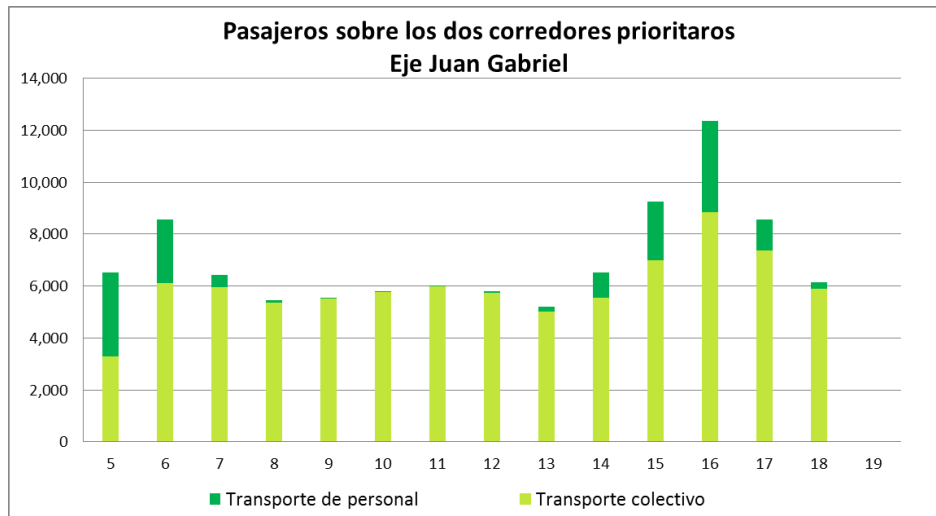
Fuente. Elaboración propia, 2015

En el caso de los estudios para transporte público se realizaron 25 estaciones de conteo de ocupación del servicio colectivo. De las estaciones aforadas ocho estaciones corresponden a los corredores troncales Presidencia Tierra – Nueva y Corredor Tecnológico, de los conteos realizados las estaciones relacionadas a dichos corredores son:

- 4. Eje Juan Gabriel, a la altura de Gutiérrez Nájera
- 5. Eje Juan Gabriel, a la altura de Ponciano Arriaga
- 8. Blvd. Zaragoza, a la altura de Bulgaria
- 9. Blvd. Zaragoza, a la altura de Valle del Cedro
- 11. Av. Tecnológico, a la altura de Pedro Rosales de León
- 12. Av. P. Triunfo de la Rep, a la altura de L. de Pátzcuaro
- 20. Av. 16 de Septiembre, a la altura de 5 de Mayo

En donde los resultados son los siguientes:

Figura 6-53 Pasajeros observados por tipo de transporte



Fuente. Elaboración propia, 2015

Como datos relevantes del sistema de transporte y vial se menciona:

- Congestionamiento vial provocando velocidad de 37 km/h
- El transporte colectivo reduce su velocidad a 13km/h por el cobro a bordo de las unidades

Como resultado del estudio se estructuraron corredores lineales de alta densidad, incorporando el sistema de ciclorutas como parte del sistema alimentador.

Los corredores troncales que se evaluaron en el estudio son:

- Ruta 1a: Presidencia-Tierra Nueva (por vías de ferrocarril).

- Ruta Ib: Presidencia-Tierra Nueva (por Eje Juan Gabriel).
- Ruta Ic: Presidencia-Tierra Nueva (por Av. Aztecas).
- Ruta II: Helio-Aeropuerto.

Se dimensionó el sistema considerando la demanda estimada, y se realizó la evaluación de factibilidad financiera de los corredores, estimando sus distintos componentes.

Igualmente se consideraron los posibles ingresos que serían a partir de la tarifa que el usuario pagaría por hacer uso del sistema, sin dejar fuera la posibilidad de concesionar espacios publicitarios y comercio dentro del mismo sistema.

Se consideró a la tarifa como única fuente de ingreso con la intención de aislar y ponderar su importancia comparado con los costos totales del sistema.

Se analizaron los diferentes indicadores de viabilidad y las posibles combinaciones de tecnología y tarifa, en donde los de mayor relevancia son:

- Valor presente neto (VPN).
- Tiempo de recuperación (TR).
- Tasa interna de retorno (TIR).

De los indicadores financieros obtenidos se establecieron las siguientes conclusiones preliminares:

- La ruta la muestra los mejores indicadores de rentabilidad, seguida por la ruta Ic y la ruta II.
- La dificultad con la ruta la es la necesidad de compartir los derechos de vía del ferrocarril.
- La ruta Ib presenta VPNs negativos y tiempos de recuperación por encima de 30 años, lo que la descarta como una opción viable.
- Por lo que las rutas Ic y II se recomiendan para implementación inmediata.

### **Estudio Integral de transporte 2006 en Ciudad Juárez**

Se analizó el informe de la tarea 1: Recopilación de información del Estudio Integral de transporte 2006 en Ciudad Juárez, realizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), El Fondo Mixto CONACYT (FOMIX), el Gobierno municipal de Juárez y el Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP).

En el documento al que se tuvo acceso no se presentan resultados sólo la metodología de diseño y aplicación de cada uno de los estudios que a continuación se mencionan:

### **Encuestas**

Se analizaron los viajes realizados por una muestra de 1,500 domicilios encuestados en la Encuesta Origen Destino (OD).

Se analizaron los viajes realizados en 300 sitios atractores, seleccionados para la encuesta en sitio de empleo, en el estudio se encuestó a todos los empleados y a una muestra indefinida de visitantes.

Se realizaron 300 encuestas a vehículos que entran y salen de la ciudad en puntos de acceso a la ciudad.

### **Inventario en transporte colectivo**

Se realizaron recorridos para actualizar el catálogo de rutas de transporte público de la Oficina de Transporte Público del Estado de Chihuahua así como el derrotero de las mismas.

### **Aforo visual de transporte colectivo**

Se realizaron conteos visuales en 30 puntos de la red en un horario de 6:00 a 21:00 hrs.

### **Aforo visual de transporte no motorizado,**

Se llevaron a cabo conteos visuales en 30 puntos de la red en un horario de 6:00 a 21:00 hrs. Para este ejercicio se definieron las mismas ubicaciones que se usaron en los Aforos Visuales de Transporte Público y se diferenció entre peatones y ciclistas.

### **Tiempos de recorrido y demoras**

Se realizaron tres recorridos a la Hora de Máxima Demanda (HMD) de la mañana, de las 7:00 a las 9:00 horas; tres recorridos a la Hora de Máxima Demanda (HMD) de la tarde, de las 12:00 a las 14:00 horas y/o de las 17:00 a las 19:00 horas; y tres recorridos a la hora de flujo libre o flujo mínimo, de las 2:00 a las 4:00 horas.



## 7 CONCLUSIONES

### 7.1 Calibración de situación actual

- De acuerdo a las condiciones de operación del escenario base para el periodo pico de la mañana el tiempo medio de viaje de los usuarios es de 50.0 minutos
- El tiempo de viaje promedio en los vehículos de transporte es de 26.1 minutos, mientras que el tiempo de caminata promedio de los usuarios del transporte colectivo es de 12.8 minutos.
- En promedio el tiempo de espera de las unidades de transporte es de 4.1 minutos, y la tasa media de transbordo es de 12.9%
- Para el pronóstico base durante los primeros 10 años se tiene un promedio de 4.47% de crecimiento, encontrando su máximo en el 6to año con un 5.7% para el mismo escenario.
- Durante el periodo pico del transporte público se dimensionó un total de 24,327 viajes en todo el sistema de rutas
- Mientras que para un día hábil típico entre semana se obtuvo un total de 262,341 viajes en todo el sistema de rutas, incluido Vivebús Troncal 1.

### 7.2 Selección de alternativa de trazo

- La definición de los criterios permite evaluar desde diferentes aristas los proyectos de transporte, dando un peso específico a cada criterio.
- Para el criterio de mayor peso que es Demanda la alternativa base es la de mayor captación de usuarios, sin embargo para el IPK la alternativa 3 es la de mejor calificación.
- En los criterios de Costo de construcción, Impacto vial y Ambiental la alternativa 3 es la de mejor evaluación, si embargo en el tema socio urbano la alternativa 1 es la de mayor puntaje.
- Con la variación de los pesos por variables y criterios definidos, se concluye que la Alternativa 3 es la seleccionada para su desarrollo a detalle del diseño funcional, operacional, proyecto ejecutivo y estudios adicionales.

### 7.3 Análisis del Tránsito

- En los aforos de flujo automáticos se concluye que el día con mayor flujo vehicular es en viernes, el resto de los días entre semana se comportan muy parecidos y mantienen un flujo vehicular muy similar. El día sábado se destaca en la sumatoria total del volumen vehicular en los aforos automáticos, ya que presenta un volumen mayor a ciertos días entre semana.

- En la composición vehicular obtenida de las estaciones complementarias (AF) se concluye que el transporte tipo bicicleta representa menos del 1% en vialidades como Av. Tecnológico y Av. P. del Triunfo de la República, en cambio en la zona centro llega a conformar el 1% y en la estación AF-05 el 4%.
- El transporte público en la zona centro llega a representar hasta el 10% del tránsito vehicular mientras que por Av. Tecnológico solo constituye el 2% del tránsito.
- El vehículo privado en todo el corredor representa más del 80% del tránsito, en ciertos tramos de Av. P. del Triunfo de la República y de Av. Tecnológico supera el 90%.
- Los aforos direccionales dieron como resultado que la HMD sobre el corredor es a las 17:30 – 18:30 horas con 203,814 vehículos, con un factor de hora de máxima demanda de 0.99 el cual indica un comportamiento constante de flujo vehicular durante la HMD. La intersección que tuvo mayor volumen vehicular durante la HMD fue Av. Tecnológico y Av. Del Ejército con 10,426 vehículos.
- Los aforos ciclistas mostraron que se tiene una mayor demanda ciclista en la zona centro y sobre Av. Paseo del Triunfo de la Rep. El mayor volumen de ciclistas que se registró en el HMD fue de 33 ciclistas en la intersección de Av. 16 de septiembre y Costa Rica. En total se tiene que circulan sobre o cruzan el corredor 424 ciclistas en HMD.
- Para efectos del estudio se homologó la HMD peatonal con la de los aforos vehiculares y ciclistas. El volumen obtenido a las 17:30 – 18:30 fue de 8,706 peatones, la intersección con mayor flujo peatonal se da en Av. 16 de septiembre y Ramón Corona con 953 peatones en la HMD. La zona centro es la que muestra mayor flujo peatonal en comparación a la Av. Tecnológico.
- De los distintos viajes que se realizaron sobre el corredor se obtuvo que de la calle Matamoros hacia el aeropuerto se hace en un tiempo aproximado de 36 minutos por la mañana y 47 minutos por la tarde, en sentido inverso con los mismos orígenes, se tiene un tiempo 32 minutos por la mañana y 38 por la tarde. La velocidad promedio en ambos sentidos es de 41 km por hora, siendo el tramo de Av. Vicente Guerrero de Matamoros hacia Av. Américas la que presenta la velocidad más baja con 26.3 km por hora.
- Se tienen 43 intersecciones semaforizadas sobre el corredor con tres ciclos distintos: de 130 segundos en el tramo de Melchor Ocampo hasta Panamá; de 150 segundos desde Av. De las Américas hasta Lago de Pátzcuaro, y de 200 segundos a partir de Av. Del Charro hasta Santos Dumont. En este último tramo la intersección de Av. Manuel J. Clouthier el tiempo del semáforo es de 130 segundos porque solo regula los movimientos debajo del puente vehicular. Solamente hay un semáforo exclusivo para el paso peatonal ubicado en Hospital de la Mujer sobre Av. Paseo del Triunfo de la República.
- Las causas de las demoras de viaje son varias y depende de la zona del corredor. El tiempo promedio de la suma acumulada del tiempo de las demoras en horario

matutino y en sentido poniente a sur es de 12 minutos y por la tarde es de 13 minutos, en sentido inverso se tiene un tiempo de demora de 6 minutos en horario matutino y 9 minutos por la tarde.

- En los accidentes de tránsito de los años 2013, 2014 y de enero a abril del 2015 se registraron un total de 1,377 accidentes, el accidente vial con mayor registro fue del tipo “Alcance” que representa el 30.50% del total, seguido por el cambio de carril con el 11.7%. El día con mayor accidentabilidad es en sábado y la hora donde ocurren más accidentes es a las 15:00:00 horas.
- La intersección con más registros de lesionados es Av. Tecnológico y Av. Teófilo Borunda con 27. Se registran pocos accidentes con fallecimientos, solo 12 decesos sobre el corredor del 2013 a abril del 2015.
- En delincuencia los años de estudio fueron el 2013 y 2014 la intersección que registra mayor número de hechos delictivos es en Av. Tecnológico y Av. Del Ejército. El día que registra mayor número de delitos es en viernes y la hora con mayor ocurrencia de delitos se presenta a las 13:00:00 horas.
- Los distintos delitos se clasificaron en 3 categorías, esto dependen de la gravedad del hecho. Las categorías son gravedad 1 (G\_1), gravedad 2 (G\_2) y gravedad 3 (G\_3). Sobre el corredor se identifican los tramos en los cuales es más recurrente cierto tipo de delitos. Los delitos de G\_1 se comienzan a presentar a partir de Av. Del Ejército hacia el norte y poniente del corredor. El delito tipo G\_2 se presenta en la misma zona que el G\_1 pero es mucho más reiterativo y mucho más fuerte que el anterior. Y del delito G\_3 es el que presenta menos delitos pero tiene un poco más de presencia sobre Av. Tecnológico.
- Las intersecciones que muestran mayor número de accidentes de tránsito cuentan con semáforos.
- Las intersecciones con mayor volumen vehicular son las que presentan más accidentes viales, intensificándose sobre Av. Tecnológico y Av. Paseo del Triunfo de la República. La intersección Av. Del Ejército es la que muestra mayor número de accidentes viales
- Las intersecciones con mayor volumen peatonal tienen relación con los accidentes viales tipo atropellos, además las zonas más densas de volúmenes peatonales son los que muestran una incidencia mayor de delitos de gravedad 2.
- En la evaluación de las medidas de desempeño muestra que el nivel de servicio general del corredor Tecnológico es “E”.
- La evaluación de la alternativa dos del BRT arroja que un nivel de servicio “E”, al igual que en la situación actual. La alternativa tres es la que obtiene una mejor calificación ya que su nivel de servicio es “C”.
- La alternativa tres es la que presenta mejoras en los puntos conflictivos como en la curva de San Lorenzo y en Av. Paseo del Triunfo de la República.

## 7.4 Caracterización de la infraestructura vial

- Se elaboró el análisis que comprende de la Calle Helio en la zona poniente al Aeropuerto en la zona sur de la ciudad, pasando por la av. 16 de Septiembre, Paseo Triunfo de la República y av. Tecnológico.
- En cuanto a señalización se refiere, existen 358 señalamientos verticales, en donde 199 son preventivos, 98 informativos y 30 preventivos. Los 31 restantes se encuentran sin identificar debido a que no presentan letrero, únicamente existe el poste.
- El estado físico de pavimentos, está compuesto en su totalidad por carpeta asfáltica equivalente a 495,533 m<sup>2</sup> de pavimento. El 77% del estado físico, se encuentra en buenas condiciones, considerando que la av. Paseo Triunfo de la República, fue sometida recientemente a trabajos de recarpeteo. El 21% se encuentra en estado regular y el 2% restante en condiciones de mal estado.
- A lo largo del corredor antes mencionado, existen 43 semáforos existentes, donde el 26% se encuentra en la av. 16 de Septiembre, el 30% a Paseo Triunfo de la República, y el 47% a la av. Tecnológico.
- El número de carriles de las tres vialidades es muy variado, la av. 16 de septiembre se distingue por ser vialidad de un solo sentido (OTE-PTE) y por ello la sección no es extensa, cuenta en su gran mayoría con 4 carriles existentes. Paseo Triunfo de la República es más constante con la cantidad de carriles, ya que prevalecen 4 carriles en cada sentido, con un camellón promedio de 2 metros en el centro de la vialidad. Por su parte la av. Tecnológico, es la que más extensa tiene la sección. Generalmente son 4 carriles en cada sentido, con un camellón en medio, que a diferencia de Triunfo de la República, es muy variado. Esta variación permite en ciertos puntos que los carriles tanto en dirección Norte, como en dirección Sur, se amplíe a 5 carriles, habilitando este quinto carril para vueltas izquierdas, ya sean semaforizadas o no semaforizadas.
- El corredor cuenta con 2,286 elementos de mobiliario urbano existente. Paseo triunfo de la República es considerada la vialidad más completa en cuanto a mobiliario urbano se refiere, esto considerando que tiene más diversidad de elementos, a diferencia de la Av. Tecnológico que está compuesta por 853 árboles, lo que representa el 77% del mobiliario que la conforma. De esta manera Paseo Triunfo de la república cuenta con la mayor cantidad de: teléfonos públicos, paradas de autobús, bancas, basureros y jardineras.
- Existen intersecciones importantes en todo lo largo del corredor, se elaboró el análisis específico de 52 de ellas, considerando la importancia de sus características y elementos que las distinguen. El 31% de las intersecciones, corresponden a la av. 16 de Septiembre, el 23 % a Paseo Triunfo de la república y el 46% a la av. Tecnológico.

## 7.5 Análisis socio-urbano

- El Corredor Tecnológico (CT) está conformado por la trayectoria de las vialidades Av.16 de Septiembre, Av. Triunfo de la República y Av. Tecnológico, partiendo de la calle Helio al norponiente de la ciudad hasta la avenida Barranco Azul, al sur, en las proximidades del Aeropuerto. Tiene una longitud aproximada de 24 kilómetros, conectando las zonas de crecimiento al oriente y sur oriente con el centro de la ciudad y que la convierte en un importante eje para el traslado de bienes, servicios y personas.
- Por su configuración vial, la avenida Tecnológico es considerada la segunda vialidad más importante después del eje Juan Gabriel, en cuanto a transporte público y de personal se refiere, sin embargo es la vialidad que mayor aforo vehicular presenta durante el día, donde el transporte de personal representa un aporte importante de viajes en la ciudad. Por otro lado, el trazo del CT complementa, en sentido norte-sur, el transporte masivo de la ciudad y se integra a la Troncal 1 en dos puntos de la ciudad, conformando un sistema de transporte.
- A lo largo del corredor Helio-Aeropuerto, existen diversos usos y destinos que por sus características y dimensiones, es posible que requieran de atención especial en el diseño del corredor, conformando una integración adecuada al sistema. Son lugares donde la movilidad y aglomeración urbana deberá de tomarse en cuenta en los análisis y proyectos que se desarrollen. Así mismo, la ubicación del Corredor es una oportunidad para la implementación de políticas y proyectos orientados al transporte, específicamente en la zona noroeste con acciones de mejoramiento de barrios, así como el aprovechamiento de suelo subutilizado en la zona de influencia del aeropuerto y a lo largo del corredor.
- En total se cuenta con 13,161 predios en el área de influencia del CT, tanto de uso habitacional como servicios generales, con el 67% y 15% respectivamente. La vialidad con la mayor cantidad de predios existentes es la av. 16 de Septiembre, ya que cuenta con un número importante de uso habitacional, representando el 64% de la totalidad de predios. En las tres vialidades predomina lo habitacional, seguido de servicios generales.
- De acuerdo al INEGI en su Censo General de Población y Vivienda del 2010, el municipio de Juárez tiene una población de 1'332,131 habitantes, de los cuales en Ciudad Juárez se concentra el 99.16% equivalente a 1'321,004 habitantes; De estos, 659,857 son hombres y 661,147 son mujeres, representando el 49.95% y el 50.05% respectivamente.
- La población existente en el Corredor Tecnológico representa aproximadamente el 7.61% de la población total existente en Ciudad Juárez, es decir 100,623 habitantes. Esta población se encuentra distribuida a lo largo del Corredor Troncal, considerando como referencia territorial un rango de distancia mínima de 250 metros a ambos lados del corredor. La población existente en el CT representada por género se compone por el 49.12% de hombres y el 50.88% de mujeres,

existiendo un predominio femenino de 96.5, es decir que hay 96 hombres por cada 100 mujeres. La composición de edades reflejada en el corte demográfico por grandes grupos de edad muestra que el segmento de 0 a 14 años, cuenta con 19,472 habitantes, de 65 y más años con 7,615 habitantes, siendo el predominante el de 15 a 64 años con 63,090 habitantes.

### Vocación del corredor

- Con base en la información obtenida y observada en campo se pueden apreciar dos tipos de secciones en el corredor, aquellas que son atractivos o generadoras de viajes y aquellas que son únicamente de paso, es decir distribuidores. En estas zonas el rango de producción y atracción de viajes es bajo, principalmente son zonas de paso, distribuidoras. Por otro lado, existen cuatro zonas en donde la producción y atracción de viajes es alta.
- Esta situación guarda una relación con la densidad, ya que donde tenemos menor densidad tiende a coincidir con zonas de baja producción y atracción de viajes, es decir son zonas de paso. Por el contrario, las cuatro zonas donde la producción y atracción de viajes es alta, tiende a coincidir con las zonas de mayor densidad.
- Obras programadas que afectan el CT.
- Dentro de las obras propuestas en el PDU de Cd. Juárez se programaron dos intersecciones que afectan directamente dos puntos del CT, así como se consideró el transporte masivo, programándose corredores troncales como parte del programa de transporte de la ciudad. Entre los corredores programados se encuentra el Corredor Troncal Ruta 1 el cual se desarrollará en dos etapas, la primera que corresponde al estudio de referencia y una continuación del mismo en una segunda etapa.

### Inventario de puntos de interés

- Los puntos de interés son aquellos sitios en la zona de influencia del CT, que debido a sus características de ubicación, función y aprovechamiento urbano pueden influir de manera directa en el funcionamiento del CT y se han determinado de acuerdo a los siguientes criterios.
  - Por su ubicación y hasta una distancia de promedio de 250 metros.
  - De acuerdo al aprovechamiento del suelo y la disposiciones normativas.
  - Sitios orientados a la prestación de servicios
  - Núcleos concentradores de actividades económicas.
  - Sitios considerados como parte del patrimonio Histórico o artístico.

### Uso del suelo del PDU vigente

- La Carta Urbana del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez (2009), nos indica que el uso predominante dentro del corredor es el habitacional, sin embargo, el impacto en la expansión territorial ha ocasionado la disminución de este tipo de uso, provocando que la superficie de baldíos se incremente al igual que la superficie vial. Por su parte otros usos como el Comercio y de Servicios también tienen relevancia a lo largo del corredor, en virtud de que existe una norma específica para el corredor de usos mixtos (servicios y habitacional), así mismo nuestro polígono de influencia enmarca un área dotada de industria, y áreas verdes de gran importancia para la metrópoli. El área de influencia del corredor concluye en la zona sureste de la ciudad, en donde contamos con el aeropuerto, uno de los servicios principales con los que cuenta la ciudad y comercio e industria.
- Si bien, la normatividad vigente establece usos habitacionales y mixtos, industriales y de servicios, así como usos específicos a lo largo del corredor, también es cierto que las densidades deberán revisarse a la luz de nuevos proyectos, como es el CT y la existencia de lotes baldíos y terrenos subutilizados.
- La ubicación del recorrido del Corredor Troncal promueve la oportunidad de la consolidación de dos zonas específicas de la ciudad; una mediante la densificación y mejoramiento del entorno físico existentes, ubicada en la zona noroeste y la otra mediante la ocupación y desarrollo de la zona aeropuerto. Esto a través de la implementación de políticas y proyectos orientados al transporte, específicamente en la zona noroeste, con acciones de mejoramiento de barrios, así como el aprovechamiento de suelo subutilizado en el entorno del aeropuerto y a lo largo del corredor.
- El PDU contempla una política de densificación en diversas zonas entre las que se encuentra la zona del aeropuerto y en general el corredor, lo cual incrementará la demanda", en este sentido el CT es congruente con las disposiciones del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez vigente.