

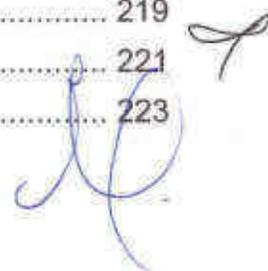
## **Análisis Costo-Eficiencia Simplificado**

**“Movilidad urbana sustentable: ciclovia y andadores para ruta Parque de la Equidad”**



# Contenido

<b>I. Resumen Ejecutivo</b> .....	1
<b>II. Situación Actual</b> .....	7
a) Diagnóstico de la Situación Actual.....	7
b) Análisis de la Oferta Actual.....	19
c) Análisis de la Demanda Actual .....	37
d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta y la Demanda Actual.....	56
<b>III. Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión</b> .....	65
a) Optimizaciones.....	65
b) Análisis de la Oferta sin el Programa o Proyecto de Inversión.....	67
c) Análisis de la Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión .....	85
d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión .....	104
e) Alternativas de Solución.....	117
<b>IV. Situación Con Proyecto o Programa</b> .....	141
a) Descripción general.....	141
b) Alineación estratégica .....	153
c) Localización geográfica .....	155
d) Calendario de actividades .....	156
e) Monto total de inversión .....	157
f) Fuentes de financiamiento.....	159
g) Capacidad instalada .....	159
h) Vida útil .....	¡Error! Marcador no definido.
i) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto de inversión.....	164
j) Análisis de la Oferta con Proyecto.....	167
k) Análisis de la Demanda con Proyecto .....	183
l) Interacción Oferta-Demanda con Proyecto.....	202
<b>V. Evaluación del Proyecto</b> .....	209
a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del Proyecto de Inversión.....	209
a. Identificación de los beneficios del Proyecto de Inversión .....	219
b) Cálculo de los indicadores de rentabilidad.....	219
c) Análisis de riesgos.....	221
<b>VI. Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	223



<b>VII. Anexos .....</b>	<b>225</b>
<b>VIII. Bibliografía .....</b>	<b>227</b>
<b>Responsables de la información .....</b>	<b>228</b>


# Índice de Figuras

Figura 1. Zona Metropolitana de Cancún según SEDATU, 2015.....	7
Figura 2. Escenario Tendencial de la Zona Metropolitana de Cancún.....	8
Figura 3. Pobreza en la periferia de la Zona Metropolitana de Cancún 2015. ....	11
Figura 4. Árbol de Problemas: Causa de la situación problemática.....	12
Figura 5. Infraestructura para modos no motorizados insuficiente: Av. Chac Mool. .....	14
Figura 6. Interacción de peatón y tránsito vehicular. ....	14
Figura 7. Interacción de ciclistas y tránsito vehicular.....	15
Figura 8. Árbol de Problemas: Efectos de la situación problemática. ....	16
Figura 9. Árbol de Problemas: Situación deseada.....	17
Figura 10. Tipología de las calles mexicanas. ....	19
Figura 11. Sistema de Movilidad Terrestre PMDU (2014-2030): Ruta del Parque de la Equidad.....	20
Figura 12. Tramo 1: Av. 20 de noviembre secciones sin banquetas (línea roja)...	21
Figura 13. Situación Actual: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre. ....	21
Figura 14. Situación Actual: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre, Imagen.....	22
Figura 15. Ciclovía Av. 20 de noviembre: Ciclovía de concreto 0.8 km. ....	24
Figura 16. Ciclovías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad. ....	24
Figura 17. Tramo 2: Av. Chac Mool, secciones sin banquetas (línea roja). ....	25
Figura 18. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool. ....	25
Figura 19. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool, Imagen.....	26
Figura 20. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool. ....	27
Figura 21. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool, Imagen.....	28
Figura 22. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen. ....	29
Figura 23. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún. ....	30
Figura 24. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen. ....	31
Figura 25. Ciclovías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad: Av. Cancún .....	32
Figura 26. Ciclovía Av. Huayacán.....	32
Figura 27. Situación Actual: Infraestructura subterránea.....	33
Figura 28. Situación Actual: Infraestructura a Energía Eléctrica.....	34
Figura 29. Situación Actual: Señalización vial y dispositivos de seguridad.....	36
Figura 30. Situación Actual: Alumbrado Público.....	37
Figura 31. Modelo Clásico de Estimación de la Demanda de Transporte.....	37
Figura 32. Área de Influencia (AI) el Proyecto.....	38
Figura 33. Distribución modal en el área de influencia (AI).....	41
Figura 34. Líneas de deseo de la Matriz General O-D de la ZM. de Cancún.....	43
Figura 35. Principales zonas generadoras y atractoras de viajes. ....	44
Figura 36 Composición Vehicular: Tramo 1, Av. 20 de noviembre (SA).....	49
Figura 37 Volumen Horario: Tramo 1, Av. 20 de noviembre (SA).....	49
Figura 38 Composición Vehicular: Tramo 2, Av. Chac Mool (SA).....	50
Figura 39 Volumen Horario: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SA).....	50
Figura 40 Composición Vehicular: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SA).....	51
Figura 41 Volumen Horario: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SA).....	52

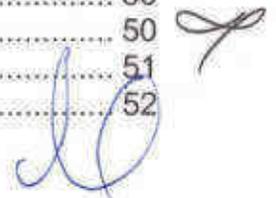


Figura 42 Composición Vehicular: Tramo 3, Av. Cancún (SA) .....	53
Figura 43 Volumen Horario: Tramo 3, Av. Cancún (SA) .....	53
Figura 44 Accidentes vehiculares según Región y Área de Influencia (AI) .....	64
Figura 45 Robo Común en horario nocturno dentro del área de influencia .....	65
Figura 46. Árbol de Problemas: Situación Optimizada (rojo) .....	67
Figura 47. Tramo 1: Av. 20 de noviembre secciones sin banquetas (línea roja)...	68
Figura 48. Situación Actual Optimizada: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre .....	69
Figura 49. Situación Actual Optimizada: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre, Imagen .....	69
Figura 50. Ciclovía Av. 20 de noviembre: Ciclovía de concreto 0.8 km. ....	71
Figura 51. Ciclovías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad. ....	71
Figura 52. Tramo 2: Av. Chac Mool, secciones sin banquetas (línea roja) .....	72
Figura 53. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool, Imagen .....	72
Figura 54. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool. ....	73
Figura 55. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool. ....	74
Figura 56. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool, Imagen .....	75
Figura 57. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen. ....	77
Figura 58. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún. ....	77
Figura 59. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen. ....	78
Figura 60. Ciclovías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad: Av. Cancún .....	79
Figura 61. Ciclovía Av. Huayacán .....	80
Figura 62. Situación Actual: Infraestructura subterránea (Figura 62) .....	81
Figura 63. Situación Actual: Infraestructura a Energía Eléctrica. ....	82
Figura 64. Situación Actual Optimizada: Señalización vial y dispositivos de seguridad .....	83
Figura 65. Situación Actual: Alumbrado Público .....	84
Figura 66. Modelo Clásico de Estimación de la Demanda de Transporte .....	85
Figura 67. Área de Influencia (AI) el Proyecto .....	86
Figura 68. Distribución modal en el área de influencia (AI) .....	88
Figura 69. Líneas de deseo de la Matriz General O-D de la ZM. de Cancún .....	91
Figura 70. Principales zonas generadoras y atractoras de viajes .....	92
Figura 71 Composición Vehicular: Tramo 1, Av. 20 de noviembre (SsP) .....	97
Figura 72 Volumen Horario: Tramo 1, Av. 20 de noviembre (SsP) .....	97
Figura 73 Composición Vehicular: Tramo 2, Av. Chac Mool (SsP) .....	98
Figura 74 Volumen Horario: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SsP) .....	99
Figura 75 Composición Vehicular: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SsP) .....	100
Figura 76 Volumen Horario: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SsP) .....	100
Figura 77 Composición Vehicular: Tramo 3, Av. Cancún (SP) .....	101
Figura 78 Volumen Horario: Tramo 3, Av. Cancún (SsP) .....	101
Figura 79 Crecimiento vehicular y de la actividad económica en el AI .....	108
Figura 80. Estación maestra T. Der Alfredo V. Bonfil en la ZM de Cancún .....	110
Figura 81 Accidentes vehiculares según Región y Área de Influencia (AI) .....	116
Figura 82 Robo Común en horario nocturno dentro del área de influencia .....	117
Figura 83 Situación sin Proyecto: Corte de Sección Alternativa 1 .....	122
Figura 84 Situación sin Proyecto: Corte de Sección Alternativa 2 .....	127
Figura 85 Situación sin Proyecto: Corte de Sección Alternativa 3 .....	135
Figura 86 Detalle del proceso constructivo: Andadores .....	147

Figura 87 Detalle del proceso constructivo: Ciclovías. ....	147
Figura 88 Detalle del poste 7 m altura: Alumbrado. ....	148
Figura 89 Caso 1. Representación de sección. ....	149
Figura 90 Caso 2. Representación de sección. ....	149
Figura 91 Caso 3. Representación de sección. ....	150
Figura 92 Situación con Proyecto: Corte de planta de la Av. 20 de Noviembre. .	150
Figura 93 Situación con Proyecto: Corte de planta de la 2a Av. Chac Mool. ....	151
Figura 94 Situación con Proyecto: Corte de planta de la 2b Av. Chac Mool. ....	151
Figura 95 Situación con Proyecto: Corte de planta de la Av. Cancún. ....	151
Figura 96 Consideraciones del diseño de trazo. ....	152
Figura 97 Situación con Proyecto: Imagen conceptual. ....	152
Figura 98 Localización de la infraestructura dentro del cuadro urbano de la ZM de Cancún. ....	156
Figura 99 Árbol de problemas: Situación deseada con proyecto. ....	167
Figura 100. Tramo 1: Av. 20 de noviembre secciones sin banquetas (línea roja). .....	168
Figura 101. Situación con proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre. ....	168
Figura 102. Situación con proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre, Imagen. ...	168
Figura 103. Ciclovía Av. 20 de noviembre: Ciclovía de concreto 0.8 km. ....	170
Figura 104. Ciclovías que conectan en Situación con Proyecto. ....	170
Figura 105. Tramo 2: Av. Chac Mool, secciones sin banquetas (línea roja). ....	171
Figura 106. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool. ....	172
Figura 107. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool, Imagen. ....	172
Figura 108. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool. ....	174
Figura 109. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool, Imagen. ....	174
Figura 110. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen. ....	175
Figura 111. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún. ....	176
Figura 112. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen. ....	176
Figura 113. Ciclovías que conectan en la Situación con Proyecto. ....	177
Figura 114. Ciclovía Av. Huayacán. ....	178
Figura 115. Situación Actual: Infraestructura subterránea. ....	179
Figura 116. Situación Actual: Infraestructura a Energía Eléctrica. ....	180
Figura 117. Situación Actual: Señalización vial y dispositivos de seguridad. ....	181
Figura 118. Situación Actual: Alumbrado Público. ....	182
Figura 119. Modelo Clásico de Estimación de la Demanda de Transporte. ....	184
Figura 120. Área de Influencia (AI) el Proyecto. ....	184
Figura 121. Distribución modal en el área de influencia (AI). ....	187
Figura 122. Líneas de deseo de la Matriz General O-D de la ZM. de Cancún. ...	190
Figura 123. Principales zonas generadoras y atractoras de viajes. ....	191
Figura 124 Composición Vehicular: Tramo 1, Av. 20 de noviembre (ScP). ....	196
Figura 125 Volumen Horario: Tramo 1, Av. 20 de noviembre (ScP). ....	196
Figura 126 Composición Vehicular: Tramo 2, Av. Chac Mool (ScP). ....	197
Figura 127 Volumen Horario: Tramo 2a, Av. Chac Mool (ScP). ....	197
Figura 128 Composición Vehicular: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP). ....	198
Figura 129 Volumen Horario: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP). ....	198
Figura 130 Composición Vehicular: Tramo 3, Av. Cancún (ScP). ....	199
Figura 131 Volumen Horario: Tramo 3, Av. Cancún (ScP). ....	199

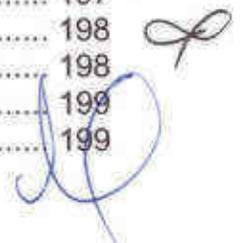


Figura 132 Accidentes vehiculares según Región y Área de Influencia (AI) ..... 208  
Figura 133 Robo Común en horario nocturno dentro del área de influencia ..... 209



## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Estudios diagnósticos de la Z. M. de Cancún, Quintana Roo.....	9
Cuadro 2. Planteamiento de la problemática central.....	11
Cuadro 3. Delimitación de la Ruta Parque de la Equidad.....	20
Cuadro 4. Características Físico-Geométricas Tramo 1: Av. 20 de Noviembre ....	22
Cuadro 5. Ciclovía Av. 20 de noviembre.....	23
Cuadro 6. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool .....	26
Cuadro 7. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool .....	28
Cuadro 8. Características Físico-Geométricas: Av. Cancún.....	31
Cuadro 9. Ciclovía Av. Huayacan conexas a Av. Cancún.....	32
Cuadro 10. Clasificación de usos de suelo en el área de influencia (AI).....	39
Cuadro 11. Población en el Área de Influencia (AI) del proyecto.....	39
Cuadro 12. Características de la Demanda No Motorizada de Cancún.....	41
Cuadro 13. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 1.....	44
Cuadro 14. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 2.....	45
Cuadro 15. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 3.....	46
Cuadro 16 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 1, 20 de noviembre (SA).....	48
Cuadro 17 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SA).....	50
Cuadro 18 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SA).....	51
Cuadro 19 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 3, Av. Cancún (SA).....	52
Cuadro 20 Estaciones para muestras de campo Ciclovía Av. Huayacan.....	54
Cuadro 21 Estimación de la demanda de la ciclovía de la Av. Huayacán.....	56
Cuadro 22 Niveles de Servicio Vehicular en vialidades urbanas.....	57
Cuadro 23 Interacción de la oferta y la demanda: Nivel de Servicio Vehicular (SA).	57
.....	57
Cuadro 24 Niveles de servicio peatonal.....	58
Cuadro 25 Interacción de la Situación: Peonal (SA).....	59
Cuadro 26 Criterios para asignar nivel de servicio: Ciclista.....	60
Cuadro 27 Determinación del nivel de servicio ciclista.....	62
Cuadro 28 Interacción de la oferta y la demanda: Ciclista (SA).....	64
Cuadro 29 Optimizaciones propuestas.....	66
Cuadro 30 Relación de velocidad y anchos de carril.....	68
Cuadro 31. Características Físico-Geométricas Tramo 1: Av. 20 de Noviembre ..	69
Cuadro 32. Ciclovía Av. 20 de Noviembre.....	70
Cuadro 33. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool .....	73
Cuadro 34. Características Físico-Geométricas, Tramo 2b: Av. Chac Mool .....	75
Cuadro 35. Características Físico-Geométricas: Av. Cancún.....	78
Cuadro 36. Ciclovía Av. Huayacan converge con la Av. Cancún.....	79
Cuadro 37. Clasificación de usos de suelo en el área de influencia (AI).....	86
Cuadro 38. Población en el Área de Influencia (AI) del proyecto.....	87
Cuadro 39. Características de la Demanda No Motorizada de Cancún.....	89
Cuadro 40. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 1.....	92
Cuadro 41. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 2.....	93
Cuadro 42. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 3.....	94
Cuadro 43 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 1, 20 de noviembre (SsP).....	96



Cuadro 44 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SsP).....	98
Cuadro 45 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SsP). ....	99
Cuadro 46 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 3, Av. Cancún (SsP). ....	101
Cuadro 47 Estaciones para muestras de campo Ciclovía Av. Huayacán (SsP)..	102
Cuadro 48 Estimación de la demanda de la ciclovía de la Av. Huayacán.....	104
Cuadro 49 Interacción de la oferta y la demanda: Tránsito vehicular con interacción. ....	105
Cuadro 50 Interacción de la oferta y la demanda: Peatonal. ....	106
Cuadro 51 Criterios de mejora al servicio para ciclista en la Situación Optimizada. .....	106
Cuadro 52 Interacción de la oferta y la demanda: Situación Optimizada Ciclista. .....	107
Cuadro 53 Estimación de la de la Tasa de Incremento Anual de Tránsito (TIAT). .....	108
Cuadro 54. Datos base para factores de corrección, Estación Carretera Mérida- Puerto Juárez.....	110
Cuadro 55 Cálculo de los factores de corrección del TDPA. ....	111
Cuadro 56 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre. ....	112
Cuadro 57 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 2a, Av. Chac Mool. ....	113
Cuadro 58 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 2b, Av. Chac Mool. ....	114
Cuadro 59 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 3, Av. Cancún. ....	115
Cuadro 60 Costos de Inversión de la Alternativa 1 (Precios constantes 2020)...	119
Cuadro 61 Descripción de Trabajos de la Alternativa 1 (Precios constantes 2020). .....	119
Cuadro 62 Costos de la Alternativa 1 (Precios constantes 2020). ....	123
Cuadro 63 Análisis de ventajas técnicas de la Alternativa 1. ....	124
Cuadro 64 Costos de Inversión de la Alternativa 2 (Precios constantes 2020)...	127
Cuadro 65 Descripción los trabajos de la Alternativa 2 (Precios constantes 2020). .....	128
Cuadro 66 Costos de la Alternativa 2 (Precios constantes 2020). ....	131
Cuadro 67 Análisis Técnico de la Alternativa 2. ....	132
Cuadro 68 Costos de Inversión de la Alternativa 3 (Precios constantes 2020)...	134
Cuadro 69 Descripción de los trabajos de la Alternativa 3 (Precios constantes 2020).....	135
Cuadro 70 Costos de la Alternativa 3 (Precios constantes 2020). ....	137
Cuadro 71 Comparativo de ventajas y desventajas. ....	138
Cuadro 72 Costo Anual Equivalente de las alternativas del Proyecto (Precios constantes 2020). ....	140
Cuadro 73 Clasificación según tipo de proyecto de inversión.....	141
Cuadro 74 Descripción general del proyecto (FIFONMETRO 2020) ....	144
Cuadro 75 Descripción general del proyecto (ESTATAL 2020).....	145
Cuadro 76 Resumen de criterios de ejecución. ....	149
Cuadro 77 Alineación Estratégica a Programa Nacional de Desarrollo. ....	153
Cuadro 78 Alineación Estratégica a Programa Estatal de Desarrollo. ....	153
Cuadro 79 Alineación Estratégica a Programa Nacional de Infraestructura. ....	154
Cuadro 80 Alineación Estratégica a Programas SEDATU. ....	154
Cuadro 81 Alineación Estratégica al PDU de Cancún 2014-2030. ....	155

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

Cuadro 82	Coordenadas geográficas del Proyecto.	155
Cuadro 83	Calendario de Actividades de la obra: Ciclovía y andadores.	156
Cuadro 84	Calendario físico-financiero (\$ pesos incluye IVA)	157
Cuadro 85	Monto Total de la Inversión	157
Cuadro 86	Monto Total de la Inversión FOMETRO por Componente.	158
Cuadro 87	Monto Total de la Inversión ESTATAL por Componente.	158
Cuadro 88	Desglose de fuentes de financiamiento para el proyecto.	159
Cuadro 89	Capacidad Instalada.	160
Cuadro 90	Metas de producción (Con recursos FIFONMETRO 2020).	161
Cuadro 91	Metas de operación.	161
Cuadro 92	Vida Útil del Proyecto.	164
Cuadro 93	Estudios Técnicos.	164
Cuadro 94	Estudios Legales.	165
Cuadro 95	Estudios ambientales.	165
Cuadro 96	Estudios de mercado.	166
Cuadro 97	Estudios de específicos.	166
Cuadro 98.	Características Físico-Geométricas Tramo 1: Av. 20 de Noviembre	169
Cuadro 99.	Ciclovía Av. 20 de Noviembre conecta en situación con proyecto. .	170
Cuadro 100.	Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool	172
Cuadro 101.	Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool	174
Cuadro 102.	Características Físico-Geométricas: Av. Cancún.	177
Cuadro 103.	Ciclovía Av. Huayacan conexas a Av. Cancún.	178
Cuadro 104.	Clasificación de usos de suelo en el área de influencia (AI).	185
Cuadro 105.	Población en el Área de Influencia (AI) del proyecto.	186
Cuadro 106.	Características de la Demanda No Motorizada de Cancún	188
Cuadro 107.	Estimación de la demanda de viajes en el tramo 1.	191
Cuadro 108.	Estimación de la demanda de viajes en el tramo 2.	192
Cuadro 109.	Estimación de la demanda de viajes en el tramo 3.	193
Cuadro 110	Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 1, 20 de Noviembre (ScP).	195
Cuadro 111	Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2a, Av. Chac Mool (ScP).	196
Cuadro 112	Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP).	198
Cuadro 113	Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 3, Av. Cancún (ScP).	199
Cuadro 114	Estaciones para muestras de campo Ciclovía Av. Huayacan (SP).	200
Cuadro 115	Estimación de la demanda de la ciclovía de la Av. Huayacán.	202
Cuadro 116	Interacción de la Situación con Proyecto: Tránsito vehicular con interacción ciclista (ScP).	203
Cuadro 117	Interacción de la Situación con Proyecto: Peatonal (ScP).	204
Cuadro 118	Interacción de la oferta y la demanda: Situación con Proyecto Ciclista.	204
Cuadro 119	Proyección: Situación con Proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Nov. (ScP).	205
Cuadro 120	Proyección: Situación con Proyecto: Tramo 2a, Av. Chac Mool (ScP).	205
Cuadro 121	Proyección: Situación con Proyecto: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP).	206
Cuadro 122	Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 3, Av. Cancún (ScP).	207
Cuadro 123	Costos de Inversión de la Alternativa 1 (Precios Constantes 2020).	210

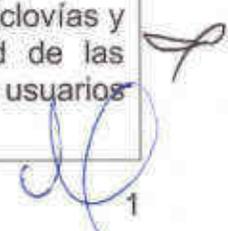



Cuadro 124 Identificación, cuantificación, y valoración de costos (Sin IVA).....	211
Cuadro 125 Análisis de ventajas técnicas de la Alternativa 1.....	212
Cuadro 126 Costos de Inversión de la Alternativa 2 (Precios Constantes 2020). 213	
Cuadro 127 Identificación, cuantificación, y valoración de costos (sin IVA).....	213
Cuadro 128 Análisis Técnico de la Alternativa 2. ....	214
Cuadro 129 Costos de Inversión de la Alternativa 3 (Precios Constantes 2020). 215	
Cuadro 130 Identificación, cuantificación, y valoración de costos. ....	216
Cuadro 131 Comparativo de ventajas y desventajas. ....	217
Cuadro 132 Identificación de beneficios directos del Proyecto. ....	219
Cuadro 133 Costo Anual Equivalente de las alternativas del Proyecto (Precios constantes 2020). ....	221
Cuadro 134 Matriz de Riesgos.....	221



# I. Resumen Ejecutivo

<p><b>Nombre del Proyecto</b></p>	<p>Movilidad Urbana Sustentable: Ciclovía y Andadores para Ruta Parque de la Equidad.</p>
<p><b>Problemática identificada</b></p>	<p>La Zona Metropolitana de Cancún cuenta con un sistema de movilidad deficiente con falta de conectividad y complicación del traslado vehicular direcciones norte-sur este-oeste, así como cambios de sección en las avenidas principales, generando cruces con conflictos en nodos vehiculares, accidentes vehiculares y una extrema vulnerabilidad física para el peatón y ciclista, por la insuficiente cobertura de infraestructura e inadecuada iluminación para este propósito. En ese contexto, la zona de estudio presenta la siguiente problemática:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>P1:</b> Deficiente (insuficiente e inadecuado) sistema de movilidad urbana para usuarios de vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad (Tramo 1: Av. 20 de noviembre, Tramo 2: Av. Chac Mool; y Tramo 3: Av. Cancún), que tiene como principales efectos los costos asociados a mayores tiempos de desplazamientos, incremento de la accidentabilidad y un difícil acceso de las personas a los bienes, servicios y equipamientos urbanos de la zona metropolitana de Cancún.</li> </ul> <p>Las condiciones antes descritas conducen principalmente a una mayor dependencia del transporte en vehículos particulares motorizados en la Zona Metropolitana de Cancún lo que a su vez tiene efectos negativos globales o externalidades negativas como una mayor desigualdad socioeconómica, daños ambientales, e inequidad social; reduciendo la calidad de vida de los habitantes en general.</p>
<p><b>Objetivo del Proyecto</b></p>	<p>El presente proyecto tiene por objetivo: Incrementar la eficiencia del sistema de movilidad urbana para los peatones y ciclistas de vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad; mejorando la iluminación para los peatones y ciclistas de las vialidades mediante el uso de luminarias LED; la segregación de los modos no motorizados del tránsito motorizado mediante ciclovías y andadores; y el incremento de la capacidad de las vialidades para incorporar a todos los tipos de usuarios con diseño de accesibilidad universal.</p>



<b>Zona metropolitana</b>	ZM-CANCÚN-QUINTANA ROO					
<b>Localización Geográfica</b>	El proyecto se localiza en la Zona Metropolitana de Cancún, dentro de su Zona Urbana; en el municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo; y se delimita en las siguientes coordenadas geográficas:					
	<b>CONCEPTO</b>		<b>UNIDAD MEDIDA</b>	<b>AV. 20 DE NOVIEMBRE</b>	<b>AV. CHAC MOOL</b>	<b>AV. CANCÚN</b>
	Vialidad inicio		Avenida diagonal Tulum	Av. 20 de noviembre	Pedregal Bonfil	
	Vialidad fin		Av. Chac Mool	Av. Cancún	Av. Rodrigo Gómez (Kabah)	
	Coordenadas Inicio	Latitud	21.190628	21.174467	21.132170	
		Longitud	-86.827527	-86.872331	-86.896087	
	Coordenadas fin	Latitud	21.174467	21.132898	21.133755	
Longitud		-86.872331	-86.864739	-86.832986		
<b>Breve Descripción del Proyecto</b>	<p>Con recursos del Fondo Metropolitano 2020, se pretende ejecutar acciones atendiendo las premisas de diseño del proyecto "Movilidad Urbana Sustentable: Ciclovía y andadores para ruta parque de la Equidad" tiene como elementos integradores los siguientes conceptos:</p> <p><b>Ciclovía.</b> – Estableciendo un ancho máximo de 4.20 m y una longitud de 15.000 km, construido a base de concreto permeable de 6 cm con una resistencia de <math>f'c= 150 \text{ kg/cm}^2</math>, con dentellones de concreto en ambos lados de 10 cm de ancho. Contando con un sistema de drenaje pluvial a base de pozos de absorción de 1x1x1 m a cada 100 m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Andador peatonal.</b> – Las dimensiones del andador serán de un máximo de 3.20 m y una longitud de 15.495 Km, construido a base de concreto permeable de 7 cm con una resistencia de <math>f'c= 150 \text{ kg/cm}^2</math>, con dentellones de concreto en ambos lados de 10 cm de ancho. Contando con</p>					

	<p>un sistema de drenaje pluvial a base de pozos de absorción de 1x1x1 m.</p> <p><b>Alumbrado Solar.</b> – A base de un sistema de iluminación solar con lámpara de LED de 100 W, 6400 lm, cimentación piramidal de 75 cm x 75 cm de base X 70 cm de peralte y poste galvanizado de 7.0 m de altura. Ubicados a cada 15 metros a lo largo de la ciclovía y andador.</p>								
<p><b>Monto de Inversión</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>FINANCIAMIENTO</th> <th>INVERSIÓN (c/iva)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FIFONMETRO</td> <td>\$ 203,105,427.52</td> </tr> <tr> <td>Estatal</td> <td>\$ 50,776,349.24</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>\$ 253,881,776.76</b></td> </tr> </tbody> </table>	FINANCIAMIENTO	INVERSIÓN (c/iva)	FIFONMETRO	\$ 203,105,427.52	Estatal	\$ 50,776,349.24	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 253,881,776.76</b>
FINANCIAMIENTO	INVERSIÓN (c/iva)								
FIFONMETRO	\$ 203,105,427.52								
Estatal	\$ 50,776,349.24								
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 253,881,776.76</b>								
<p><b>Horizonte de evaluación</b></p>	<p>El horizonte de evaluación corresponde: 32 años</p> <p>Este se compone de lo siguiente:</p> <p>Años de Operación: 31 años (2022 - 2051)</p> <p>Años de Inversión (Ejecución): 2 años (2020 - 2021)</p>								
<p><b>Identificación y descripción de los principales costos*</b></p>	<p>Se identificaron los siguientes costos (cifras sin IVA):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Inversión Inicial: Se considera el monto de construcción.             <ul style="list-style-type: none"> <li>Primer año: \$ 131,849,581.03 (Año 0)</li> <li>Segundo año. \$ 87,014,019.62 (Año 1)</li> </ul> </li> <li>Costos de operación:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios públicos por pago mensual de agua, recogida de basura y mano de obra (\$ 1,434,456.00, Anual)</li> </ul> </li> <li>Costos de Mantenimiento (Estudios técnicos, ver anexo B-4)             <ul style="list-style-type: none"> <li>CICLOVIA Mantenimiento durante un año para garantizar la correcta permeabilidad del sistema. \$4,064,157.44 1er Año</li> <li>CICLOVIA Mantenimiento normal, reparaciones normales. Consiste en resanes y reposiciones menores en áreas dañadas por el levantamiento de raíces, tránsito de vehículos, etc: \$1,035,870.72 (Anual).</li> <li>CICLOVIA: Limpieza con agua a presión: \$ 762,029.52 (Anual)</li> </ul> </li> </ol>								

  
  
 3

- ANDADOR PEATONAL Mantenimiento normal, resanes y reposiciones menores en áreas dañadas: \$828,696.58 (Anual)
- ANDADOR PEATONAL: Mantenimiento trimestral durante un año para garantizar la correcta permeabilidad del sistema. Incluye los 4 trimestres: \$3,220,911.68 (Anual)
- ANDADOR PEATONAL Limpieza con agua a presión: \$603,920.94 (Anual)
- ALUMBRADO PÚBLICO Mantenimiento y reparación mayor de postes: \$2,713,549.21 (Anual)
- ALUMBRADO PÚBLICO Mantenimiento y reparación de luminarias: \$1,808,130.05 (Anual)
- SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Aplicación de pintura en: señalamiento horizontal en zona de pasos peatonales, topes, rampas de acceso a discapacitados, guarniciones, barandales de acero, ciclista, , etc.. incluye traslados al sitio, señalización (banderero), trazo, preparación \$5,989.80 (Anual)
- ADECUACIÓN DE PAVIMENTACIÓN- Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4, incluye; traslados al sitio, señalización (bandereo), corte de pavimento existente para preparar el perímetro, extracción del material a borde de área, compactación del terreno \$1,950,000.00 (Cada 5 años).

\*Cifras sin IVA.

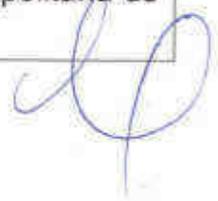
**Identificación y descripción de los principales beneficios.**

Se identificaron beneficios por los siguientes conceptos:

- Beneficios por salud recreativa y mental por el mayor consumo en el uso de bicicletas de la población, y;
- Liberación de recursos por ahorros en el tiempo de traslado de los modos no motorizados.
- Liberación de recursos por ahorros de tiempo de traslado de los usuarios de los otros modos de transporte producto de la segregación de los flujos.
- Liberación de recursos por disminución de accidentes de ciclistas y peatones producto de la segregación de los flujos de tránsito.
- Liberación de recursos por ahorros por la reducción de robos a peatones y ciclistas en

	vialidades de la Ruta del Parque de la Equidad debido a una mejor iluminación. – Intangibles por la Mejora en la calidad de Vida de la Población;		
<b>Indicadores de rentabilidad</b>	<b>Costo Anual Equivalente (CAE)</b>	\$ 34,762,765.62	
<b>Principales riesgos asociados a la ejecución y operación</b>	<b>Identificación</b>	<b>Cuantificación</b>	
	<b>Riesgo</b>	<b>Probabilidad ocurrencia</b>	<b>Análisis Impacto</b>
	Construcción: Retraso en la licitación por la liberación de los recursos o declaratoria desierta.	Baja	Nivel: Alto El inicio de la obra se postergaría un mes y no se cumpliría con el calendario
	Construcción: Retraso en las ejecuciones de actividades programadas por sobre costos de proveedores o cambios en el precio internacional de insumos.	Baja	Nivel: Medio La inversión inicial se incrementaría
	Ambientales: el inicio de la obra puede coincidir con la temporada de huracanes	Media	Nivel: Alto Se alargaría el periodo de obra, no terminando en la fecha establecida; incurrir en gastos no recuperables, incrementando la inversión.
	Ambientales: Atraso de los trabajos por lluvias fuertes o tormentas.	Media	Nivel: Alto Metas anuales se podrían reducir.
	Social: Rechazo del proyecto por afectaciones directas a grupos de interés específico: como comerciantes, vecinos, o personas que hacen uso del camellón central.	Media	Nivel: Alto Un rechazo directo al proyecto provocaría retrasos en su ejecución, o la cancelación misma del proyecto.
<b>Conclusión</b>	Considerando los resultados obtenidos, se recomienda la ejecución de las diversas acciones propuestas, ya que		

estas representan beneficios sociales importantes; así como una rentabilidad social alta por la comparación de los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto (Alternativa 1, CAE: \$34.76 mdp), calculados a precios sociales, frente a otras alternativas que ofrecen el mismo tipo de beneficios. La puesta en operación de las acciones que conforman este proyecto permitirán mejorar la movilidad de los usuarios de las vialidades que conforman la ruta Parque de la Equidad, la cual dará una mejor conectividad y nivel de servicio a lo largo de los tramos analizados, y será compatible con las características de accesibilidad universal para el tránsito no motorizado de la zona lo que redundará en la calidad de vida de quienes habitan en la zona metropolitana de Cancún.



## II. Situación Actual

### a) Diagnóstico de la Situación Actual

La Zona Metropolitana de Cancún es intraestatal, se decretó como tal en el 2009 y está conformada por los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres<sup>1</sup> que integra las localidades de Isla Mujeres, Zona Urbana Ejido Isla Mujeres, Cancún y Alfredo V. Bonfil.

Figura 1. Zona Metropolitana de Cancún según SEDATU, 2015.



Fuente: Recuperado del sitio <https://www.gob.mx/>

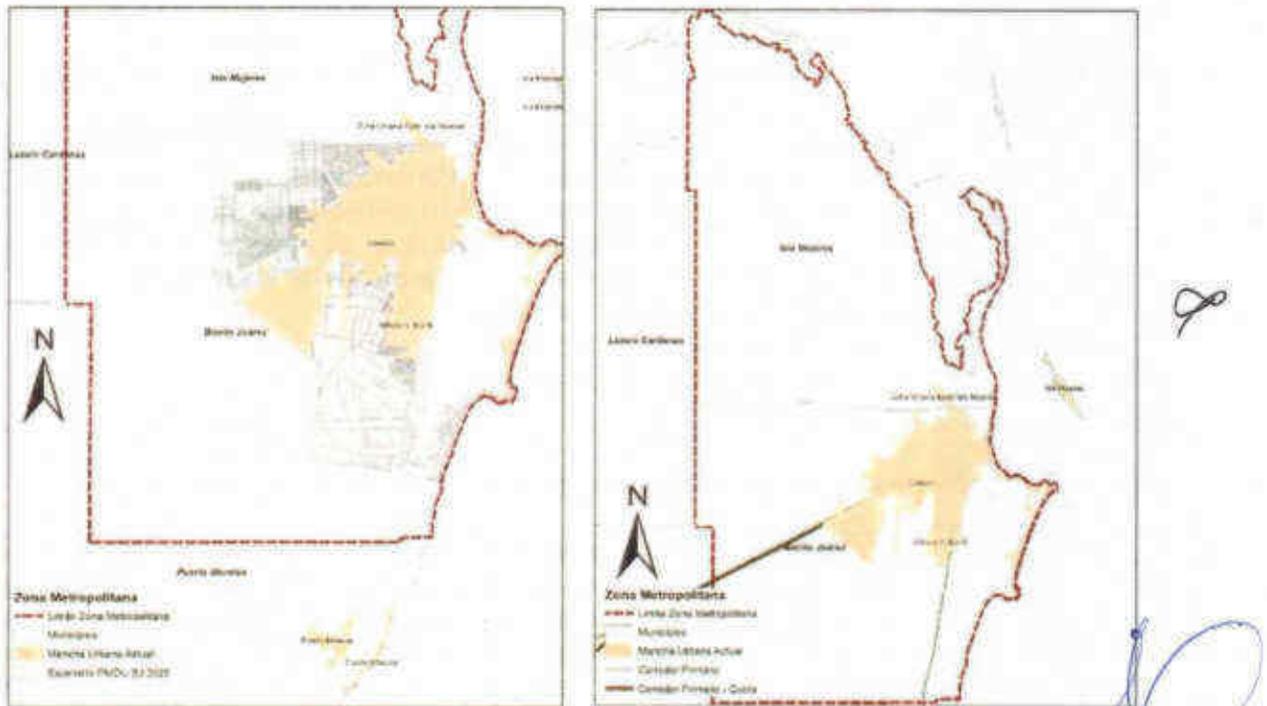
Existe una conurbación física y una dinámica urbana funcional con una superficie de 797.14 km<sup>2</sup>, que considera los siguientes aspectos: 1) Concentración de población (más del 55% del total estatal); 2) fuerte atracción de población (11.5% de la Población proviene de otra entidad o país); 3) el sistema de carreteras principal del estado confluye en esta zona, con características de consolidación al desarrollo logístico; 4) se cuenta con el segundo aeropuerto más importante de México en vuelos nacionales y el primero en vuelos internacionales; 5) la más importante zona hotelera de la Subregión Caribe Norte; y 6) concentración de equipamiento regional: universidades, hospitales, centros comerciales y recreativos, estadios, terminales de autobuses y marítimas; 7) altos niveles sostenidos de oferta de empleo.

<sup>1</sup> De acuerdo con la delimitación de Zonas Metropolitanas de México 2015 realizada por el CONAPO, el INEGI y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).

La traza urbana en la Zona Metropolitana de Cancún surgió originalmente como un centro integralmente planeado (CIP). Posteriormente, el vertiginoso crecimiento y expansión de la mancha urbana que trajo consigo, sólo respetó derechos de vía de carreteras y de transmisión de energía eléctrica generando las vialidades importantes, es decir, que una parte fundamental de Cancún no fue planeada, sino que fue la respuesta ante una voraz ocupación del espacio urbano. Esta condición es la que queda plasmada en la Carta de Tendencias de Expansión de la Mancha Urbana de la ciudad de Cancún, que en esencia ha determinado la traza urbana por la forma que posteriormente permitió elaborar Programas Parciales de Desarrollo Urbano vigentes hasta la fecha.

El análisis de los escenarios de crecimiento (ver Figura 2) más actuales proponen un proceso descompensado, es decir, que la diferencia entre el escenario actual y el tendencial es de 70 km<sup>2</sup>, lo cual es preocupante en función de la superficie actual, ya que representa un 45 % del total actual, de acuerdo con el perfil metropolitano efectuado por el Centro Mario Molina, en 2015<sup>2</sup>.

Figura 2. Escenario Tendencial de la Zona Metropolitana de Cancún.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en el escenario PMDU hasta 2015 se proponía una superficie de 145 km<sup>2</sup> equivalentes al 94% de la superficie actual, mismo que es excesivo respecto las necesidades del escenario tendencial. Las principales repercusiones se

<sup>2</sup> El estudio se puede consultar en la siguiente liga: <http://centromariomolina.org/ciudades-sustentables/perfil-metropolitano-escenarios-de-crecimiento-y-capacidad-de-carga-urbana/>

manifiestan en el incremento de los costos de los servicios públicos, vialidades inexistentes para modos no motorizados, dependencia del automóvil, mayor demanda de estacionamientos, inequidad social, inaccesibilidad a espacios públicos abiertos, baja eficiencia energética y contaminación.

Hoy en día Cancún enfrenta una paradoja: Frente al horizonte de crecimiento de una Zona Metropolitana próspera, las oportunidades de innovación, desarrollo social y personal no son las mismas para todos, pues en su zona urbana también viven grupos de personas que se encuentran aisladas y segregadas.

Este análisis no es unilateral, existe una serie de estudios e indicadores recientes realizados por organismos especializados que dan cuenta del fenómeno metropolitano que vive Cancún en la actualidad. En el Cuadro 1, se da luz del estatus que guarda el nivel de desarrollo actual de la Z.M. de Cancún, mediante una gama de indicadores, su espectro de medición, y el diagnóstico con énfasis en las principales debilidades detectadas.

Cuadro 1. Estudios diagnósticos de la Z. M. de Cancún, Quintana Roo.

PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE LA ZONA METROPOLITANA DE CANCÚN		
INDICADOR	Índice de Capacidad de Carga Urbana (CCU) 2016	Índice Básico de las Ciudades Prósperas 2018 (CPI, por siglas en inglés)
	63.79	65.94
¿Qué Mide?	Mide los umbrales de crecimiento urbano respecto de los impactos ambientales, el uso de recursos naturales, la cantidad de infraestructura existente y capacidad de los servicios urbanos, la percepción pública, así como el contexto institucional y social.	Mide el grado de prosperidad en 6 dimensiones, 22 subdimensiones y 40 indicadores que aglutinan los temas de mayor impacto en el desarrollo de las ciudades.
Ranking	25/59	01/63
DESEMPEÑO	Desempeño apenas es suficiente.	Prosperidad moderadamente sólida.
Debilidades	La ZM de Cancún se encuentra en la parte media del conjunto de las zonas metropolitanas. Los factores sociales, institucionales y económicos resultaron, en su mayoría, con calificaciones muy bajas.	Principales Factores débiles de Cancún: Densidad poblacional baja: Tiene repercusiones en el incremento de los costos de los servicios públicos, dependencia del automóvil, mayor demanda de estacionamientos, inequidad social, inaccesibilidad a espacios públicos abiertos, baja eficiencia energética y contaminación. Longitud del transporte masivo. Los habitantes tienen serios problemas de accesibilidad y movilidad en sus rutas de origen-destino.



9

PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE LA ZONA METROPOLITANA DE CANCÚN		
<b>FUENTE</b>	Centro Mario Molina	ONU HABITAT; INFONAVIT; Y SEDATU.
	<a href="https://centromariomolina.org/">https://centromariomolina.org/</a>	<a href="https://onuhabitat.org.mx/">https://onuhabitat.org.mx/</a>
<b>INDICADOR</b>	<b>Índice de Ciudades Sostenibles 2018</b>	<b>Índice de Movilidad Urbana 2018</b>
	51.73	41.31
<b>¿Qué Mide?</b>	Mide el avance de las zonas metropolitanas de México hacia el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).	Mide las condiciones de movilidad de las 20 ciudades mexicanas más importantes, así como de su capacidad para ofrecer alternativas de transporte atractivo, deseable y alcanzable para toda su población.
<b>Ranking</b>	25/59	14/20
<b>Desempeño</b>	Avance ODS regular	Media Baja
<b>Debilidades</b>	Dentro de los aspectos peor calificados se encuentran los relativos al objetivo 11 Ciudades y Comunidades Sustentables; ocupa los últimos lugares en Sistema de Transporte Masivo (42/59); Personas que llegan a la escuela o al trabajo en menos de 30 min (51/59); Calidad del Aire (53/59); Población con accesibilidad peatonal a áreas verdes (56/59).	Bajo desempeños en el Funcionamiento de la Infraestructura Urbana; Aire Limpio; y Regulación y Políticas Públicas a Favor de la Movilidad Urbana.
<b>FUENTE</b>	Citibanamex, CIDE, IMCO, et al.	IMCO
	<a href="https://indicedeciudadessostenibles2018.lmpp.cide.edu">https://indicedeciudadessostenibles2018.lmpp.cide.edu</a>	<a href="https://imco.org.mx">https://imco.org.mx</a>

Fuente: Elaboración propia con información en referencia.

La segregación socio-espacial, y la desigualdad que ésta genera, se observa de manera marcada en el espacio delimitado a partir de vialidades como la Av. 20 de Noviembre, Av. Chac Mool y Av. Cancún (Vea Figura 3), que es consecuencia del crecimiento desordenado y extenso del periodo de expansión urbana de Cancún antes referido. En el área alrededor de estas vialidades podemos encontrar rangos que van del 34% al 50% de población en situación de pobreza urbana según los datos del CONEVAL, 2015.

Los costos que se asocian a la atención de la población alejada de las zonas centrales son generalmente altos y crecen junto con el territorio. Se ha identificado que la población de Cancún que se ve forzada a vivir en la periferia de la ciudad enfrenta, entre otras condiciones adversas, altos costos relacionados con su movilidad cotidiana, inadecuadas vialidades para los modos de transporte no motorizados e insuficientes espacios para la recreación y el esparcimiento.

Figura 3. Pobreza en la periferia de la Zona Metropolitana de Cancún 2015.



Fuente: Elaboración propia con información del CONEVAL.

El contexto de la situación actual queda plasmado por su parte en el Programa de Fomento a la Movilidad No Motorizada de Cancún (2016-2030), donde se diagnostica un Modelo de Movilidad Urbana Insostenible para la Ciudad de Cancún. No obstante, para establecer de manera clara y directa el alcance del presente proyecto, se realizó la delimitación del mismo mediante la técnica del árbol de problemas, el cual es un esquema gráfico que permite examinar las causas y efectos del problema central (planteado) que debe solucionarse o atenderse con el programa de inversión. El punto de partida es entonces establecer problemática central, dicho planteamiento se muestra en siguiente cuadro:

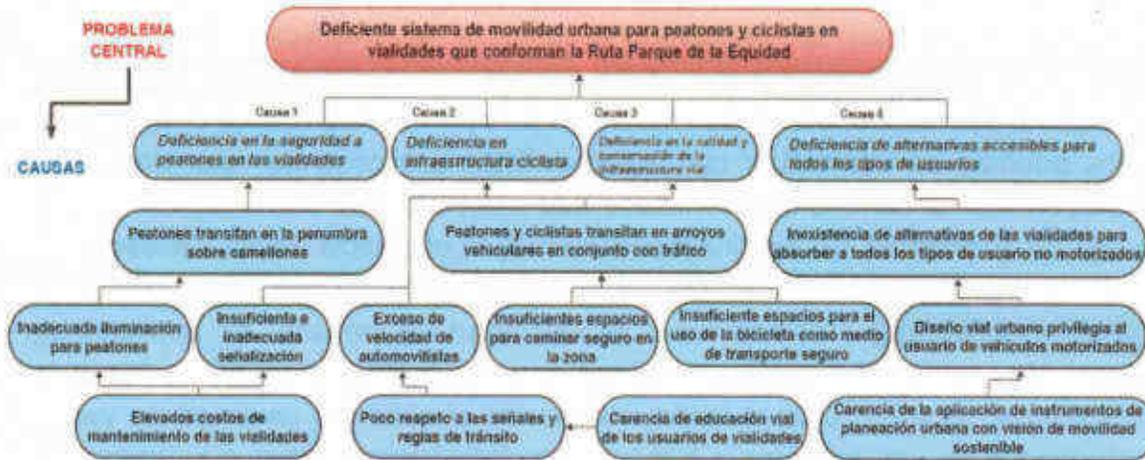
Cuadro 2. Planteamiento de la problemática central.

Situación Negativa	Población Afectada	Características de la Población Afectada
Deficiente sistema de movilidad urbana: Inadecuado e insuficiente.	Peatones y ciclistas de vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad.	La población afectada habita en zonas segregadas del centro de la ciudad. Corresponde a estratos sociales medio-bajos, con tiempos de traslados superiores a 30 minutos en promedio.
<b>Problemática Central</b>		
<b>“Deficiente (inadecuado e insuficiente) sistema de movilidad urbana para los usuarios de vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad”</b>		

Fuente: Elaboración propia.

A partir de esta delimitación se establecen las principales causas y efectos que afectan a la población objetivo; de acuerdo al siguiente esquema:

Figura 4. Árbol de Problemas: Causa de la situación problemática.



Fuente: Elaboración propia.

El esquema anterior identifica 4 grandes causas directas (raíz) que ocasionan la problemática central, la cual se planteó como sigue: **“Deficiente sistema de movilidad urbana para los peatones y ciclistas de vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad”**. Una de las principales causas que define al sistema de movilidad urbana como deficiente tiene que ver con la seguridad física para el tránsito de los usuarios no motorizados, esto es, un **1) Deficiencia en la seguridad a peatones en las vialidades**, lo cual encuentra su origen en los elevados costos de mantenimiento de la oferta vial en zonas alejadas de centro lo que provoca una inadecuada iluminación para peatones principalmente<sup>3</sup>, así como una insuficiente e inadecuada señalización de las vías. En este sentido, los peatones se ven forzados a transitar en la penumbra sobre los camellones para no interactuar con el tránsito vehicular, sin embargo, aunque en muchos tramos los camellones son amplios, estos no están aptos para ese tipo de uso pues presentan condiciones de vulnerabilidad física para los transeúntes.

En segundo plano, una carencia de educación vial provoca muy poco respeto a las señales y reglas de tránsito, lo que, en conjunto con una insuficiente e inadecuada señalización de las vías, da como resultado que automovilistas transiten a exceso

<sup>3</sup> Una adecuada iluminación es una característica esencial en la eficiencia de las vialidades. Difícilmente las vialidades serán usadas por transeúntes y/o ciclistas en horarios nocturnos por el riesgo que representa para su integridad física. Se ha demostrado que luz de alta intensidad alrededor de algunos barrios de vivienda social redujo el crimen en por lo menos un 36% — considerando, entre otros, asesinatos, asaltos, hurtos de vehículos y robos — lo que ha impulsado la instalación de focos LED permanentes alrededor de conjuntos habitacionales en diferentes partes de la ciudad. Véase <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/como-un-mejor-alumbrado-publico-puede-reducir-la-delincuencia/>

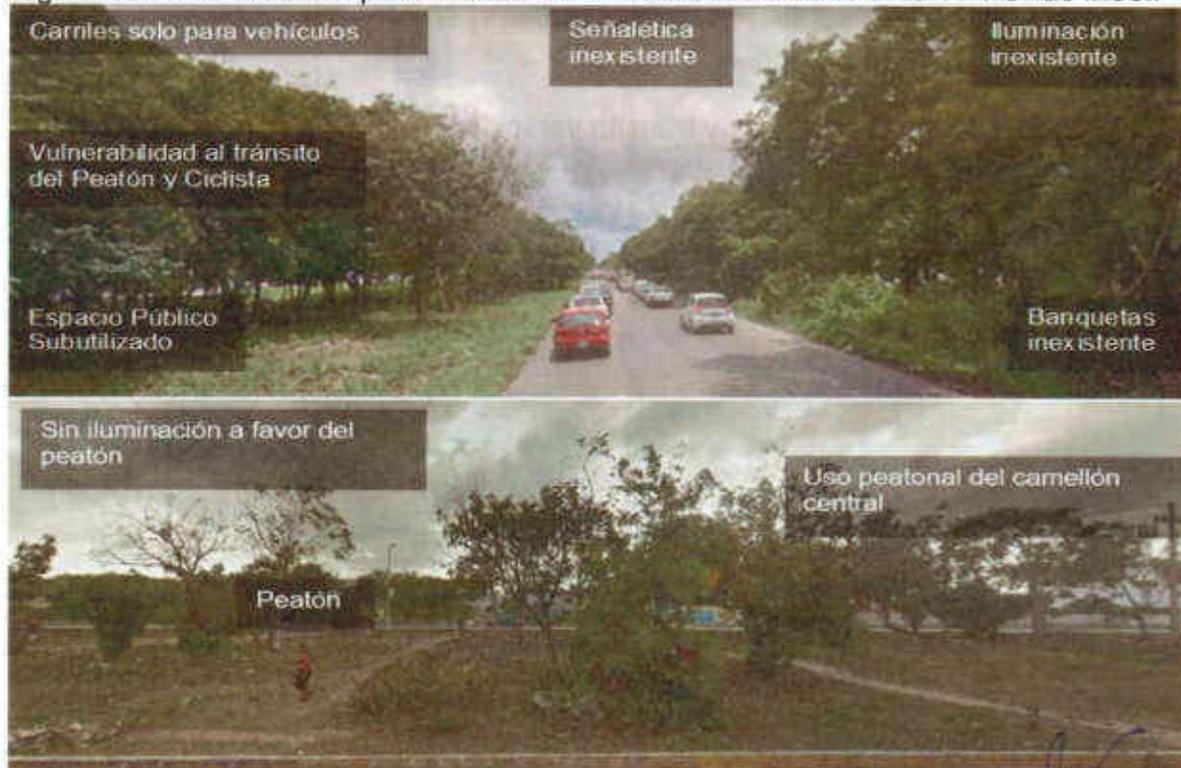
de velocidad incrementando el riesgo de accidentes en la zona. Adicionalmente, el insuficiente espacio de las vialidades para el tránsito no motorizado, es decir, de peatones y ciclistas, conduce que estos realicen sus recorridos sobre los arroyos vehiculares. Estas condiciones promueven dos las principales causas que le confieren el carácter de deficiente al sistema de movilidad, esto son, el **2) Deficiencia en infraestructura ciclista**, lo que genera accidentes para usuarios de la vialidad, esto último, ocurre con mayor énfasis para el caso de los ciclistas, porque estos además de interactuar con automovilistas a exceso de velocidad, también deben sortear el camino con vehículos mal estacionados, aumentando también el riesgo de accidentes, lo que finalmente reduce la eficiencia de las vialidades; y por su parte, las **3) Deficiencia en la calidad y conservación de la infraestructura vial**, lo que genera afectaciones a la velocidad de tránsito, se explican por la interacción entre los modos motorizados y no motorizados sobre los arroyos vehiculares, es decir, que el fenómeno ocurre cuando los usuarios de vehículos motorizados se ven forzados a hacer reducciones importantes a su velocidad de tránsito cuando a la vista tienen que interactuar con este tipo de usuarios, reduciendo la eficiencia del sistema.

Finalmente, otra de las causas que reducen la eficiencia de las vialidades en la zona de estudio es la **4) Deficiencia de alternativas accesibles para todos los tipos de usuarios (peatonales, ciclistas y vehículos motorizados)**, lo que genera alta dificultad física de las vialidades para absorber a todos los tipos de usuarios no motorizados, restringiendo el tránsito para la diversidad de usuarios no motorizados como personas con discapacidad, corredores, triciclos o bicicletas de carga, etc. lo que se explica esencialmente por un diseño vial urbano que privilegia a los usuarios de vehículos motorizados, es decir, a la construcción, mejoramiento o ampliación de arroyos vehiculares, derivado de una carencia en la aplicación de instrumentos de planeación urbana con visión de movilidad sostenible. Esta última condición, se explica también en un contexto más general de la ciudad de Cancún debido a que como se señalaba con anterioridad las calles fueron diseñadas sin considerar la complejidad del proceso de expansión vertiginosa de la traza urbana en las décadas previas.

En la Figura 5 se puede apreciar las condiciones de la Av. Chac Mool cuya funcionalidad prioriza solamente al usuario del transporte motorizado, siendo una de las principales vías de comunicación que conectan de norte a sur a las zonas más alejadas del centro. Esta figura es representativa de un área sin señalética, sin iluminación, sin banquetas o espacio para ciclistas y peatones, de modo que se obliga al peatón y ciclista a usar vías alternas (restringiendo su movilidad), o a transitar conjuntamente con el tráfico vehicular que hace vulnerable la integridad física de los usuarios principalmente en los horarios nocturnos. En otros tramos de la zona de estudio se pueden apreciar también en imágenes actuales de las

condiciones desfavorables que se explican en los párrafos anteriores, véase las figuras 6 y 7, donde se observa al peatón caminando en camellones centrales o en arroyos vehiculares y los caminos que se generan por el uso del mismo, así como la interacción de ciclistas con el tráfico en arroyos vehiculares debiendo esquivar autos mal estacionados, y vehículos que en condiciones despejadas pueden alcanzar velocidades fuera del límite permitido los que representa un riesgo para todos los usuarios. Es evidente suponer que en horario nocturno la interacción de ciclistas y peatones con el flujo vehicular reduce significativamente la eficiencia del sistema de movilidad contribuyendo a retrasos en el tránsito, mayor riesgo de accidentes e incidencias delictivas, como ya se explicaba.

Figura 5. Infraestructura para modos no motorizados insuficiente: Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

*[Handwritten signature]*

Figura 6. Interacción de peatón y tránsito vehicular.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 7. Interacción de ciclistas y tránsito vehicular.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Ahora bien, el método de identificación de la problemática conduce a modelar la transición hacia los efectos que generan las causas identificadas en el análisis previo y a partir de lo cual se asume la persistencia de la situación que requiere ser intervenida para determinar cuáles son las consecuencias o las afectaciones a la población objetivo.

Entonces, para el caso de los principales efectos es válido plantearse la siguiente pregunta: ¿Qué pasaría si persiste el problema identificado. La respuesta a esta pregunta permite la definición de los principales efectos, mismo que se resumen en la siguiente figura:

Figura 8. Árbol de Problemas: Efectos de la situación problemática.



Fuente: Elaboración propia.

Uno de los principales efectos de la persistencia de la problemática central planteada es el incremento en los tiempos de desplazamiento del sistema movilidad, es decir, que promueve mayores tiempos de desplazamiento de vialidades, y a su vez esto conduce a mayores costos de los usuarios para el acceso a los destinos de actividades cotidianas (como trabajo y estudio). En segundo lugar, se refiere a las condiciones adversas para el tránsito no motorizado que promueven un incremento en las incidencias como colisiones fatales, o, inclusive robos en vías públicas durante sus trayectos de viaje como resultado de la oferta insuficiente o de iluminación inadecuada, lo que reduce significativamente los incentivos para este tipo de desplazamientos. El tercer efecto principal, es la dificultad que tiene para las

personas el acceso a los bienes, servicios y equipamiento urbano, y que tiende a ser más intensivo para las personas con discapacidad.

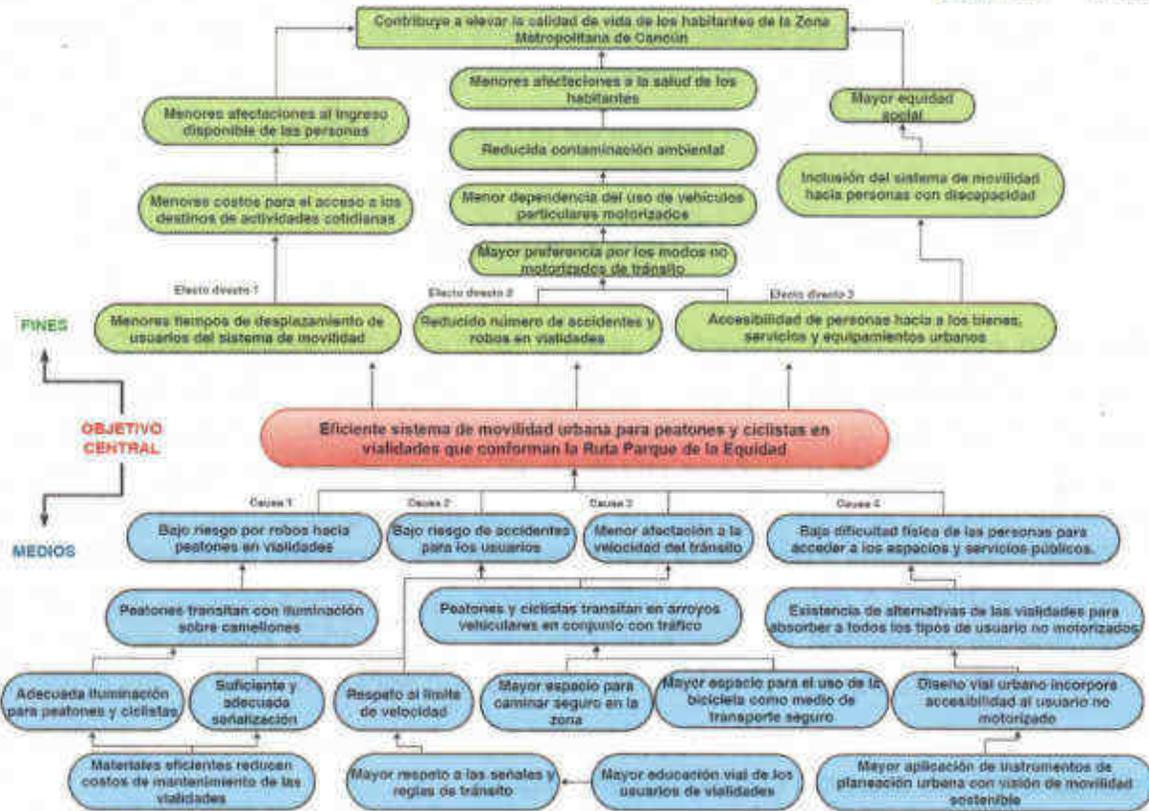
Todos estos efectos tienen repercusiones de orden superior, como el incremento de la desigualdad en el ingreso de la población<sup>4</sup>, una mayor dependencia de los vehículos particulares motorizados, y por ende mayor contaminación ambiental (congestión) y afectaciones a la salud asociadas a esta; así como agravantes a las condiciones de inequidad social, pues las oportunidades para acceder y gozar de los bienes, servicios y equipamientos urbanos no son las mismas para todos. En suma, el "deficiente sistema de movilidad urbana para peatones y ciclistas de las vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad" contribuye a reducir la calidad de vida de los habitantes de la Zona Metropolitana de Cancún.

De este modo, es posible proyectar el análisis de la situación problemática hacia la situación deseada cambiando el sentido negativo de la causas y efectos, lo que ayuda a definir el objetivo, medios y fines que tiene la implementación del programa de inversión para aliviar las principales causas identificadas, y reducir los principales efectos. Esto se plantea de la siguiente forma:

Figura 9. Árbol de Problemas: Situación deseada.

---

<sup>4</sup> Estudios como los referidos en Cuadro 1, se estima que la población alejada del centro de las ciudades tienden a destinar un 20% más de su ingreso disponible para destinarlo en gastos de movilidad, lo que profundiza las condiciones de desigualdad socioeconómica o de ingreso entre los habitantes de una ciudad.



Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis realizado el problema identificado se transforma en el objetivo central del proyecto, que es:

- Incrementar la eficiencia del sistema de movilidad urbana para los peatones y ciclistas de vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad.

Las principales causas identificadas se traducen en los medios del programa de inversión para contribuir a resolver la problemática:

- Mejorar la iluminación para los peatones y ciclistas de las vialidades mediante el uso de luminarias LED;
- Segregar a los modos no motorizados del tránsito motorizado mediante ciclovías y andadores;
- Incrementar la capacidad de las vialidades para absorber a todos los tipos de usuarios no motorizados mediante la incorporación diseño de accesibilidad universal.

Los efectos se traducen en los principales fines u objetivos específicos, tal como:

- Reducir los tiempos de desplazamientos de los usuarios del sistema de movilidad;
- Reducir el número de accidentes y robos en vialidades de la Ruta Parque de la Equidad;

- Facilitar el acceso de las personas a los bienes, servicios y equipamientos urbanos; principalmente a personas con discapacidad.

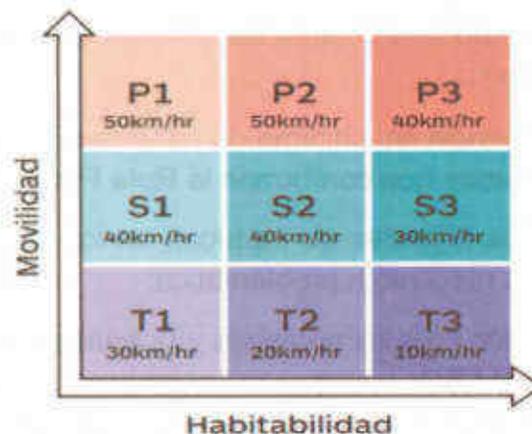
A continuación, se presenta el análisis de la oferta en la situación actual.

## b) Análisis de la Oferta Actual

El patrón general de la estructura vial de la Zona Metropolitana de Cancún es “anular”, es decir, que adopta la forma de la traza urbana la cual está organizada en torno a un punto o áreas consideradas importantes, que en este caso es su Zona Centro, y los accesos a la Zona Hotelera. El resultado es que alrededor de este punto se concentran vías importantes formando anillos que facilitan la conexión de la Zona Metropolitana y definen la Red relevante. Es necesario tener en cuenta que este tipo de trazas o estructuras suelen generar vías urbanas rápidas, sin cruces a nivel que se convierten en “barreras urbanas” que dividen barrios y colonias, y delimita en muchos casos el patrón de segregación socio-espacial de las ciudades.

En la actualidad se entiende que las calles tienen dos funciones: movilidad y habitabilidad, de acuerdo con la siguiente figura:

Figura 10. Tipología de las calles mexicanas.



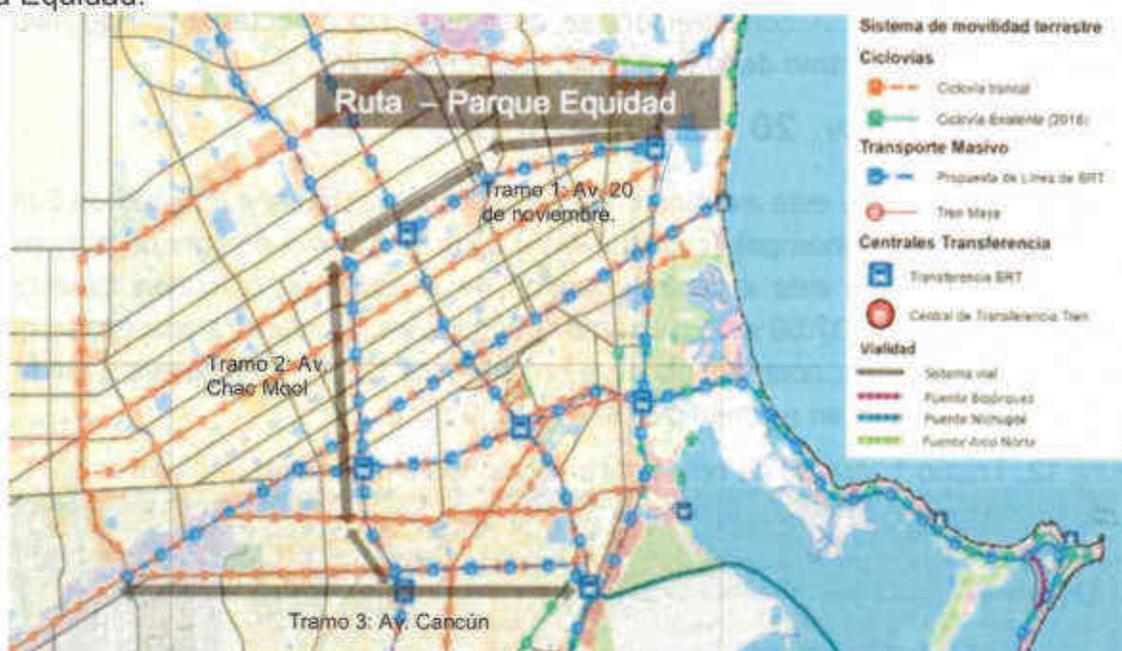
Fuente: Recuperado del Manual de Calles de la SEDATU, 2019.

Considerando lo anterior, el objetivo de este apartado es presentar una visión completa del funcionamiento de red relevante denominada la Ruta Parque de la Equidad en tramos homogéneos de vías rápidas con capacidad de servicio de hasta 1,400 vehículos equivalente por hora por carril que interactúan con los modos no motorizados en la red relevante, lo que para efecto de este estudio se divide en los siguientes: 1) Av. 20 de noviembre (5.863 km), 2) Av. Chac Mool (4.744 km), y 3) Av. Cancún (6.575 km), sumando un total de 17.182 km de longitud. Estas avenidas

se consideran primarias, y forman un eje vial que es compatible con las características P2, y se definen como la red relevante para este estudio debido a que son normalmente elegidas para la circulación del transporte público y de carga, pero también son elegidas para la circulación ciclista y peatonal (Manual de Calles, 2016, Pp. 78).

Por otra parte, al considerar su conectividad entre zonas populares, aunque no necesariamente lleguen al Centro o Zona Hotelera; o debido a la continuidad de la zona que se localizan, y la convergencia a otras vías primarias de mayor jerarquía (P1): como Av. López Portillo, Av. Tulum, Kabah, Andrés Quintana Roo, entre otras.

Figura 11. Sistema de Movilidad Terrestre PMDU (2014-2030): Ruta del Parque de la Equidad.



Fuente: Recuperado del sitio <https://cancun.gob.mx/><sup>5</sup>

Cuadro 3. Delimitación de la Ruta Parque de la Equidad.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	Tramo 1: AV. 20 DE NOVIEMBRE	Tramo 2a: AV. CHAC MOOL	Tramo 2b: AV. CHAC MOOL	Tramo 3: AV. CANCÚN
Vialidad inicio		Bonampak	Av. 20 de noviembre	Av. José López Portillo	Pedregal Bonfil
Vialidad fin		Av. Chac Mool	Av. José López Portillo	Av. Cancún	Av. Rodrigo Gómez (Kabah)
Coordenadas Inicio	Latitud	21.190977	21.174467	21.152303	21.132170

<sup>5</sup> Cabe aclarar las obras de inicio-fin del proyecto que se realizará en el tramo de la Av. 20 de noviembre tiene una longitud de 5.063 km que va de la Av. Diagonal Tulum (inicio) hasta la Av. Chac Mool (fin), sin embargo, el análisis de oferta y demanda incluye la ciclovia existente de una longitud de 0.8 km que extiende el análisis hasta la Av. Bonampak que se explica mas adelante en la Figura16.

	Longitud	-86.818978	-86.872331	-86.870684	-86.896087
Coordenadas fin	Latitud	21.174467	21.152303	21.132898	21.133755
	Longitud	-86.872331	-86.870684	-86.864739	-86.832986

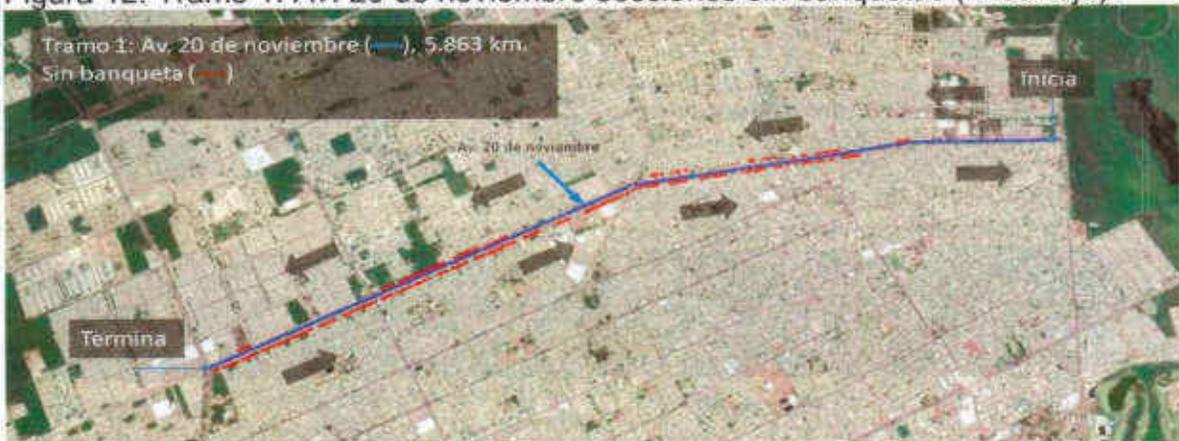
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro 3, la tramificación por oferta consideró como principal criterio la capacidad de servicio y la velocidad de diseño para la definición del estudio. Si bien en proyectos de calles completas es posible tramificar considerando otras características variables de la oferta, se asume que dado que el proyecto no se centra en modificar las condiciones de rodamiento resulta práctico considerar tramos más extensos. A continuación, se desglosan las características de físico-geográficas de cada tramo de la Red Relevante en estudio:

### Tramo 1: Av. 20 de noviembre:

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 5.863 km que va de la Av. Bonampak (incluidos los 0.8 km de ciclovía en banquetas) hasta la Av. Chac Mool; de este a oeste el ancho de sección del camellón tiene una longitud promedio de 37.00 m. En cuanto a banquetas, existen tramos en los que no se cuenta con ellas, como se observa en la Figura 12 la cual equivale a 4,814.6 m; y la existente mide en promedio 2.50 m a 3.00 m.

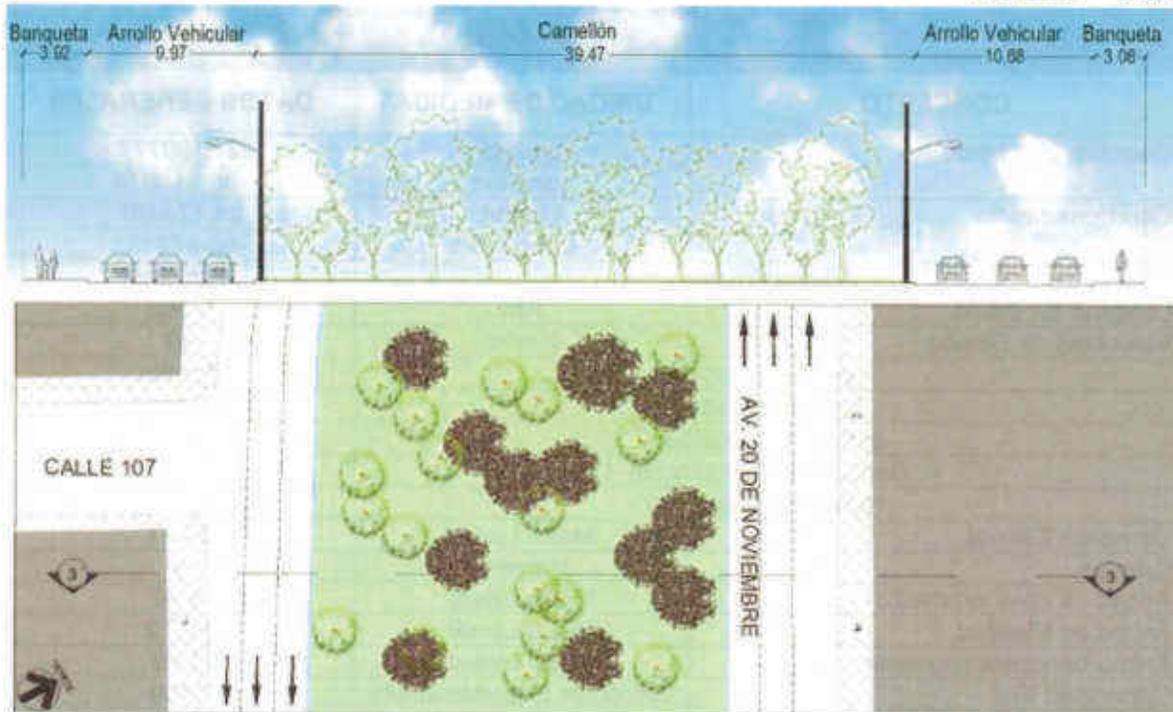
Figura 12. Tramo 1: Av. 20 de noviembre secciones sin banquetas (línea roja).



Fuente: Elaboración propia con información de Campo.

En cuanto a su funcionalidad, la vialidad es de doble sentido con camellón central, una velocidad de diseño de 50 km/hr, y su capacidad de servicio conforme a su diseño corresponde a un total de 1400 vehículos equivalentes por hora por carril de acuerdo con la clasificación descrita en el manual de calles de la SEDATU en 2016.

Figura 13. Situación Actual: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 14. Situación Actual: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre, Imagen.



Nota: Camellón central de 37 m que divide los sentidos de circulación; luminarias y torres eléctricas, no existe señalética, se tiene circulación contraria de ciclistas y carece de banquetas.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 4. Características Físico-Geométricas Tramo 1: Av. 20 de Noviembre

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Bonampak
Vialidad fin		Av. Chac Mool

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Coordenadas Inicio	Latitud	21.190777
	Longitud	-86.818978
Coordenadas fin	Latitud	21.174467
	Longitud	-86.872331
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	5.063
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	39.47
Carriles	Número	3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad	Metro Lineal	60.12
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.49
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes/hr	1400
Ciclovías existentes	Carriles un sentido	1
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	58
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	70
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Incompleto
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Por otra parte, la oferta existente de ciclovías que está relacionada con el proyecto se remite al trayecto de la Av. 20 de Noviembre que tiene una extensión de 0.8 km en la región norte de la Ciudad. Actualmente la ciclovía es una infraestructura que no conecta al sistema troncal planeado para Cancún (Véase Figura 11), pues su extensión es restringida lo que aísla sus beneficios a una zona específica y con menores concentraciones de población.

Cuadro 5. Ciclovía Av. 20 de noviembre.

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. Bonampak Norte
Vialidad fin		S/N
Coordenadas Inicio	Latitud	21.190943
	Longitud	-86.819354
Coordenadas fin	Latitud	21.190716
	Longitud	-86.826565

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Extensión	kilometro	0.8
Ancho	Metro	2
Tipo de Superficie		Concreto
Administración		Municipal

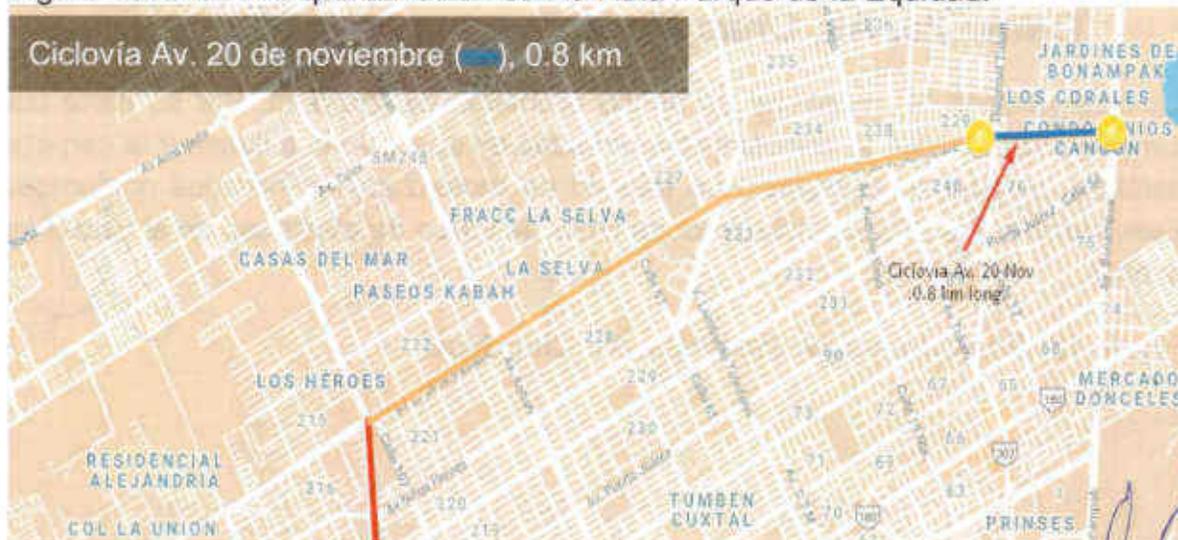
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 15. Ciclovía Av. 20 de Noviembre: Ciclovía de concreto 0.8 km.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 16. Ciclovías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Tramo 2: Av. Chac Mool.

El camellón central de esta avenida, es de dimensión variable; por lo que, se representa como una configuración "a y b". Es decir, se determinó realizar la segmentar del mismo en tramo 2a y 2b, de acuerdo a la siguiente imagen:

Figura 17. Tramo 2: Av. Chac Mool, secciones sin banquetas (línea roja).



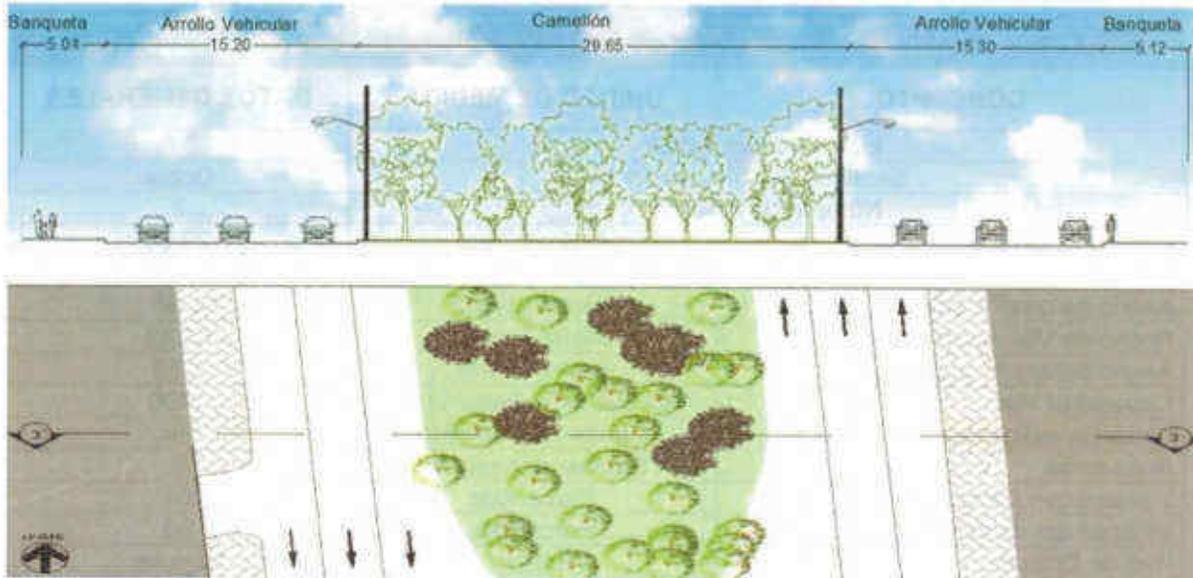
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

A continuación, se presentan las características de cada sub-tramo:

### Tramo 2a, Av. Chac Mool

La configuración "a" mantiene un ancho promedio de 29.65 m. Por su parte las luminarias existentes se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos. Este tramo no tiene presencia predominante de torres de eléctricas en el camellón central.

Figura 18. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 19. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool, Imagen.



Nota: El arroyo vehicular cuenta con 3 carriles de circulación por sentido, un camellón central, luminarias, las banquetas tienen una longitud de 2.5 m, y carece de señalética.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 6. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool

SITUACIÓN CON PROYECTO		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. 20 de noviembre
Vialidad fin		Av. José López Portillo
Coordenadas Inicio	Latitud	21.174467
	Longitud	-86.872331
Coordenadas fin	Latitud	21.152303
	Longitud	-86.870684
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	2.42
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria

SITUACIÓN CON PROYECTO		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	29.65
Carriles	Número	2-3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	4.45
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	61.43
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	2.50
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Cicloviás existentes	Carriles por sentido	0
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	64
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Incompleto
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

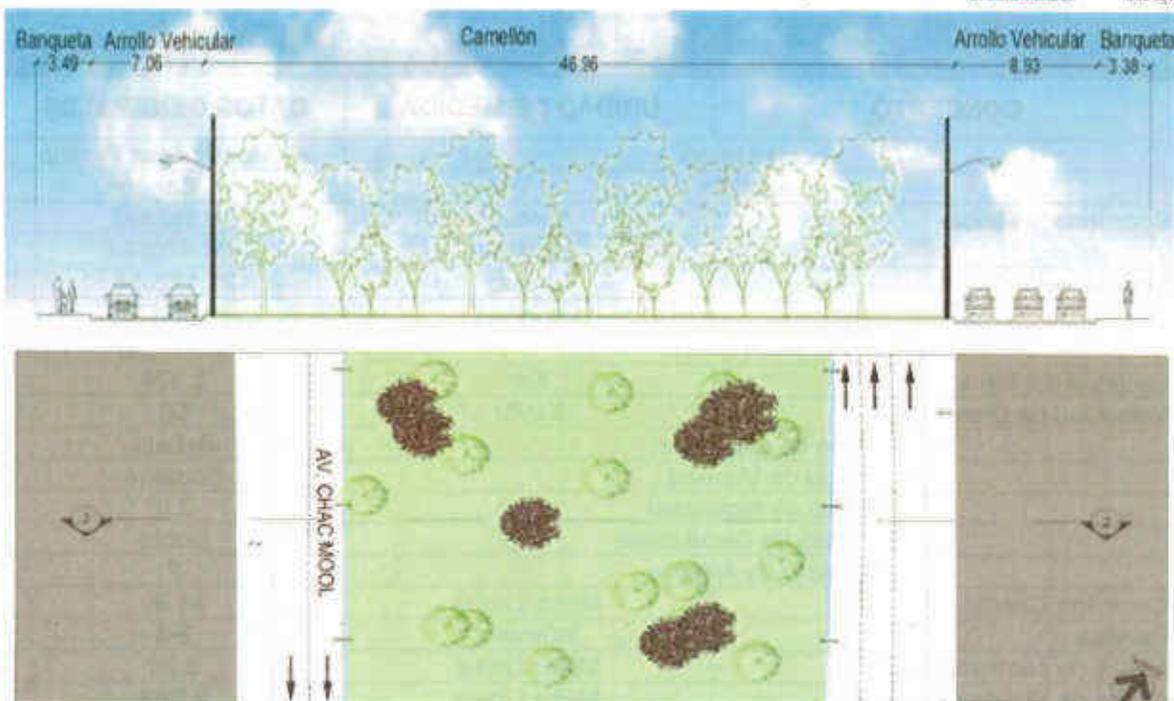
Este tramo no conecta con la oferta existente de cicloviás, por lo que no se presenta información relacionada con este tipo de infraestructura. Así mismo, se cuenta con áreas de banqueta cuya cobertura es del 80% de la totalidad del tramo, sin embargo, es importante subrayar que los tramos de banqueta no son continuos de inicio a fin, lo que complica el tránsito de punta a punta, tanto para el sentido norte sur y viceversa.

## Tramo 2b, Av. Chac Mool

La estructura actual de este subtramo en la zona del proyecto tiene longitud de 2.324 km, inicia de la Av. Cancún y termina hasta la Av. López Portillo, en sentido de Sur a Norte, donde el ancho de sección del camellón tiene una dimensión promedio de 46.00 m. Se debe señalar que el tramo 2b, Av. Chac Mool contaba con una breve discontinuidad del tránsito a partir de Andrés Quintana Roo, lo que afectaba a los viajeros con destino y origen norte a sur y viceversa. En la actualidad, la Secretaría de Obras Públicas del Ayuntamiento Benito Juárez, ha realizado la ampliación de la Chac Mool mediante un cruce con Av. Andrés Quintana Roo.

Este subtramo tampoco conecta con la oferta de cicloviás o andadores existentes en la zona de influencia. Los tramos de banqueta tienen una menor cobertura que la situación del tramo 2a, misma que es del 64% y su discontinuidad se muestra en la Figura 17 del presente estudio.

Figura 20. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 21. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool, Imagen.



Nota: El arroyo vehicular cuenta con 2-3 carriles de circulación por sentido, un camellón central amplio con presencia de infraestructura eléctrica.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En cuanto a su funcionalidad, el camellón se encuentra deficiente al igual que en el caso anterior, por otra parte, las luminarias existentes se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos.

Cuadro 7. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. José López Portillo
Vialidad fin		Av. Cancún
Coordenadas Inicio	Latitud	21.152303
	Longitud	-86.870684
Coordenadas fin	Latitud	21.132898
	Longitud	-86.864739
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	2.324
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	48.90
Carriles	Número	2-3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	71.83
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.435
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Ciclovías existentes	Carriles por sentido	0
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	80
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Incompleto
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### Tramo 3: Avenida Cancún

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 6.575 km, iniciando su recorrido de este a oeste de la Av. Rodrigo Gómez (Kabah) a la calle Pedregal Bonfil con un ancho de camellón promedio de 50.00 m a lo largo de la vialidad. En cuanto a banquetas, existen tramos en los que no se cuenta con ellas, como se observa en la Figura 25 la cual equivale a 2,949.076 m; y la existente mide en promedio 2.80 m. El señalamiento que actualmente existe es deficiente, no se señala la velocidad permitida, ni la raya separadora de carriles, rayas de ceda el paso, ni cruce de peatones en intersecciones.

Figura 22. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen.



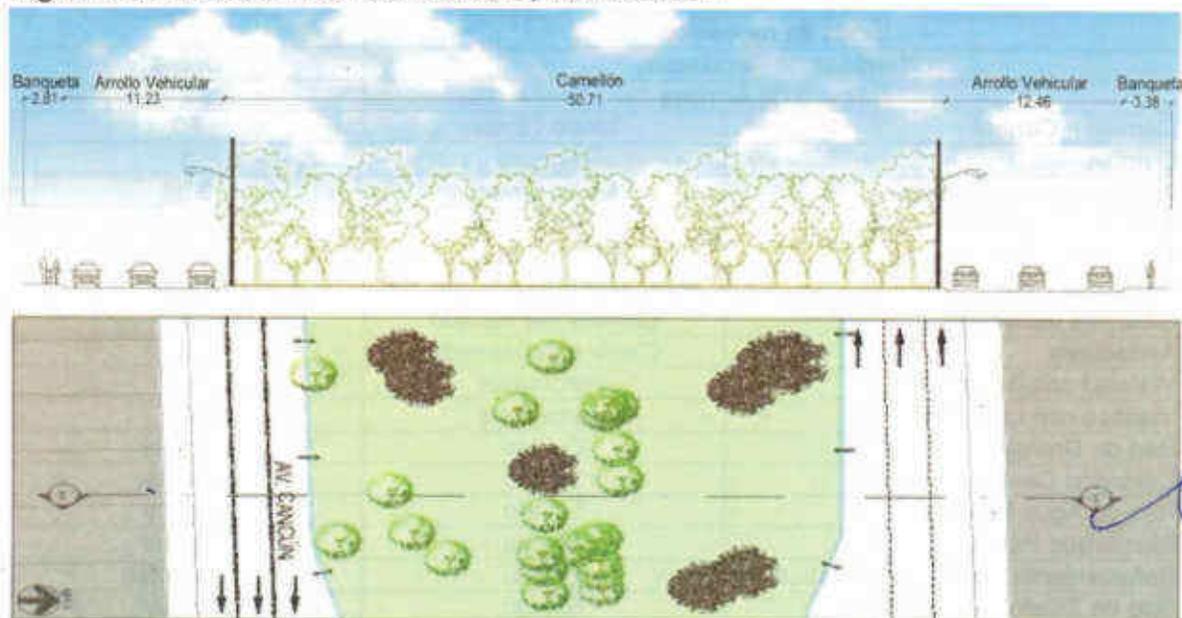


Fuente: Elaboración propia con información de campo.

El tramo 3, al igual que los tramos 1 y 2, es una vialidad primaria de doble sentido con camellón central, funciona a partir de una velocidad de diseño de 50 km/hr, y capacidad de diseño de 1400 vehículos equivalentes por hora por carril de acuerdo con la clasificación descrita en el manual de calles de la SEDATU en 2019. En cuanto a los espacios que usan como estacionamiento público son: el camellón y la superficie de "acotamiento", aunque esta delimitación de acotamiento no existe a lo largo de la avenida. Además, las luminarias se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos.

En las siguientes imágenes se plasma de manera gráfica el escenario actual correspondiente a la Av. Cancún:

Figura 23. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 24. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen.



Nota: El estado del camellón es regular, con vegetación nativa en buen estado.

Fuente: Elaboración propia en recorrido en Campo.

Cuadro 8. Características Físico-Geométricas: Av. Cancún.

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Pedregal Bonfil
Vialidad fin		Av. Rodrigo Gómez (Kabah)
Coordenadas Inicio	Latitud	21.13375
	Longitud	-86.83298
Coordenadas fin	Latitud	21.13218
	Longitud	-86.89629
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	6.575
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	50
Carriles	Número	3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	80.59
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.09
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Cicloviás existentes	Carriles por sentido	0
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	64
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Incompleto
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 25. Ciclovías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad: Av. Cancún



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 9. Ciclovía Av. Huayacan conexas a Av. Cancún.

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. Kabah
Vialidad fin		s/n
Coordenadas Inicio	Latitud	21.13271
	Longitud	-86.83273
Coordenadas fin	Latitud	21.075284
	Longitud	-86.885305
Extensión	kilometro	0.8544
Ancho	Metro	2
Tipo de Superficie		Concreto
Administración		Municipal

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 26. Ciclovía Av. Huayacán



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En la situación actual, la ciclo vía de la Av. Huayacán es una infraestructura que se encuentra en el área de influencia de la Av. Cancún sujeta a este estudio, como se observa en la Figura 57, no obstante, ambas avenidas convergen a menos de 200 metros sobre la Av. Kabah (véase Figura 60). Si bien no forma parte directa de las características físico geométricas de la Av. Cancún, se puede considerar como continuas, de modo que en la situación futura con la implementación del proyecto los ciclistas no deben de tener que viajar más de 400 metros para llegar a una ruta de ciclo vía continua de calidad similar, lo que cumple con los criterios de densidad de infraestructura ciclista del Manual de Calles de la SEDATU, 2019. Por otra parte, esta ciclo vía tiene una extensión es de 8.544 km, de asfalto, de un ancho de 2 metros, y actualmente se encuentra aislada de conectar con otras ciclo vías lo que limita sus beneficios a una zona específica y con menores concentraciones de población.

## **Estatus de la oferta y servicios relacionados con la Ruta Parque de la Equidad.**

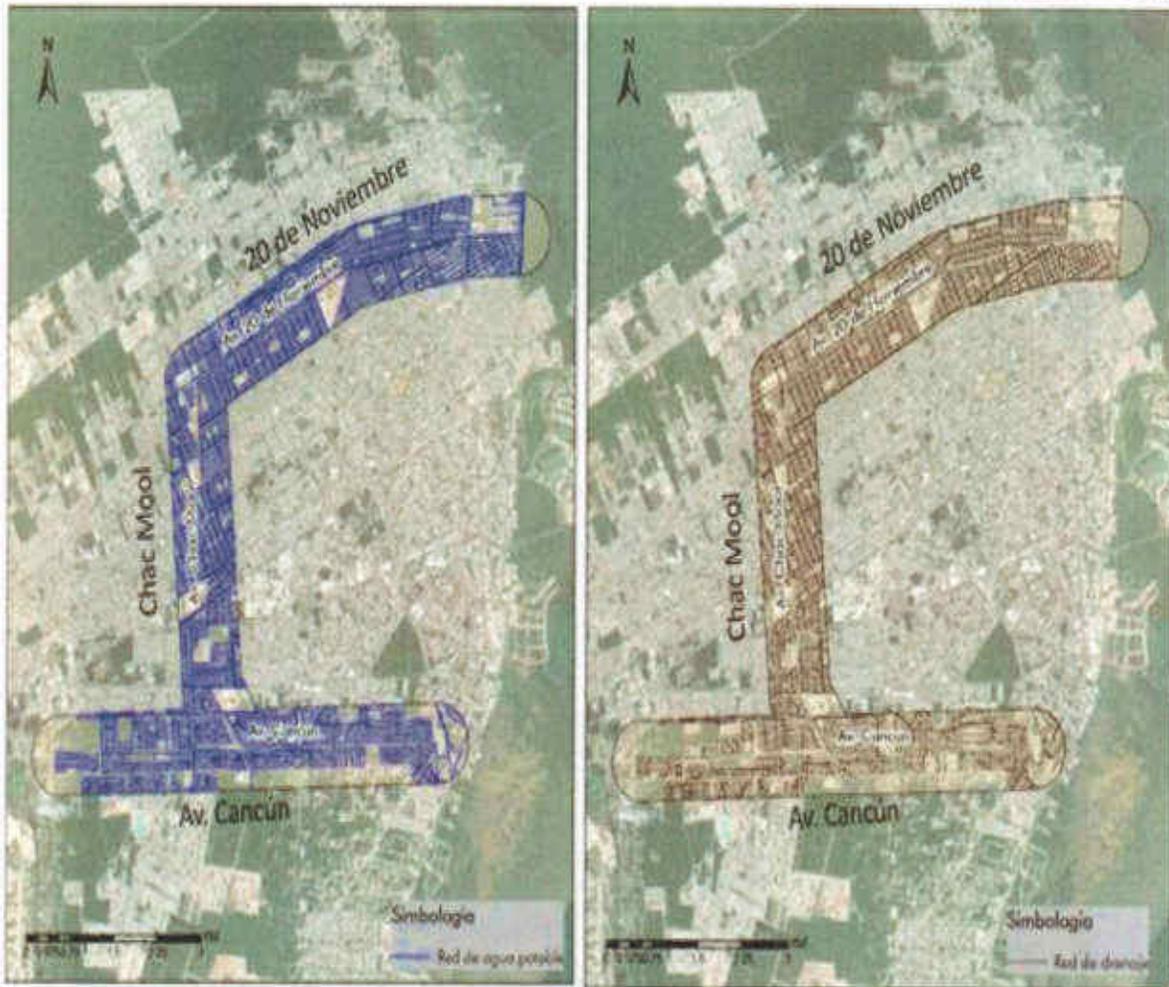
Por su parte, es necesario presentar en esta sección la distribución de la infraestructura existente y servicios relacionados<sup>6</sup>. Esto es infraestructura subterránea, señalización vial y dispositivos de seguridad, infraestructura eléctrica a nivel, y alumbrado público. Estos servicios se detallan a continuación:

- Infraestructura subterránea (Figura 27):
  - a. Agua Potable (Regular)
  - b. Red de drenaje (Regular).

Figura 27. Situación Actual: Infraestructura subterránea.

---

<sup>6</sup> De acuerdo al recorrido en campo y a un análisis espacial con imágenes satelitales.



Fuente: Elaboración propia con información de gabinete.

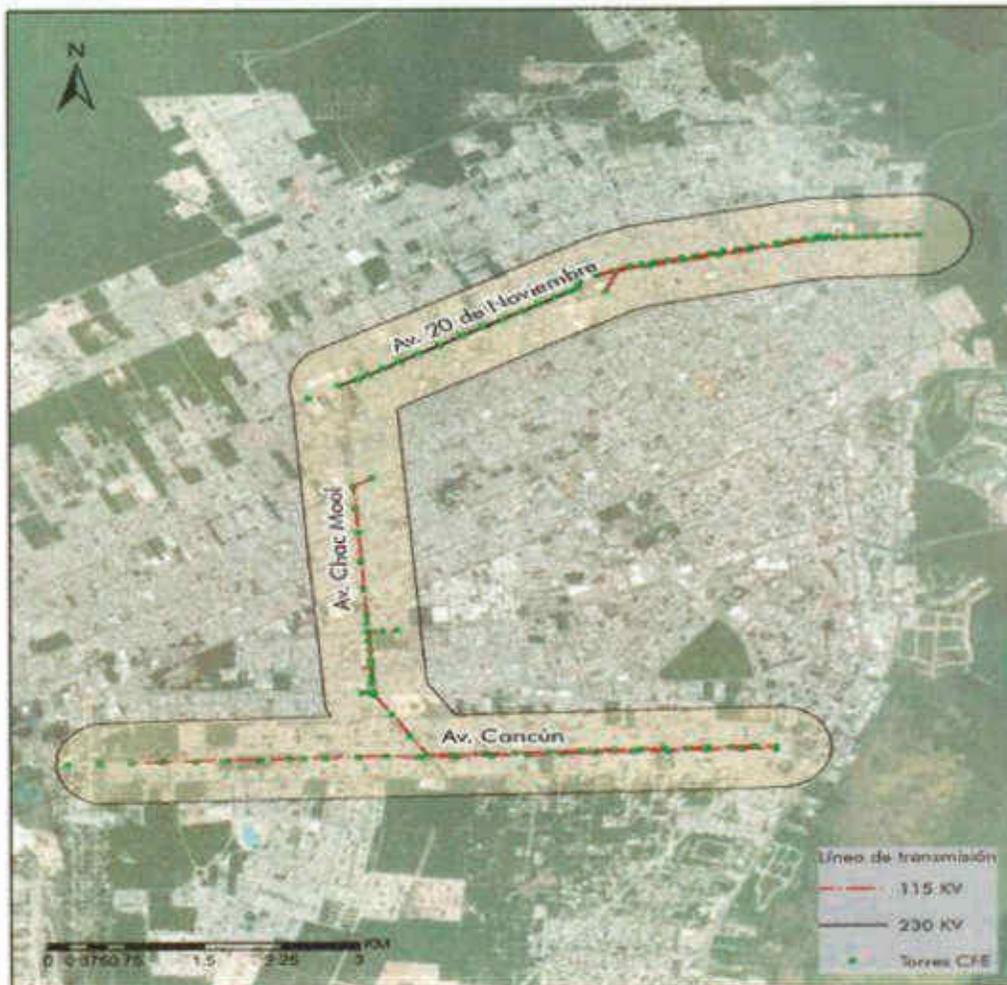
En cuanto a la infraestructura a nivel, la zona cuenta con los siguientes servicios:

- Energía Eléctrica (Torres de alta tensión) Figura 28:
  - o En temas de energía eléctrica, se observa que predominan las líneas de alta tensión de CFE en la mayor parte del recorrido de las avenidas que conforman el proyecto. Esto se observa con mejor claridad en la Figura 28 solo existe un tramo de la Av. Chac Mool que se encuentra libre de estas instalaciones<sup>7</sup>.

*[Handwritten mark]*

Figura 28. Situación Actual: Infraestructura a Energía Eléctrica.

<sup>7</sup> El apartado de la situación con proyecto del documento se mencionan los criterios de seguridad para la implementación de los elementos integradores que conforman el proyecto propuesto.

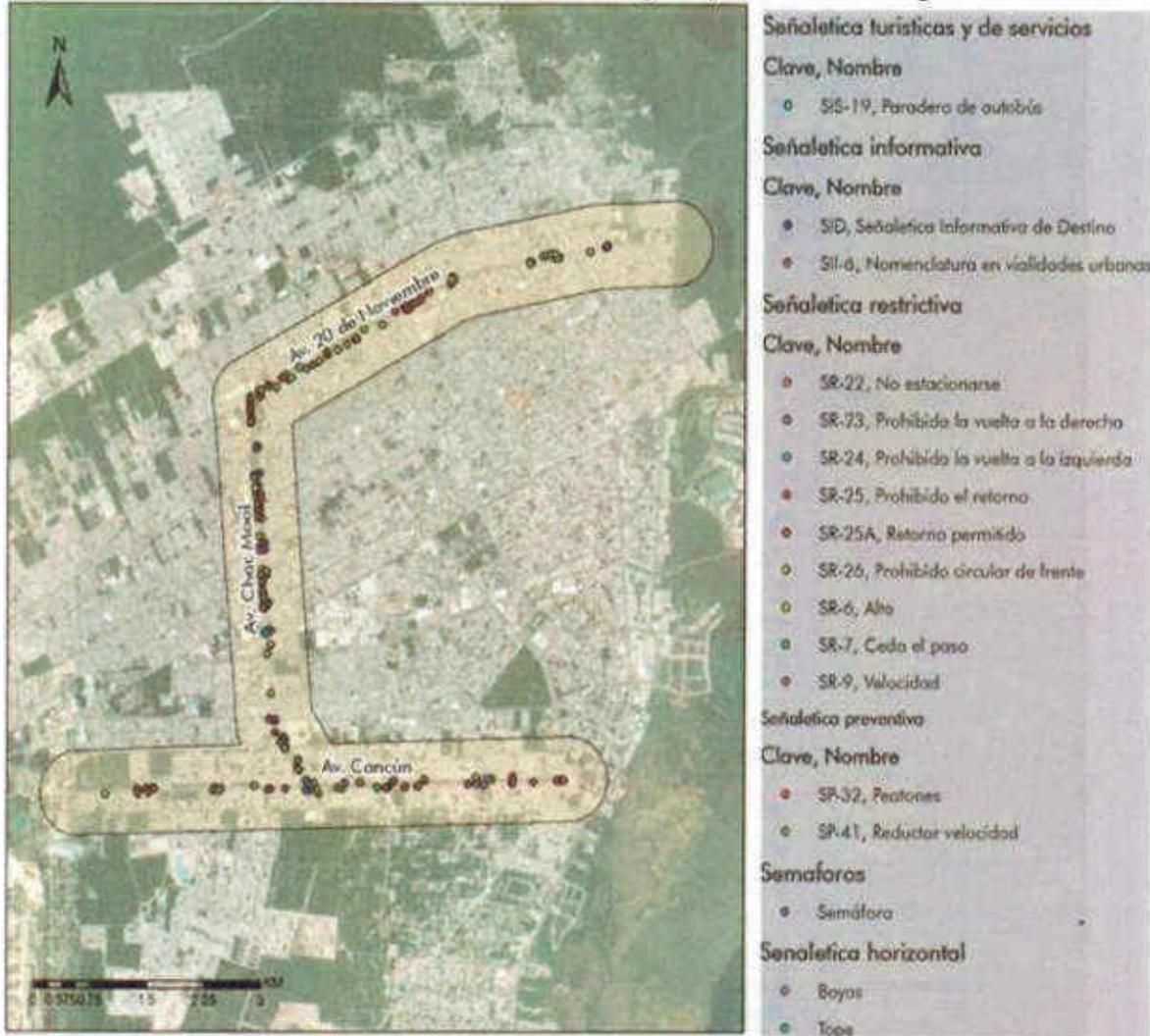


Fuente: Elaboración propia con información de campo.

– Señalización vial y dispositivos de seguridad (Figura 29):

- La señalética que se clasifica en Señalética turística y de servicios, Restrictiva, Preventiva y Horizontal, con forme a lo que establece el Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad 2014 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), actualmente en la zona del proyecto se cuentan con 49 semáforos que están colocados en los principales cruces como, en Av. 20 de noviembre con Av. Diagonal Tulum, Av. Costa Maya, Av. Kabah, etc. En Av. Chac Mool, con intersecciones secundarias como Av. Niños Héroe, Av. Leona Vicario, Av. López Portillo, etc. y en la Av. Cancún, predominan en la Av. La Luna y Av. 135, el resto de la señalética se encuentra distribuida a lo largo de los camellones que conforman al proyecto, como se observa en la figura siguiente.

Figura 29. Situación Actual: Señalización vial y dispositivos de seguridad.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

— Alumbrado Público (Figura 30)

- o Como se mencionó en capítulos anteriores del documento, las luminarias actuales dan servicio de iluminación a los arroyos vehiculares, sumando un total de 532 luminarias repartidas en las vialidades del proyecto, con una separación que va de los 20.00 a 30.00 m, por otro lado, estado de estas es regular en todo el recorrido de las avenidas. Sin embargo, en la siguiente Figura 23 se observan la interacción de estas con las instalaciones de líneas de baja tensión de CFE.

Figura 30. Situación Actual: Alumbrado Público.

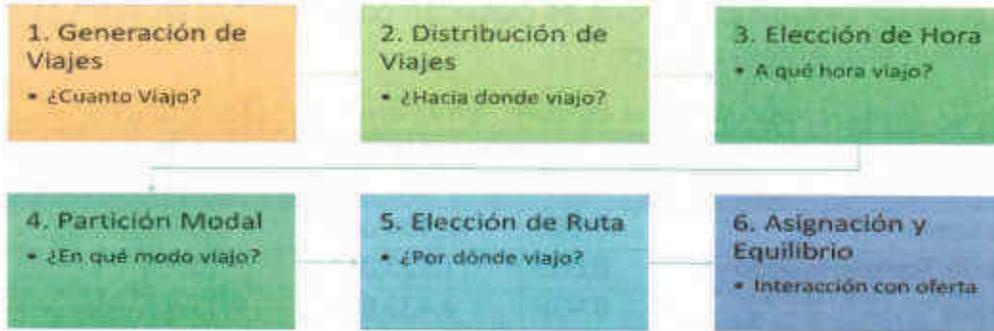


Fuente: Elaboración propia, con base a la información proporcionada por la Dirección de Alumbrado Público del Municipio de Benito Juárez.

### c) Análisis de la Demanda Actual

A partir de la contratación del Estudio Denominado "Estudio de Demanda Nivel Perfil y Evaluación Costo-Beneficio del Sistema de Transporte Masivo de Cancún, Q. Roo" No. AGEPRO/AD/SERV/015/2019 (Véase Anexo A-2); que dentro de sus Términos de Referencia se definieron los alcances de información de campo sobre movilidad de toda la ciudad de Cancún, siguiendo los principios del Modelo Clásico de Transporte o Movilidad Urbana se realizó la caracterización de la demanda, el cual puede sintetizarse en lo siguiente:

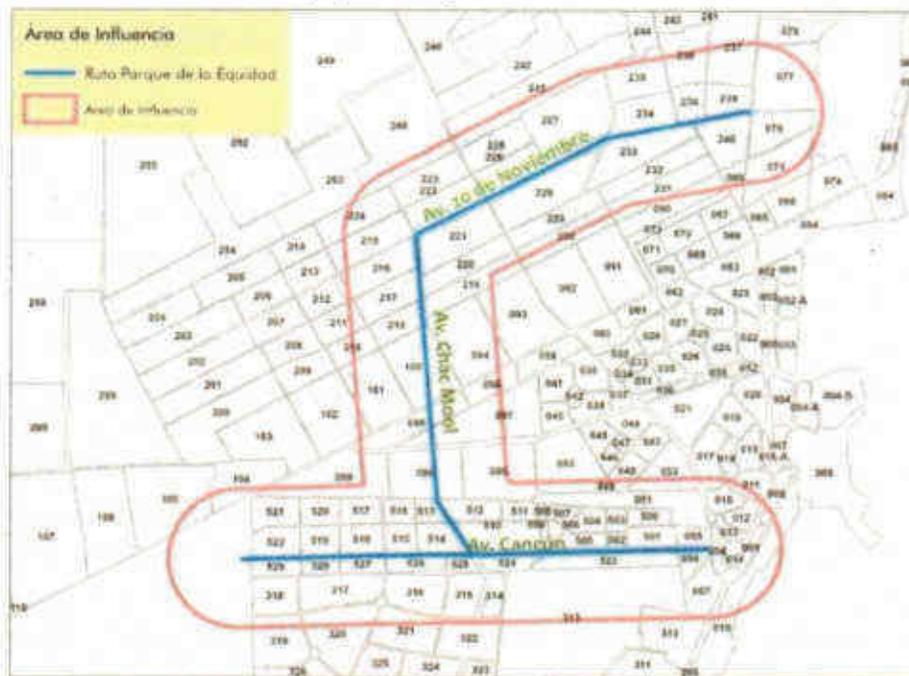
Figura 31. Modelo Clásico de Estimación de la Demanda de Transporte.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la jerarquía<sup>8</sup> del proyecto el Área de Influencia se estima con un radio de servicio regional de un kilómetro alrededor de la Av. 20 de Noviembre, la Av. Cancún y la Av. Chac Mool, distancia que satisface los criterios de accesibilidad a espacio público abierto de la ONU, 2018, lo cual abarca 4,015 Ha. de superficie, que envuelve 113 regiones de la ciudad (vea Figura 32).

Figura 32. Área de Influencia (AI) el Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la mayor parte del área de influencia determinada para el proyecto corresponde a zonas generadoras de viajes en supermanzanas

<sup>8</sup> La jerarquía y nivel de servicio del proyecto se asigna de acuerdo con sistema normativo de equipamiento urbano de la SEDESOL (2012).

(SM<sup>9</sup>), pues un 74% de los predios se clasifican como uso habitacional, tal cual se establece en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Clasificación de usos de suelo en el área de influencia (AI).

Clasificación del uso de suelo	No. Predios	Superficie M2	% Predios	% Superficie
Habitacional	45,663	12,464,389	75.7%	31.0%
Zonas de Transformación	6,085	1,523,041	10.1%	3.8%
Comercio	6,939	4,433,072	11.5%	11.0%
Industria	92	1,281,636	0.2%	3.2%
Conservación	6	225,421	0.0%	0.6%
Densidades Brutas	635	3,597,105	1.1%	9.0%
Infraestructura Urbana	0	574,101	0.0%	1.4%
Equipamiento Privado	0	35,998	0.0%	0.1%
Equipamiento	238	1,410,927	0.4%	3.5%
Recreación y Esparcimiento	649	1,535,341	1.1%	3.8%
Vialidades		13,070,968	0.0%	32.6%
<b>Total Secciones</b>	<b>60,307</b>	<b>40,151,999</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de PMDU del Municipio de Benito Juárez.

## Estimación de la demanda no motorizada.

De acuerdo a lo anterior y considerando los datos del último censo de población y vivienda del INEGI, el área de influencia del proyecto concentraba el 53% de la población de la ciudad de Cancún. Hoy día se ha estimado que el total de población en el área de influencia alcanza un total de 416,857 habitantes con cifras ajustadas a las proyecciones demográficas que el CONAPO actualizó el 16 de abril de 2013, con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010<sup>10</sup>. Esta población conforma un total de 114,221 hogares en un total de viviendas de 138,973. Un hogar es la unidad formada por una o más personas, vinculadas o no por lazos de parentesco, que residen habitualmente en la misma vivienda particular. Ellos representan la principal fuente generadora de viajes de la ciudad, y por lo tanto, en interacción con la oferta vial se determinan los patrones de movilidad de la ciudad.

Cuadro 11. Población en el Área de Influencia (AI) del proyecto.

<sup>9</sup> Regiones ó Supermanzanas en el AI origen: 008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 016, 017, 048, 049, 050, 051, 053, 054, 055, 056, 057, 058, 068, 074, 075, 076, 077, 078, 089, 090, 093, 094, 095, 096, 097, 098, 099, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 210, 211, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 245, 248, 253, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529.

<sup>10</sup> Entre 2000-2015, en la Zona Urbana de Cancún, la tasa de crecimiento media anual (TCMA) de la vivienda fue mayor que la de la población, de 5 % y 3.9 %, respectivamente. Según proyecciones de la CONAPO, en 2015, la ciudad de Cancún albergaría a 763,121 habitantes, y aunque la tasa de crecimiento poblacional para los próximos 15 años se estima menor que la actual (2.6 %), se espera que en 2030 la población sea de más de 1 millón de personas.

SM	Proyectado_2019		SM	Proyectado_2019		SM	Proyectado_2019	
	Población	Hogares		Población	Hogar		Población	Hogar
8	155	39	74	2,575	746	107	4,813	1,445
9	232	52	75	9,492	2,669	210	1,222	311
10	0	0	76	6,390	1,743	211	1,641	430
11	123	28	77	12,491	3,629	215	6,491	1,960
12	496	123	78	0	0	216	7,877	2,215
13	455	115	89	394	85	217	7,110	1,933
14	0	0	90	2,169	598	218	4,177	1,180
16	600	168	93	1,487	390	219	7,628	1,837
17	163	32	94	15,569	3,890	220	6,803	1,655
48	1,507	447	95	14,329	3,961	221	9,746	2,354
49	0	0	96	13,379	3,340	222	7,939	2,419
50	1,539	480	97	3,174	759	223	10,808	3,235
51	3,994	1,289	98	2,982	879	224	7,943	2,379
53	0	0	99	5,171	779	225	4,140	1,071
54	0	0	100	12,584	2,981	226	3,823	981
55	2,228	683	101	12,102	2,788	227	13,875	3,389
56	2,030	606	102	604	155	228	9,804	2,441
57	3,111	1,035	104	196	55	229	4,836	1,243
58	1,966	563	105	9,346	2,638	230	4,382	1,075
68	355	126	106	19	0	231	5,758	1,578
232	6,736	1,737	320	82	27	517	4,371	1,374
233	9,851	2,483	321	61	20	518	3,190	1,026
234	7,632	1,860	322	0	0	519	2,592	835
235	7,616	1,856	500	1,762	546	520	5,876	2,900
236	4,043	1,005	501	3,812	1,268	521	4,421	1,321
237	6,920	1,696	502	801	220	523	4,877	1,417
238	3,562	881	503	721	213	524	2,050	650
239	4,407	1,102	504	1,496	473	525	989	324
240	6,386	1,555	505	2,329	635	526	2,033	656
245	4,425	1,176	506	851	319	527	1,284	465
248	1,553	435	507	1,168	385	528	1,350	660
253	0	0	508	0	0	529	2,534	809
312	1,066	356	509	0	0	605	5,910	1,454
313	630	118	510	6,274	1,509			
314	0	0	511	0	0			
315	0	0	512	314	74			
316	2,806	937	513	1,476	478			
317	3,989	1,320	514	3,631	1,230			
318	356	141	515	2,700	806			

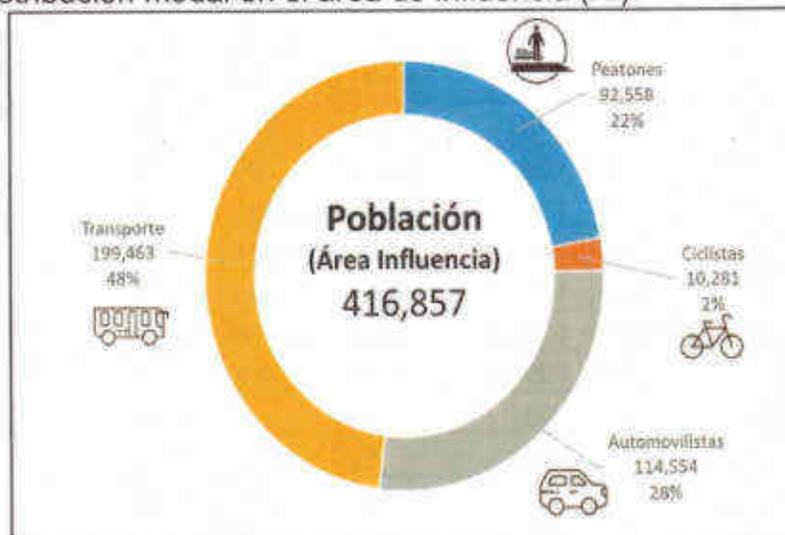
Población Hogares

Proyectado 2019			Proyectado 2019			Proyectado 2019		
SM	Población	Hogares	SM	Población	Hogar	SM	Población	Hogar
319	0	0	516	2,211	586	Total:	416,857	114,221

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos de las encuestas de movilidad cotidiana de la Cd. de Cancún que reporta el INEGI, aplicada a la proyección de la zona de influencia se determinó una demanda potencial de usuarios no motorizados equivalente a 102,839 usuarios<sup>11</sup> que en conjunto representan el 24% de los usuarios, donde además el 28% corresponde a los usuarios de vehículos particulares, y el 48% a los usuarios del sistema de transporte en el área de influencia.

Figura 33. Distribución modal en el área de influencia (AI).



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En referencia a los usuarios o modos no motorizados, a continuación se presentan las características generales, determinadas a partir de las encuestas de movilidad cotidiana de la ciudad de Cancún:

Cuadro 12. Características de la Demanda No Motorizada de Cancún

Característica	Modo de transporte	
	Ciclistas	Peatones
Ocupación		
Únicamente estudian	23%	73.60%
Únicamente trabajan	76%	25.02%
Trabajan y estudian	1%	1.38%
Total	100.00%	100.00%
Sexo		
Hombres	81.77%	52.02%
Mujeres	18.23%	47.98%

<sup>11</sup> La estadística de movilidad cotidiana del INEGI puede ser consultada en el siguiente link: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html?ps=Microdatos#Tabulados>

Característica	Modo de transporte	
	Ciclistas	Peatones
<b>Total</b>	100.00%	100.00%
<b>Edad</b>		
4-10	16.79%	42.58%
11-20	11.65%	33.90%
21-30	14.23%	8.70%
31-40	21.60%	6.54%
41-50	17.78%	4.83%
51-60	14.47%	2.30%
61-70	2.93%	0.93%
71-77	0.56%	0.22%
<b>Total</b>	100.00%	100.00%
<b>Tiempo de traslado a la escuela</b>		
Hasta 15 minutos	66.98%	77.95%
16 a 30 minutos	31.25%	20.55%
31 minutos a una hora	1.17%	1.36%
más de una hora y hasta dos horas	0.60%	0.14%
más de dos horas	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	100.00%	100.00%
<b>Tiempo de traslado al trabajo</b>		
Hasta 15 minutos	26.85%	58.62%
16 a 30 minutos	41.58%	24.81%
31 minutos a una hora	19.99%	7.69%
mayor a una hora hasta dos horas	3.29%	2.27%
más de dos horas	0.03%	0.83%
No es posible determinarlo	8.25%	5.78%
<b>Total</b>	100.00%	100.00%
<b>Ingresos mensuales*</b>		
Hasta 2,000	6%	11%
Entre 2,000 y 3 mil	12%	16%
Entre 3mil y 4 mil	12%	13%
Entre 4 mil y 5 mil	16%	15%
Entre 5 mil y 6 mil	18%	15%
Entre 6 mil y 8 mil	14%	11%
Entre 8 mil y 10 mil	11%	5%
Entre 10 mil y 12 mil	3%	2%
Entre 12 mil y 15 mil	1%	2%
Entre 15 mil y 18 mil	1%	1%
25 mil	0%	1%
No especificado	6%	7%
<b>Total</b>	100%	100%

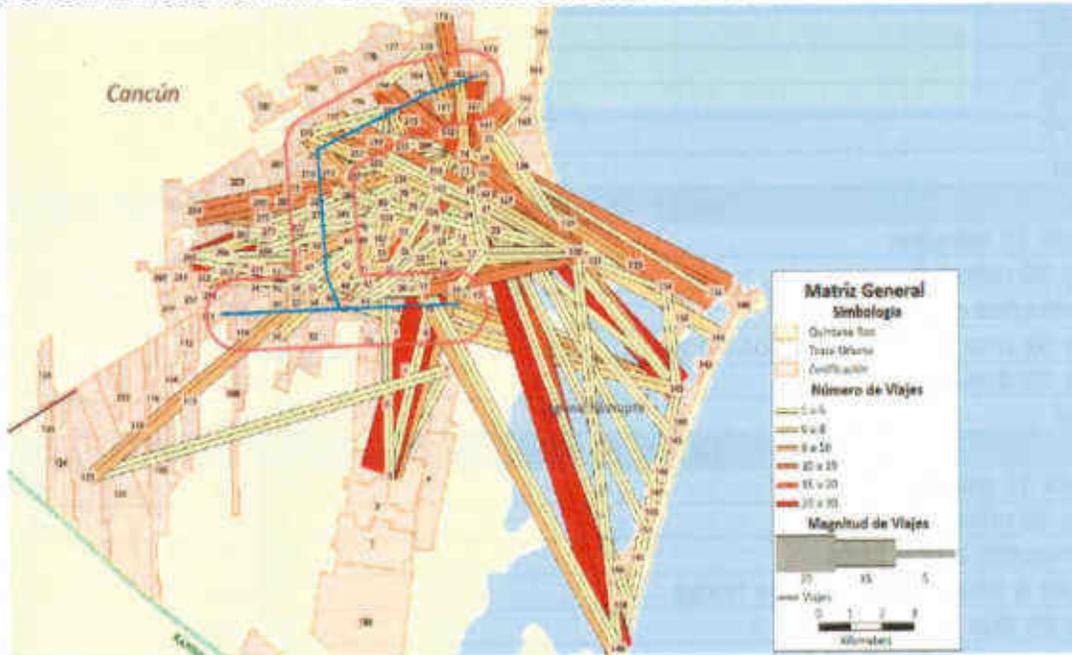
\*Nota: Datos normalizados respecto de las encuestas efectivas.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, como se mencionó en al inicio de este apartado, los patrones de movilidad de la ciudad determinados para este proyecto tienen su origen en el estudio del IMPLAN, 2013, que además ha sido la base para la generación de los

instrumentos de planeación urbana que hoy en día soportan los diversos proyectos de movilidad de la zona. A partir de la zonificación de la ciudad y su interacción con la zona de influencia del proyecto se determinaron las equivalencias entre el origen y destino, entre las supermanzanas o regiones de la ciudad y las zonas determinadas por el estudio de movilidad de referencia (véase la figura 32).

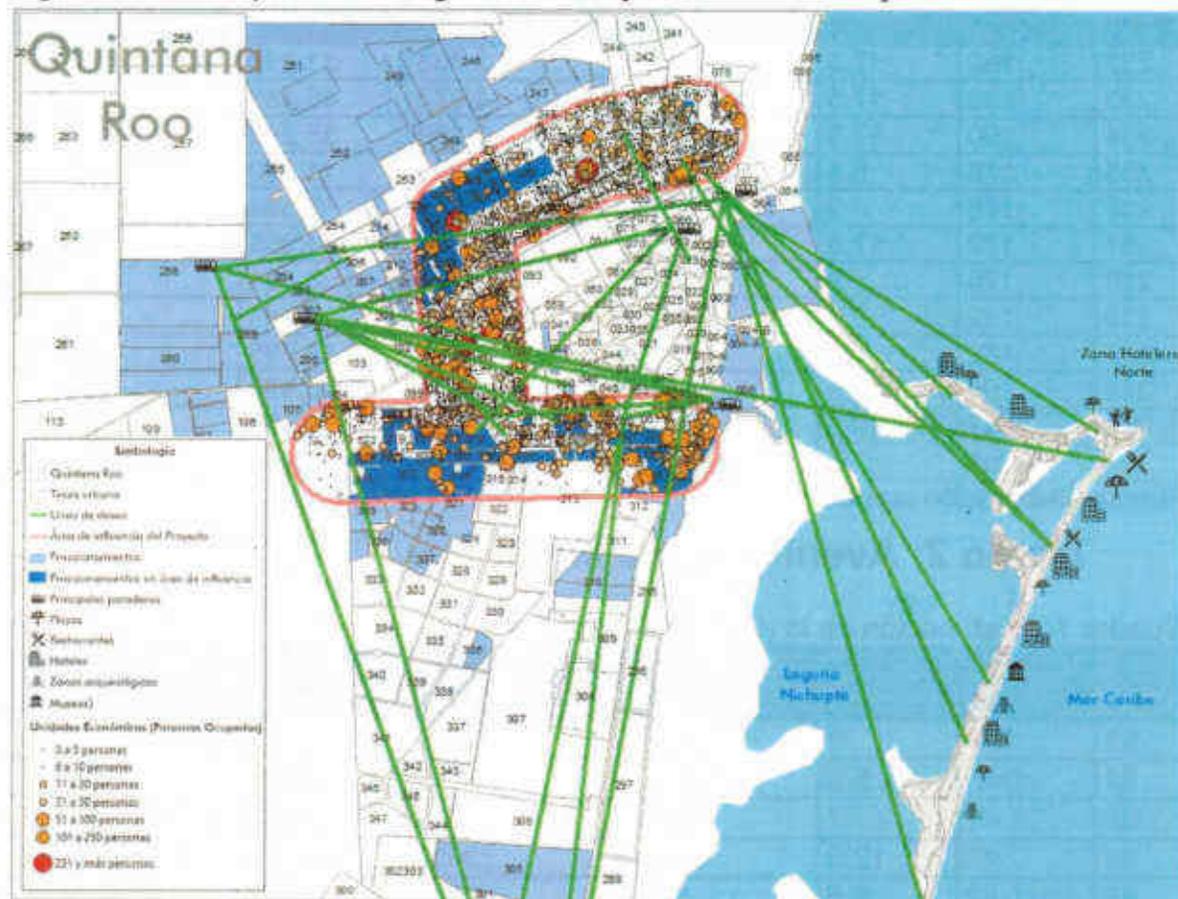
Figura 34. Líneas de deseo de la Matriz General O-D de la ZM. de Cancún.



Fuente: Elaboración propia con datos de movilidad.

En función de los datos resultados del estudio de origen-destino se determinó la demanda de viajes para cada tramo considerando la demanda de usuarios no motorizados de las vialidades primarias en el área de influencia de del proyecto. En la siguiente figura se puede apreciar las zonas de deseo en el área de influencia y fuera del área, es decir, a partir de zonas que alimentan dentro y fuera de la zona de influencia.

Figura 35. Principales zonas generadoras y atractoras de viajes.



Fuente: Elaboración propia con datos de movilidad.

### Tramo 1: Avenida 20 de Noviembre:

Cuadro 13. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 1.

SM	PARES O-D		Viajes Generados/Semana			
	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
215	200	9	12,456	1,377	15,408	26,838
220	227	9	13,050	1,449	16,155	28,125
221	217	7	14,546	1,610	17,997	31,346
222	195	5.5	9,306	1,034	11,523	20,059
223	195	5.5	12,672	1,403	15,686	27,313
224	195	9	15,237	1,692	18,864	32,841
225	197	5.5	4,851	539	6,006	10,461
226	197	9	7,335	810	9,072	15,804
227	194	25	73,950	8,200	91,525	159,375
228	198	5.5	11,495	1,276	14,229	24,772
229	198	7	7,217	798	8,932	15,554
230	198	7	6,538	721	8,092	14,091
231	190	17.5	21,473	2,380	26,583	46,288

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
232	190	17.5	25,130	2,783	31,098	54,163
233	190	17.5	36,750	4,078	45,483	79,205
234	190	17.5	28,473	3,150	35,245	61,355
235	176	5.5	8,927	990	11,050	19,245
236	176	9	7,758	855	9,594	16,713
237	172	17.5	25,813	2,853	31,955	55,633
238	176	9	6,831	756	8,451	14,724
239	182	7	6,573	728	8,134	14,168
240	182	7	9,527	1,057	11,795	20,538
245	194	17.5	16,503	1,820	20,423	35,578
248	197	17.5	5,793	630	7,158	12,478
<b>Total:</b>			<b>388,204</b>	<b>42,989</b>	<b>480,458</b>	<b>836,667</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Tramo 2: Avenida Chac Mool.

Cuadro 14. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 2.

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
93	227	9	2853	315	3528	6147
94	285	5.5	18254.5	2024	22594	39341.5
95	41	7	21385	2373	26467	46088
96	47	12.5	35650	3950	44125	76837.5
97	89	5.5	3718	412.5	4603.5	8019
98	82	9	5715	630	7074	12330
99	92	5.5	6061	671	7502	13068
100	279	5.5	14756.5	1639	18260	31801
101	277	5.5	14190	1573	17561.5	30580
102	266	5.5	704	77	874.5	1523.5
210	209	17.5	4550	490	5635	9817.5
211	209	17.5	6107.5	665	7577.5	13195
216	211	17.5	29382.5	3255	36365	63332.5
217	210	5.5	8332.5	924	10318	17963
218	220	5.5	4895	539	6061	10554.5
219	227	9	14634	1620	18108	31536
510	49	5.5	7353.5	814	9102.5	15851
512	43	7	462	49	574	1008
513	44	5.5	1727	187	2139.5	3729
514	44	5.5	4257	467.5	5269	9174
515	54	7	4025	441	4984	8680
516	55	5.5	2590.5	286	3206.5	5582.5
<b>Total:</b>			<b>211,604</b>	<b>23,402</b>	<b>261,930</b>	<b>456,159</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Tramo 3: Avenida Cancún.

Cuadro 15. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 3.

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
8	13	5.5	181.5	16.5	220	390.5
9	13	9.0	441	45	549	954
11	14	9.0	234	18	288	504
12	14	9.0	945	99	1170	2043
13	14	9.0	873	90	1080	1881
16	14	9.0	1143	126	1422	2475
17	17	7.0	238	21	301	518
48	16	7.0	2247	245	2779	4844
50	37	5.5	1804	198	2233	3888.5
51	19	17.5	14892.5	1645	18427.5	32112.5
55	14	9.0	4275	468	5283	9207
56	15	5.5	2376	264	2942.5	5126
57	15	5.5	3646.5	401.5	4510	7859.5
58	90	5.5	2304.5	253	2849	4966.5
75	187	25.0	50575	5600	62600	109025
76	187	25.0	34050	3775	42150	73400
77	175	25.0	66575	7375	82400	143475
89	187	25.0	2100	225	2575	4525
90	191	9.0	4158	459	5148	8964
104	263	9.0	369	36	459	810
105	262	5.5	10956	1215.5	13563	23617
106	262	5.5	22	0	27.5	44
107	262	5.5	5643	621.5	6985	12160.5
312	8	5.5	1248.5	137.5	1545.5	2689.5
313	9	25.0	3350	350	4150	7225
316	58	7.0	4186	462	5180	9023
317	58	7.0	5950	658	7364	12824
318	110	12.5	937.5	100	1162.5	2037.5
320	58	7.0	119	7	147	259
321	58	7.0	91	7	112	196
500	19	17.5	6562.5	717.5	8120	14157.5
501	19	17.5	14210	1575	17587.5	30642.5
502	20	5.5	935	99	1160.5	2024
503	20	5.5	841.5	93.5	1045	1820.5
504	20	5.5	1749	192.5	2167	3778.5
505	20	5.5	2728	302.5	3377	5885
506	49	5.5	995.5	110	1232	2150.5
507	43	7.0	1743	189	2156	3752
517	56	5.5	5120.5	566.5	6341.5	11044
518	57	9.0	6120	675	7569	13185
519	59	9.0	4968	549	6156	10710
520	96	7.0	8764	973	10850	18893
521	94	5.5	5181	572	6413	11170.5

SM	PARES O-D		Viajes Generados/Semana			
	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
523	15	9.0	9351	1035	11574	20160
524	18	7.0	3059	336	3780	6587
525	21	5.5	1155	126.5	1430	2497
526	58	7.0	3031	336	3752	6538
527	58	7.0	1911	210	2366	4123
528	110	9.0	2583	279	3204	5580
529	110	9.0	4860	540	6012	10476
605	110	9.0	11340	1251	14031	24435
<b>Total:</b>			<b>323,139</b>	<b>35,647</b>	<b>399,946</b>	<b>696,653</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Estimación de la demanda vial de la Ruta.

La demanda vehicular con interacción ciclista dentro de la zona de estudio se determinó principalmente mediante la medición del aforo efectivo que cohabita diariamente por las vialidades primarias de la zona de interés. La siguiente información aplica de forma general:

- **Movimiento Peatones:** Los peatones forman parte del ambiente que rodea a una vía, y son menos predecibles que los conductores de vehículos, pues generalmente no existe vigilancia estricta sobre su comportamiento en la vía; lo que hace difícil proyectar un movimiento peatonal ordenado y seguro. Los peatones, por lo general, no caminan más de 1.5 km cuando van a su trabajo ni más de 800 m para abordar un autobús. Por lo regular el 80% de sus trayectos son menores a un kilómetro. Por lo que, en este trabajo la demanda serán objeto de atención especial por parte del proyectista, y solo se considerará la medición de viajes por día a partir de los porcentajes de la población en el área de influencia que de acuerdo a las encuestas del INEGI realizan traslados de estudio y trabajo mayores a una hora.
- **Tasa de crecimiento:** El tránsito vehicular crece a razón del 3.5% anual de acuerdo con el promedio de crecimiento de la actividad económica de la zona; y la población presenta una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 2.82%, según CONAPO.
- **Rapidez ciclista:** La velocidad media de las bicicletas en entorno urbano ronda los 15-20 km/h, teniendo en cuenta las paradas o disminución de pedaleo derivadas de los cruces u otras circunstancias de tráfico. Esto se debe a que es un transporte puerta a puerta, que no precisa una etapa de acceso ni de dispersión<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Recuperado de [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos/LibroProBici-GuiaBici-web1\\_1\\_f17cebb2.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos/LibroProBici-GuiaBici-web1_1_f17cebb2.pdf)

- **Composición vehicular:** Se diferencia el flujo vehicular en tres categorías: vehículos ligeros (tipo A), autobuses (tipo B) y vehículos de carga (tipo C). Es importante mencionar, que para este estudio la medición de los aforos consideró a las bicicletas dentro de la composición, debido a que se le considera un vehículo ligero con características de tracción humana a pedales, de bajo costo en su adquisición y mantenimiento, altamente eficiente en el consumo de energía y de bajo impacto por el espacio que requiere para circular y estacionarse<sup>13</sup>.
- **Velocidades de Operación:** Para la obtención de las velocidades de operación en la red vial, se ejecutaron estudios de tiempos de recorrido por medio del método de vehículo flotante, en periodos valle y pico. Se llevaron a cabo varios recorridos para cada uno de los movimientos que se realizan en la intersección y se determinaron los tiempos de recorrido para cada uno de ellos.
- **Análisis de Tránsito:** Para identificar cual es la demanda actual se llevó a cabo análisis de tránsito mediante una muestra de campo<sup>14</sup>. Dicha muestra fue expandida<sup>15</sup> en aforos de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), que es el número total de vehículos que pasan durante un año completo dividido por el número de días, clasificados según su función.

A continuación, se presentan los datos correspondientes a cada tramo:

### Tramo 1: Avenida 20 de Noviembre:

**TRAMO 1, AV. 20 de noviembre:** Presenta un Tránsito Promedio por Hora (TPH) de 1,117 vehículos en ambos sentidos, y un total de 1,967 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 95.59% vehículos ligeros Tipo A; 2.41% de autobuses o vehículos Tipo B, y 1.09% vehículos pesado, Tipo C; y 0.91% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, que equivale a un total de 10 ciclistas por hora en promedio.

Cuadro 16 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 1, 20 de noviembre (SA).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
Total	13,064	13,744	26,807	243	25,625	646	293	26,807
TPH 24 horas	544	573	1,117	10	1,068	27	12	1,117

<sup>13</sup> Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, México. (2011). Manual Ciclociudades, Tomo IV. Infraestructura. Disponible en <http://ciclociudades.mx/wp-content/uploads/2015/10/Manual-Tomo-IV.pdf>

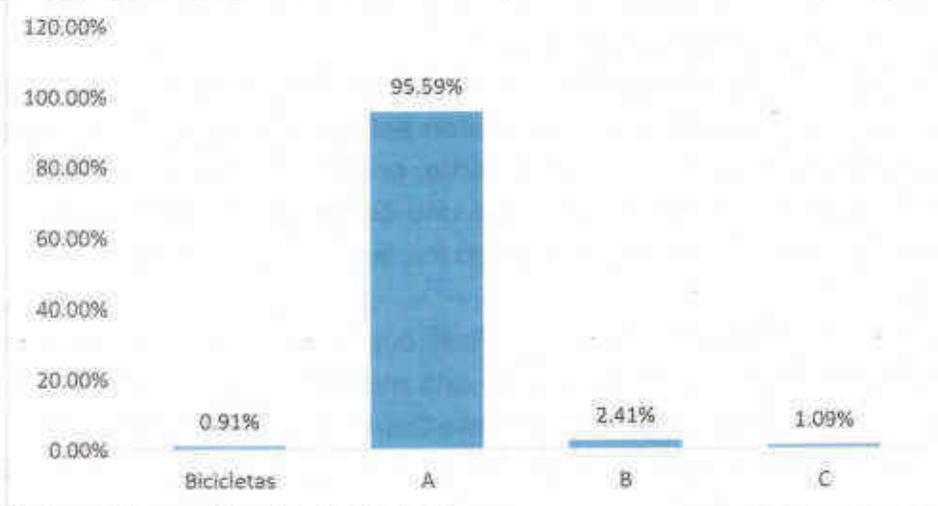
<sup>14</sup> Método de conteo temporal de flujo de tránsito en el área de estudio.

<sup>15</sup> La expansión al TDPA se realizó al aplicar al Tránsito Promedio por Hora (TPH) los factores de ajuste al volumen horario de la estación maestra más cercana de la región, y multiplicando el resultado por el factor de corrección de día de la semana (Fd), factor fin de semana (Ffs) y el factor de estacionalidad del mes, en este caso de julio (Fm). Los cálculos realizados pueden verificarse en el Anexo E Estudios de Mercado.

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
TPH <sub>max</sub>	997	970	1,967	24	1,896	51	22	1,967

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 36 Composición Vehicular: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre (SA).



Fuente: Elaboración propia, y Trabajo de Campo.

Figura 37 Volumen Horario: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre (SA).



Fuente: Elaboración propia, y Trabajo de Campo.

## Tramo 2a: Avenida Chac Mool.

**TRAMO 2a, Av. Chac Mool:** El tramo presenta un Tránsito Promedio por Hora (TPH) de 1,436 en ambos sentidos, y un total de 2,325 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 92.90% vehículos ligeros Tipo A;

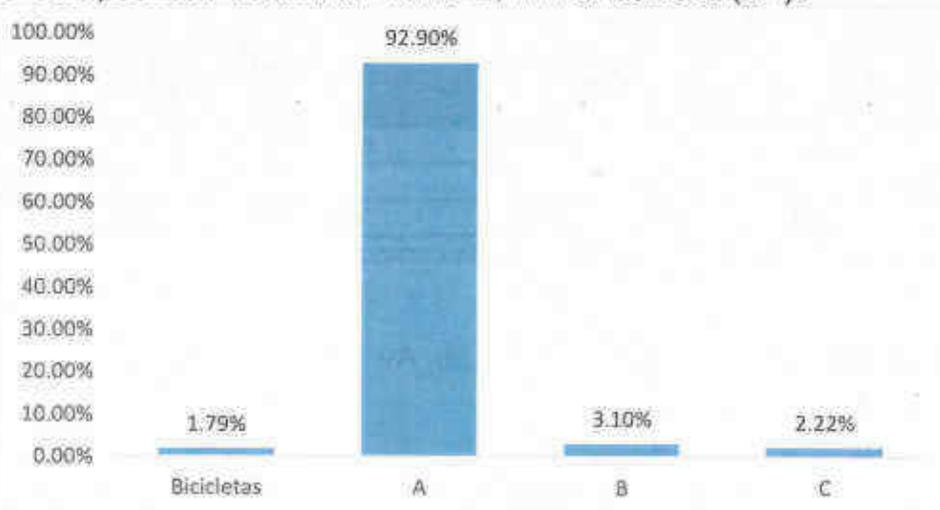
3.10% de autobuses o vehículos Tipo B, y 2.22% vehículos pesado, Tipo C; y 1.79% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, lo que equivale a un flujo de 26 ciclistas por hora.

Cuadro 17 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SA).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
TPH 24 horas	798	638	1,436	26	1,334	44	32	1,436
TPH max	1,620	1,345	2,325	80	2,219	119	65	2,325

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 38 Composición Vehicular: Tramo 2, Av. Chac Mool (SA).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 39 Volumen Horario: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SA).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Tramo 2b: Avenida Chac Mool.

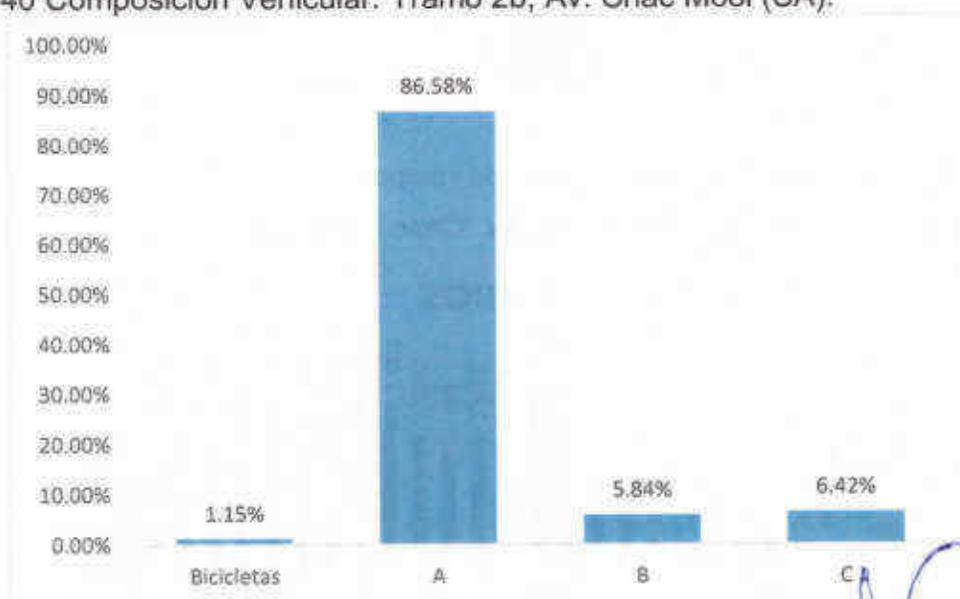
**TRAMO 2b, Av. Chac Mool:** El tramo presenta un volumen de 1,518 vehículos por hora en ambos sentidos, y un total de 2,832 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 86.58% vehículos ligeros Tipo A; 5.84% de autobuses o vehículos Tipo B, y 6.42% vehículos pesado, Tipo C; y 1.15% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, lo que equivale a un flujo de 17 ciclistas por hora.

Cuadro 18 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SA).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
<b>Total</b>	22,982	13,438	36,421	420	31,533	2,128	2,340	36,421
<b>TPH 24 horas</b>	958	560	1,518	17	1,314	89	97	1,518
<b>TPH max</b>	<b>2,047</b>	<b>920</b>	<b>2,832</b>	<b>52</b>	<b>2,516</b>	<b>172</b>	<b>192</b>	<b>2,832</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo

Figura 40 Composición Vehicular: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SA).



Fuente: Elaboración propia con información de campo

Figura 41 Volumen Horario: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SA).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### Tramo 3: Avenida Cancún.

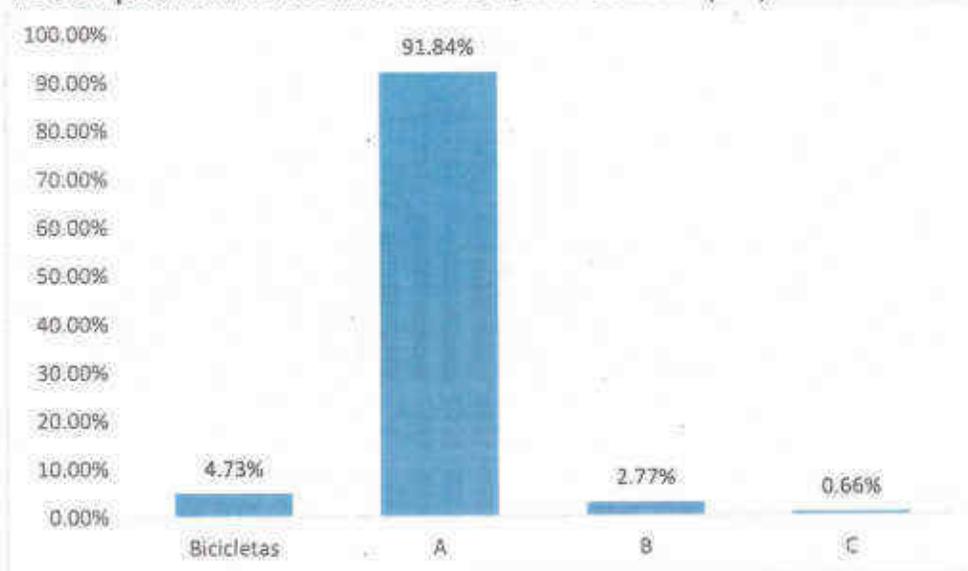
**TRAMO 3, AV. Cancún:** El tramo presenta un volumen medido en Transito Promedio por Hora de 824 vehiculos en ambos sentidos, y un total de 1,404 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 91.84% vehículos ligeros Tipo A; 2.77% de autobuses o vehículos Tipo B, y 0.66% vehículos pesado, Tipo C; y 4.73% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, lo que equivale a un flujo de 39 ciclistas por hora.

Cuadro 19 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 3, Av. Cancún (SA).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
<b>Total</b>	9,867	9,900	19,767	935	18,154	547	131	19,767
<b>TPH 24 horas</b>	411	413	824	39	756	23	5	824
<b>TPH max</b>	<b>749</b>	<b>743</b>	<b>1,404</b>	<b>106</b>	<b>1,289</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>1,404</b>

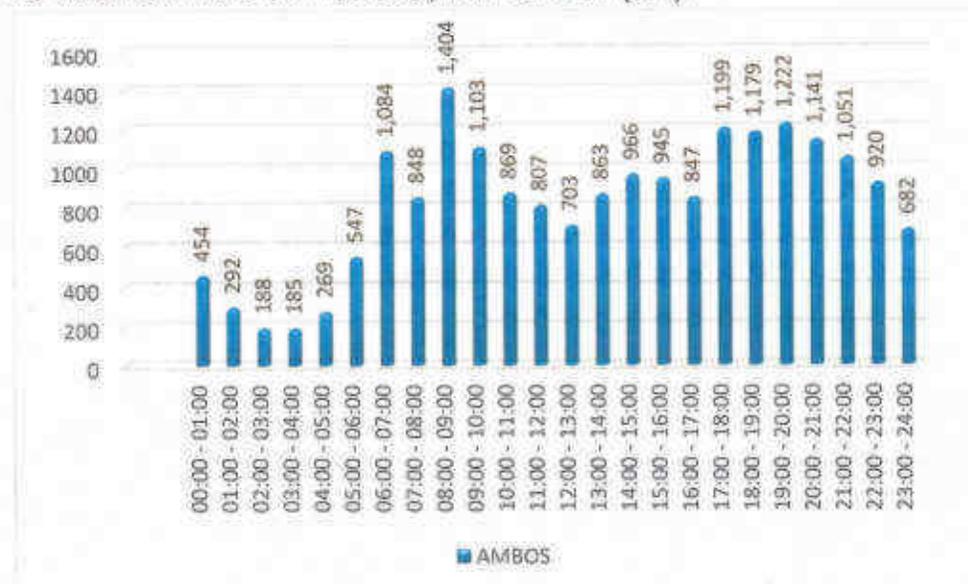
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 42 Composición Vehicular: Tramo 3, Av. Cancún (SA).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 43 Volumen Horario: Tramo 3, Av. Cancún (SA).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Estimación de la demanda de Ciclovía de la Av. Huayacán.

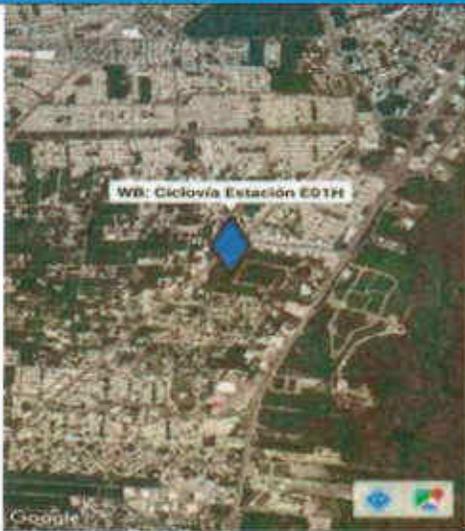
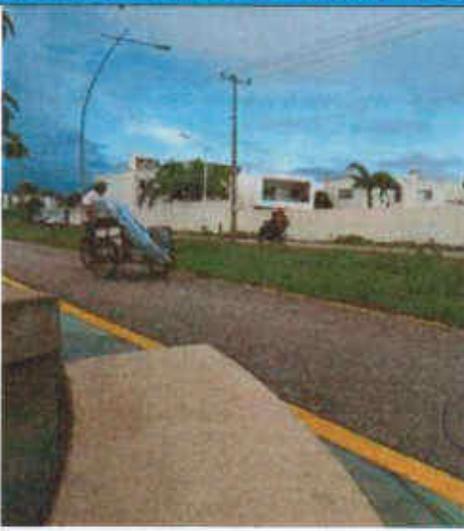
En el apartado de oferta de la situación actual se habló de las ciclovías que convergen con el área de influencia del proyecto o zona de estudio, en este caso la ciclovía de la Av. Huayacán que tiene una extensión de 8.8 km, juega un papel a considerar dentro de la red relevante al ampliar su conectividad con la Av. Cancún,

pues permitiría a sus usuarios (modos no motorizados) a transitar en un circuito más amplio vs la situación actual. De este modo, que es necesario considerar la cuantificación de la demanda en la situación actual.

Cabe recordar que esta ciclovía fue construida con recursos del Fondo Metropolitano en el ejercicio fiscal 2015, y se gestionó a través del estudio de Análisis Costo-Beneficio Simplificado denominado "CONSTRUCCIÓN DE SEGUNDO CUERPO DE LA AV. HUAYACÁN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS"; por lo que se tomó como base realizar la actualización de la demanda en la situación con proyecto actual.

Par ello, se recurrió a recoger una muestra de aforos ciclistas y peatonales tomados en campo, en tres estaciones a lo largo de la ciclovía, con la finalidad de contar con datos del horario de máxima demanda que permita extrapolar la muestra al comportamiento horario actual. Uno de los métodos de estimación utilizados en México por la SCT para la estimación del TDPA, consiste en expandir una muestra a través de un factor de corrección calculado de una estación cercana con alta correlación; para el presente documento, se toma como estación maestra la ubicada en Av. López Portillo sentido Av. Andrés Quintana Roo, siendo esta la más cercana.

Cuadro 20 Estaciones para muestras de campo Ciclovía Av. Huayacan.

Estación: E01H	Localización: (21.1247547,-86.8403092)
	
Estación: E02H	Localización: (21.132588,-86.832853)

*[Handwritten signature]*

	
<b>Estación: E03H</b>	<b>Localización: (21.112203,-86.851842)</b>
	

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Primeramente, se calcula el factor de corrección horario de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$H_{veh} = \frac{TDM_{veh}}{TH_{Mveh}}$$

Donde:

**Hveh** = Factor de corrección horaria del vehículo para la hora en que se realizó el conteo especial.

**TDMveh** = Tránsito Diario Promedio de la estación maestra para un vehículo en específico, el mismo día en que se realizó el conteo especial.

**THMveh** = Tránsito Horario de la estación maestra para un vehículo en específico, el mismo día y hora en que se realizó el conteo especial.

Para nuestro caso el resultado es el siguiente:

$$H_{veh} = \frac{90}{8} = 11.25$$

El Tránsito Diario Promedio se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$TDP_{veh} = (TH_{veh}) (H_{veh})$$

Donde:

**TDPveh** = Tránsito Diario Promedio por clasificación vehicular para la estación de conteo especial para el día del análisis.

**THveh** = Tránsito Horario para un vehículo en específico contabilizado por la estación de conteo temporal.

**Hveh** = Factor de corrección horaria del vehículo para la hora en que se realizó el conteo especial.

Para el caso de la Av. Huayacán, el Tránsito Diario Promedio de cada estación es el resultado de:

Cuadro 21 Estimación de la demanda de la ciclovia de la Av. Huayacán.

Estación	Cálculo	TDP
E01H	$TDP_{veh} = (54)(11.25)$	608
E02H	$TDP_{veh} = (27)(11.25)$	304
E03H	$TDP_{veh} = (52)(11.25)$	584

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Tomando en cuenta las distancias entre las estaciones, el TDP del día se estima en **556 ciclistas** para el tramo completo. En el apartado de anexos se incluyen la hoja de cálculo del estudio en referencia para mayor detalle del mismo.

## d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta y la Demanda Actual

La interacción de la oferta y la demanda se caracteriza por la convergencia entre la oferta vial y la determinación de los usuarios para elegir sus rutas y modos de transporte, a partir de esto es posible determinar la interacción en función de los

niveles de servicio y los costos que genera para los usuarios (demanda) en la situación actual. Luego entonces se presentan las características del nivel de servicio vial:

### Nivel De Servicio Vehicular:

En el caso vehicular con tránsito de bicicletas, la interacción se determinó a partir de la tabla de Niveles de Servicio Vehicular que resulta de la relación directa entre el volumen vehicular en la hora aforada de máxima demanda y la capacidad de la calle en un punto. La escala de este valor permite comprender en términos normalizados en qué estado de operación se encuentra una vialidad. En el cuadro 19 muestran valores de acuerdo con el Manual de Calles (SEDATU, 2019)<sup>16</sup>, calculado a partir de V (volumen vehicular, vehículos por hora sentido) y; C (capacidad vial, flujo máximo potencial de vehículos).

Cuadro 22 Niveles de Servicio Vehicular en vialidades urbanas.

Nivel de servicio	Descripción	V/C
A	Flujo libre; se puede conducir sin obstáculos y Los retrasos en la intersección semaforizada son mínimos.	0.0 - 0.6
B	Operación razonable sin obstáculos; maniobras ligeramente restringidas por la presencia de otros vehículos y los retrasos no representan un problema.	0.6 - 0.7
C	Operación estable con un poco más de restricciones que un nivel de servicio B.	0.7 - 0.8
D	Operación inestable donde los pequeños incrementos en el volumen producen incrementos sustanciales en los retrasos y en la reducción de velocidad.	0.8 - 0.9
E	Operación con retrasos significativos. Aproximación a la intersección y velocidad promedio lenta.	0.9 a 1.0
F	Operación con velocidad extremadamente lenta causada por congestión en la intersección, Retrasos significativos.	> 1.0

Fuente: Recuperado del Manual de Calles (SEDATU, 2019).

A continuación, se presenta los niveles de servicio vehicular de la Situación Actual como resultado de las características físico geométricas de la vialidad y la intensidad del flujo de tránsito que circula por cada uno de los recorridos que conforman la Ruta Parque de la Equidad:

Cuadro 23 Interacción de la oferta y la demanda: Nivel de Servicio Vehicular (SA).

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
	Vehículo(A)	km/hr	30	25	28	36

<sup>16</sup> Estimaciones a partir del Highway Capacity Manual, según el Manual de Calles (SEDATU, 2019).

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Autobús (B)	km/hr	27	23	25	29
	Camión (C)	km/hr	25	20	20	25
Tiempo de Viaje	Vehículo(A)	hr	0.195	0.100	0.100	0.183
	Autobús (B)	hr	0.217	0.109	0.112	0.227
	Camión (C)	hr	0.235	0.125	0.140	0.263
Niveles de Servicio Vehicular		-	C	D	D	A
Vehículo por hora por sentido		V/hr	983.5	1162	1416	702
Vehículos / Capacidad Vial		V/C	0.702	0.830	1.011	0.501
Longitud		km	5.863	2.501	2.802	6.575
IRI		m/km	3.8	3.8	3.8	3.8

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Es posible observar insuficiencia en el nivel de servicio vehicular de la situación actual con excepción de la Av. Cancún; no obstante, en ninguno de los casos se asumen un problema de congestión en la situación actual. En el primer caso, en el tramo 1 de la Av. 20 de Noviembre, el nivel de servicio ajusta en la categoría (B), que implica una circulación razonable sin obstáculos, maniobras ligeramente restringidas por la presencia de otros vehículos; en el tramo 2 que corresponde a la vialidad de la Av. Chac Mool el nivel de servicio determinado corresponde a la categoría (D y E), que plantea una situación en la que la operación es inestable donde los pequeños incrementos en el volumen vehicular producen incrementos sustanciales en los retrasos y la reducción de velocidad. Finalmente, el tramo 3 de la Av. Cancún tiene una situación mucho más favorable en cuanto al nivel de servicio se refiere pues su estatus en la situación actual es el mejor el (A), donde existe un flujo libre se puede conducir sin obstáculos y donde los retrasos por la interacción con ciclistas y/o peatones es mucho menor.

## Nivel de Servicio Peatonal

El Manual de Calles, de igual manera indica el procedimiento para clasificar el Nivel de Servicio Peatonal, este consiste generalmente en medir la libertad de movimiento y velocidad que tienen los peatones, obteniendo un resultado que puede ser interpretado de la siguiente manera:

Cuadro 24 Niveles de servicio peatonal.

Nivel de Servicio Peatonal	Espacio m <sup>2</sup> /p	Flujo peatonal p/min/m	Velocidad (m/s)	Descripción
A	35.6	≤16	1.30	Los peatones pueden circular en la trayectoria que decidan sin necesidad de modificarla por la presencia de otros peatones. La velocidad en este nivel de servicio es libre y se reducen

Nivel de Servicio Peatonal	Espacio m <sup>2</sup> /p	Flujo peatonal p/min/m	Velocidad (m/s)	Descripción
				los conflictos con otros peatones al circular por la banqueta.
B	3.7-5.6	16-23	1.27-1.30	Los peatones pueden definir su velocidad de circulación y su trayectoria al notar la presencia de otros individuos en la banqueta, pueden realizar rebases entre ellos sin problema.
C	2.2-3.7	23-33	1.22-1.27	Espacio suficiente para una velocidad normal de circulación, esquivando otros peatones generalmente en el mismo sentido de circulación.
D	1.4-2.2	33-49	1.14-1.22	La velocidad de circulación está más restringida. Existen mayores conflictos para cruzar y desplazarse en un sentido contrario de circulación.
E	0.75-1.4	49-75	0.75-1.14	La densidad es tan alta que la velocidad de circulación es muy baja. El espacio no es suficiente para poder rebasar a otros peatones que se desplazan a una velocidad más lenta.
F	≤ 0.75	375	0.75	La velocidad de circulación se encuentra muy restringida debido a la alta densidad de peatones. El espacio es tan reducido que constantemente se tiene contacto con otros peatones, cruzar y desplazarse en un sentido contrario de circulación es complejo.

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual de Calles (SEDATU, 2019).

Para los tramos del presente documento, se considera un nivel de servicio peatonal F en las tres vialidades lo que responde al mínimo de velocidad de operación promedio de los 0.75 metros por segundo, esto en virtud que, como se presentó en el apartado de oferta, no existe infraestructura peatonal que tenga continuidad para traslados de mayor envergadura que permita trasladarse de forma continua de inicio a fin de cada tramo de la vialidad, esto es, sin desplazarse entre vehículos motorizados o no motorizados, lo que provoca una velocidad restringida entre cruces y al atravesar calles; tampoco existe infraestructura que permita atravesar el carril central, ambas situaciones se pueden observar en las fotografías de la situación actual.

Cuadro 25 Interacción de la Situación: Peatonal (SA).

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Peatones	m/s	0.75	0.75	0.75	0.75
Tiempo de Viaje	Peatones	hr	2.171	0.925	1.037	2.435
Nivel de Servicio peatonal		-	F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

## Nivel de servicio ciclista

Finalmente, el manual de Calles presenta una metodología para evaluar la calidad de factores que favorecen la modalidad ciclista para transporte de personas, el manual de calles de la SEDATU 2019 hace referencia a una adaptación del Cycling Level of Service (CLOS) de Transport for London<sup>17</sup> y consiste en la suma de las calificaciones obtenidas de una serie de factores, siendo el máximo una calificación total de cien donde dependiendo del criterio -No cumple= 0, Cumple minimamente=(Máx/2); y Cumple totalmente=(Punaje Máx)-, dadas las características presentadas los criterios a evaluar para cada una de las vialidades son los siguientes:

Cuadro 26 Criterios para asignar nivel de servicio: Ciclista.

Factor	Indicador	No cumple	Cumple minimamente	Cumple totalmente	Puntaje Máx
<b>SEGURIDAD</b>					
Riesgo de Colisión	No hay riesgo de choque en cruces	0	3	6	6
	No hay riesgo de colisión frontal o por detrás	0	3	6	6
	No hay riesgo de colisión con puertas o actividad en banqueta	0	3	6	6
	Vehículos no ceden o desobedece las señales	0	1	2	2
Sentimiento de seguridad	Separación de tráfico pesado	0	1	2	2
	Velocidad de tráfico (Cuando ciclistas no están separados)	0	3	6	6
	Volumen de tráfico (Cuando ciclistas no están separados)	0	3	6	6
	Interacción con vehículos pesados	0	3	6	6
Seguridad Social	Riesgo de crimen	0	1	2	2
	Iluminación	0	1	2	2
	Aislamiento	0	1	2	2
	Impacto del diseño de la calle en el comportamiento	0	1	2	2
<b>CONTINUIDAD</b>					

<sup>17</sup> El puntaje al que hace el Manual de Calle 2016 se refiere a 6 y 2 como puntajes máximos dependiendo del criterio, y 0 en caso de que no cumpla. **No dice de manera explícita que se deben asignar valores 0, 2 y 6, cuando no cumple, cumple minimamente o si cumple. En tal situación si se asume un caso en que todo se cumple, los 34 criterios sumaría 6 puntos cada uno dando como resultado 204 (6x34) lo que sería incorrecto pues el puntaje total máximo por cada caso es de 100 puntos. Esto suele confundirse, en tal caso véase Transport for London, 2014.**

Factor	Indicador	No cumple	Cumple mínimamente	Cumple totalmente	Puntaje Máx
Tiempo de recorrido	Habilidad de mantener velocidad en entronques	0	1	2	2
	Retraso de ciclistas en cruces	0	1	2	2
Valor de tiempo	Ciclistas comparados con automovilistas	0	1	2	2
Trayectoria directa	Desviación de ruta (Contra una línea derecha)	0	1	2	2
<b>COHERENCIA</b>					
Conexiones	Habilidad de entrar y salir de la ruta fácilmente y con seguridad	0	1	2	2
	Densidad de otras rutas	0	1	2	2
Orientación	Señalamientos	0	1	2	2
<b>CONFORT</b>					
Calidad en la superficie	Defectos	0	3	6	6
Material de la superficie	Construcción	0	1	2	2
Ancho efectivo sin conflictos	Zona de tránsito asignada	0	3	6	6
Inclinación	Pendiente ascendente/descendente sobre 100 metros	0	1	2	2
Desviaciones	Embotellamientos causados por desviaciones horizontales	0	1	2	2
Cruces a desnivel	Desviaciones verticales	0	1	2	2
<b>ATRACTIVO</b>					
Impacto en peatones	Diseño de calle minimiza impacto en peatones	0	1	2	2
Ecología	Infraestructura verde o incorporación de materiales sustentables	0	1	2	2
Calidad del aire	Concentraciones de PM10 y NOX	0	1	2	2
Contaminación auditiva	Niveles de ruido	0	1	2	2
Minimiza el desorden en la calle	Señalización para apoyar el diseño de la calle	0	1	2	2
Seguridad en estacionamiento ciclista	Facilidad de acceso a estacionamientos para bicicleta seguros	0	1	2	2
<b>ADAPTABILIDAD</b>					
Integración del transporte público	Continuidad de rutas mantenida a través de intercambios	0	1	2	2
Flexibilidad	La instalación se puede ampliar o adoptar diseños	0	1	2	2

Factor	Indicador	No cumple	Cumple mínimamente	Cumple totalmente	Puntaje Máx
	dentro de las limitaciones del área				
Posibilidades de crecimiento.	La ruta coincide con el uso previsto y tiene una excedencia incorporada en el diseño	0	1	2	2
<b>Puntaje Total Máximo</b>					<b>100</b>

Fuente: Manual de Calles de la SEDATU y Factores críticos (rojo) Transport for London, London Cycling Design Standards, 2014.

El resultado total máximo posible es de 100 puntos. De acuerdo con los datos de campo recabados, se asignaron los siguientes puntajes:

Cuadro 27 Determinación del nivel de servicio ciclista.

Factor	Indicador	T1: Av. 20 Nov	T2a: Av. Chac Mool	T2b: Av. Chac Mool	T3: Av. Cancún
Riesgo de Colisión	No hay riesgo de choque en cruces	0	0	0	0
	No hay riesgo de colisión frontal o por detrás	0	0	0	0
	No hay riesgo de colisión con puertas o actividad en banqueta	0	0	0	0
	Vehículos no ceden o incumplen las señales	1	1	1	1
Sensación de seguridad	Separación de tráfico pesado	0	0	0	0
	Velocidad de tráfico (donde no existe separación de los ciclistas)	6	6	6	6
	Volumen de tráfico (donde no existe separación de los ciclistas)	3	3	3	6
	Interacción con vehículos pesados	3	0	0	3
Seguridad Social	Riesgo de crimen	0	0	0	1
	Iluminación	0	0	1	1
	Aislamiento	1	1	2	2
	Impacto del diseño de la calle en el comportamiento	1	1	1	1
Tiempo de recorrido	Habilidad de mantener velocidad en entronques	0	0	0	0
	Retraso de ciclistas en cruces	1	1	1	1
Valor de tiempo	Ciclistas comparados con automovilistas	1	1	1	1
Trayectoria directa	Desviación de ruta (contra una línea derecha)	2	2	2	2

Conexiones	Habilidad para entrar y salir de la ruta fácilmente y con seguridad	0	0	0	0
	Densidad de otras rutas	0	0	0	0
Orientación	Señalamientos	0	0	0	0
Calidad en la superficie	Defectos	6	6	6	6
Material de la superficie	Construcción	2	2	2	2
Ancho efectivo sin conflictos	Zona de tránsito asignada	0	0	0	0
Inclinación	Pendiente ascendente/descendente sobre 100 metros	2	2	2	2
Desviaciones	Embotellamientos causados por desviaciones horizontales	2	2	2	2
Cruces a desnivel	Desviaciones verticales	0	0	0	0
Impacto en peatones	El diseño de la calle minimiza el impacto en peatones	0	0	0	0
Ecología	Infraestructura verde o incorporación de materiales sustentables en el diseño	0	0	0	0
Calidad del aire	Concentraciones de PM10 y NOX	1	1	1	1
Contaminación auditiva	Niveles de ruido	1	1	1	1
Minimiza el desorden en la calle	Señalización para apoyar en el diseño de la calle	0	0	0	0
Seguridad en estacionamiento ciclista	Facilidad de acceso a estacionamientos para bicicleta seguros	0	0	0	0
Integración del transporte público	Continuidad de rutas mantenida a través de intercambios.	0	0	0	0
Flexibilidad	La instalación se puede ampliar o adoptar diseños dentro de las limitaciones del área	1	1	1	1
Posibilidades de crecimiento	La ruta coincide con el uso previsto y tiene una excedencia incorporada en el diseño	0	0	0	0
<b>Puntaje total</b>		<b>34</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>40</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Los factores antes señalados son considerados como críticos por Transport for London y que se encuentran en el puntaje más bajo de la situación actual, representando problemas en la seguridad de usuarios de bicicletas, así como en la falta de una zona asignada para trasladarse, situación que inhibe a otras personas a utilizar este medio de transporte.

A efecto de homogenizar el nivel de servicio ciclista con los niveles de servicio vehiculares y peatonales, la calificación se dividió en 6 niveles, cada uno representado por una letra diferente, siendo A1 el mejor y F el peor, tal como se muestra en la siguiente imagen:

Cuadro 28 Interacción de la oferta y la demanda: Ciclista (SA).

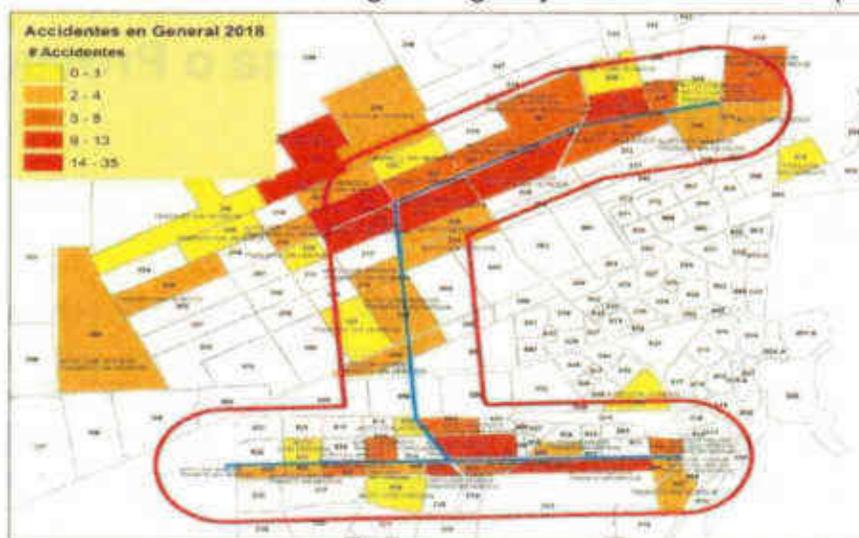
Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Ciclistas	km/hr	15	15	15	15
Tiempo de Viaje	Ciclistas	hr	0.390	0.166	0.186	0.433
Nivel de Servicio peatonal		-	D	E	E	D
Puntaje		Puntos	34	31	33	40

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las vías seguras tienen un doble componente. En primer lugar, una oferta vial que no está adaptada para incluir a los usuarios del tránsito no motorizado tiende a implicar mayores riesgos de accidentabilidad con estos (colisión con peatón y ciclista), y los expone a eventos o incidentes delictivos como robos en la vía pública y violencia (seguridad pública), principalmente en horarios nocturnos. En ese contexto, para todos los casos la interacción vehicular con el tránsito no motorizado (bicicletas y peatones), reduce la eficiencia de la vialidad lo que se traduce en costos sociales para todos los usuarios, que se irán incrementando conforme crece el sistema de actividades económicas de la ciudad.

A continuación, se presenta de manera gráfica la incidencia de accidentes registrados en el último año 2018 en el área de influencia del proyecto:

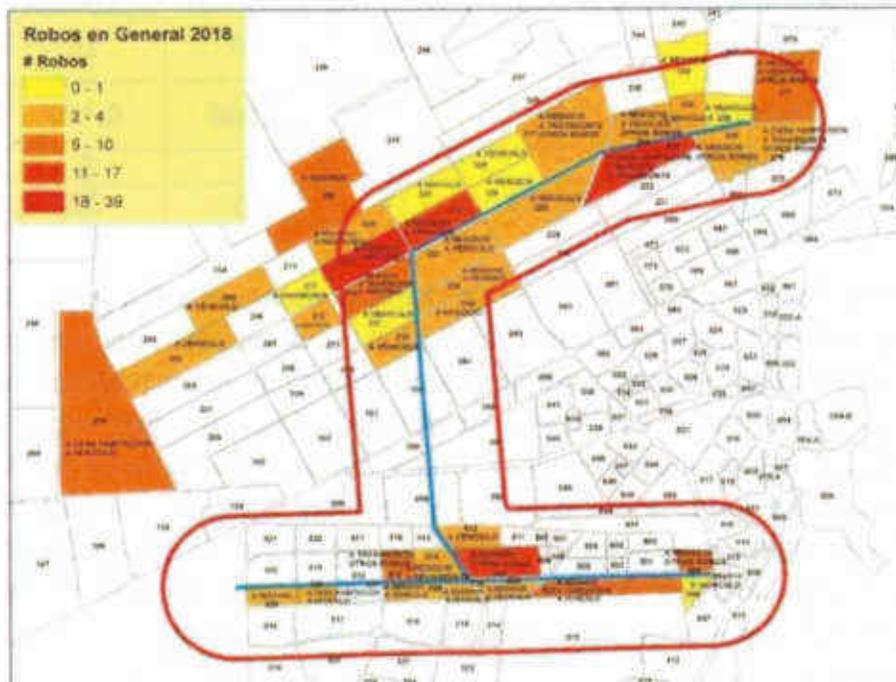
Figura 44 Accidentes vehiculares según Región y Área de Influencia (AI).



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP).

Del total de incidentes vehiculares, se registraron en el área de influencia un total de 35 colisiones con ciclistas, siendo los tramos de las avenidas 20 de Noviembre y Cancún las más afectadas<sup>18</sup>. En cuanto a la incidencia de robos en las vialidades se presenta la situación actual con información de la Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Quintana Roo:

Figura 45 Robo Común en horario nocturno dentro del área de influencia.



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP).

### III. Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión

#### a) Optimizaciones

Con el fin de no atribuir al proyecto beneficios que no le corresponden se busca optimizar la situación actual. Para ello se analizan medidas administrativas o proyectos de bajo costo que permitan mitigar los efectos de la problemática identificada. Una vez optimizada la situación actual se determina la situación Sin Proyecto. Toda vez que el proyecto contempla incrementar la eficiencia del sistema

<sup>18</sup> Revisar el apartado de anexos en el que se incluye la estadística de accidentes dentro de la zona urbana de Cancún del último ciclo 2018-19.

de movilidad urbana para los usuarios de las vialidades que conforman la Ruta Parque de la Equidad, la optimización consiste en medidas por el lado de la oferta para las principales causas de la problemática, tales como, el alto riesgo de colisión, las afectaciones a la velocidad de tránsito. Para este estudio se proponen las acciones para optimizar la insuficiente oferta de infraestructura vial para los modos no motorizados, mismas que son descritas en el siguiente cuadro:

Cuadro 29 Optimizaciones propuestas.

Condición negativa	Medidas de Optimización propuestas	Presupuesto (\$ pesos)	Impacto Esperado
Alto riesgo de accidentes para usuarios de las vialidades de la Ruta Parque de la Equidad.	<b>Mejoramiento de la señalética horizontal y vertical:</b> A partir de la correcta delimitación del espacio en el arroyo vehicular mediante cebrado, dispositivos de seguridad para peatones y ciclistas como vialitas, señalización de límites de velocidad, zonas de no estacionar, etc.	<b>\$15,759,098.80</b> Instalación de dispositivos de seguridad, señalamiento vertical y horizontal permiten organizar y regular el tránsito sobre los arroyos vehiculares.	Reducción de los accidentes relacionados con ciclistas y peatones.
	<b>Campaña de educación vial</b> para el tránsito no motorizado y asignación de agentes de tránsito en horarios de máxima demanda.	<b>\$600,000.00</b> (Publicidad, pago de instructores)	Reduce el riesgo de colisión en la vialidad.
Afectaciones a la velocidad de tránsito de las vialidades de la Ruta Parque de la Equidad.	<b>Asignación de policías de proximidad</b> y patrullaje en horarios máxima demanda.	<b>\$1,269,068.30</b> (Sueldos y salarios de 8 agentes de tránsito)	Mejorar el flujo vehicular en horarios de máxima demanda

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de Tránsito Municipal del Ayuntamiento de Benito Juárez.

Del análisis que se realizó respecto de dichas optimizaciones, se concluye que todas son técnicamente viables, e implican un costo de \$17,628,167.10 menor al 10% de la inversión objeto del presente estudio. Sin embargo, se considera que no se alcanzará el impacto adecuado para la eliminación de la problemática, debido que las mejoras a la oferta no cubren la necesidad de infraestructura para segregarse el tránsito no motorizado de los arroyos vehiculares.

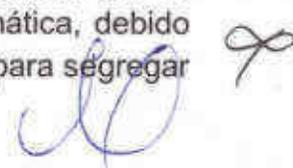
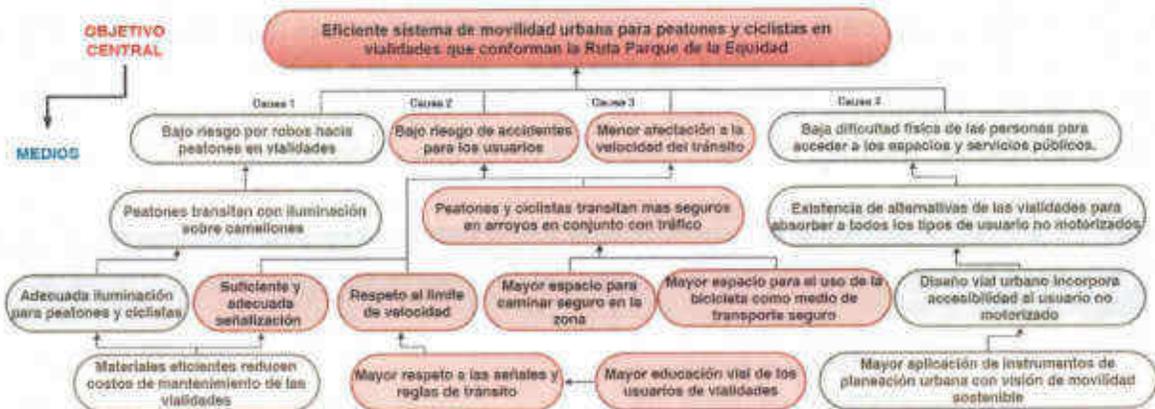


Figura 46. Árbol de Problemas: Situación Optimizada<sup>19</sup> (rojo).



Fuente: Elaboración propia.

No obstante, se obtienen importantes mejoras para inhibir los principales causas y efectos en el rubro de seguridad, como reducción de los accidentes relacionados con transeúntes y ciclistas, mejoras en los tiempos de desplazamiento por corregir la distribución del uso en el espacio del arroyo vehicular. No obstante, los efectos del cambio en la educación vial serán paulatinos en el mediano plazo, tal que las afectaciones persistirán y continuarán en aumento de acuerdo a la tendencia actual del crecimiento de la actividad económica de la zona, misma que se considera muy alta del 3.5% anual de acuerdo a la información disponible del INEGI.

## b) Análisis de la Oferta sin el Programa o Proyecto de Inversión

La optimización propuesta mitiga los efectos de la problemática a un costo relativamente bajo, al atacar dos de sus principales causas que tiene que ver con el mejoramiento de la oferta vial a través de instalación de señalética horizontal y vertical, así como dispositivos de seguridad en sentidos de la vialidad que señalan espacio para uso compartido de los carriles con otros modos de tránsito, estos últimos se colocan en sentido longitudinal al eje de la vía. La estrategia se debe implementar mediante el rediseño prioritario a los usuarios vulnerables (peatones y ciclistas), ya que el nivel de las vialidades que conforman el proyecto son catalogadas como primarias con nivel de habitabilidad 2 (P2) de acuerdo al Manual Calles 2016, es decir, que son vías primarias que atraviesan sub-centros urbanos, las cuales facilitan la conectividad de las distintas zonas de la ciudad y son

<sup>19</sup> El objetivo de las optimizaciones es mejorar la capacidad operativa existente. Pueden minimizar las ineficiencias en la situación actual y pueden evitar o retrasar inversiones. Es importante señalar que las optimizaciones propuestas se plantean por el lado de la oferta.

normalmente elegidas para la circulación del transporte público y de carga, pero también son elegidas para la circulación ciclista. Como se mencionó estas medidas no requieren rediseñar las condiciones geométricas de los arroyos vehiculares, solo representan la redistribución del espacio mediante su mejoramiento con señalética de acuerdo a la relación óptima de las velocidades de operación y el ancho de carril como se señala en los parámetros recomendables a la clasificación de vialidades del manual de calles (ver cuadro 30), de modo que se resuelve parte de los efectos de la problemática obteniendo principalmente mejoras en la seguridad para ciclistas y en tiempos de desplazamiento de todos los usuarios de las vialidades.

Cuadro 30 Relación de velocidad y anchos de carril.

Tipo	Velocidad Km/hr	Ancho de carril mínimo (m)	Ancho de carril óptimo (m)
P1	50	3.0	3.5
P2	50	2.7	3.0
P3	40	2.6	2.9

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual de Calles (SEDATU, 2019).

### Tramo 1: Av. 20 de Noviembre:

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 5.863 km que va de la Av. Bonampak (incluidos los 0.8 km de ciclovía en banquetas) hasta la Av. Chac Mool; de este a oeste el ancho de sección del camellón tiene una longitud promedio de 37.00 m. En cuanto a banquetas, existen tramos en los que no se cuenta con ellas, como se observa en la Figura 15 la cual equivale a 4,814.6 m; y la existente mide en promedio 2.50 m a 3.00 m.

Figura 47. Tramo 1: Av. 20 de Noviembre secciones sin banquetas (línea roja).



Fuente: Elaboración propia con información de Campo.

En cuanto a su funcionalidad, la vialidad es de doble sentido con camellón central, una velocidad de diseño de 50 km/hr, y su capacidad de servicio conforme a su diseño corresponde a un total de 1400 vehículos equivalentes por hora por carril de acuerdo con la clasificación descrita en el manual de calles de la SEDATU en 2019.

Figura 48. Situación Actual Optimizada: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 49. Situación Actual Optimizada: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre, Imagen.



Nota: Camellón central de 37 m que divide los sentidos de circulación; luminarias y torres eléctricas, no existe señalética, se tiene circulación contraria de ciclistas y carece de banquetas.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 31. Características Físico-Geométricas Tramo 1: Av. 20 de Noviembre

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Bonampak
Vialidad fin		Av. Chac Mool
Coordenadas Inicio	Latitud	21.190777
	Longitud	-86.818978
Coordenadas fin	Latitud	21.174467
	Longitud	-86.872331
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	5.863
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	39.47
Carriles	Número	3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad	Metro Lineal	60.12
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.49
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes/hr	1400
Ciclovías existentes	Carriles un sentido	1
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	58
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	70
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En principio, la oferta existente de ciclovías que está relacionada con el proyecto se remite al trayecto de la Av. 20 de noviembre que tiene una extensión de 0.8 km en la región norte de la Ciudad. Actualmente la ciclovía es una infraestructura que no conecta al sistema troncal planeado para Cancún (Véase Figura 11), pues su extensión es restringida lo que aísla sus beneficios a una zona específica y con menores concentraciones de población.

Cuadro 32. Ciclovía Av. 20 de Noviembre.

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. Bonampak Norte
Vialidad fin		S/N
Coordenadas Inicio	Latitud	21.190943
	Longitud	-86.819354

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Coordenadas fin	Latitud	21.190716
	Longitud	-86.826565
Extensión	kilometro	0.8
Ancho	Metro	2
Tipo de Superficie		Concreto
Administración		Municipal

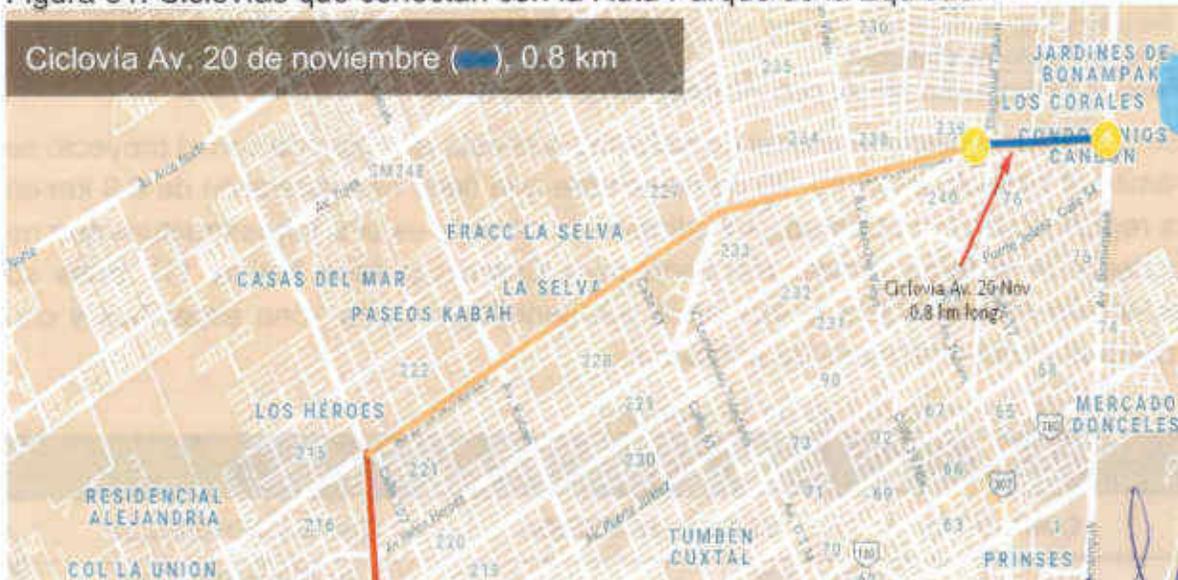
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 50. Ciclovía Av. 20 de noviembre: Ciclovía de concreto 0.8 km.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 51. Ciclovías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad.

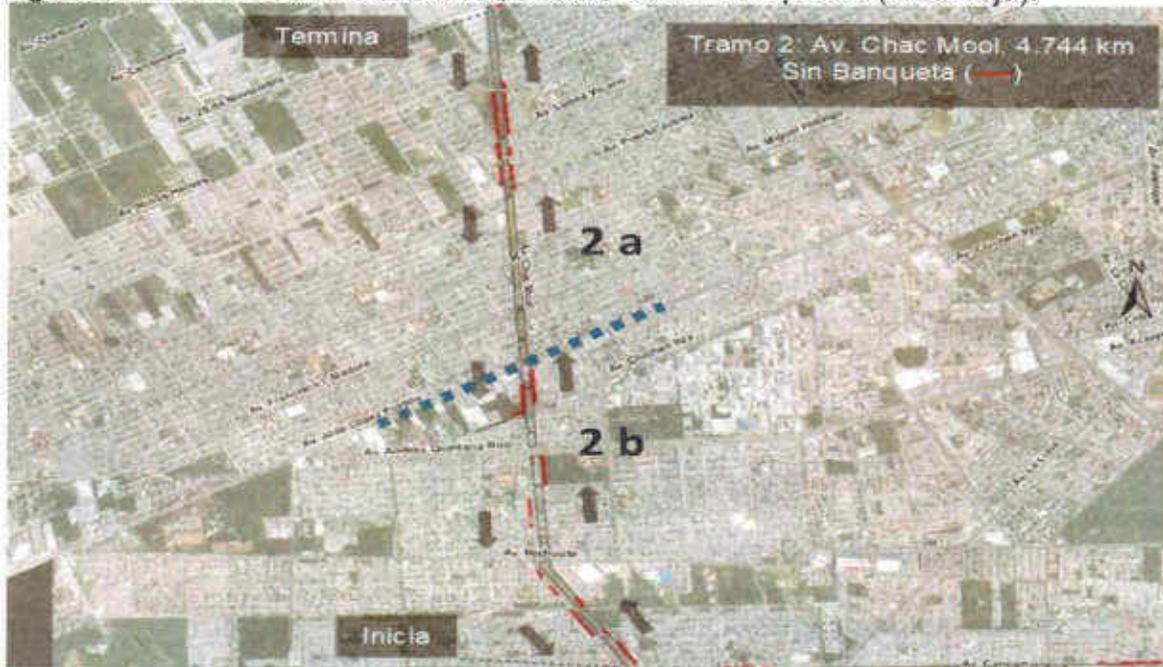


Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Tramo 2: Av. Chac Mool.

El camellón central de esta avenida, es de dimensión variable; por lo que, se representa como una configuración "a y b". Es decir, se determinó realizar la segmentar del mismo en tramo 2a y 2b, de acuerdo a la siguiente imagen:

Figura 52. Tramo 2: Av. Chac Mool, secciones sin banquetas (línea roja).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

A continuación, se presentan las características de cada sub-tramo:

### Tramo 2a, Av. Chac Mool

La configuración "a" mantiene un ancho promedio de 29.65 m. Por su parte las luminarias existentes se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos. Este tramo no tiene presencia de torres de eléctricas en el camellón central.

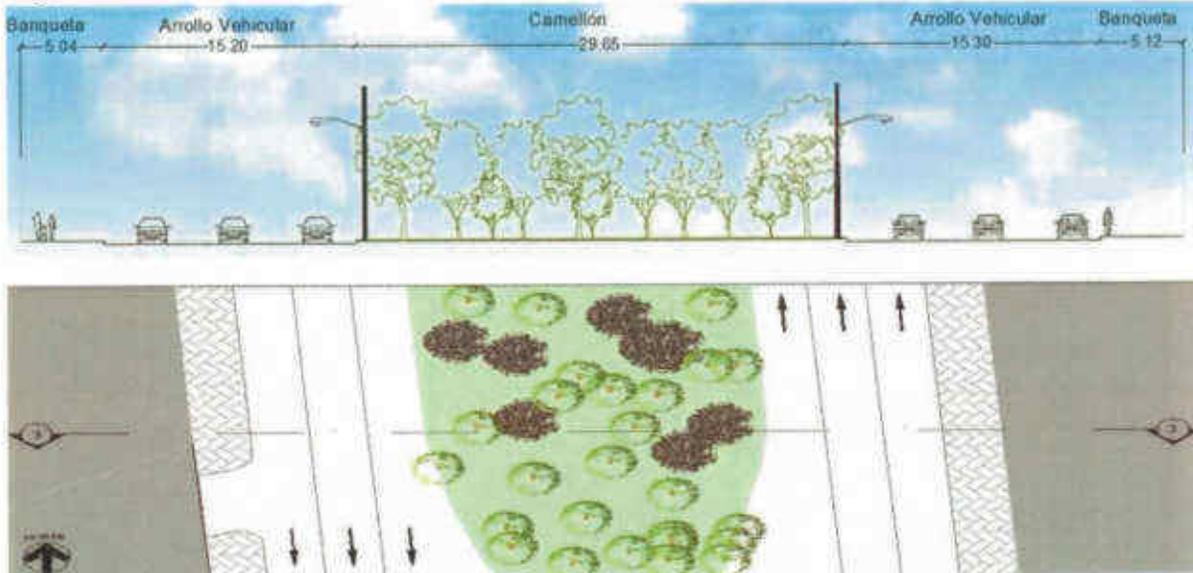
Figura 53. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool, Imagen.



Nota: El arroyo vehicular cuenta con 3 carriles de circulación por sentido, un camellón central, luminarias, las banquetas tienen una longitud de 2.5 m, y carece de señalética.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 54. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 33. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. 20 de Noviembre
Vialidad fin		Av. José López Portillo
Coordenadas Inicio	Latitud	21.174467
	Longitud	-86.872331
Coordenadas fin	Latitud	21.152303
	Longitud	-86.870684
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	2.42
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	29.65
Carriles	Número	2-3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	4.45
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	61.43
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	2.50
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Ciclovías existentes	Carriles por sentido	0
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	64

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

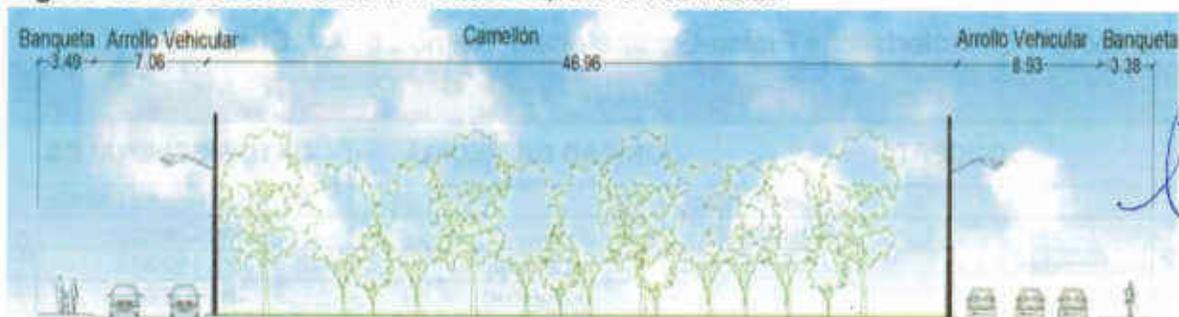
Este tramo no conecta con la oferta existente de ciclovías, por lo que no se presenta información relacionada con este tipo de infraestructura. Así mismo, se cuenta con áreas de banqueta cuya cobertura es del 80% de la totalidad del tramo, sin embargo, es importante subrayar que los tramos de banqueta no son continuos de inicio a fin, lo que complica el tránsito de punta a punta, tanto para el sentido norte sur y viceversa.

## Tramo 2b, Av. Chac Mool

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 2.324 km, inicia de la Av. Cancún y termina hasta la Av. López Portillo, en sentido de Sur a Norte, donde el ancho de sección del camellón tiene una dimensión promedio de 46.00 m. Se debe señalar que el tramo 2b, Av. Chac Mool contaba con una breve discontinuidad del tránsito a partir de Andrés Quintana Roo, lo que afectaba a los viajeros con destino y origen norte a sur y viceversa. En la actualidad, la Secretaría de Obras Públicas del Ayuntamiento Benito Juárez, ha realizado la ampliación de la Chac Mool mediante un cruce con Av. Andrés Quintana Roo.

Este subtramo tampoco conecta con la oferta de ciclovías o andadores existentes en la zona de influencia. Los tramos de banqueta tienen una menor cobertura que la situación del tramo 2a, misma que es del 64% y su discontinuidad se muestra en la Figura 17 del presente estudio.

Figura 55. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool.





Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 56. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool, Imagen.



Nota: El arroyo vehicular cuenta con 2-3 carriles de circulación por sentido, un camellón central amplio con presencia de infraestructura eléctrica.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En cuanto a su funcionalidad, el camellón se encuentra deficiente al igual que en el caso anterior, por otra parte, las luminarias existentes se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos.

Cuadro 34. Características Físico-Geométricas, Tramo 2b: Av. Chac Mool

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. José López Portillo
Vialidad fin		Av. Cancún
Coordenadas Inicio	Latitud	21.152303
	Longitud	-86.870684
Coordenadas fin	Latitud	21.132898
	Longitud	-86.864739
Administración		Municipal

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Longitud del tramo	Km	2.324
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	48.90
Carriles	Número	2-3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	71.83
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.435
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Ciclo vías existentes	Carriles por sentido	0
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	80
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### Tramo 3: Avenida Cancún

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 6.575 km, iniciando su recorrido de este a oeste de la Av. Rodrigo Gómez (Kabah) a la calle Pedregal Bonfil con un ancho de camellón promedio de 50.00 m a lo largo de la vialidad. En cuanto a banquetas, existen tramos en los que no se cuenta con ellas, como se observa en la Figura 25 la cual equivale a 2,949.076 m; y la existente mide en promedio 2.80 m. El señalamiento que actualmente existe es deficiente, no se señala la velocidad permitida, ni la raya separadora de carriles, rayas de ceda el paso, ni cruce de peatones en intersecciones.

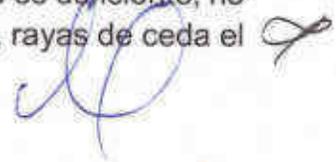


Figura 57. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

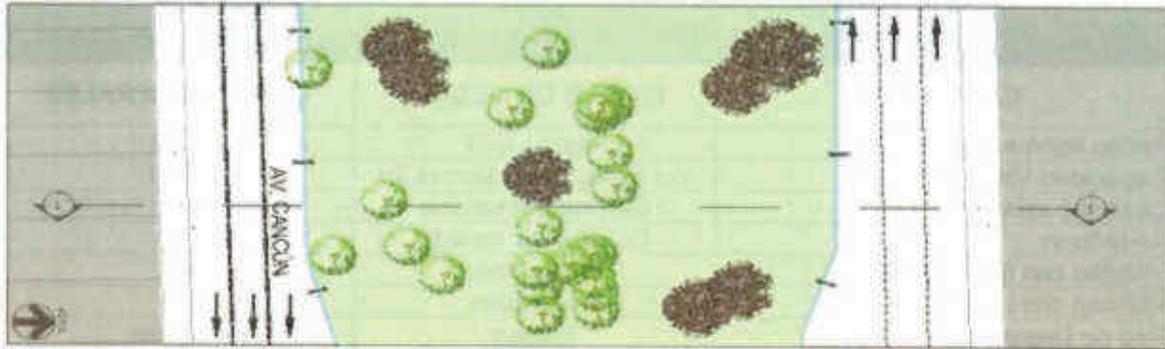
El tramo 3, al igual que los tramos 1 y 2, es una vialidad primaria de doble sentido con camellón central, funciona a partir de una velocidad de diseño de 50 km/hr, y capacidad de diseño de 1400 vehículos equivalentes por hora por carril de acuerdo con la clasificación descrita en el manual de calles de la SEDATU en 2019. En cuanto a los espacios que usan como estacionamiento público son: el camellón y la superficie de "acotamiento", aunque esta delimitación de acotamiento no existe a lo largo de la avenida. Además, las luminarias se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos.

En las siguientes imágenes se plasma de manera gráfica el escenario actual correspondiente a la Av. Cancún:

Figura 58. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún.



*[Handwritten signature]*



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 59. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen.



Nota: El estado del camellón es regular, con vegetación nativa en buen estado.

Fuente: Elaboración propia en recorrido en Campo.

Cuadro 35. Características Físico-Geométricas: Av. Cancún.

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Pedregal Bonfil
Vialidad fin		Av. Rodrigo Gómez (Kabah)
Coordenadas Inicio	Latitud	21.13375
	Longitud	-86.83298
Coordenadas fin	Latitud	21.13218
	Longitud	-86.89629
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	6.575
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	50
Carriles	Número	3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	80.59

*[Handwritten signature]*

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.09
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Ciclo vías existentes	Carriles por sentido	0
Andadores	Carriles por sentido	0
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	64
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 60. Ciclo vías que conectan con la Ruta Parque de la Equidad: Av. Cancún



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 36. Ciclo vía Av. Huayacan converge con la Av. Cancún.

SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. Kabah
Vialidad fin		s/n
Coordenadas Inicio	Latitud	21.13271
	Longitud	-86.83273
Coordenadas fin	Latitud	21.075284
	Longitud	-86.885305
Extensión	kilometro	0.8544
Ancho	Metro	2
Tipo de Superficie		Concreto
Administración		Municipal

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 61. Ciclovía Av. Huayacán



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En la situación actual optimizada, la ciclovía de la Av. Huayacán es una infraestructura que se encuentra en el área de influencia de la Av. Cancún que está sujeta a este estudio, como se observa en la Figura 57, no obstante, ambas avenidas convergen a menos de 200 metros sobre la Av. Kabah (véase Figura 60). Si bien no forma parte directa de las características físico geométricas de la Av. Cancún, se puede considerar como continuas, de modo que en la situación futura con la implementación del proyecto los ciclistas no deben de tener que viajar más de 400 metros para llegar a una ruta continua de calidad similar, lo que cumple con los criterios de densidad de infraestructura ciclista del Manual de Calles de la SEDATU, 2019. Por otra parte, esta ciclovía tiene una extensión es de 8.544 km, de asfalto, de un ancho de 2 metros, y actualmente se encuentra aislada de conectar con otras ciclovías lo que limita sus beneficios a una zona específica y con menores concentraciones de población.

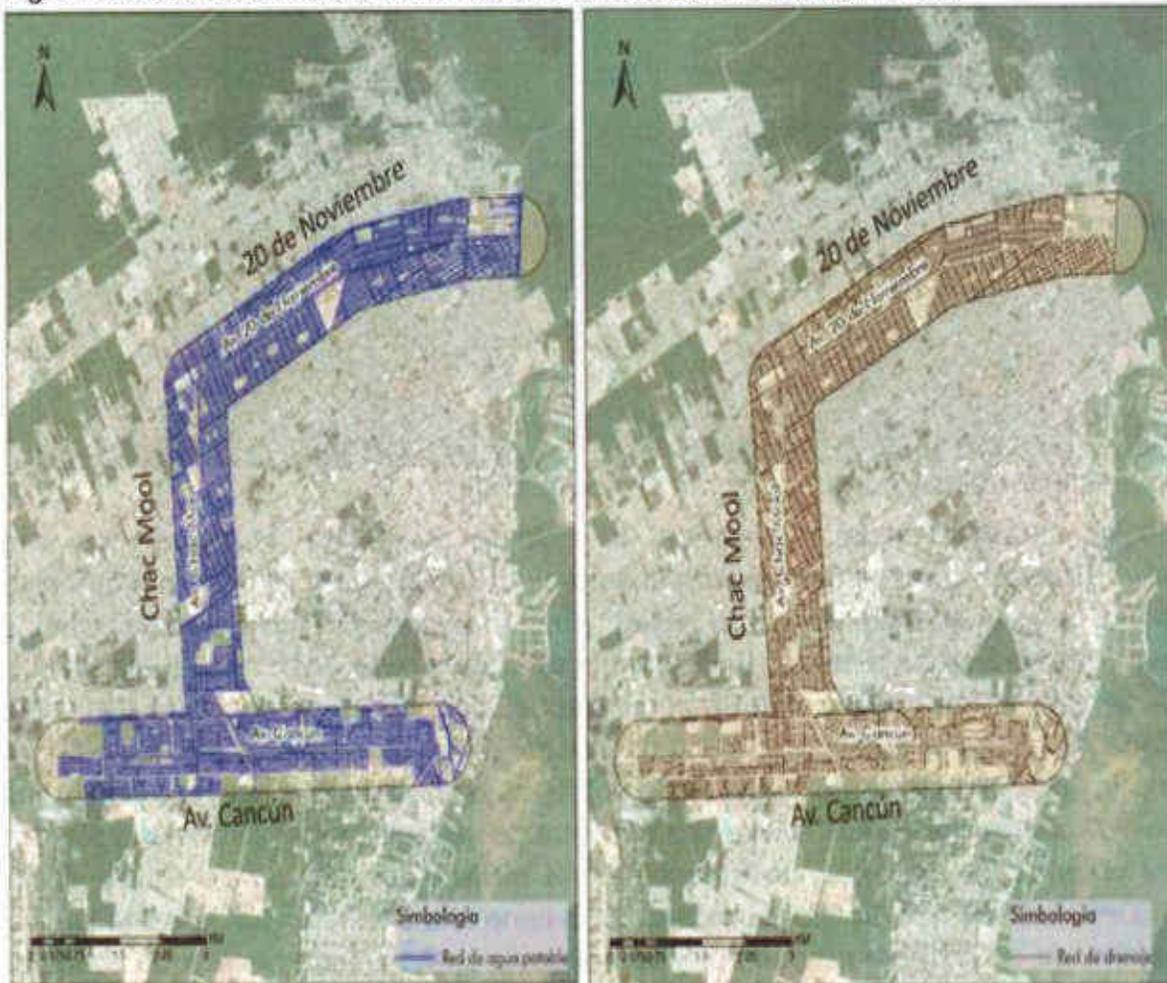
### **Estatus de la oferta y servicios relacionados con la Ruta Parque de la Equidad.**

Por su parte, es necesario presentar en esta sección la distribución de la infraestructura existente y servicios relacionados<sup>20</sup>. Esto es infraestructura subterránea, señalización vial y dispositivos de seguridad, infraestructura eléctrica a nivel, y alumbrado público. Estos servicios se detallan a continuación:

- Infraestructura subterránea:
  - a. Agua Potable (Regular)
  - b. Red de drenaje (Regular).

<sup>20</sup> De acuerdo al recorrido en campo y a un análisis espacial con imágenes satelitales.

Figura 62. Situación Actual: Infraestructura subterránea (Figura 62).



Fuente: Elaboración propia con información de gabinete.

En cuanto a la infraestructura a nivel, la zona cuenta con los siguientes servicios:

- Energía Eléctrica (Torres de alta tensión) (Figura 63):
  - o En temas de energía eléctrica, se observa que predominan las líneas de alta tensión de CFE en la mayor parte del recorrido de las avenidas que conforman el proyecto. Esto se observa con mejor claridad en la Figura 21 solo existe un tramo de la Av. Chac Mool que se encuentra libre de estas instalaciones<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> El apartado de la situación con proyecto del documento se mencionan los criterios de seguridad para la implementación de los elementos integradores que conforman el proyecto propuesto.

Figura 63. Situación Actual: Infraestructura a Energía Eléctrica.



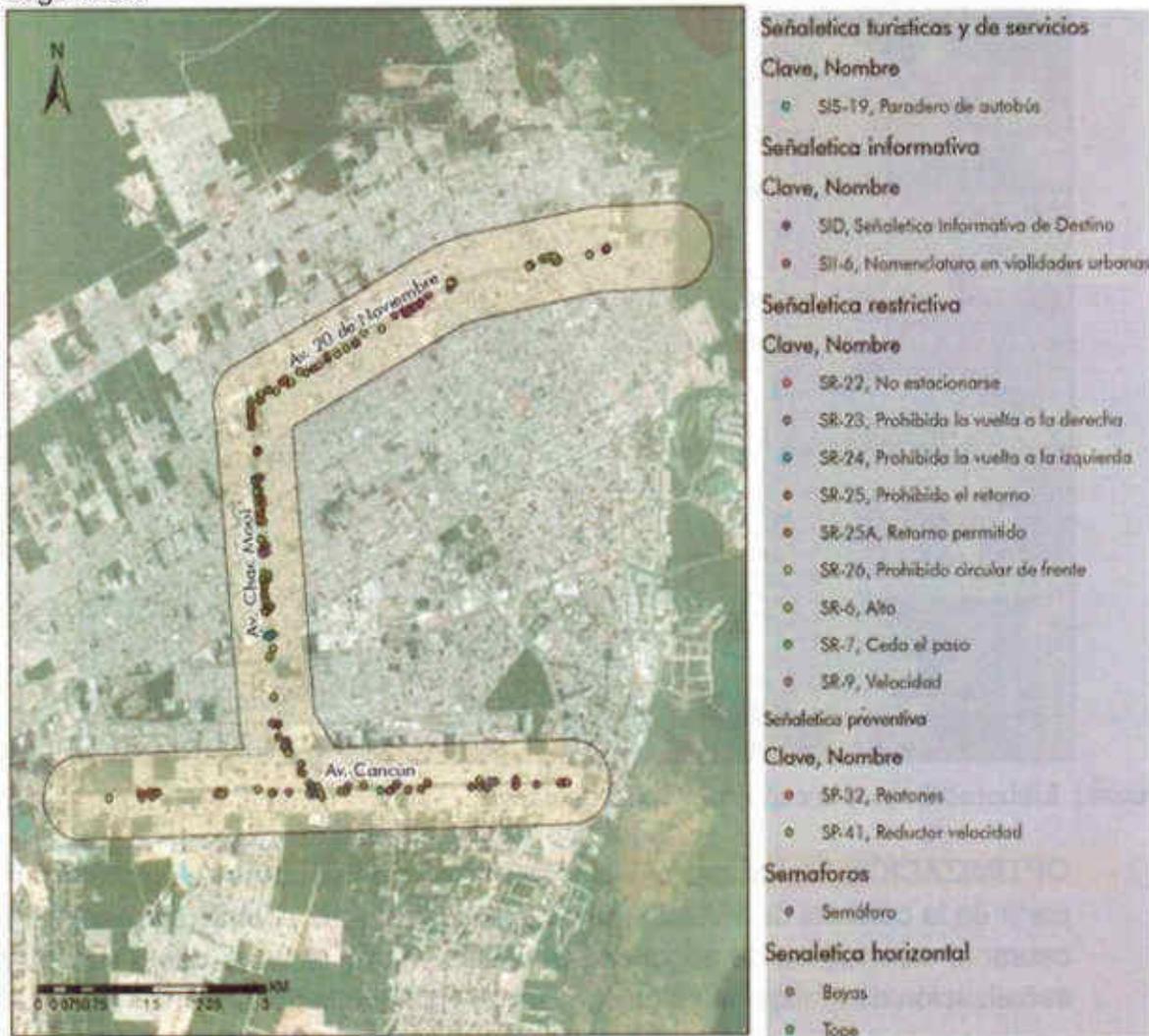
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

- **OPTIMIZACIÓN: Señalización vial y dispositivos de seguridad (Figura 64):** A partir de la correcta delimitación del espacio en el arroyo vehicular mediante cebrado, dispositivos de seguridad para peatones y ciclistas como vialetas, señalización de límites de velocidad, zonas de no estacionar, etc.

- o La señalética que se clasifica en señalética turística y de servicios, Restrictiva, Preventiva y Horizontal, con forme a lo que establece el Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad 2014 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en la zona de optimización del proyecto se cuentan con 49 semáforos que serán complementados con pintura y dispositivos de seguridad como vialetas, etc. que están colocados en los principales cruces como, en Av. 20 de Noviembre con Av. Diagonal Tulum, Av. Costa Maya, Av.

Kabah, etc. En Av. Chac Mool, con intersecciones secundarias como Av. Niños Héroes, Av. Leona Vicario, Av. López Portillo, etc. y en la Av. Cancún, predominan en la Av. La Luna y Av. 135, el resto de la señalética se encuentra distribuida a lo largo de los camellones que conforman al proyecto, como se observa en la figura siguiente.

Figura 64. Situación Actual Optimizada: Señalización vial y dispositivos de seguridad.



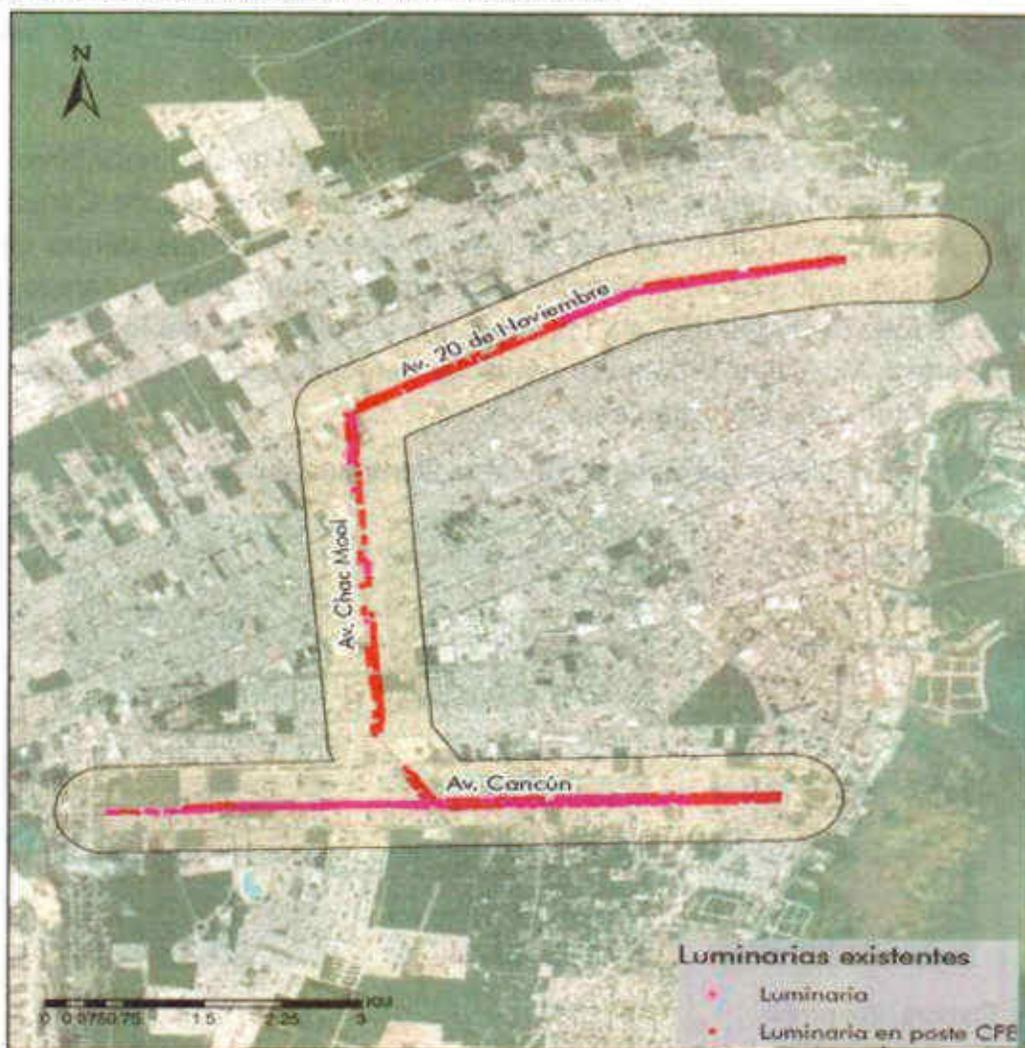
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

— Alumbrado Público (Figura 65).

- Como se mencionó en capítulos anteriores del documento, las luminarias actuales dan servicio de iluminación a los arroyos vehiculares, sumando un total de 532 luminarias repartidas en las vialidades del proyecto, con una separación que va de los 20.00 a 30.00 m, por otro lado, estado de estas es regular en todo el recorrido

de las avenidas. Sin embargo, en la siguiente Figura 23 se observan la interacción de estas con las instalaciones de líneas de baja tensión de CFE.

Figura 65. Situación Actual: Alumbrado Público.



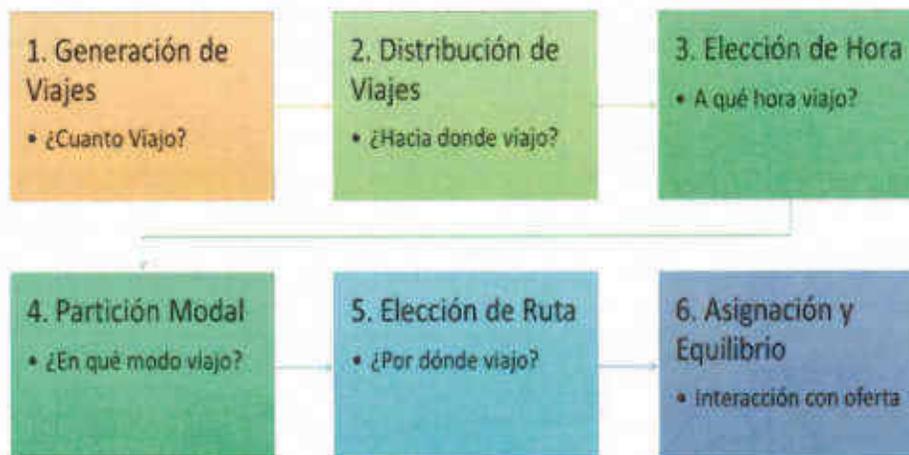
Fuente: Elaboración propia, con base a la información proporcionada por la Dirección de Alumbrado Público del Municipio de Benito Juárez.

## c) Análisis de la Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión

Se considera que, dado que los trabajos de optimización presentan un efecto marginal en las condiciones de operación de cada tramo o vialidad, además de tratarse de vialidades existentes, se asume que la demanda de la vialidad permanece constante respecto de la situación actual.

A partir de la contratación del Estudio Denominado "Estudio de Demanda Nivel Perfil y Evaluación Costo-Beneficio del Sistema de Transporte Masivo de Cancún, Q. Roo" No. AGEPRO/AD/SERV/015/2019 (Véase Anexo A-2); que dentro de sus Términos de Referencia se definieron los alcances de información de campo sobre movilidad de toda la ciudad de Cancún, siguiendo los principios del Modelo Clásico de Transporte o Movilidad Urbana se realizó la caracterización de la demanda, el cual puede sintetizarse en lo siguiente:

Figura 66. Modelo Clásico de Estimación de la Demanda de Transporte.

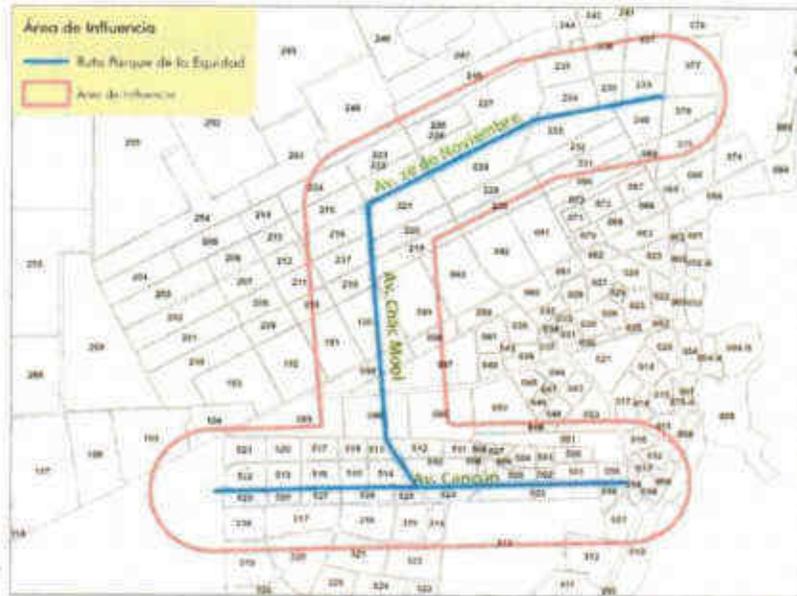


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la jerarquía<sup>22</sup> del proyecto el Área de Influencia se estima con un radio de servicio regional de un kilómetro alrededor de la Av. 20 de Noviembre, la Av. Cancún y la Av. Chac Mool, distancia que satisface los criterios de accesibilidad a espacio público abierto de la ONU, 2018, lo cual abarca 4,015 Ha. de superficie, que envuelve 113 regiones de la ciudad (vea Figura 32).

<sup>22</sup> La jerarquía y nivel de servicio del proyecto se asigna de acuerdo con sistema normativo de equipamiento urbano de la SEDESOL (2012).

Figura 67. Área de Influencia (AI) el Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la mayor parte del área de influencia determinada para el proyecto corresponde a zonas generadoras de viajes en supermanzanas (SM<sup>23</sup>), pues un 74% de los predios se clasifican como uso habitacional, tal cual se establece en el siguiente cuadro:

Cuadro 37. Clasificación de usos de suelo en el área de influencia (AI).

Clasificación del uso de suelo	No. Predios	Superficie M2	% Predios	% Superficie
Habitacional	45,663	12,464,389	75.7%	31.0%
Zonas de Transformación	6,085	1,523,041	10.1%	3.8%
Comercio	6,939	4,433,072	11.5%	11.0%
Industria	92	1,281,636	0.2%	3.2%
Conservación	6	225,421	0.0%	0.6%
Densidades Brutas	635	3,597,105	1.1%	9.0%
Infraestructura Urbana	0	574,101	0.0%	1.4%
Equipamiento Privado	0	35,998	0.0%	0.1%
Equipamiento	238	1,410,927	0.4%	3.5%
Recreación y Esparcimiento	649	1,535,341	1.1%	3.8%
Vialidades		13,070,968	0.0%	32.6%
<b>Total Secciones</b>	<b>60,307</b>	<b>40,151,999</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de PMDU del Municipio de Benito Juárez.

<sup>23</sup> Regiones ó Supermanzanas en el AI origen: 008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 016, 017, 048, 049, 050, 051, 053, 054, 055, 056, 057, 058, 068, 074, 075, 076, 077, 078, 089, 090, 093, 094, 095, 096, 097, 098, 099, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 210, 211, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 245, 248, 253, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529.

## Estimación de la demanda no motorizada.

De acuerdo a lo anterior y considerando los datos del último censo de población y vivienda del INEGI, el área de influencia del proyecto concentraba el 53% de la población de la ciudad de Cancún. Hoy día se ha estimado que el total de población en el área de influencia alcanza un total de 416,857 habitantes con cifras ajustadas a las proyecciones demográficas que el CONAPO actualizó el 16 de abril de 2013, con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010<sup>24</sup>. Esta población conforma un total de 114,221 hogares en un total de viviendas de 138,973. Un hogar es la unidad formada por una o más personas, vinculadas o no por lazos de parentesco, que residen habitualmente en la misma vivienda particular. Ellos representan la principal fuente generadora de viajes de la ciudad, y por lo tanto, en interacción con la oferta vial se determinan los patrones de movilidad de la ciudad.

Cuadro 38. Población en el Área de Influencia (AI) del proyecto.

SM	Proyectado 2019		SM	Proyectado 2019		SM	Proyectado 2019	
	Población	Hogares		Población	Hogar		Población	Hogar
8	155	39	74	2,575	746	107	4,813	1,445
9	232	52	75	9,492	2,669	210	1,222	311
10	0	0	76	6,390	1,743	211	1,641	430
11	123	28	77	12,491	3,629	215	6,491	1,960
12	496	123	78	0	0	216	7,877	2,215
13	455	115	89	394	85	217	7,110	1,933
14	0	0	90	2,169	598	218	4,177	1,180
16	600	168	93	1,487	390	219	7,628	1,837
17	163	32	94	15,569	3,890	220	6,803	1,655
48	1,507	447	95	14,329	3,961	221	9,746	2,354
49	0	0	96	13,379	3,340	222	7,939	2,419
50	1,539	480	97	3,174	759	223	10,808	3,235
51	3,994	1,289	98	2,982	879	224	7,943	2,379
53	0	0	99	5,171	779	225	4,140	1,071
54	0	0	100	12,584	2,981	226	3,823	981
55	2,228	683	101	12,102	2,788	227	13,875	3,389
56	2,030	606	102	604	155	228	9,804	2,441
57	3,111	1,035	104	196	55	229	4,836	1,243
58	1,966	563	105	9,346	2,638	230	4,382	1,075

<sup>24</sup> Entre 2000-2015, en la Zona Urbana de Cancún, la tasa de crecimiento media anual (TCMA) de la vivienda fue mayor que la de la población, de 5 % y 3.9 %, respectivamente. Según proyecciones de la CONAPO, en 2015, la ciudad de Cancún albergaría a 763,121 habitantes, y aunque la tasa de crecimiento poblacional para los próximos 15 años se estima menor que la actual (2.6 %), se espera que en 2030 la población sea de más de 1 millón de personas.

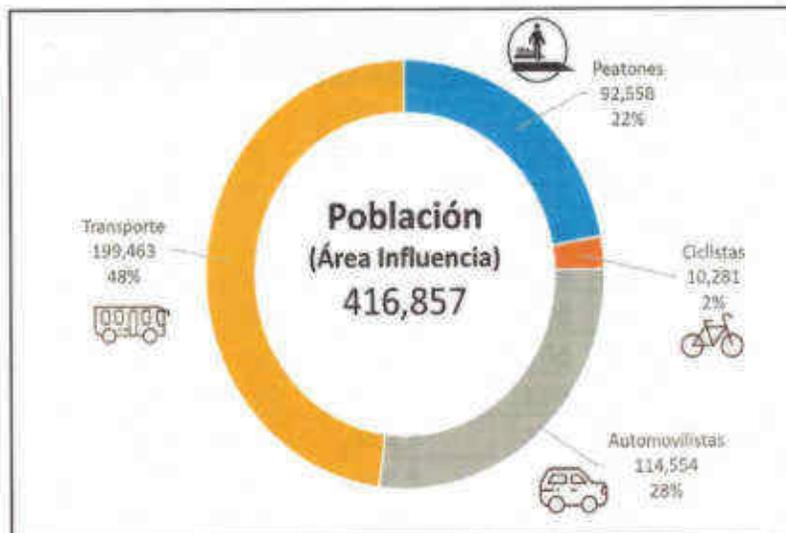
SM	Proyectado_2019		SM	Proyectado_2019		SM	Proyectado_2019	
	Población	Hogares		Población	Hogar		Población	Hogar
68	355	126	106	19	0	231	5,758	1,578
232	6,736	1,737	320	82	27	517	4,371	1,374
233	9,851	2,483	321	61	20	518	3,190	1,026
234	7,632	1,860	322	0	0	519	2,592	835
235	7,616	1,856	500	1,762	546	520	5,876	2,900
236	4,043	1,005	501	3,812	1,268	521	4,421	1,321
237	6,920	1,696	502	801	220	523	4,877	1,417
238	3,562	881	503	721	213	524	2,050	650
239	4,407	1,102	504	1,496	473	525	989	324
240	6,386	1,555	505	2,329	635	526	2,033	656
245	4,425	1,176	506	851	319	527	1,284	465
248	1,553	435	507	1,168	385	528	1,350	660
253	0	0	508	0	0	529	2,534	809
312	1,066	356	509	0	0	605	5,910	1,454
313	630	118	510	6,274	1,509			
314	0	0	511	0	0			
315	0	0	512	314	74			
316	2,806	937	513	1,476	478			
317	3,989	1,320	514	3,631	1,230			
318	356	141	515	2,700	806			
319	0	0	516	2,211	586			
<b>Total:</b>							<b>416,857</b>	<b>114,221</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos de las encuestas de movilidad cotidiana de la Cd. de Cancún que reporta el INEGI, aplicada a la proyección de la zona de influencia se determinó una demanda potencial de usuarios no motorizados equivalente a 102,839 usuarios<sup>25</sup> que en conjunto representan el 24% de los usuarios, donde además el 28% corresponde a los usuarios de vehículos particulares, y el 48% a los usuarios del sistema de transporte en el área de influencia.

Figura 68. Distribución modal en el área de influencia (AI).

<sup>25</sup> La estadística de movilidad cotidiana del INEGI puede ser consultada en el siguiente link: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html?ps=Microdatos#Tabulados>



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En referencia a los usuarios o modos no motorizados, a continuación se presentan las características generales, determinadas a partir de las encuestas de movilidad cotidiana de la ciudad de Cancún:

Cuadro 39. Características de la Demanda No Motorizada de Cancún

Característica	Modo de transporte	
	Ciclistas	Peatones
<b>Ocupación</b>		
Únicamente estudian	23%	73.60%
Únicamente trabajan	76%	25.02%
Trabajan y estudian	1%	1.38%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Sexo</b>		
Hombres	81.77%	52.02%
Mujeres	18.23%	47.98%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Edad</b>		
4-10	16.79%	42.58%
11-20	11.65%	33.90%
21-30	14.23%	8.70%
31-40	21.60%	6.54%
41-50	17.78%	4.83%
51-60	14.47%	2.30%
61-70	2.93%	0.93%
71-77	0.56%	0.22%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Tiempo de traslado a la escuela</b>		
Hasta 15 minutos	66.98%	77.95%
16 a 30 minutos	31.25%	20.55%
31 minutos a una hora	1.17%	1.36%
más de una hora y hasta dos horas	0.60%	0.14%
más de dos horas	0.00%	0.00%

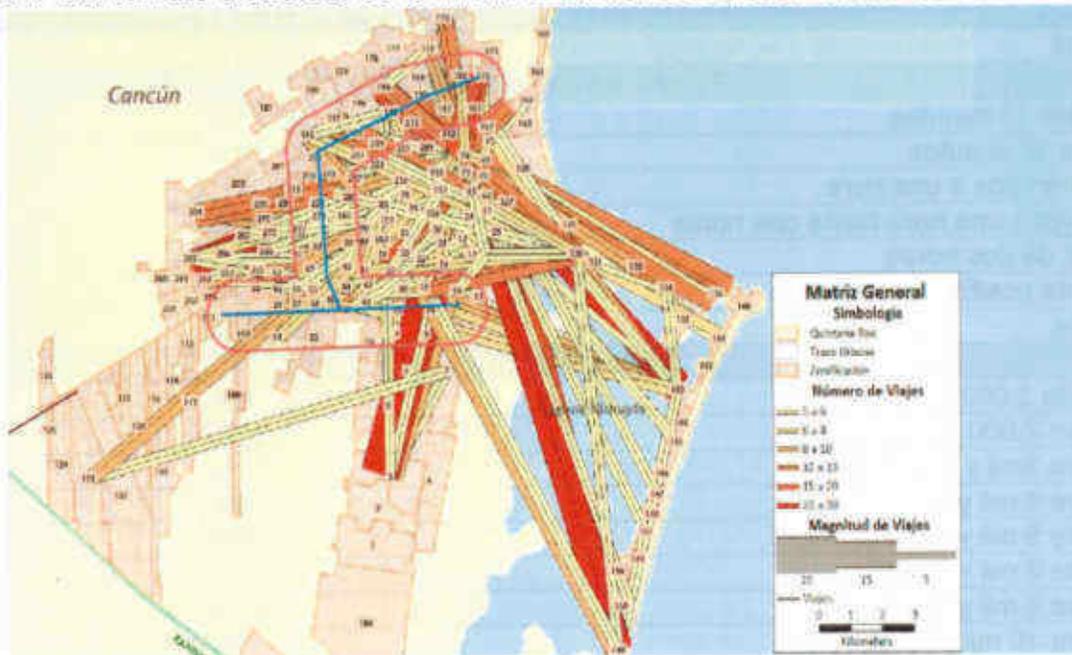
Característica	Modo de transporte	
	Ciclistas	Peatones
Total	100.00%	100.00%
<b>Tiempo de traslado al trabajo</b>		
Hasta 15 minutos	26.85%	58.62%
16 a 30 minutos	41.58%	24.81%
31 minutos a una hora	19.99%	7.69%
mayor a una hora hasta dos horas	3.29%	2.27%
más de dos horas	0.03%	0.83%
No es posible determinarlo	8.25%	5.78%
Total	100.00%	100.00%
<b>Ingresos mensuales*</b>		
Hasta 2,000	6%	11%
Entre 2,000 y 3 mil	12%	16%
Entre 3mil y 4 mil	12%	13%
Entre 4 mil y 5 mil	16%	15%
Entre 5 mil y 6 mil	18%	15%
Entre 6 mil y 8 mil	14%	11%
Entre 8 mil y 10 mil	11%	5%
Entre 10 mil y 12 mil	3%	2%
Entre 12 mil y 15 mil	1%	2%
Entre 15 mil y 18 mil	1%	1%
25 mil	0%	1%
No especificado	6%	7%
Total	100%	100%

\*Nota: Datos normalizados respecto de las encuestas efectivas.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, como se mencionó en al inicio de este apartado, los patrones de movilidad de la ciudad determinados para este proyecto tienen su origen en el estudio del IMPLAN, 2013, que además ha sido la base para la generación de los instrumentos de planeación urbana que hoy en día soportan los diversos proyectos de movilidad de la zona. A partir de la zonificación de la ciudad y su interacción con la zona de influencia del proyecto se determinaron las equivalencias entre el origen y destino, entre las supermanzanas o regiones de la ciudad y las zonas determinadas por el estudio de movilidad de referencia (véase la figura 32).

Figura 69. Líneas de deseo de la Matriz General O-D de la ZM. de Cancún.

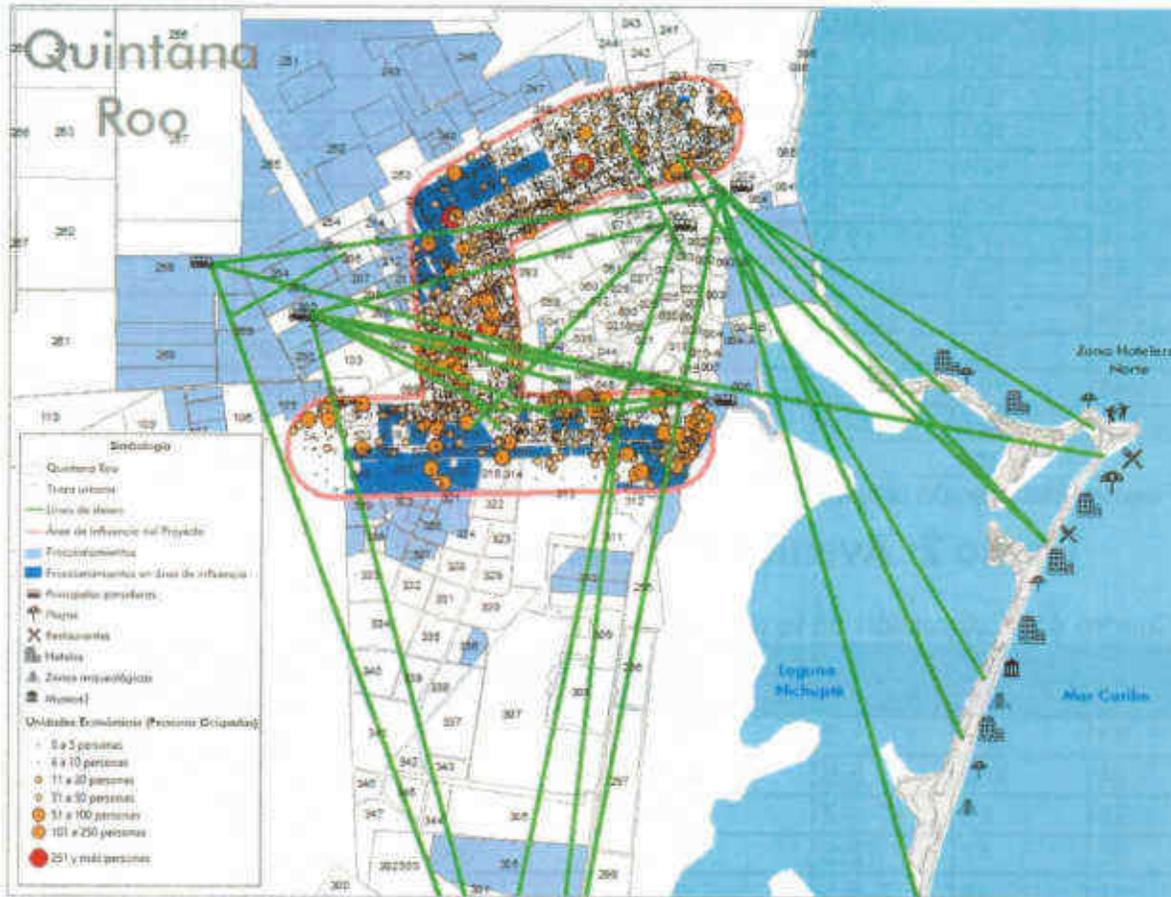


Fuente: Elaboración propia con datos de movilidad.

En función de los datos resultados del estudio de origen-destino se determinó la demanda de viajes para cada tramo considerando la demanda de usuarios no motorizados de las vialidades primarias en el área de influencia de del proyecto. En la siguiente figura se puede apreciar las zonas de deseo en el área de influencia y fuera del área, es decir, a partir de zonas que alimentan dentro y fuera de la zona de influencia.

*[Handwritten signature]*

Figura 70. Principales zonas generadoras y atractoras de viajes.



Fuente: Elaboración propia con datos de movilidad.

### Tramo 1: Avenida 20 de Noviembre:

Cuadro 40. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 1.

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
215	200	9	12,456	1,377	15,408	26,838
220	227	9	13,050	1,449	16,155	28,125
221	217	7	14,546	1,610	17,997	31,346
222	195	5.5	9,306	1,034	11,523	20,059
223	195	5.5	12,672	1,403	15,686	27,313
224	195	9	15,237	1,692	18,864	32,841
225	197	5.5	4,851	539	6,006	10,461
226	197	9	7,335	810	9,072	15,804
227	194	25	73,950	8,200	91,525	159,375
228	198	5.5	11,495	1,276	14,229	24,772
229	198	7	7,217	798	8,932	15,554
230	198	7	6,538	721	8,092	14,091
231	190	17.5	21,473	2,380	26,583	46,288

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
232	190	17.5	25,130	2,783	31,098	54,163
233	190	17.5	36,750	4,078	45,483	79,205
234	190	17.5	28,473	3,150	35,245	61,355
235	176	5.5	8,927	990	11,050	19,245
236	176	9	7,758	855	9,594	16,713
237	172	17.5	25,813	2,853	31,955	55,633
238	176	9	6,831	756	8,451	14,724
239	182	7	6,573	728	8,134	14,168
240	182	7	9,527	1,057	11,795	20,538
245	194	17.5	16,503	1,820	20,423	35,578
248	197	17.5	5,793	630	7,158	12,478
<b>Total:</b>			<b>388,204</b>	<b>42,989</b>	<b>480,458</b>	<b>836,667</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Tramo 2: Avenida Chac Mool.

Cuadro 41. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 2.

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
93	227	9	2853	315	3528	6147
94	285	5.5	18254.5	2024	22594	39341.5
95	41	7	21385	2373	26467	46088
96	47	12.5	35650	3950	44125	76837.5
97	89	5.5	3718	412.5	4603.5	8019
98	82	9	5715	630	7074	12330
99	92	5.5	6061	671	7502	13068
100	279	5.5	14756.5	1639	18260	31801
101	277	5.5	14190	1573	17561.5	30580
102	266	5.5	704	77	874.5	1523.5
210	209	17.5	4550	490	5635	9817.5
211	209	17.5	6107.5	665	7577.5	13195
216	211	17.5	29382.5	3255	36365	63332.5
217	210	5.5	8332.5	924	10318	17963
218	220	5.5	4895	539	6061	10554.5
219	227	9	14634	1620	18108	31536
510	49	5.5	7353.5	814	9102.5	15851
512	43	7	462	49	574	1008
513	44	5.5	1727	187	2139.5	3729
514	44	5.5	4257	467.5	5269	9174
515	54	7	4025	441	4984	8680
516	55	5.5	2590.5	286	3206.5	5582.5
<b>Total:</b>			<b>211,604</b>	<b>23,402</b>	<b>261,930</b>	<b>456,159</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Tramo 3: Avenida Cancún.

Cuadro 42. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 3.

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
8	13	5.5	181.5	16.5	220	390.5
9	13	9.0	441	45	549	954
11	14	9.0	234	18	288	504
12	14	9.0	945	99	1170	2043
13	14	9.0	873	90	1080	1881
16	14	9.0	1143	126	1422	2475
17	17	7.0	238	21	301	518
48	16	7.0	2247	245	2779	4844
50	37	5.5	1804	198	2233	3888.5
51	19	17.5	14892.5	1645	18427.5	32112.5
55	14	9.0	4275	468	5283	9207
56	15	5.5	2376	264	2942.5	5126
57	15	5.5	3646.5	401.5	4510	7859.5
58	90	5.5	2304.5	253	2849	4966.5
75	187	25.0	50575	5600	62600	109025
76	187	25.0	34050	3775	42150	73400
77	175	25.0	66575	7375	82400	143475
89	187	25.0	2100	225	2575	4525
90	191	9.0	4158	459	5148	8964
104	263	9.0	369	36	459	810
105	262	5.5	10956	1215.5	13563	23617
106	262	5.5	22	0	27.5	44
107	262	5.5	5643	621.5	6985	12160.5
312	8	5.5	1248.5	137.5	1545.5	2689.5
313	9	25.0	3350	350	4150	7225
316	58	7.0	4186	462	5180	9023
317	58	7.0	5950	658	7364	12824
318	110	12.5	937.5	100	1162.5	2037.5
320	58	7.0	119	7	147	259
321	58	7.0	91	7	112	196
500	19	17.5	6562.5	717.5	8120	14157.5
501	19	17.5	14210	1575	17587.5	30642.5
502	20	5.5	935	99	1160.5	2024
503	20	5.5	841.5	93.5	1045	1820.5
504	20	5.5	1749	192.5	2167	3778.5
505	20	5.5	2728	302.5	3377	5885
506	49	5.5	995.5	110	1232	2150.5
507	43	7.0	1743	189	2156	3752
517	56	5.5	5120.5	566.5	6341.5	11044
518	57	9.0	6120	675	7569	13185
519	59	9.0	4968	549	6156	10710
520	96	7.0	8764	973	10850	18893
521	94	5.5	5181	572	6413	11170.5

SM	PARES O-D		Viajes Generados/Semana			
	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
523	15	9.0	9351	1035	11574	20160
524	18	7.0	3059	336	3780	6587
525	21	5.5	1155	126.5	1430	2497
526	58	7.0	3031	336	3752	6538
527	58	7.0	1911	210	2366	4123
528	110	9.0	2583	279	3204	5580
529	110	9.0	4860	540	6012	10476
605	110	9.0	11340	1251	14031	24435
<b>Total:</b>			<b>323,139</b>	<b>35,647</b>	<b>399,946</b>	<b>696,653</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Estimación de la demanda vial de la Ruta.

La demanda vehicular con interacción ciclista dentro de la zona de estudio se determinó principalmente mediante la medición del aforo efectivo que cohabita diariamente por las vialidades primarias de la zona de interés. La siguiente información aplica de forma general:

- **Movimiento Peatones:** Los peatones forman parte del ambiente que rodea a una vía, y son menos predecibles que los conductores de vehículos, pues generalmente no existe vigilancia estricta sobre su comportamiento en la vía; lo que hace difícil proyectar un movimiento peatonal ordenado y seguro. Los peatones, por lo general, no caminan más de 1.5 km cuando van a su trabajo ni más de 800 m para abordar un autobús. Por lo regular el 80% de sus trayectos son menores a un kilómetro. Por lo que, en este trabajo la demanda serán objeto de atención especial por parte del proyectista, y solo se considerará la medición de viajes por día a partir de los porcentajes de la población en el área de influencia que de acuerdo a las encuestas del INEGI realizan traslados de estudio y trabajo mayores a una hora.
- **Tasa de crecimiento:** El tránsito vehicular crece a razón del 3.5% anual de acuerdo con el promedio de crecimiento de la actividad económica de la zona; y la población presenta una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 2.82%, según CONAPO.
- **Rapidez ciclista:** La velocidad media de las bicicletas en entorno urbano ronda los 15-20 km/h, teniendo en cuenta las paradas o disminución de pedaleo derivadas de los cruces u otras circunstancias de tráfico. Esto se debe a que es un transporte puerta a puerta, que no precisa una etapa de acceso ni de dispersión<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Recuperado de [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_LibroProBici-GuiaBici-web1\\_1\\_f17cebb2.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_LibroProBici-GuiaBici-web1_1_f17cebb2.pdf)

- **Composición vehicular:** Se diferencia el flujo vehicular en tres categorías: vehículos ligeros (tipo A), autobuses (tipo B) y vehículos de carga (tipo C). Es importante mencionar, que para este estudio la medición de los aforos consideró a las bicicletas dentro de la composición, debido a que se le considera un vehículo ligero con características de tracción humana a pedales, de bajo costo en su adquisición y mantenimiento, altamente eficiente en el consumo de energía y de bajo impacto por el espacio que requiere para circular y estacionarse<sup>27</sup>.
- **Velocidades de Operación:** Para la obtención de las velocidades de operación en la red vial, se ejecutaron estudios de tiempos de recorrido por medio del método de vehículo flotante, en periodos valle y pico. Se llevaron a cabo varios recorridos para cada uno de los movimientos que se realizan en la intersección y se determinaron los tiempos de recorrido para cada uno de ellos.
- **Análisis de Tránsito:** Para identificar cual es la demanda actual se llevó a cabo análisis de tránsito mediante una muestra de campo<sup>28</sup>. Dicha muestra fue expandida<sup>29</sup> en aforos de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), que es el número total de vehículos que pasan durante un año completo dividido por el número de días, clasificados según su función.

A continuación, se presentan los datos correspondientes a cada tramo:

### Tramo 1: Avenida 20 de Noviembre:

**TRAMO 1, AV. 20 de Noviembre:** Presenta un Tránsito Promedio por Hora (TPH) de 1,117 vehículos en ambos sentidos, y un total de 1,967 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 95.59% vehículos ligeros Tipo A; 2.41% de autobuses o vehículos Tipo B, y 1.09% vehículos pesado, Tipo C; y 0.91% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, que equivale a un total de 10 ciclistas por hora en promedio.

Cuadro 43 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 1, 20 de noviembre (SsP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
	<b>Total</b>	13,064						
<b>TPH 24 horas</b>	544	573	1,117	10	1,068	27	12	1,117

<sup>27</sup> Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, México. (2011). Manual Ciclociudades. Tomo IV, Infraestructura. Disponible en <http://ciclociudades.mx/wp-content/uploads/2015/10/Manual-Tomo-IV.pdf>

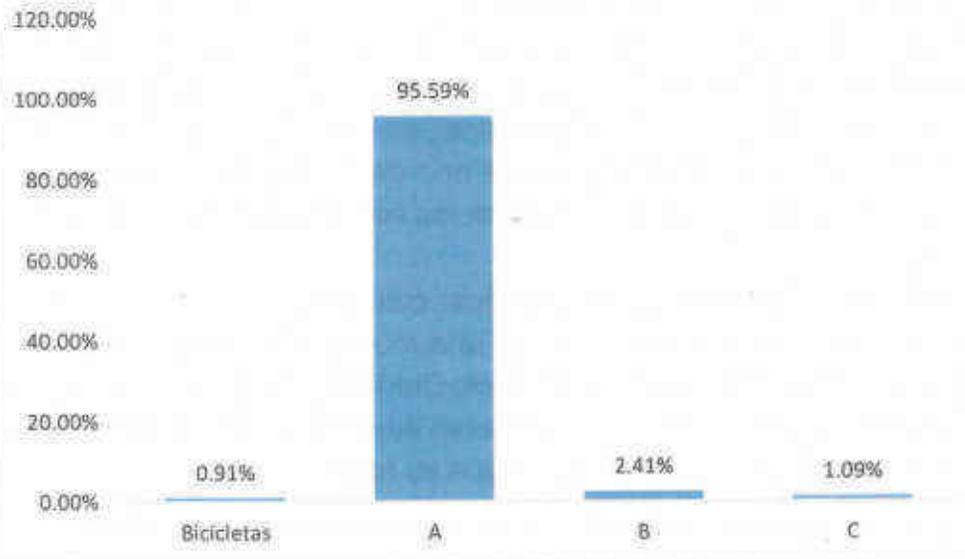
<sup>28</sup> Método de conteo temporal de flujo de tránsito en el área de estudio.

<sup>29</sup> La expansión al TDPA se realizó al aplicar al Tránsito Promedio por Hora (TPH) los factores de ajuste al volumen horario de la estación maestra más cercana de la región, y multiplicando el resultado por el factor de corrección de día de la semana (Fd), factor fin de semana (Ffs) y el factor de estacionalidad del mes, en este caso de julio (Fm). Los cálculos realizados pueden verificarse en el Anexo E Estudios de Mercado.

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
TPH <sub>max</sub>	997	970	1,967	24	1,896	51	22	1,967

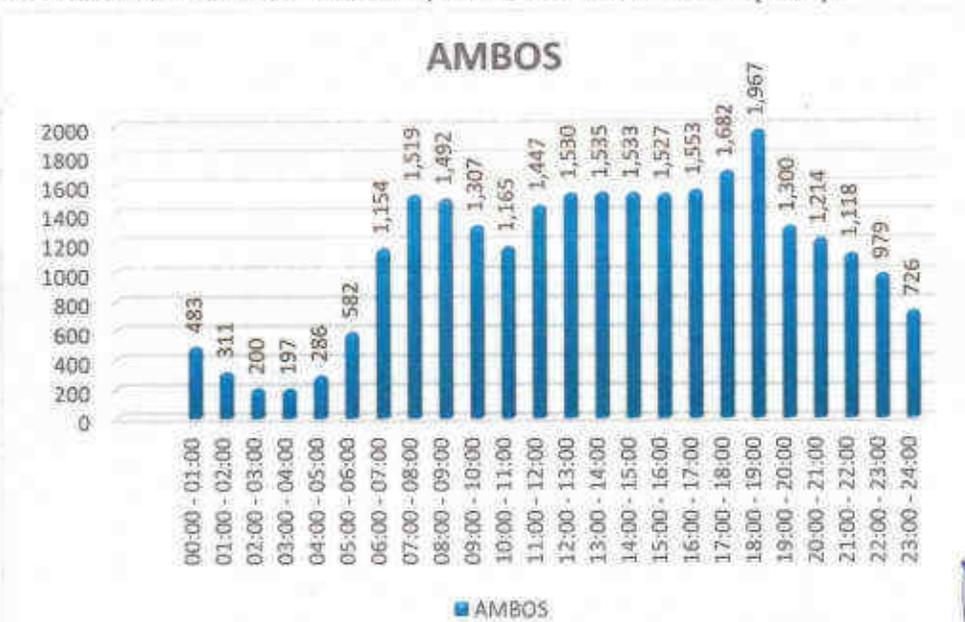
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 71 Composición Vehicular: Tramo 1, Av. 20 de noviembre (SsP).



Fuente: Elaboración propia, y Trabajo de Campo.

Figura 72 Volumen Horario: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre (SsP).



Fuente: Elaboración propia, y Trabajo de Campo.

## Tramo 2a: Avenida Chac Mool.

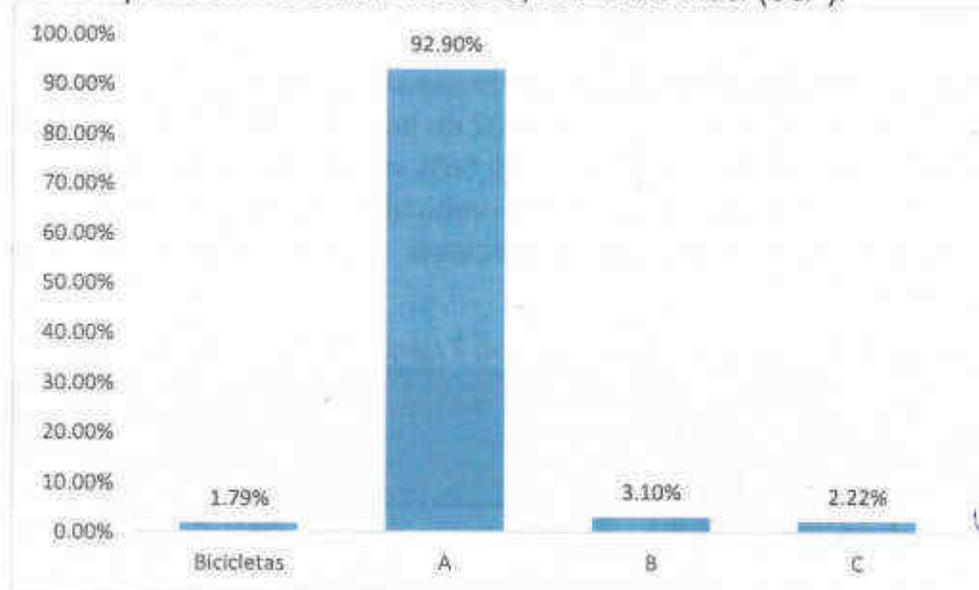
**TRAMO 2a, Av. Chac Mool:** El tramo presenta un Tránsito Promedio por Hora (TPH) de 1,436 en ambos sentidos, y un total de 2,325 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 92.90% vehículos ligeros Tipo A; 3.10% de autobuses o vehículos Tipo B, y 2.22% vehículos pesado, Tipo C; y 1.79% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, lo que equivale a un flujo de 26 ciclistas por hora.

Cuadro 44 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SsP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
<b>TPH 24 horas</b>	798	638	1,436	26	1,334	44	32	1,436
<b>TPH max</b>	1,620	1,345	2,325	80	2,219	119	65	2,325

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 73 Composición Vehicular: Tramo 2, Av. Chac Mool (SsP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 74 Volumen Horario: Tramo 2a, Av. Chac Mool (SsP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Tramo 2b: Avenida Chac Mool.

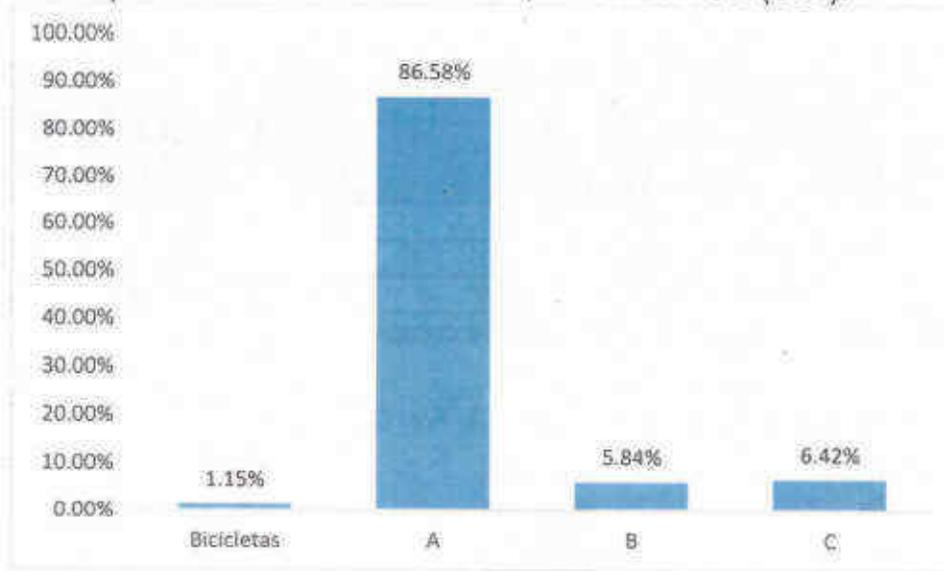
**TRAMO 2b, Av. Chac Mool:** El tramo presenta un volumen de 1,518 vehículos por hora en ambos sentidos, y un total de 2,832 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 86.58% vehículos ligeros Tipo A; 5.84% de autobuses o vehículos Tipo B, y 6.42% vehículos pesado, Tipo C; y 1.15% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, lo que equivale a un flujo de 17 ciclistas por hora.

Cuadro 45 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SsP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
<b>Total</b>	22,982	13,438	36,421	420	31,533	2,128	2,340	36,421
<b>TPH 24 horas</b>	958	560	1,518	17	1,314	89	97	1,518
<b>TPH max</b>	<b>2,047</b>	<b>920</b>	<b>2,832</b>	<b>52</b>	<b>2,516</b>	<b>172</b>	<b>192</b>	<b>2,832</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 75 Composición Vehicular: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SsP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 76 Volumen Horario: Tramo 2b, Av. Chac Mool (SsP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### Tramo 3: Avenida Cancún.

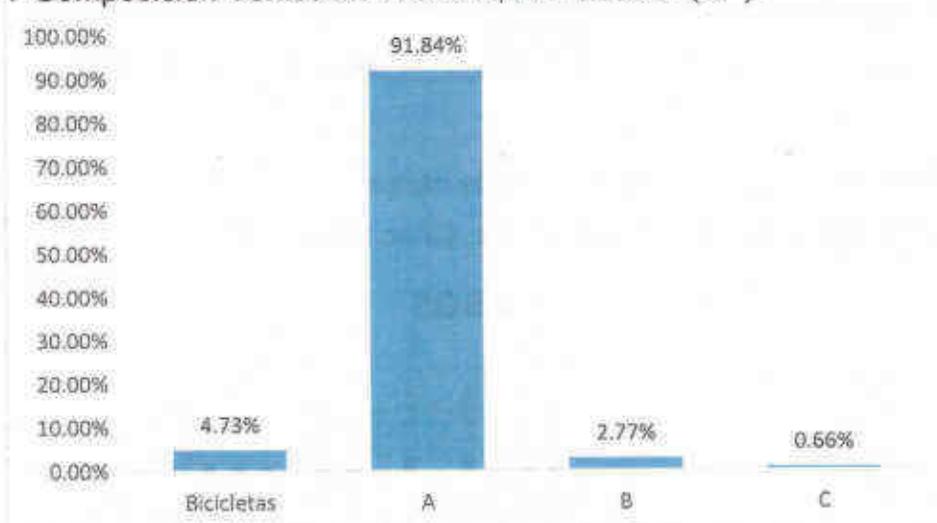
**TRAMO 3, AV. Cancún:** El tramo presenta un volumen medido en Transito Promedio por Hora de 824 vehículos en ambos sentidos, y un total de 1,404 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 91.84% vehículos ligeros Tipo A; 2.77% de autobuses o vehículos Tipo B, y 0.66% vehículos pesado, Tipo C; y 4.73% del tránsito de la vialidad corresponde a bicicletas, lo que equivale a un flujo de 39 ciclistas por hora.

Cuadro 46 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 3, Av. Cancún (SsP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
Total	9,867	9,900	19,767	935	18,154	547	131	19,767
TPH 24 horas	411	413	824	39	756	23	5	824
TPH <sub>max</sub>	749	743	1,404	106	1,289	52	14	1,404

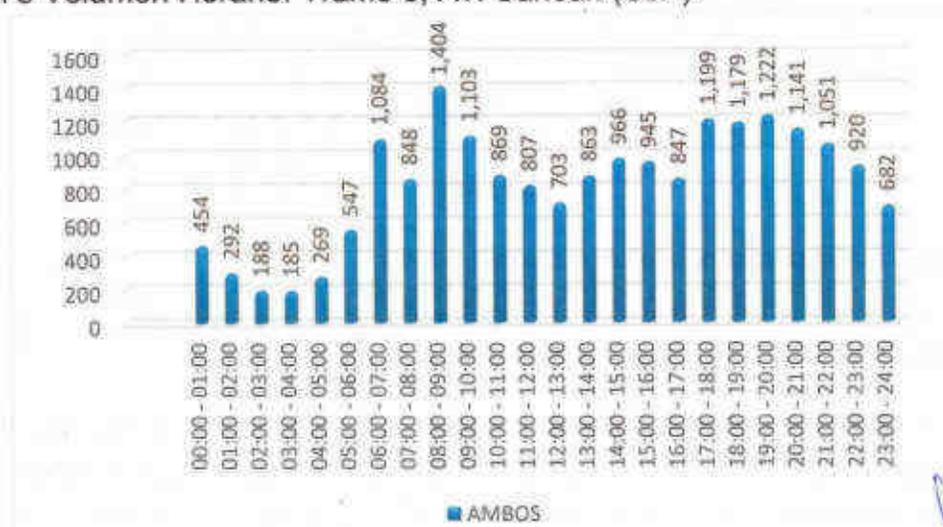
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 77 Composición Vehicular: Tramo 3, Av. Cancún (SP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 78 Volumen Horario: Tramo 3, Av. Cancún (SsP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Estimación de la demanda de Ciclovía de la Av. Huayacán.

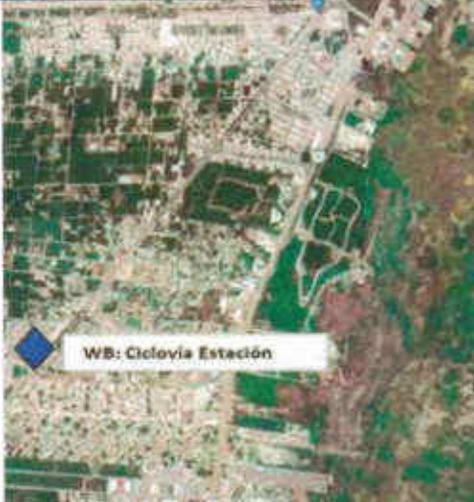
En el apartado de oferta de la situación actual se habló de las ciclovías que convergen con el área de influencia del proyecto o zona de estudio, en este caso la ciclovía de la Av. Huayacán que tiene una extensión de 8.8 km, juega un papel a considerar dentro de la red relevante al ampliar su conectividad con la Av. Cancún, pues permitiría a sus usuarios (modos no motorizados) a transitar en un circuito más amplio vs la situación actual. De este modo, que es necesario considerar la cuantificación de la demanda en la situación actual.

Cabe recordar que esta ciclovía fue construida con recursos del Fondo Metropolitano en el ejercicio fiscal 2015, y se gestionó a través del estudio de Análisis Costo-Beneficio Simplificado denominado "CONSTRUCCIÓN DE SEGUNDO CUERPO DE LA AV. HUAYACÁN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS"; por lo que se tomó como base realizar la actualización de la demanda en la situación con proyecto actual.

Par ello, se recurrió a recoger una muestra de aforos ciclistas y peatonales tomados en campo, en tres estaciones a lo largo de la ciclovía, con la finalidad de contar con datos del horario de máxima demanda que permita extrapolar la muestra al comportamiento horario actual. Uno de los métodos de estimación utilizados en México por la SCT para la estimación del TDPA, consiste en expandir una muestra a través de un factor de corrección calculado de una estación cercana con alta correlación; para el presente documento, se toma como estación maestra la ubicada en Av. López Portillo sentido Av. Andrés Quintana Roo, siendo esta la más cercana.

Cuadro 47 Estaciones para muestras de campo Ciclovía Av. Huayacan (SsP).

Estación: E01H	Localización: (21.1247547,-86.8403092)
	

<p><b>Estación:</b> E02H</p> 	<p><b>Localización:</b> (21.132588,-86.832853)</p> 
<p><b>Estación:</b> E03H</p> 	<p><b>Localización:</b> (21.112203,-86.851842)</p> 

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Primeramente, se calcula el factor de corrección horario de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$H_{veh} = \frac{TDM_{veh}}{TH_{Mveh}}$$

Donde:

**Hveh** = Factor de corrección horaria del vehículo para la hora en que se realizó el conteo especial.

**TDMveh** = Tránsito Diario Promedio de la estación maestra para un vehículo en específico, el mismo día en que se realizó el conteo especial.



**THMveh** = Tránsito Horario de la estación maestra para un vehículo en específico, el mismo día y hora en que se realizó el conteo especial.

Para nuestro caso el resultado es el siguiente:

$$H_{veh} = \frac{90}{8} = 11.25$$

El Tránsito Diario Promedio se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$TDP_{veh} = (TH_{veh}) (H_{veh})$$

Donde:

**TDPveh** = Tránsito Diario Promedio por clasificación vehicular para la estación de conteo especial para el día del análisis.

**THveh** = Tránsito Horario para un vehículo en específico contabilizado por la estación de conteo temporal.

**Hveh** = Factor de corrección horaria del vehículo para la hora en que se realizó el conteo especial.

Para el caso de la Av. Huayacán, el Tránsito Diario Promedio de cada estación es el resultado de:

Cuadro 48 Estimación de la demanda de la ciclovía de la Av. Huayacán.

Estación	Cálculo	TDP
E01H	$TDP_{veh} = (54)(11.25)$	608
E02H	$TDP_{veh} = (27)(11.25)$	304
E03H	$TDP_{veh} = (52)(11.25)$	584

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Tomando en cuenta las distancias entre las estaciones, el TDP del día se estima en **556 ciclistas** para el tramo completo. En el apartado de anexos se incluyen la hoja de cálculo del estudio en referencia para mayor detalle del mismo.

## d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión

Una vez presentadas las optimizaciones, la interacción de la oferta y la demanda en la situación sin proyecto se determinó a partir de los cambios en los niveles de

servicio y los costos que genera para los usuarios (demanda) el uso de la oferta optimizada según los modos de viaje, proyectados en el horizonte de evaluación:

### Nivel De Servicio Vehicular:

Como se mencionó al inicio de este capítulo, la tipología de la vialidad se mantiene en la categoría P2<sup>30</sup>, pero se realizaron optimizaciones como el mejoramiento de la señalética existente, asignación de agentes de tránsito y capacitación para incremento de educación vial, de este modo se esperan mejoras en la eficiencia del servicio de la vialidad. Debido a que el mejoramiento de las vialidades se introduce principalmente a partir una correcta redistribución de los espacios del arroyo vehicular con el uso de señaléticas, las velocidades de operación vehicular se asumen constantes respecto de la situación actual. Esto con el fin de no atribuirle beneficios a las optimizaciones que no le corresponden. No obstante, existen mejoras en los niveles de servicio de la vialidad principalmente en el rubro de seguridad y tiempos de traslados no motorizados. A continuación, se presenta la clasificación de los niveles de servicio vehicular en interacción con tránsito de bicicletas, de acuerdo a la siguiente tabla:

Cuadro 49 Interacción de la oferta y la demanda: Tránsito vehicular con interacción.

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Vehículo (A)	km/hr	30	25	28	36
	Autobús (B)	km/hr	27	23	25	29
	Camión (C)	km/hr	25	20	20	25
Tiempo de Viaje	Vehículo (A)	hr	0.195	0.100	0.100	0.183
	Autobús (B)	hr	0.217	0.109	0.112	0.227
	Camión (C)	hr	0.235	0.125	0.140	0.263
Niveles de Servicio Vehicular		-	C	D	D	A
Vehículo por hora por sentido		V/hr	983.5	1162	1416	702
Vehículos / Capacidad Vial		V/C	0.702	0.830	1.011	0.501
Longitud		km	5.863	2.501	2.802	6.575
IRI		m/km	3.8	3.8	3.8	3.8

Fuente: Elaboración propia con información de campo

### Nivel de Servicio Peatonal

El Manual de Calles, de igual manera indica el procedimiento para clasificar el Nivel de Servicio Peatonal, este consiste generalmente en medir la libertad de movimiento

<sup>30</sup> De acuerdo a los criterios del Manual de Calles de la SEDATU 2016.

y velocidad que tienen los peatones, esto significa que con el confinamiento exclusivo para los modos no motorizados mejora el nivel de servicio peatonal, pero debido a que convive con el modo ciclista no puede alcanzar el máximo, obteniendo un resultado que puede ser interpretado de la siguiente manera:

Cuadro 50 Interacción de la oferta y la demanda: Peonato.

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Peatones	m/s	1	1	1	1
Tiempo de Viaje	Peatones	hr	1.629	0.694	0.777	1.826
Nivel de Servicio peatonal		-	D	D	D	D

Fuente: Elaboración propia con información de encuestas O-D.

## Nivel de servicio ciclista

El manual de Calles presenta una metodología para evaluar la calidad de factores que favorecen la modalidad ciclista para transporte de personas, esta es una adaptación de los presentado por le Manual de Calles de la SEDATU y el Cycling Level of Service (CloS) de Transport for London<sup>31</sup>. Este consiste en la suma de las calificaciones obtenidas de una serie de factores, siendo el máximo una calificación total de cien. De acuerdo a la optimización propuesta, a continuación, se presentan los principales criterios de evaluación del nivel de servicio ciclista que se mejoran<sup>32</sup>:

Cuadro 51 Criterios de mejora al servicio para ciclista en la Situación Optimizada.

Factor	Indicador	No cumple	Cumple minimamente	Cumple totalmente	Puntaje Máx
<b>SEGURIDAD</b>					
Riesgo de Colisión	No hay riesgo de choque en cruces	0	3	6	6
	No hay riesgo de colisión frontal o por detrás	0	3	6	6
	No hay riesgo de colisión con puertas o actividad en banqueta	0	3	6	6
	Vehículos no ceden o desobedece las señales	0	1	2	2
Sentimiento de seguridad	Separación de tráfico pesado	0	1	2	2

<sup>31</sup> Transport for London, 2014.

<sup>32</sup> Véase también en el Anexo G-2, la memoria de calculo de los niveles de servicio según la situación actual, sin y con proyecto.

Factor	Indicador	No cumple	Cumple mínimamente	Cumple totalmente	Puntaje Máx
	Velocidad de tráfico (Cuando ciclistas no están separados)	0	3	6	6
	Volumen de tráfico (Cuando ciclistas no están separados)	0	3	6	6
	Interacción con vehículos pesados	0	3	6	6
Seguridad Social	Riesgo de crimen	0	1	2	2
	Iluminación	0	1	2	2
	Aislamiento	0	1	2	2
	Impacto del diseño de la calle en el comportamiento	0	1	2	2
<b>CONTINUIDAD</b>					
Tiempo de recorrido	Habilidad de mantener velocidad en entronques	0	1	2	2
	Retraso de ciclistas en cruces	0	1	2	2
Valor de tiempo	Ciclistas comparados con automovilistas	0	1	2	2
Trayectoria directa	Desviación de ruta (Contra una línea derecha)	0	1	2	2
<b>COHERENCIA</b>					
<b>Puntaje Total Máximo</b>					<b>100</b>

Fuente: Basado en Manual de Calles y el Transport for London, London Cycling Design Standards, 2014.

A continuación, se presentan los resultados para cada tramo:

Cuadro 52 Interacción de la oferta y la demanda: Situación Optimizada Ciclista.

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Ciclistas	km/hr	17	17	17	17
Tiempo de Viaje	Ciclistas	hr	0.345	0.147	0.164	0.386
Nivel de Servicio peatonal		-	C	C	C	C
Puntaje		Puntos	59	59	61	61

Fuente: Elaboración propia.

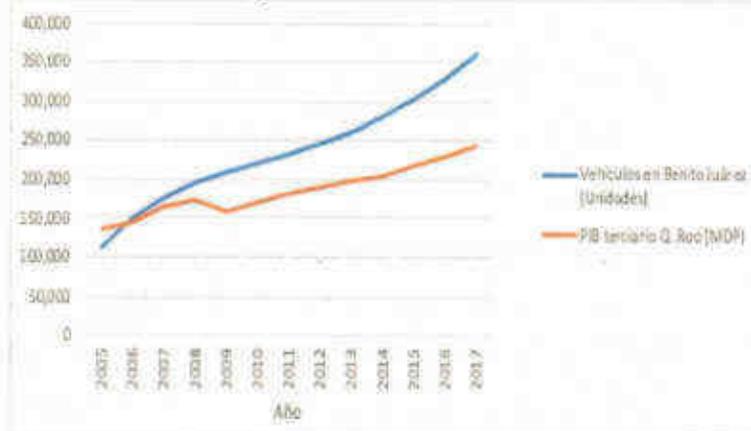
Para determinar la tasa de crecimiento anual del tránsito, se realizó la consulta a dos bases de datos:

- El número de vehículos de motor registrados en circulación en el municipio de Benito Juárez, base histórica publicada por el INEGI.

- El Producto Interno Bruto del Estado de Quintana Roo a precios constantes correspondiente al sector terciario, información histórica disponible en el INEGI; cabe señalar que este sector abarca entre el 85 y 90% del PIB total del Estado.

La evolución histórica del parque vehicular en el municipio de Benito Juárez y del PIB terciario en Quintana Roo a precios constantes, se puede observar en la siguiente imagen:

Figura 79 Crecimiento vehicular y de la actividad económica en el AI.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Las tasas de crecimiento son:

Cuadro 53 Estimación de la de la Tasa de Incremento Anual de Tránsito (TIAT).

Tasa de crecimiento promedio anual		
Periodo	Automóviles (Municipio de B. J.)	PIB terciario (Quintana Roo)
2005 – 2017	10.08%	4.90%
2012 – 2017	7.97%	4.99%

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Para obtener el tránsito diario promedio anual (TDPA) es necesario disponer del número total de vehículos que pasan durante el año por el punto de referencia, mediante aforos continuos a lo largo de todo el año, ya sea en periodos horarios, diarios, semanales o mensuales. Muchas veces, esta información anual es difícil de obtener, al menos en todas las vialidades, por los costos que ello implica. Sin embargo, se pueden conseguir estos datos de las casetas de cobro y mediante contadores automáticos instalados en estaciones maestras de las carreteras primarias del país.

En estas situaciones, las muestras de los datos sujetas a las mismas técnicas de análisis permiten generalizar el comportamiento de la población. El manual para volúmenes de tránsito de SCT, se indica un mecanismo para la estimación del TDPA mediante la combinación de los métodos de estimación tradicional SCT y TMG

(Traffic Monitoring Guide, por sus siglas en ingles)<sup>33</sup>. Esto es, que si el aforo determinado es de período limitado, el TDPA se estima corrigiendo el número de vehículos, dividido entre el número de días del conteo, con factores estadísticos que consideren las variaciones estacionales, mensuales y diarias, de este modo se obtiene un método generalizado con la posibilidad de conteos especiales como el realizado en el presente estudio<sup>34</sup>. A continuación se presenta el método utilizado:

$$TDPA_{tramo\ i} = TPH_{tramo\ i} \times Fd_{día} \times Fs_{fin} \times F_{mes} \times FC_{anual}$$

Donde;

TDPA tramo i:	Transito Promedio Diario Anual del tramo i.
TPH tramo i:	Transito Promedio Horario del tramo i tomado en campo.
F <sub>día</sub> :	Factor de corrección por día de la semana para el tramo i.
F <sub>fin</sub> :	Factor de corrección por día en fin de semana para el tramo i.
F <sub>mes</sub> :	Factor de corrección de la estacionalidad del mes en que se tomó la muestra, de la estación maestra SCT para el tramo i.
F <sub>C<sub>anual</sub></sub> :	Factor de crecimiento anual del tránsito vehicular (aplicable dado que el conteo temporal se realizó en años anteriores al que se requiere la estimación). Como se indicó será del 3.5%.

La expansión al TDPA se realizó al aplicar al Tránsito Promedio por Hora (TPH) los factores de ajuste al volumen horario semanal de la estación maestra más cercana de la Zona Metropolitana de Cancún, y multiplicando el resultado por el factor de corrección de día de la semana (F<sub>día</sub>), factor fin de semana (F<sub>fin</sub>), el factor de estacionalidad del mes, en este caso de julio (F<sub>mes</sub>), y finalmente, el factor de crecimiento anual del tránsito vehicular (aplicable dado que el conteo temporal se realizó en años anteriores al que se requiere la estimación). Los cálculos realizados pueden verificarse en el Anexo E Estudios de Mercado.

Para este método se deberá considerar que:

- Deberá emplearse la ecuación para cada tipo de vehículo.
- Es requisito que la estación se encuentre dentro de la zona del conglomerado o influencia.

<sup>33</sup> Revisar el Manual para Volúmenes de Transito de la SCT, 2016; Pp. 101.

<sup>34</sup> No hay que dejar de mencionar que en el espíritu del presente estudio se mantiene como alcance del mismo realizar un Análisis Costo Beneficio Simplificado tal cual lo establecen las Reglas de Operación del Fondo Metropolitano, lo que permite mayor flexibilidad en cuanto al rigor de los métodos de estimación mediante la combinación de información de campo y de gabinete. Esto significa que la estimación de volúmenes anuales a través de conteos temporales en la red de carreteras mexicanas el tiempo mínimo de conteo válido para la aproximación consta de 48 horas continuas lo cual representa una dificultad técnica que implica altos costos hundidos para la evaluación del proyecto, peor aun tomando en consideración que comúnmente se emplea conteos temporales semanales para este propósito.

- La estimación el TDPA total se obtendrá mediante la suma de las estimaciones del TDPA de cada categoría vehicular.

Los datos fuente para determinar la estimación del método generalizado se realizaron a partir de las fluctuaciones de la Estación Maestra más cercana, tal cual lo indica el Manual de la SCT, antes referido. En la siguiente imagen se ilustra la posición de dicha estación, y su interacción en el rango de influencia del presente proyecto.

Figura 80. Estación maestra T. Der Alfredo V. Bonfil en la ZM de Cancún.



Fuente: Elaboración propia.

Los factores de corrección se obtuvieron de los estudios de campo llevó a del "ACB Distribuidores Viales en la Av. López Portillo" vigente en la Cartera de Inversiones de la SHCP del año 2018, específicamente aforos automáticos durante siete días las 24 horas en la carretera Mérida-Cancún, específicamente en 3 estaciones a lo largo del tramo, del 17 al 24 de julio de 2014, véase Cuadro 13. El cuadro 13, captura el patrón de movilidad de la ciudad de Cancún, y es representativo de las vialidades primarias puesto que sobre la Av. López Portillo que divide a la ciudad de Cancún entre norte y sur.

Cuadro 54. Datos base para factores de corrección, Estación Carretera Mérida-Puerto Juárez.

DIA	TRANSITO			Total
	A	B	C	
Lunes	8,280	891	1,971	11,142
Martes	8,738	908	2,148	11,794
Miércoles	8,895	921	2,274	12,090
Jueves	8,104	800	2,018	10,922
Viernes	6,042	554	1,459	8,055
Sábado	7,385	782	1,812	9,979
Domingo	7,580	806	1,814	10,200

Total fin semana	14,965	1,588	3,626	20,179
Total entre semana	40,059	4,074	9,870	54,003
<b>TOTAL SEMANA</b>	<b>55,024</b>	<b>5,662</b>	<b>13,496</b>	<b>74,182</b>
Promedio fin de semana	7,483	794	1,813	10,090
Promedio entre semana	8,012	815	1,974	10,801
<b>TPDS</b>	<b>7,861</b>	<b>809</b>	<b>1,928</b>	<b>10,597</b>
<b>TPDA</b>	<b>6,482</b>	<b>667</b>	<b>1,500</b>	<b>8,739</b>

Fuente: Recuperado del estudio "ACB Distribuidores Viales en la Av. López Portillo de la Cd. de Cancún (2018).

Con la información anterior se determinaron los factores de corrección por tipo de vehículo en la zona urbana de Cancún para aplicarse a la muestra del conteo temporal de cada tramo en estudio. Así mismo, el factor de corrección del crecimiento de tránsito vehicular se aplicó utilizando una tasa del 3.5% al considerar el número de periodos entre el año 2014 y 2019, aplicando una tasa de crecimiento mediante la siguiente formula:

$$FC_{anual} = (1 + Tasa_{anual})^n$$

Donde;

**FC<sub>anual</sub>:** Factor de crecimiento anual del tránsito vehicular (aplicable dado que el conteo temporal se realizó en años anteriores al que se requiere la estimación). Como se indicó será del 3.5%.

**Tasa<sub>anual</sub>:** Tasa de crecimiento del Tránsito Vehicular en la zona de influencia.

**n:** Número de periodos entre el año inicial al año final.

De este modo obtenemos lo siguiente:

Cuadro 55 Cálculo de los factores de corrección del TDPA.

ESTACIÓN MAESTRA					
VTA 2014:					918,792
TDPA:					2,517
FAC MES JUL:					0
VTA JUL:					94,636
TDPM JUL:					3,053
FACTOR MES:					1
Periodos 2019-2014					5
HORA	Composición Vehicular			Total	
	A	B	C		
Fd	1.15	1.19	1.14	1.16	

Ffs	1.24	1.22	1.24	1.23
Fm (julio)	1.21	1.21	1.21	1.21
FC (anual)	1.18	1.18	1.18	1.18

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el resultado de los datos tomados en campo ajustados por el método generalizado presentado con anterioridad:

Como se puede observar, la tasa de crecimiento anual de tránsito puede ser determinada mediante la tasa de crecimiento anual del parque vehicular en el municipio, no obstante, la tasa podría no reflejar el periodo de los próximos treinta años por ser demasiado alta. Por otro lado, el municipio de Benito Juárez es el más poblado y con mayor influencia en el PIB terciario de Quintana Roo, por lo que esta tasa refleja en buena medida el aumento del tránsito en Cancún, sin embargo; para presentar estimaciones basadas en un crecimiento aún más conservador, se determina utilizar una tasa de crecimiento anual del TDPA de 3.5%, en virtud de cuidar sobreestimaciones en los beneficios del proyecto producto del Costo Generalizado de Viaje, el cual depende en gran medida de la tasa de crecimiento utilizada. La forma funcional para la aplicación de la tasa de crecimiento es la siguiente, la cual es tomada del Manual de Capacidad Vial de la SCT:

$$TDPA = TDPA_0 (1 + tiat_1)^5 (1 + tiat_2)^{N-5}$$

Donde:

TIAT: Tasa de incremento anual de tránsito.

TDPA: Tránsito promedio diario anual.

N: Número de periodos en el horizonte de evaluación.

A continuación, se presentan los resultados de la proyección de la interacción de la oferta y la demanda en un horizonte de 32 años:

Cuadro 56 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre.

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	1,921	984	0.7025	C	88,695	1,245,015	D	F
1	2021	1,988	1,018	0.7271	C	91,799	1,288,591	D	F
2	2022	2,058	1,054	0.7525	C	95,012	1,333,691	C	D
3	2023	2,130	1,090	0.7789	C	98,338	1,380,370	C	D
4	2024	2,204	1,129	0.8061	D	101,780	1,428,683	C	D
5	2025	2,282	1,168	0.8343	D	105,342	1,478,687	C	D
6	2026	2,361	1,209	0.8636	D	109,029	1,530,441	C	D
7	2027	2,444	1,251	0.8938	D	112,845	1,584,007	C	D
8	2028	2,530	1,295	0.9251	E	116,794	1,639,447	C	D

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
9	2029	2,618	1,340	0.9574	E	120,882	1,696,828	C	D
10	2030	2,710	1,387	0.9909	E	125,113	1,756,217	C	D
11	2031	2,805	1,436	1.0256	F	129,492	1,817,684	C	D
12	2032	2,903	1,486	1.0615	F	134,024	1,881,303	C	D
13	2033	3,004	1,538	1.0987	F	138,715	1,947,149	C	D
14	2034	3,110	1,592	1.1371	F	143,570	2,015,299	C	D
15	2035	3,218	1,648	1.1769	F	148,595	2,085,834	C	D
16	2036	3,331	1,705	1.2181	F	153,796	2,158,839	C	D
17	2037	3,448	1,765	1.2608	F	159,179	2,234,398	C	D
18	2038	3,568	1,827	1.3049	F	164,750	2,312,602	C	D
19	2039	3,693	1,891	1.3506	F	170,516	2,393,543	C	D
20	2040	3,822	1,957	1.3978	F	176,484	2,477,317	C	D
21	2041	3,956	2,025	1.4468	F	182,661	2,564,023	C	D
22	2042	4,095	2,096	1.4974	F	189,054	2,653,764	C	D
23	2043	4,238	2,170	1.5498	F	195,671	2,746,646	C	D
24	2044	4,386	2,246	1.6040	F	202,520	2,842,778	C	D
25	2045	4,540	2,324	1.6602	F	209,608	2,942,275	C	D
26	2046	4,699	2,406	1.7183	F	216,944	3,045,255	C	D
27	2047	4,863	2,490	1.7784	F	224,537	3,151,839	C	D
28	2048	5,033	2,577	1.8407	F	232,396	3,262,153	C	D
29	2049	5,210	2,667	1.9051	F	240,530	3,376,329	C	D
30	2050	5,392	2,760	1.9718	F	248,949	3,494,500	C	D
31	2051	5,581	2,857	2.0408	F	257,662	3,616,808	C	D

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Cuadro 57 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 2a, Av. Chac Mool.

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	2,448	1,163	0.8304	D	10,464	678,535	E	F
1	2021	2,534	1,203	0.8594	D	10,831	702,284	E	F
2	2022	2,622	1,245	0.8895	D	11,210	726,864	C	D
3	2023	2,714	1,289	0.9206	E	11,602	752,304	C	D
4	2024	2,809	1,334	0.9529	E	12,008	778,635	C	D
5	2025	2,907	1,381	0.9862	E	12,428	805,887	C	D
6	2026	3,009	1,429	1.0207	F	12,863	834,093	C	D
7	2027	3,115	1,479	1.0564	F	13,314	863,286	C	D
8	2028	3,224	1,531	1.0934	F	13,780	893,501	C	D
9	2029	3,336	1,584	1.1317	F	14,262	924,774	C	D
10	2030	3,453	1,640	1.1713	F	14,761	957,141	C	D
11	2031	3,574	1,697	1.2123	F	15,278	990,641	C	D
12	2032	3,699	1,757	1.2547	F	15,812	1,025,313	C	D
13	2033	3,829	1,818	1.2986	F	16,366	1,061,199	C	D
14	2034	3,963	1,882	1.3441	F	16,939	1,098,341	C	D
15	2035	4,101	1,948	1.3911	F	17,531	1,136,783	C	D
16	2036	4,245	2,016	1.4398	F	18,145	1,176,570	C	D
17	2037	4,393	2,086	1.4902	F	18,780	1,217,750	C	D
18	2038	4,547	2,159	1.5424	F	19,437	1,260,371	C	D
19	2039	4,706	2,235	1.5964	F	20,118	1,304,484	C	D
20	2040	4,871	2,313	1.6522	F	20,822	1,350,141	C	D
21	2041	5,041	2,394	1.7101	F	21,551	1,397,396	C	D

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
22	2042	5,218	2,478	1.7699	F	22,305	1,446,305	C	D
23	2043	5,401	2,565	1.8319	F	23,086	1,496,926	C	D
24	2044	5,590	2,654	1.8960	F	23,894	1,549,318	C	D
25	2045	5,785	2,747	1.9623	F	24,730	1,603,544	C	D
26	2046	5,988	2,843	2.0310	F	25,595	1,659,668	C	D
27	2047	6,197	2,943	2.1021	F	26,491	1,717,757	C	D
28	2048	6,414	3,046	2.1757	F	27,418	1,777,878	C	D
29	2049	6,639	3,153	2.2518	F	28,378	1,840,104	C	D
30	2050	6,871	3,263	2.3306	F	29,371	1,904,508	C	D
31	2051	7,112	3,377	2.4122	F	30,399	1,971,166	C	D

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Cuadro 58 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 2b, Av. Chac Mool.

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	2,448	1,163	0.8304	D	10,464	678,535	E	F
1	2021	2,534	1,203	0.8594	D	10,831	702,284	E	F
2	2022	2,622	1,245	0.8895	D	11,210	726,864	C	D
3	2023	2,714	1,289	0.9206	E	11,602	752,304	C	D
4	2024	2,809	1,334	0.9529	E	12,008	778,635	C	D
5	2025	2,907	1,381	0.9862	E	12,428	805,887	C	D
6	2026	3,009	1,429	1.0207	F	12,863	834,093	C	D
7	2027	3,115	1,479	1.0564	F	13,314	863,286	C	D
8	2028	3,224	1,531	1.0934	F	13,780	893,501	C	D
9	2029	3,336	1,584	1.1317	F	14,262	924,774	C	D
10	2030	3,453	1,640	1.1713	F	14,761	957,141	C	D
11	2031	3,574	1,697	1.2123	F	15,278	990,641	C	D
12	2032	3,699	1,757	1.2547	F	15,812	1,025,313	C	D
13	2033	3,829	1,818	1.2986	F	16,366	1,061,199	C	D
14	2034	3,963	1,882	1.3441	F	16,939	1,098,341	C	D
15	2035	4,101	1,948	1.3911	F	17,531	1,136,783	C	D
16	2036	4,245	2,016	1.4398	F	18,145	1,176,570	C	D
17	2037	4,393	2,086	1.4902	F	18,780	1,217,750	C	D
18	2038	4,547	2,159	1.5424	F	19,437	1,260,371	C	D
19	2039	4,706	2,235	1.5964	F	20,118	1,304,484	C	D
20	2040	4,871	2,313	1.6522	F	20,822	1,350,141	C	D
21	2041	5,041	2,394	1.7101	F	21,551	1,397,396	C	D
22	2042	5,218	2,478	1.7699	F	22,305	1,446,305	C	D
23	2043	5,401	2,565	1.8319	F	23,086	1,496,926	C	D
24	2044	5,590	2,654	1.8960	F	23,894	1,549,318	C	D
25	2045	5,785	2,747	1.9623	F	24,730	1,603,544	C	D
26	2046	5,988	2,843	2.0310	F	25,595	1,659,668	C	D
27	2047	6,197	2,943	2.1021	F	26,491	1,717,757	C	D
28	2048	6,414	3,046	2.1757	F	27,418	1,777,878	C	D
29	2049	6,639	3,153	2.2518	F	28,378	1,840,104	C	D

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
30	2050	6,871	3,263	2.3306	F	29,371	1,904,508	C	D
31	2051	7,112	3,377	2.4122	F	30,399	1,971,166	C	D

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

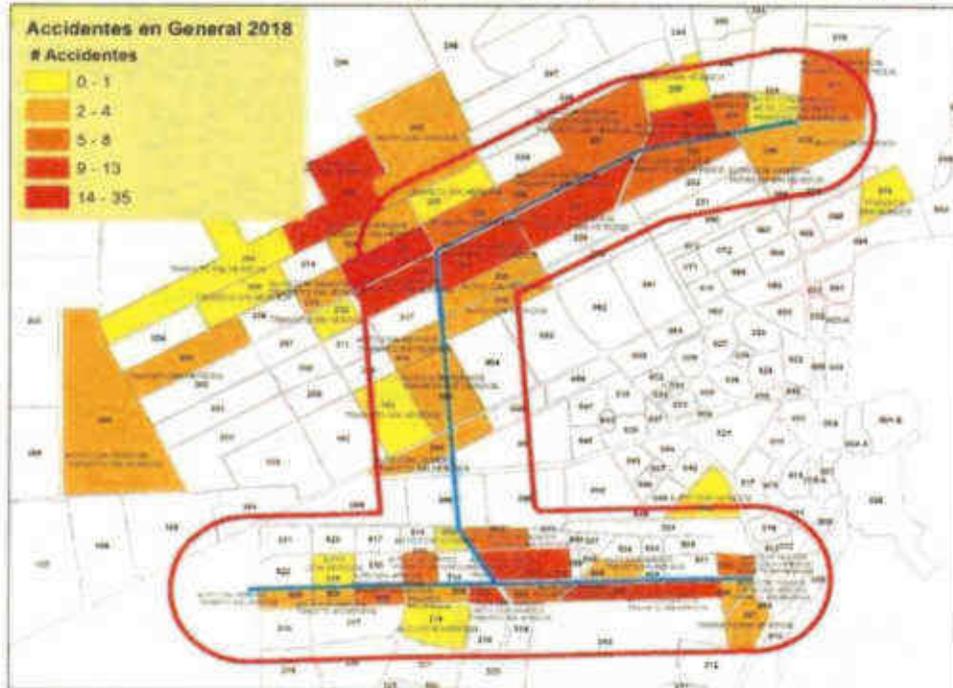
Cuadro 59 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 3, Av. Cancún.

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	1,637	702	0.5014	A	20,133	1,036,235	D	F
1	2021	1,694	727	0.5190	A	20,838	1,072,503	D	F
2	2022	1,754	752	0.5371	A	21,567	1,110,041	C	D
3	2023	1,815	778	0.5559	A	22,322	1,148,892	C	D
4	2024	1,878	806	0.5754	A	23,103	1,189,103	C	D
5	2025	1,944	834	0.5955	A	23,912	1,230,722	C	D
6	2026	2,012	863	0.6164	B	24,749	1,273,797	C	D
7	2027	2,083	893	0.6380	B	25,615	1,318,380	C	D
8	2028	2,156	924	0.6603	B	26,511	1,364,524	C	D
9	2029	2,231	957	0.6834	B	27,439	1,412,282	C	D
10	2030	2,309	990	0.7073	C	28,400	1,461,712	C	D
11	2031	2,390	1,025	0.7321	C	29,394	1,512,872	C	D
12	2032	2,474	1,061	0.7577	C	30,423	1,565,822	C	D
13	2033	2,560	1,098	0.7842	C	31,487	1,620,626	C	D
14	2034	2,650	1,136	0.8117	D	32,589	1,677,348	C	D
15	2035	2,743	1,176	0.8401	D	33,730	1,736,055	C	D
16	2036	2,839	1,217	0.8695	D	34,911	1,796,817	C	D
17	2037	2,938	1,260	0.8999	D	36,132	1,859,706	C	D
18	2038	3,041	1,304	0.9314	E	37,397	1,924,795	C	D
19	2039	3,147	1,350	0.9640	E	38,706	1,992,163	C	D
20	2040	3,257	1,397	0.9977	E	40,061	2,061,889	C	D
21	2041	3,371	1,446	1.0327	F	41,463	2,134,055	C	D
22	2042	3,489	1,496	1.0688	F	42,914	2,208,747	C	D
23	2043	3,611	1,549	1.1062	F	44,416	2,286,053	C	D
24	2044	3,738	1,603	1.1449	F	45,970	2,366,065	C	D
25	2045	3,869	1,659	1.1850	F	47,579	2,448,877	C	D
26	2046	4,004	1,717	1.2265	F	49,245	2,534,588	C	D
27	2047	4,144	1,777	1.2694	F	50,968	2,623,298	C	D
28	2048	4,289	1,839	1.3138	F	52,752	2,715,114	C	D
29	2049	4,439	1,904	1.3598	F	54,599	2,810,143	C	D
30	2050	4,595	1,970	1.4074	F	56,509	2,908,498	C	D
31	2051	4,756	2,039	1.4567	F	58,487	3,010,295	C	D

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Finalmente, se presenta de manera gráfica la incidencia de accidentes común registrados en el último año 2018 en el área de influencia del proyecto:

Figura 81 Accidentes vehiculares según Región y Área de Influencia (AI).



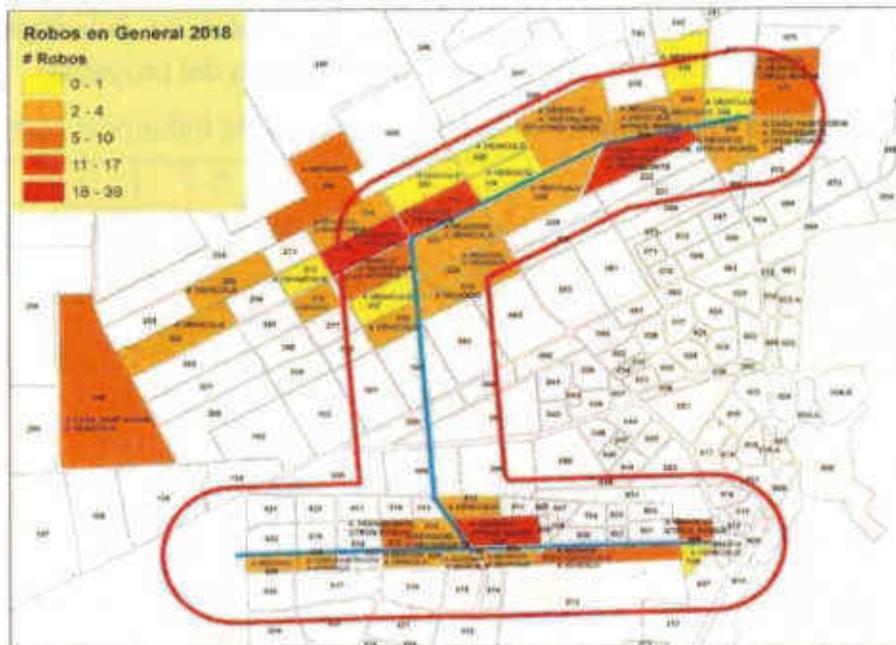
Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP).

Del total de incidentes vehiculares, se registraron en el área de influencia un total de 35 colisiones con ciclistas, siendo los tramos de las avenidas 20 de noviembre y Cancún las más afectadas<sup>35</sup>. Se espera que con la optimización esta se reduzca al mínimo posible.

En cuanto a la incidencia de robos en las vialidades se presenta la situación actual con información de la Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Quintana Roo, la optimización no tiene efecto en este rubro de la implementación mayor infraestructura de luminarias debido a que superaría el costo considerado para una optimización.

<sup>35</sup> Revisar el apartado de anexos en el que se incluye la estadística de accidentes dentro de la zona urbana de Cancún del último ciclo 2018-19.

Figura 82 Robo Común en horario nocturno dentro del área de influencia.



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP).

## e) Alternativas de Solución

### Alternativa 1: Ciclovía y andadores de concreto permeable dentro del camellón central.

La alternativa 1 en caso de que se decida realizar el proyecto consiste en transferir la demanda de los ciclistas y peatones hacia condiciones de mayor seguridad y mejor nivel de servicio, de acuerdo con los siguientes trabajos:

- Construcción de la ciclovía en una longitud total de 15,000 ml y un ancho de 4.2 m para un total de 63,000.00 m<sup>2</sup>, con pavimento de concreto permeable de 6 cm, con material de sub-base y base permeable.
- Construcción de andador peatonal en una longitud total de 15,495 ml y un ancho de 3.2 m para un total de 49,584.00 m<sup>2</sup>, este será construido con pavimento de concreto permeable de 7 cm, con material de sub-base y base permeable.
- Sistema pluvial a base de 1,122.00 pozos de absorción de relleno de balastro de 1x1x1 a cada 100 m<sup>2</sup>.
- Dentellones de concreto (incluye pintura color amarillo tránsito) de 30,990.00 ml para confinamiento de andador y 30,000.00 para confinamiento de ciclovía.

- Alumbrado solar que consiste en 1,093 piezas a lo largo del recorrido de la ciclovia y en andador; cada pieza cuenta con los siguientes elementos: base de concreto piramidal, poste metálico cónico circular de 7 m de altura con acabado primer y con luminario de 100 W.
- Señalamiento vertical consistente en 1,095 piezas en ciclovia, andadores y cruces peatonales. Clasificadas en:
  - Señaléticas turísticas y de servicios: Ciclismo, Zona o instalaciones para discapacitados.
  - Señaléticas preventivas: Paso de peatones, reductor de velocidad, glorieta y circulación de bicicletas.
  - Señaléticas restrictivas: Alto, límite de velocidad máxima ciclista, prohibida la vuelta a la izquierda, límite de velocidad máxima vehicular, prohibido el paso de motociclistas.
  - Señaléticas informativas: Letrero de cruce de calles e identificación de ruta ciclista-KM.
- Señalamiento horizontal raya central para separación de carriles en la ciclovia en 15,000.00 ml.
- Vialitas 2,140.00 piezas las cuales tienen las siguientes características: od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de 10 x 10 cm. Vialitas - 8 continua a cada 15.0 m. de separación: -color blanco una cara reflejante. Para cruces de calles en Ciclovia y Andador.
- Boya metálica, 15,100.00 piezas de 22 x 22 cm, Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovia y Andador.
- Señalamiento horizontal con pintura en cebreado, 25,920 ml, pintado con un ancho de línea de 0.60 m, con una separación de 0.60 m. Desarrollado en un ancho de 12.0 m aproximadamente. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovia y andador.
- Señalamiento horizontal con pintura en cebreado, 77,760 ml, pintado con un ancho de línea de 0.60 m, con una separación de 0.60 m. Desarrollado en un ancho de 9.0 m aproximadamente. Ubicados en cruces de calles perimetrales al camellón.
- Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador con 15,495.00 ml.
- Guía Podotáctil circular preventiva de 20 cm de ancho en cruces con intersecciones viales para freno con 11,178 ml.
- Bolardo de polietileno para confinamiento vehicular de 180 cm de alto con 2,300 piezas.
- En los cruces se colocarán 40 piezas de semáforos peatonales de alto impacto con peatón-cronómetro, peatón animado y señal auditiva para cruce seguro con sus respectivos postes con base 180mm.

- Se construirán guarniciones en camellones de concreto  $f'c$ : 150 kg/cm<sup>2</sup> con 300 m<sup>2</sup> de sección, incluye pintura color amarillo tránsito con 40,690 ml.
- Por la interacción del camellón con la vialidad se realizarán pasos peatonales seguros (plazoletas), de piso de concreto estampado de 8 cm, una longitud variable de acuerdo al ancho de corona de las vialidades donde se realizarán los cruces en un total de 12,580.00 m<sup>2</sup>.

La principal característica de esta alternativa es el uso de concreto permeable que permite la permeabilidad del agua a través del material teniendo una base y subbase de balasto y grava respectivamente, evitando que queden áreas inundables, además que es de beneficio para las áreas verdes perimetrales al andador y ciclovia.

Otro de los aspectos relevantes en esta propuesta es el uso del alumbrado solar con luminarios de 100 W., que es un alumbrado sustentable.

Cuadro 60 Costos de Inversión de la Alternativa 1 (Precios constantes 2020).

Monto total de inversión		
Componentes/Rubros		TOTAL
1	PRELIMINARES	\$21,473,590.92
2	CICLOVIA	\$55,867,224.00
3	ANDADOR PEATONAL	\$45,983,482.63
4	SISTEMA DE INSTALACIÓN PLUVIAL	\$9,817,286.82
5	ALUMBRADO PÚBLICO SOLAR	\$53,458,382.08
6	SEÑALETICA VERTICAL	\$1,335,494.85
7	SEÑALETICA HORIZONTAL	\$8,778,007.87
8	SEMAFORIZACIÓN PEATONAL	\$1,377,262.40
9	GUARNICIONES EN CAMELLONES	\$11,102,673.40
10	PASOS PEATONALES (PLAZOLETAS)	\$9,670,195.68
<b>Subtotal de Componentes/Rubros</b>		<b>\$218,863,600.65</b>
<b>Impuesto al Valor Agregado (16%)</b>		<b>\$35,018,176.11</b>
<b>Otros Impuestos</b>		<b>\$0.00</b>
<b>Total</b>		<b>\$253,881,776.76</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12)

Cuadro 61 Descripción de Trabajos de la Alternativa 1 (Precios constantes 2020).

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
Pavimento de Concreto permeable para Ciclovia	Ciclovia-Infraestructura vial	m <sup>2</sup>	63,000.00	\$64,854,334.44	Pavimento concreto permeable de 6 cm de espesor, resistencia con $f'c$ = 150 kg/cm <sup>2</sup> .
Dentellón de concreto para Ciclovia	Ciclovia-Infraestructura vial	ml	30,000.00	\$9,495,528.00	Dentellón de concreto de $f'c$ = 150 kg/cm <sup>2</sup> de 0.20 x 0.30 m. Incluye

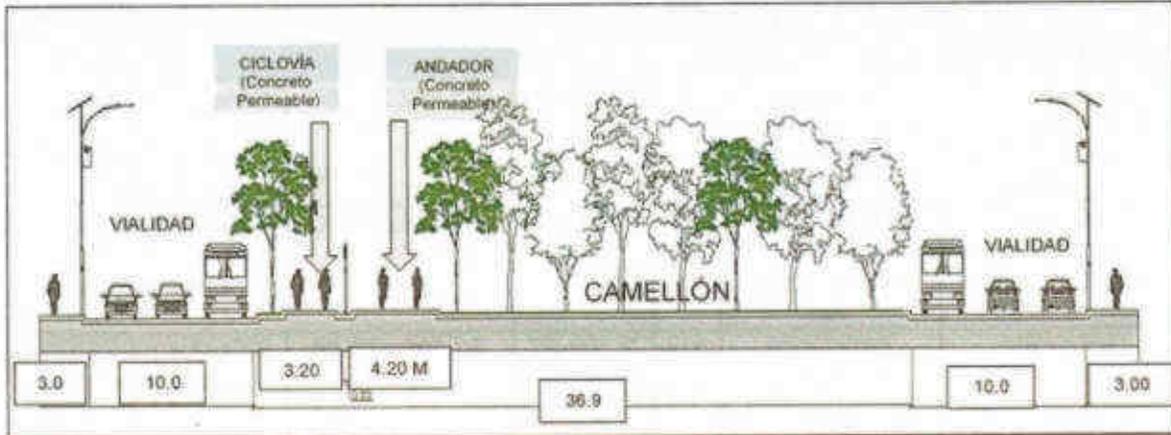
Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
					pintura final color amarillo tránsito.
Pavimento de Concreto permeable para Andador.	Andador peatonal-Infraestructura vial	m2	49,584.00	\$53,176,541.29	Pavimento concreto permeable de 7 cm de espesor, resistencia con f'c= 150 kg/cm2.
Dentellón de concreto para Andador	Andador peatonal-Infraestructura vial	ml	30,990.00	\$9,808,880.42	Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm2 de 0.20 x 0.30 m. Incluye pintura final color amarillo tránsito.
Sistema Pluvial para Ciclovía y Andador	Sistema Pluvial-Servicios Básicos	pza	1,122.00	\$11,388,052.71	Pozo de absorción de 1x1x1 m (uno cada 100 m2), para Ciclovía y Andador peatonal.
Alumbrado solar con luminaria para Ciclovía y Andador	Alumbrado Solar- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$56,687,114.08	Alumbrado público solar con lámpara de LED de 100 W, potencia lumínica de 6,400 lm, arreglo solar de 250 Wp, para operar 9 h por noche, gabinete metálico para baterías y control apropiado para intemperie. Batería libre de mantenimiento: respaldo en baterías de 3 días. Colocado a cada 15 mts.
Poste para alumbrado solar para Ciclovía y Andador	Alumbrado Solar- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$5,705,460.00	Poste metálico cónico circular de 7m de altura punta de poste acabado primer.
Señalética Vertical de Servicios y Turismo	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	420.00	\$594,203.74	Señalética de Servicios y Turística, refl. grado ingeniería, de 61 x 61 con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Preventiva	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	238.00	\$336,715.45	Señalética Preventiva de 71x71cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Restrictiva	Señalética Vertical-	pza	350.00	\$495,169.78	Señalética Restrictiva de 61x61cm y 71x71

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
	Infraestructura vial				cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Informativa	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	87.00	\$123,085.06	Señalética Informativa, refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Horizontal, raya central para Ciclovía	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	15,000.00	\$169,302.00	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovía
Señalética Horizontal, vialetas para ciclovía.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	2,140.00	\$93,164.47	Vialetas od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de 10 x 10 cm. vialetam - 8 continua a cada 15.00 m. de separación: -color blanco una cara reflejante. Para cruces de calles.
Señalética Horizontal, boyas metálicas para ciclovía y andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	15,100.00	\$1,721,822.80	Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovía y Andador.
Señalética Horizontal, pintura, cebrado de 12.0 m para paso peatonal.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	25,920.00	\$292,553.86	Señalamiento horizontal con pintura en cebrado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 12.00 mts. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovía y andador.
Señalética Horizontal, pintura, cebrado de 9.0 m para paso peatonal.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	77,760.00	\$877,661.57	Señalamiento horizontal con pintura en cebrado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 9.00 mts. Para conexión y acceso perimetral.

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ L.V. A	Principales características
Señalética Horizontal, guía podotáctil lineal para andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	15,495.00	\$2,462,285.66	Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador.
Señalética Horizontal, guía podotáctil circular para andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	11,178.00	\$1,776,278.10	Guía Podotáctil circular para freno en el de andador.
Señalética Horizontal, bolardos para cruces de intersecciones viales.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	2,300.00	\$2,789,420.68	Bolardos para cruces de intersecciones viales. En ciclovia y Andador.
Semaforización para ciclovia y andador	Semaforización-Infraestructura vial	pza	40.00	\$1,597,624.38	Semáforo peatonal (incluye poste), fabricado en policarbonato de alto impacto (semáforo con 02 secciones de 20cm (peatón-cronometro) (peatón animado) señal auditiva para semáforo peatonal.
Guarniciones en camellones	Guarniciones en camellones-Infraestructura vial	ml	40,690.00	\$15,585,676.23	Construcción de guarnición concreto f'c=150kg/cm2 perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.
Pasos peatonales	Pasos peatonales -Infraestructura vial	m2	12,580.00	\$13,850,902.05	Piso de 8 cm de concreto estampado de f'c = 150 kg/cm2 con diseño abanico, armado con malla electrosoldada 6,6-10,10 terminado pulido, utilizando endurecedor color según proyecto, desmoldante neutro y sellador acrílico,

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12).

Figura 83 Situación sin Proyecto: Corte de Sección Alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 62 Costos de la Alternativa 1 (Precios constantes 2020).

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
<b>1. Inversión</b>			
Inicial	Se considera el monto de construcción. Primer año.	\$131,849,581.03	Año 0
	Se considera el monto de construcción. Segundo año.	\$87,014,019.62	Año 1
<b>2. Costos de operación<sup>36</sup></b>			
Servicios públicos	Por pago servicios públicos, y Personal (Jardinería, Electricistas, etc).	\$ 1,434,456.00	Anual
<b>3. Costos de Mantenimiento</b>			
CICLOVIA	Mantenimiento durante un año para garantizar la correcta permeabilidad del sistema.	\$4,064,157.44	Único
CICLOVIA	Mantenimiento normal, reparaciones normales. Consiste en resanes y reposiciones menores en áreas dañadas por el levantamiento de raíces, tránsito de vehículos, etc.	\$ 1,035,870.72	Anual
CICLOVIA	Limpieza con agua a presión	\$ 762,029.52	Anual
ANDADOR PEATONAL	Mantenimiento normal, resanes y reposiciones menores en áreas dañadas	\$ 828,696.58	Anual
ANDADOR PEATONAL	Mantenimiento trimestral durante un año para garantizar la correcta permeabilidad del sistema. Incluye los 4 trimestres	\$ 3,220,911.68	Anual

<sup>36</sup> Para el análisis financiero, y dado que el periodo de inversión es de 18 meses, en el año 1 se consideran solo la parte proporcional de costos de operación y mantenimiento de 6 meses.

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
ANDADOR PEATONAL	Limpieza con agua a presión	\$ 603,920.94	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación mayor de postes.	\$ 2,713,549.21	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación de luminarias.	\$ 1,808,130.05	Anual
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	Aplicación de pintura en: señalamiento horizontal.	\$ 5,989.80	Anual
ADECUACIÓN DE PAVIMENTACIÓN	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4,	\$1,950,000.00	Cada 5 años

Fuente: Elaboración propia con base en cotizaciones a precios constantes 2020.

\*Se incluyen cotizaciones a infraestructura vial y catálogo de conceptos de mantenimiento (revisar Anexo B-4 y B-5).

El análisis de ventajas y desventajas del material propuesto para la construcción de la alternativa 1, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 63 Análisis de ventajas técnicas de la Alternativa 1.

<b>Alternativa 1 (Proyecto)</b>	
<b>(Ciclovía y Andadores de Concreto Permeable)</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
El concreto permeable es reconocido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos como una de las mejores prácticas de manejo de aguas pluviales. El concreto permeable actúa como un área de detención del agua y permite la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo, reduciendo su contaminación, eliminando encharcamientos, y rellenando el acuífero.	Mayor complejidad para su construcción (Proceso de compactación).
Reducción de costos de drenaje pluvial comparado con otros pavimentos, debido a que no se necesita conducir el agua a través de tuberías hasta el sistema de drenaje pluvial.	Su buena funcionalidad radica en la correcta instalación.
Mayor tiempo de vida y menor costo de mantenimiento en comparación con otros pavimentos. De acuerdo a diversas fuentes, incluyendo la Asociación de Cemento Portland (PCA), la Asociación Nacional de Concreto Premezclado de Estados Unidos (National Ready Mixed Concrete Association) y la Alianza de construcción Verde (Green Building Alliance) el concreto permeable tiene un tiempo de vida útil de 20 a 40 años, siempre y cuando tenga una correcta instalación y mantenimiento.	El mantenimiento erróneo puede dañar la superficie.
Textura: La superficie de concreto permeable se puede hacer tan segura (antiderrapante) como se quiera, lo que es especialmente útil en época de lluvias intensas.	Pérdida de permeabilidad con el paso del tiempo si no se mantiene con limpiezas periódicas con agua a presión.

Alternativa 1 (Proyecto) (Ciclovía y Andadores de Concreto Permeable)	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Economía en Iluminación: La superficie de concreto permeable es tres veces más reflejante que la de asfalto en cuanto a luz y calor, lo que resulta en una mejor iluminación y a su vez, reduce la temperatura del medio ambiente.</p> <p>En el caso de las luminarias solares LED, se tienen las ventajas de</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ahorro en los altos costos de canalización y tendido eléctrico.</li> <li>2. Se trata de un sistema sustentable a base de energía renovable solar fotovoltaica que no genera ninguna emisión contaminante durante su vida útil.</li> <li>3. Facilidad de instalación.</li> <li>4. Cada luminaria es independiente.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia.

### Alternativa 2:

#### **Ciclovía y andadores de pavimento de asfalto y concreto premezclado respectivamente dentro del camellón.**

Como alternativa dos no se considera otro tipo de diseño ya que no se tendrían los beneficios esperados y no resuelve la problemática planteada sobre la interacción entre el tránsito vehicular, peatones y ciclistas. Por lo anterior, el único espacio factible para el confinamiento de la ciclovía y el andador se ubica dentro del camellón de las vialidades, quedando solo como alternativa la factibilidad entre materiales de construcción para las superficies de andadores ciclovía y el drenaje que se pudiera emplear. Esto corresponde a la construcción de la ciclovía y el andador peatonal, con materiales tradicionales: concreto hidráulico y asfáltico respectivamente, siguiendo el mismo trazo de la alternativa 1. En cuestión de iluminación, se proponen luminarias convencionales tipo LED y en el sistema de drenaje pluvial se colocarán pozos de visita cónicos.

Para efectos de comparación, se asume que ambas propuestas representan una solución de largo plazo de la problemática identificada con beneficios sociales similares. Esta última consiste en:

- Construcción de la ciclovía en una longitud total de 15,000 ml y un ancho de 4.2 m para un total de 63,000 m<sup>2</sup>, de carpeta de 6 cm de concreto asfáltico, teniendo una base al 95% de su pvsm y sub-base al 90% de su pvsm.

- Construcción de andador peatonal en una longitud total de 15,495 ml y un ancho de 3.2 m para un total de 49,584 m<sup>2</sup>, piso de 12 cm de concreto premezclado de f'c: 200 kg/cm<sup>2</sup> teniendo una base al 95% de su pvsm y sub-base al 90% de su pvsm.
- Guarniciones de concreto f'c: 150kg/cm<sup>2</sup> (incluye pintura color amarillo tránsito) de 60,990 ml, correspondientes a 30,000 ml para confinamiento de andadores y 30,990 para confinamiento de ciclovia.
- Sistema pluvial a base de 1,122 pozos de visita cónicos de 60 a 120 cm. Los cuales contienen: relleno en cepas compactado con bailarina, relleno en cepas para formar cama de arena gruesa, tubo PEAD, brocal y tapa de polietileno y coladera de acero pluvial con rejilla de 42x59 cm.
- Alumbrado de LED que consiste en 1,093 piezas a lo largo del recorrido de la ciclovia y en andador; cada pieza cuenta con los siguientes elementos: base de concreto piramidal, poste metálico cónico circular de 7 m de altura con acabado primer, transformadores, cable de energía, registros eléctricos y luminarios de 80 W.
- Señalamiento vertical consistente en 1,017 piezas en ciclovia, andadores y cruces peatonales. Clasificadas en:
  - Señaléticas turísticas y de servicios: Ciclismo, Zona o instalaciones para discapacitados.
  - Señaléticas preventivas: Paso de peatones, reductor de velocidad, glorieta y circulación de bicicletas.
  - Señaléticas restrictivas: Alto, límite de velocidad máxima ciclista, prohibida la vuelta a la izquierda, límite de velocidad máxima vehicular, prohibido el paso de motociclistas.
  - Señaléticas informativas: Letrero de cruce de calles e identificación de ruta ciclista-KM.
- Señalamiento horizontal raya central para separación de carriles en la ciclovia en 15,000 ml.
- Viales, 2,140 piezas las cuales tienen las siguientes características: od - 7 tachuelas y botones; od - 7 de 10 x 10 cm. Viales - 8 continua a cada 15.0 m. de separación: -color blanco una cara reflejante. Para cruces de calles en Ciclovia y Andador
- Boya metálica, 6,624.00 piezas de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovia y Andador.
- Señalamiento horizontal con pintura en cebreado en 25,920 ml, pintado con un ancho de línea de 0.60 m, con una separación de 0.60 m. Desarrollado en un ancho de 12.0 m aproximadamente. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovia y andador.

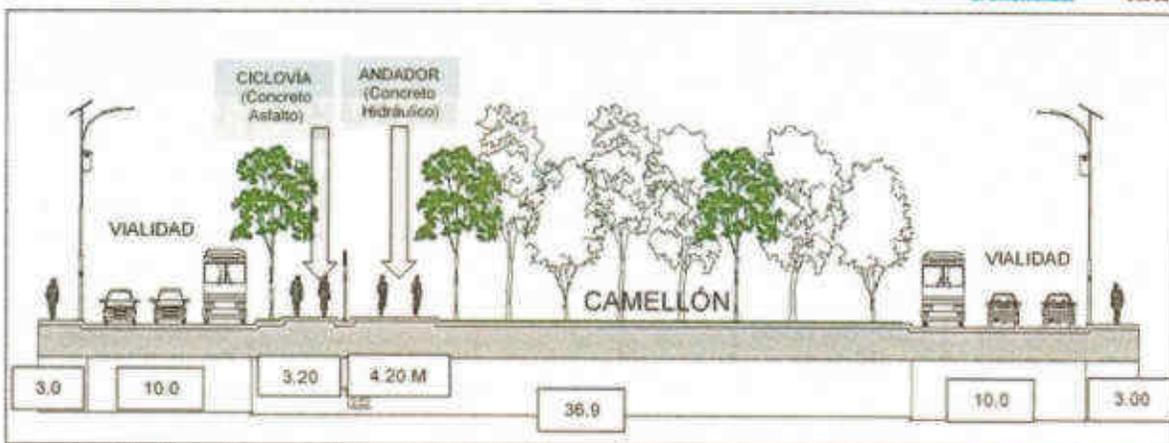
- Señalamiento horizontal con pintura en cebreado en 77,760 ml, pintado con un ancho de línea de 0.60 m, con una separación de 0.60 m. Desarrollado en un ancho de 9.0 m aproximadamente. Ubicados en cruces de calles perimetrales al camellón.
- Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador con 15,495 ml.
- Guía Podotáctil circular en cruces con intersecciones viales para freno con 11,178 ml.
- Bolardos para cruces de intersecciones viales en una cantidad de 2,300.00 piezas.
- En los cruces se colocarán 40 piezas de semáforos peatonales con: poste para semáforo, base de 180 mm, semáforo de policarbonato de alto impacto peatón-cronómetro y peatón animado con señal auditiva.
- Se incluyen 40,690 ml de guarniciones en el perímetro de los camellones, en tramos donde no se cuenta o se rehabilita a lo largo del proyecto.
- Por la interacción del camellón con la vialidad se realizarán cruces que se encontrarán a nivel de los pasos peatonales y de las ciclovías, con acabado estriado en rampas, estos tendrán un ancho máximo de 12.0 m y una longitud variable de acuerdo al ancho de corona de las vialidades donde se realizarán los cruces en un total de 25,920 m<sup>2</sup>.

Cuadro 64 Costos de Inversión de la Alternativa 2 (Precios constantes 2020).

<b>Monto total de inversión</b>		
<b>Componentes/Rubros</b>		<b>TOTAL</b>
1	PRELIMINARES	\$19,524,116.58
2	CICLOVIA DE ASFALTO	\$61,739,697.00
3	ANDADOR PEATONAL DE CONCRETO	\$72,125,233.49
4	SISTEMA DE INSTALACIÓN PLUVIAL	\$34,077,195.72
5	ALUMBRADO LED	\$34,921,649.69
6	SEÑALETICA VERTICAL	\$1,240,363.71
7	SEÑALETICA HORIZONTAL	\$7,944,817.07
8	SEMAFORIZACIÓN	\$1,377,262.40
9	GUARNICIONES EN CAMELLÓN	\$12,678,434.34
10	PASOS PEATONALES	\$77,781,254.40
<b>Subtotal de Componentes/Rubros</b>		<b>\$323,410,024.40</b>
<b>Impuesto al Valor Agregado (16%)</b>		<b>\$51,745,603.91</b>
<b>Otros impuestos</b>		<b>\$0.00</b>
<b>Total</b>		<b>\$375,155,628.31</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en VII. Anexos (Anexo\_B12)

Figura 84 Situación sin Proyecto: Corte de Sección Alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 65 Descripción los trabajos de la Alternativa 2 (Precios constantes 2020).

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
Pavimento de Asfalto para Ciclovía	Ciclovía-Infraestructura vial	m2	63,000.00	\$72,036,198.36	Carpeta de 6 cm de concreto asfáltico, con mezcla asfáltica elaborada en planta con cemento asfáltico del No.6 y agregado pétreo de 3/4 a finos
Guarnición de concreto para Ciclovía	Ciclovía-Infraestructura vial	ml	30,000.00	\$9,337,884.00	Guarnición concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ , 300 cm <sup>2</sup> de sección. m tma. de 40mm
Pavimento de Concreto para Andador	Andador peatonal-Infraestructura vial	m2	49,584.00	\$84,578,187.65	Piso de 12 cm de concreto premezclado de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ para Andador, armado con malla electrosoldada 6.6-10,10
Guarnición de concreto para Andador	Andador peatonal-Infraestructura vial	ml	30,990.00	\$8,897,947.97	Guarnición concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ , 300 cm <sup>2</sup> de sección. m tma. de 40mm
Sistema Pluvial para Ciclovía y Andador	Sistema Pluvial-Servicios Básicos	pza	1,122.00	\$39,529,547.04	Alcantarillado pluvial de subcolector 12".

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
Alumbrado de LED para Ciclovía y Andador	Alumbrado LED- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$35,184,504.51	Luminaria de led punta de poste, capacidad 80W, 4000K, 127-277V~, de uso exterior.
Poste para alumbrado led para Ciclovía y Andador	Alumbrado LED- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$5,705,460.00	Poste metálico cónico circular de 7m de altura punta de poste acabado primer.
Señalética Vertical de Servicios y Turismo	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	420.00	\$594,203.74	Señalética de Servicios y Turística, refl. grado ingeniería, de 61 x 61 con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Preventiva	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	160.00	\$226,363.33	Señalética Preventiva de 71x71cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Restrictiva	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	350.00	\$495,169.78	Señalética Restrictiva de 61x61cm y 71x71 cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Informativa	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	87.00	\$123,085.06	Señalética Informativa, refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Horizontal, raya central para Ciclovía	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	15,000.00	\$169,302.00	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovía
Señalética Horizontal,	Señalética Horizontal-	pza	2,140.00	\$93,164.47	Violetas od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
violetas para ciclovia.	Infraestructura vial				10 x 10 cm. violeta - 8 continua a cada 15.00 m. de separación: -color blanco una cara reflejante. Para cruces de calles.
Señalética Horizontal, boyas metálicas para ciclovia y andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	6,624.00	\$755,321.47	Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovia y Andador.
Señalética Horizontal, pintura, cebrado de 12.0m para ciclo via y andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	25,920.00	\$292,553.86	Señalamiento horizontal con pintura en cebrado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 12.00 mts. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovia y andador.
Señalética Horizontal, pintura, cebrado de 9.0 m para ciclovia y andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	77,760.00	\$877,661.57	Señalamiento horizontal con pintura en cebrado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 9.00 mts. Para conexión y acceso perimetral.
Señalética Horizontal, guía podotáctil lineal para andador de acero.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	15,495.00	\$2,462,285.66	Guía Podotáctil lineal de 30 cm de ancho por todo el tramo central de andador de acero.
Señalética Horizontal, guía podotáctil circular para andador de acero.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	11,178.00	\$1,776,278.10	Guía Podotáctil circular en cruces con intersecciones viales para freno, de aluminio.
Señalética Horizontal.	Señalética Horizontal-	pza	2,300.00	\$2,789,420.68	Bolardos de concreto para

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
Bolardos de concreto para cruces de intersecciones viales.	Infraestructura vial				cruces de intersecciones viales.
Semaforización para ciclovia y andador	Semaforización-Infraestructura vial	pza	40.00	\$1,597,624.38	Semáforo fabricado en policarbonato de alto impacto, lámpara de 30cm, con led de reflector individual, con poste para semáforo, base de 180 mm, corona superior de 75 mm, placa de base de 280x280 mm de 11.1 mm, incluye 01 registro para conexiones con tapa, medidas, 4.00 mts cal. 11.
Guarniciones en camellón	Guarniciones-Infraestructura vial	ml	40,690.00	\$17,079,455.30	Construcción de guarnición concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ perimetrales del camellón, 300 cm <sup>2</sup> de sección. rn tma. de 40 mm, acabado aparente, colada en el lugar. Guarniciones en camellones.
Pasos peatonales para ciclovia y andador	Pasos peatonales - Infraestructura vial	m <sup>2</sup>	25,920.00	\$90,554,009.39	Concreto $f'c = 200\text{kg/cm}^2$ de 10 cm, rn, tma = 19 mm, premezclado bombeable a 15 m de distancia máximo. Para la realización En Pasos Petonales.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 66 Costos de la Alternativa 2 (Precios constantes 2020).

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
<b>1. Inversión</b>			
Inicial	Se considera el monto de construcción. Primer año.	\$232,225,715.64	Año 0

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
	Se considera el monto de construcción. Segundo año.	\$58,056,428.90	Año 1
<b>2. Costos de operación</b>			
Servicios públicos	Por pago servicios públicos, y Personal (Jardinería, Electricistas, etc).	\$ 1,434,456.00	Anual
<b>3. Costos de Mantenimiento</b>			
CICLOVIA	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$12,199,980.00	Cada 5 años
CICLOVIA	Mantenimiento de guarniciones consistente en la reposición de guarniciones de concreto hidráulico simple coladas en el lugar.	\$ 596,609.52	Cada 5 años
ANADOR PEATONAL	Mantenimiento consistente en resanes y reposiciones menores en áreas dañadas	\$ 46,122,106.60	Cada 10 años
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento y reparación de registros pluviales.	\$ 2,615,269.80	Anual
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento a cajas de pozos de absorción	\$ 3,725,432.70	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación mayor de postes	\$ 1,664,595.28	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación de luminarias.	\$ 554,588.20	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a transformadores de alumbrado público.	\$ 28,042.70	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a centros de control de alumbrado	\$ 614,201.40	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Limpieza de registros eléctricos	\$ 65,516.10	Anual
SEÑALÉTICA HORIZONTAL	Aplicación de pintura en: señalamiento horizontal	\$ 5,989.80	Anual
ADECUACIÓN DE PAVIMENTOS	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$ 1,950,000.00	Cada 5 años

Fuente: Elaboración propia con base en cotizaciones a precios constantes 2020.

\*Se incluyen cotizaciones a infraestructura vial y catálogo de conceptos de mantenimiento (revisar Anexo B-4 y B-5).

El trazo original de la propuesta original no se modifica, de modo que la alternativa 2 encuentra sus principales ventajas en:

Cuadro 67 Análisis Técnico de la Alternativa 2.

<b>Análisis Técnico (Alternativa 2)</b>
<b>(Ciclovia de concreto asfáltico, y Andadores de Concreto Hidráulico)</b>

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Superficie suave la cual genera mayor confort para el ciclista	Mayor costo de inversión que la alternativa 1 (Proyecto) por requerir obras de drenaje pluvial
Bajo costo inicial	Incremento de costos de mantenimiento para dicho sistema de drenaje
Menor tiempo de construcción que otros pavimentos.	Genera un aumento de la temperatura en el ambiente debido a su reducido reflejo de la luz y el calor.
Menores costos de mantenimiento del activo principal que es la Ciclovía.	Contaminación: La mezcla asfáltica siempre contamina al ser colocada, por lo que forma parte de una de sus principales desventajas.
La vida útil del concreto es mayor que el asfalto, pero similar a la del concreto permeable, en andador.	Se necesita colocar la mezcla a una temperatura adecuada, por lo que la gente encargada de su colocación debe estar capacitada.
Mayor costo de inversión que la alternativa 1 (Proyecto) por requerir obras de drenaje pluvial	
Incremento de costos de mantenimiento para dicho sistema de drenaje.	

Fuente: Elaboración propia.

### Alternativa 3.

#### **Ciclovía de concreto asfáltico, y andador de concreto estampado. (Franja mixta sobre espacio de banquetas).**

El proyecto está constituido de dos elementos arquitectónicos: una ciclovía que tendrá un espacio de 1.50 m de ancho, y construido con asfalto para garantizar un desplazamiento rápido, seguro y cómodo para los ciclistas, estando reservado para el tránsito seguro de bicicletas que está ubicada entre una franja mixta de 0.80 m de ancho, que sirve de protección del tránsito vehicular, el otro elemento que lo compone es una banqueta o andador de 1.80 de ancho construido de concreto armado, que acompañara en su recorrido a la ciclovía por cada una de las manzanas o cuadras a lo largo de 16 km, siendo que en cada uno de los cruces entre calles, conste de una rampa que servirá para dar fluidez, continuidad y fácil acceso a bicicletas y personas con capacidades diferentes, esta rampa tendrá 4.10 m de largo y 3.5 de ancho, proporcionando una pendiente cómoda y reglamentada para su uso.

- La franja mixta contendrá elementos como alumbrado público, vegetación, señalización vertical (preventiva, restrictiva o de información), así mismo servirá para contener la ciclovía y brindar seguridad en el recorrido del ciclista sin necesidad de convivir con el tránsito vehicular.
- La señalización horizontal estará conformada por símbolos, flechas, letras y líneas que se pintara sobre el pavimento, sardineles y estructuras de la vía o adyacentes a ella, también podrán colocarse en elementos que sobresalgan de la superficie del pavimento, que permitan regular o que canalizar el tránsito. Las marcas viales se realizarán con pintura en frío que cumplan con las especificaciones técnicas para señalización horizontal.
- La señalización vertical de ciclovía se realiza utilizando los mismos dispositivos verticales y horizontales empleados en la señalización de calles y carreteras, se instalan a nivel de la vía o sobre ella, mediante placas fijadas en postes o estructuras, que cumplen la finalidad de transmitir a los usuarios de la ciclovía las normas específicas que busquen prevenir, e informar, mediante el uso de símbolos o textos determinados.
- Los diferentes elementos de señalización de ciclovía van a brindar a los usuarios una circulación segura, evitando sobre-instalación de señales que puedan causar distracción o confusión. Las señales deberán ser uniformes, en lo referente a texto, forma y color, y en su construcción Las señales podrán ser reflectivas para garantizar una buena iluminación a lo largo de ciclo ciclovía.
- Iluminación la nueva iluminación con tecnología LED de la ciclovía estará ubicada dentro de la franja mixta, trayendo ahorro de consumo de energía comparadas a la tecnología de lámparas a vapor metálico anteriormente utilizada otra ganancia directa es la durabilidad estas luminarias LED que cuentan con vida útil de 50 mil horas, aproximadamente entorno de cinco a seis veces más alta que la tecnología antes instalada, reduciendo la necesidad de mantenimiento para el cambio de lámparas.

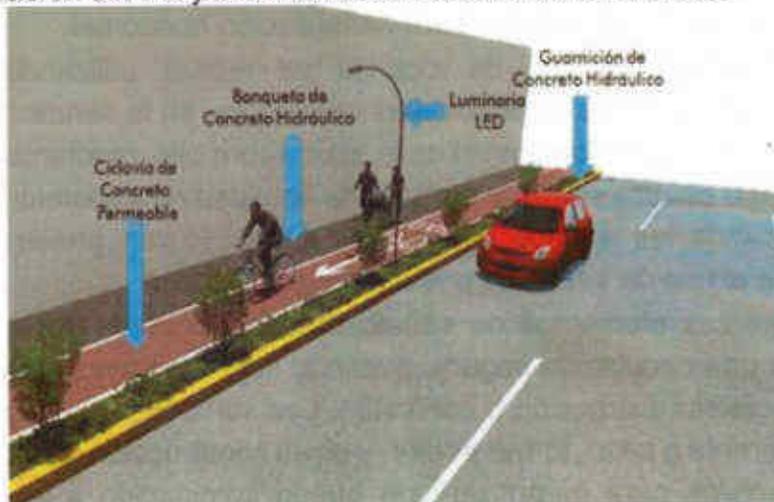
Cuadro 68 Costos de Inversión de la Alternativa 3 (Precios constantes 2020).

Monto total de inversión		
	Componentes/Rubros	TOTAL
1	PRELIMINARES	\$ 38,607,617.27
2	CICLOVIA CONCRETO ASFÁLTICO	\$ 70,309,026.90
3	ANDADOR PEATONAL CONCRETO ESTAMPADO	\$ 130,909,001.27
4	SISTEMA DE INSTALACIÓN PLUVIAL	\$ 35,855,371.72
5	ALUMBRADO LED	\$ 34,859,823.90
6	SEÑALETICA VERTICAL	\$ 926,918.80
7	SEÑALETICA HORIZONTAL	\$ 4,120,294.40
8	GUARNICIONES EN BANQUETAS	\$ 17,209,029.60

9	ADECUACIÓN EN PAVIMENTO	\$ 162,995,430.15
10	RAMPAS EN BANQUETAS	\$ 1,503,030.33
<b>Subtotal de Componentes/Rubros</b>		<b>\$497,295,544.35</b>
<b>Impuesto al Valor Agregado (16%)</b>		<b>\$79,567,287.09</b>
<b>Otros Impuestos</b>		<b>\$0.00</b>
<b>Total</b>		<b>\$576,862,831.44</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12).

Figura 85 Situación sin Proyecto: Corte de Sección Alternativa 3.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 69 Descripción de los trabajos de la Alternativa 3 (Precios constantes 2020).

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
Ciclovía de concreto asfáltico	Ciclovía-Infraestructura vial	m2	89,775.00	\$78,001,909.81	Carpeta de 5 cm de concreto asfáltico, con mezcla asfáltica elaborada en planta con cemento asfáltico del No.6 y agregado pétreo de 3/4 a finos.
Dentellón de concreto para ciclovía	Ciclovía-Infraestructura vial	ml	59,850.00	\$18,767,236.32	Dentellón de concreto de f'c 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye excavación, armex de 12 x 22 cm. Y pintura final color amarillo tránsito.
Andador peatonal de concreto estampado	Andador peatonal-Infraestructura vial	m2	107,730.00	\$158,635,917.61	Piso de 8 cm de concreto estampado premezclado de f'c = 150 kg/cm2 con diseño abanico europeo, armado con malla electrosoldada 6,6-10,10 terminado pulido, utilizando endurecedor de color arena, desmoldante neutro y sellador acrílico
Dentellón de concreto para Andador	Andador peatonal-	ml	59,850.00	\$18,767,236.32	Dentellón de concreto de f'c 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye excavación, armex

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
	Infraestructura vial				de 12 x 22 cm. Y pintura final color amarillo tránsito.
Sistema de instalación pluvial para Ciclovía y Andador	Sistema Pluvial-Servicios Básicos	pza	1,122.00	\$41,592,231.20	Pozo de visita cónico 60 a 120 cm de 1.25 m profundidad. Alcantarillado pluvial de subcolector 12".
Alumbrado de Led para Ciclovía y Andador	Alumbrado LED- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$35,052,520.75	Luminaria de led capacidad 80W, 4000K, 127-277V~, de uso exterior.
Poste metálico cónico para Ciclovía y Andador	Alumbrado LED- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$5,705,460.00	Poste metálico cónico circular de 7m de altura punta de poste acabado primer.
Señales turísticas y de servicios en señalética vertical	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	420.00	\$594,203.74	Señalética Turística de 61x61cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señales preventivas de señalética vertical	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	220.00	\$311,249.58	Señalética Preventiva de 71x71cm y Señalética Restrictiva de 71x71cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señales restrictivas de señalética vertical	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	120.00	\$169,772.50	Señalética Restrictiva de 71x71cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Raya central en ciclovía de señalética horizontal	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	59,850.00	\$675,514.98	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovía
Vialetas, tachuelas y botones de señalética horizontal	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	24,500.00	\$1,066,602.60	Vialetas, tachuelas y botones: de 10 x 10 cm a cada 15.00 m. de separación: -color blanco una cara reflejante.
Boya metálica de señalética horizontal	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	16,375.00	\$1,867,208.50	Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovía y Andador.
Pintura en cebreado pintado de 12.0 m de señalética horizontal	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	25,920.00	\$292,553.86	Pintura en cebreado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 12.00 mts.
Pintura en cebreado pintado de 9.0 m de señalética horizontal	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	77,760.00	\$877,661.57	Pintura en cebreado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 9.00 mts.
Guarniciones en banquetas	Guarniciones en banquetas-Infraestructura vial	ml	59,850.00	\$22,743,972.16	Construcción de guarnición concreto f'c=150kg/cm2 perimetrales del camellón, acabado aparente. Incluye pintura color amarillo tránsito.

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
Adecuación de pavimento	Adecuación en pavimento-Infraestructura vial	m2	418,950.00	\$189,998,064.77	Carpeta de 5 cm de concreto asfáltico, con mezcla asfáltica No.6 y agregado pétreo de 3/4 a finos. Compactación al 95 % de la prueba de V.R.S.
Rampas en banquetas	Rampas en banquetas-Infraestructura vial	m2	3,178.00	\$1,743,515.19	Rampa de concreto fc = 200 kg/cm2, m, tma = 19 mm, premezclado con acabado estriado.

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12).

Cuadro 70 Costos de la Alternativa 3 (Precios constantes 2020).

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
<b>1. Inversión</b>			
Inicial	Se considera el monto de construcción. Primer año.	\$375,493,703.25	Año 0
	Se considera el monto de construcción. Segundo año.	\$93,873,425.81	Año 1
<b>2. Costos de operación</b>			
Servicios públicos	Por pago servicios públicos, y Personal (Jardinería, Electricistas, etc).	\$ 1,434,456.00	Anual
<b>3. Costos de Mantenimiento</b>			
CICLOVIA	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$ 14,588,405.00	Cada 5 años
ANADOR PEATONAL	Reposición de banquetas de concreto fc= 150 kg/cm2 de 8 cm	\$ 33,089,484.96	Cada 10 años
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento y reparación de registros pluviales.	\$ 2,615,269.80	Cada 5 años
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento a cajas de pozos de absorción	\$ 3,725,432.70	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación mayor de postes	\$1,664,595.28	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación de luminarias.	\$ 554,588.20	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a transformadores de alumbrado público	\$ 437,866.73	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a centros de control de alumbrado	\$ 40,181.40	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Limpieza de registros eléctricos consistente en retiro del material acumulado	\$ 4,286.10	Anual

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
SEÑALÉTICA HORIZONTAL	Aplicación de pintura en: señalamiento horizontal	\$ 13,615,414.38	Anual
GUARNICIONES EN BANQUETAS	Mantenimiento de guarniciones consistente en la reposición	\$ 3,193,835.40	Cada 10 años
ADECUACIÓN DE PAVIMENTO	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$ 68,074,500.00	Cada 5 años

Fuente: Elaboración propia con base en cotizaciones a precios constantes 2020.

\*Se incluyen cotizaciones a infraestructura vial y catálogo de conceptos de mantenimiento (revisar Anexo B-4 y B-5).

Cuadro 71 Comparativo de ventajas y desventajas.

Alternativa 3 Ciclovía de concreto asfáltico, y andador de concreto estampado. (Franja mixta sobre espacio de banquetas)	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Por la constitución física de la ciclista y andador, el ciclista y el peatón no convive con el tránsito vehicular.	Mayor costo de inversión que la alternativa 1 (Proyecto) por requiere de demoler en su totalidad las banquetas existente para acondicionar la nueva banqueta.
Se proporciona espacio físico para albergar vegetación a lo largo del recorrido, Reduciendo la temperatura ambiental del andador y ciclovía	Incremento de costos por las continua construcción de rampas y condicionantes en cada una de las esquinas del recorrido.
El material propuesto para la ciclovía permite que se drene cuando exista precipitación pluvial, permeando naturalmente el suelo.	El atraso de obra que puede provocar por las condicionantes particulares de cada predio.
Se tendrá un flujo ordenado y cómodo de la ciclovía debido a la señalética que tendrá en su recorrido.	Acondicionar particularmente cada una de las salidas de vehículos de las viviendas.
El ciclista se encuentra protegido por una barrera vegetal del tránsito vehicular	Realizar maniobras de obra cautelosas por las múltiples interferencias que existen a pie de predio (agua, luz telefonía, drenaje.)
Los vehículos no compartirán	Menos fluidez en el tránsito ciclista ya que tiene que realizar continuas paradas, por la constitución de la ciclovía.

Fuente: Elaboración propia.

La vida útil de las obras propuestas es de 31 años para el proyecto en conjunto, el periodo de inversión es de 2 años, y se asume que la alternativa 2 y 3 produce los mismos beneficios que el proyecto. Se valoraron las ventajas y desventajas de ambas alternativas; para el análisis de los costos de inversión, reinversión y mantenimiento de cada una de ellas se calculó el Costo Anual Equivalente (CAE). Considerando los resultados obtenidos, se determinó que la alternativa 1

(Proyecto), Ciclovía y Andadores a base de Pavimentos de concreto permeable, es la que representa la alternativa más eficiente.

Metodología: Se consideran los siguientes pasos para las alternativas técnicas.

Para la determinación de los costos de operación y mantenimiento de esta evaluación se realizaron cotizaciones a la Operación y Mantenimiento del Boulevard Kukulcan, de la ciudad de Cancún a cargo de la FONATUR. Se consideran que los costos paramétricos utilizados así como la periodicidad de los mismos son compatibles con las características de los proyectos aquí presentados, así como los precios utilizados también corresponden a la región.

Para realizar la Estimación del Costo Anual Equivalente se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Se realizaron las cotizaciones para la operación y mantenimiento de infraestructura de iguales o similares características.
  - Costos De Mantenimiento Paramétricos Boulevard Kukulcan FONATUR\_2019 (Revisar el anexo B-5 del ACB)
- 2) El análisis denominado Costo Eficiencia tiene fundamento en un supuesto: que todas las alternativas técnicas generan los mismos beneficios. En ese sentido, la decisión de la mejor alternativa técnica se enfocará generalmente en el análisis de costos, a través del cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE), debiendo seleccionar aquella alternativa factible desde el punto de vista técnico y, además, la que presente el menor CAE entre las alternativas evaluadas.
- 3) Las cotizaciones para la estimación de los costos se pueden consultar en: [https://drive.google.com/open?id=1U\\_X\\_IPqz9R-n4HGsk9WWXkDTy9RQL-q](https://drive.google.com/open?id=1U_X_IPqz9R-n4HGsk9WWXkDTy9RQL-q)
- 4) La determinación del CAE se representa de la siguiente forma:

$$CAE = (VPC) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

Donde:

VPC = Valor Presente del costo total del proyecto de inversión  
r = Tasa social de descuento  
m = Número de años de vida útil del activo

**Análisis Técnico:** El concreto permeable como alternativa 1, encuentra sus principales virtudes técnicas respecto de la alternativa 2 en el hecho de no requerir sistema pluvial, ser una opción amigable con el medio ambiente, mayor tiempo de

vida útil, ser una superficie altamente reflejante que promueve la eficiencia lumínica, y ofrece un nivel de seguridad alto (antiderrapante). En cuanto a la alternativa 2, su principal virtud corresponde a un sistema de construcción más simple, lo que inicialmente se traduce en costos bajos.

**Análisis Económico:** La inversión inicial es superior en la alternativa 2 y 3, ciclovia de concreto asfáltico y andadores de concreto hidráulico, esto se debe a que los materiales carecen de permeabilidad por lo que requieren de drenaje pluvial para evitar el deterioro y los encharcamientos. Aunque en algunos aspectos los materiales tradicionales tienen ventajas importantes como la facilidad de construcción y costos de operación y mantenimiento, las diferencias en los costos antes citados hacen que el CAE de la alternativa 1 (Proyecto), ciclovia y andadores de concreto permeable sea económicamente más atractiva por representar una solución de largo plazo más eficiente.

La alternativa seleccionada es la primera (Alternativa 1), de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 72 Costo Anual Equivalente de las alternativas del Proyecto (Precios constantes 2020).

<b>Costo Anual Equivalente (Proyecto Alternativa 1):</b> Ciclovia y andadores de concreto permeable dentro del camellón central.	\$34,762,765.62
<b>Costo Anual Equivalente (Alternativa 2):</b> Ciclovia y andadores de pavimento de asfalto y concreto respectivamente dentro del camellón.	\$ 48,125,015.09
<b>Costo Anual Equivalente (Alternativa 3):</b> Ciclovia de concreto asfáltico, y andador de concreto estampado, (Franja mixta sobre espacio de banquetas).	\$ 84,269,745.62

Fuente: Elaboración propia, fundamentado con cotizaciones de operación, mantenimiento y Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B-4\_B-5\_B-12).

Se presenta cuadro comparativo de las 3 alternativas en la memoria de cálculo (pestaña: comparación alternativas).

## IV. Situación Con Proyecto o Programa

### a) Descripción general

Cuadro 73 Clasificación según tipo de proyecto de inversión.

Tipo de PPI			
Proyecto de infraestructura económica	<input type="checkbox"/>	Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input checked="" type="checkbox"/>	Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>	Programa de adquisiciones de protección civil	<input type="checkbox"/>
		Programa de mantenimiento de protección civil	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>	Programa ambiental	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>	Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Con la finalidad de generar la convivencia de todos los modos de transporte y una movilidad eficiente, se planea la construcción de una ciclovía y andador que correrá sobre el camellón central de las avenidas 20 de Noviembre, Chac Mool y Cancún, las cuales tienen como objetivo resolver la problemática actual y futura previamente analizada.

La propuesta de solución consiste en la ejecución de los elementos principales del proyecto (proyectado a realizarse con el Fondo Metropolitano):

En la avenida **20 de Noviembre** se intervendrá un tramo de 5,063 m lineales, en los que se llevarán a cabo la construcción de una **ciclovía** con pavimento hidráulico permeable de 6 cm de espesor con un ancho máximo de 4.2 m, restando las intersecciones con las avenidas y calles, dando **17,640.00 m<sup>2</sup>**, confiando en ambos lados por **8,400.00 ml de dentellón**.

En el tramo también se llevará a cabo la construcción de andadores peatonales **14,064.00 m<sup>2</sup>** con pavimento hidráulico permeable de 7cm de espesor con un ancho máximo de 3.2 m, restando las intersecciones con las avenidas y calles, confiando en ambos lados por un **dentellón en una cantidad de 8,790.00 ml**.

A lo largo de este tramo se colocarán **312 piezas de Luminaria** solar de led de 85 potencial lumínica de 6,400 lm. cimentación piramidal de 75 cm x 75 cm de base X 70 cm de peralte distribuidos de acuerdo con el trazo de la ciclovía y andador peatonal.

En la avenida **Chac mool** se intervendrá un tramo de 4,744 m lineales, en los que se llevarán a cabo la construcción de una **ciclovia** con pavimento hidráulico permeable de 6 cm de espesor con un ancho máximo de 4.2 m, restando las intersecciones con las avenidas y calles, dando **18,690.00 m<sup>2</sup>**, confiando en ambos lados por **8,900.00 ml de dentellón**.

En el tramo también se llevará a cabo la construcción de andadores peatonales **14,720.00 m<sup>2</sup>** con pavimento hidráulico permeable de 7cm de espesor con un ancho máximo de 3.2 m, restando las intersecciones con las avenidas y calles, confiando en ambos lados por un **dentellón en una cantidad de 9,200.00 ml**.

A lo largo de este tramo se colocarán **326 piezas de Luminaria** solar de led de 85 potencial lumínica de 6,400 lm. cimentación piramidal de 75 cm x 75 cm de base X 70 cm de peralte distribuidos de acuerdo con el trazo de la ciclovia y andador peatonal.

En la avenida **Av. Cancún** se intervendrá un tramo de **6,575 m** lineales en los que se llevarán a cabo la construcción de una **ciclovia** con pavimento hidráulico permeable de 6 cm de espesor con un ancho máximo de 4.2 m, restando las intersecciones con las avenidas y calles, dando **26,670.00 m<sup>2</sup>**, confiando en ambos lados por **12,700.00 ml de dentellón**.

En el tramo también se llevará a cabo la construcción de andadores peatonales **20,800.00 m<sup>2</sup>** con pavimento hidráulico permeable de 7cm de espesor con un ancho máximo de 3.2 m, restando las intersecciones con las avenidas y calles, confiando en ambos lados por un **dentellón en una cantidad de 13,000.00 ml**.

A lo largo de este tramo se colocarán **455 piezas de Luminaria** solar de led de 85 potencial lumínica de 6,400 lm. cimentación piramidal de 75 cm x 75 cm de base X 70 cm de peralte distribuidos de acuerdo con el trazo de la ciclovia y andador peatonal.

Y **10,671.03 ml** guarniciones en camellones de las tres avenidas, de las cuales se distribuyen por avenidas: 20 de Noviembre con 3,200 ml, Chac Mool con 3,400 ml y la Cancún con 4,071.03 ml.

Los elementos antes mencionados son integrales por lo que también se realizarán los siguientes elementos complementarios (proyectado a realizarse con Fondo Estatal):

Implementación de un sistema pluvial a base de **1,122.00 pozos** de absorción de 1x1x1 m, la implementación de señalización vertical de las cuales son 420 piezas de señalética vertical de servicios y turística, **238 piezas** de señalética preventiva, 350 piezas de señalética restrictiva, 87 piezas de señalética informativa, en cuanto a la señalización horizontal se tiene contemplado **15,000 ml** de línea raya en ciclovia, **2,140 piezas** de vialitas para ciclovia, **15,100 piezas** de boyas metálicas para ciclovia, **25,920 m<sup>2</sup>** de señalamiento cebrado de 0.60x0.60 m con un ancho de 12m, **77,760 m<sup>2</sup>** de señalamiento cebrado de 0.60x0.60 m con un ancho de 9m, señalética horizontal con **15,495 ml** de Guía podotáctil lineal de 20 cm de ancho, señalética horizontal con **11,178 ml** de Guía podotáctil freno (precaución), **2,300 piezas** de Bolardos para cruces viales, semaforización peatonal con **40 piezas** de policarbonato alto impacto peatón cronómetro y animado, complemento de **30,018.97 ml** guarniciones en camellones y **12,580 m<sup>2</sup>** de pasos peatonales (plazoletas) para la seguridad del peatón.

A continuación, se describen las características generales de los componentes:

**Andador:** Considera la Accesibilidad Universal (al menos 2 personas sobre silla de ruedas puedan transitar paralelamente). Así como, guía podotáctil para personas con discapacidad visual. Las dimensiones del andador serán de un máximo de 3.20 m y una longitud de 15,495 m, construido a base de concreto permeable de 7 cm con una resistencia de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con dentellones de concreto en ambos lados. Contando con un sistema de drenaje pluvial a base de pozos de absorción de 1x1x1 m.

**Ciclovia Bidireccional:** Con ancho de carril de 2.0 m para cada sentido, y espacio entre ellos de 0.20 m. Estableciendo un ancho máximo de 4.20 m y una longitud de 15,000 m, construido a base de concreto permeable de 6 cm con una resistencia de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con dentellones de concreto en ambos lados. Contando con un sistema de drenaje pluvial a base de pozos de absorción de 1x1x1 m a cada 100 m<sup>2</sup>.

Ambos componentes contarán con **iluminación** a lo largo de la ruta, que consta de una lámpara de solar de 100 W, 6,400 lm, arreglo solar de 250 Wp, ubicados a cada 15 metros a lo largo de la ciclovia y andador. Las luminarias propuestas cumplen con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-064-SCFI-2000 y la NMX-J-507/1-ANCE-2005 sobre el coeficiente de utilización de luminarios para Alumbrado Público de Vialidades.

Así como, se contempla el diseño de intersecciones para cruces seguros, con señalética vertical y horizontal adecuada para cada usuario de la vialidad,

establecido por el Manual de Calles, diseño vial para Ciudades Mexicanas elaborado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Esto se describe a detalle en los siguientes cuadros, es importante decir que todas las metas del proyecto serán ejecutadas con recurso del FIFONMETRO 2020, y que las acciones realizadas con recursos del Estado son un complemento que no compromete la funcionalidad de la infraestructura a realizarse:

Cuadro 74 Descripción general del proyecto (FIFONMETRO 2020)

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ LV. A	Principales características
Pavimento de Concreto permeable para Ciclovía	Ciclovía-Infraestructura vial	m2	63,000.00	\$64,854,334.44	Pavimento concreto permeable de 6 cm de espesor, resistencia con f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> .
Dentellón de concreto para Ciclovía	Ciclovía-Infraestructura vial	ml	30,000.00	\$9,495,528.00	Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> de 0.20 x 0.30 m. Incluye pintura final color amarillo tránsito.
Pavimento de Concreto permeable para Andador	Andador peatonal-Infraestructura vial	m2	49,584.00	\$53,176,541.29	Pavimento concreto permeable de 7 cm de espesor, resistencia con f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> .
Dentellón de concreto para Andador	Andador peatonal-Infraestructura vial	ml	30,990.00	\$9,808,880.42	Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> de 0.20 x 0.30 m. Incluye pintura final color amarillo tránsito.
Alumbrado solar con luminaria para Ciclovía y Andador	Alumbrado Solar- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$56,687,114.08	Alumbrado público solar con lámpara de LEDs de 100 W, potencia luminica de 6,400 lm, arreglo solar de 250 Wp, para operar 9 h por noche, gabinete metálico para baterías y control apropiado para intemperie. Batería libre de mantenimiento. respaldo en baterías de 3 días. Colocado a cada 15 mts.
Poste para alumbrado solar para Ciclovía y Andador	Alumbrado Solar- Servicios Básicos	pza	1,093.00	\$5,705,460.00	Poste metálico cónico circular de 7m de altura punta de poste acabado primer.
Guarniciones en camellones	Guarniciones en camellones-Infraestructura vial	ml	10,671.03	\$3,377,569.29	Construcción de guarnición concreto f'c=150kg/cm <sup>2</sup> perimetrales del camellón, incluye

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V. A	Principales características
					pintura color amarillo tránsito.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 75 Descripción general del proyecto (ESTATAL 2020)

Componente	Tipo	UM	Cantidad	COSTO C/ I.V.A.	Principales características
Sistema Pluvial para Ciclovía y Andador	Sistema Pluvial-Servicios Básicos	pza	1,122.00	\$11,388,052.71	Pozo de absorción de 1x1x1 m (uno cada 100 m2), para Ciclovía y Andador peatonal.
Señalética Vertical de Servicios y Turismo	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	420.00	\$594,203.74	Señalética de Servicios y Turística, refl. grado ingeniería, de 61 x 61 con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Preventiva	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	238.00	\$336,715.45	Señalética Preventiva de 71x71cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Restrictiva	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	350.00	\$495,169.78	Señalética Restrictiva de 61x61cm y 71x71 cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Vertical Informativa	Señalética Vertical-Infraestructura vial	pza	87.00	\$123,085.06	Señalética Informativa, refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.
Señalética Horizontal, raya central para Ciclovía	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	15,000.00	\$169,302.00	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovía
Señalética Horizontal, vialetas para ciclovía.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	2,140.00	\$93,164.47	Vialetas od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de 10 x 10 cm. vialetam - 8 continua a cada 15.00 m. de separación: -color blanco una cara reflejante. Para cruces de calles.
Señalética Horizontal, boyas metálicas para	Señalética Horizontal-	pza	15,100.00	\$1,721,822.80	Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para

ciclovía y andador.	Infraestructura vial				cruces de calles en Ciclovía y Andador.
Señalética Horizontal, pintura, cebrado de 12.0 m para paso peatonal.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	M2	25,920.00	\$292,553.86	Señalamiento horizontal con pintura en cebrado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 12.00 mts. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovía y andador.
Señalética Horizontal, pintura, cebrado de 9.0 m para paso peatonal.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	M2	77,760.00	\$877,661.57	Señalamiento horizontal con pintura en cebrado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 9.00 mts. Para conexión y acceso perimetral.
Señalética Horizontal, guía podotáctil lineal para andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	15,495.00	\$2,462,285.66	Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador.
Señalética Horizontal, guía podotáctil circular para andador.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	ml	11,178.00	\$1,776,278.10	Guía Podotáctil circular para freno en el de andador.
Señalética Horizontal, Bolardos para cruces de intersecciones viales.	Señalética Horizontal-Infraestructura vial	pza	2,300.00	\$2,789,420.68	Bolardos para cruces de intersecciones viales. En ciclovía y Andador.
Semaforización para ciclovía y andador	Semaforización-Infraestructura vial	pza	40.00	\$1,597,624.38	Semáforo peatonal (incluye poste), fabricado en policarbonato de alto impacto (semáforo con 02 secciones de 20cm (peatón-cronometro) (peatón animado) señal auditiva para semáforo peatonal.
Guarniciones en camellones	Guarniciones en camellones-Infraestructura vial	ml	30,018.97	\$12,208,106.94	Construcción de guarnición concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.
Pasos peatonales	Pasos peatonales -Infraestructura vial	m2	12,580.00	\$13,850,902.05	Piso de 8 cm de concreto estampado de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con diseño abanico, armado

					con malla electrosoldada 6,6-10, 10 terminado pulido, utilizando endurecedor color según proyecto, desmoldante neutro y sellador acrílico,
--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Figura 86 Detalle del proceso constructivo: Andadores.



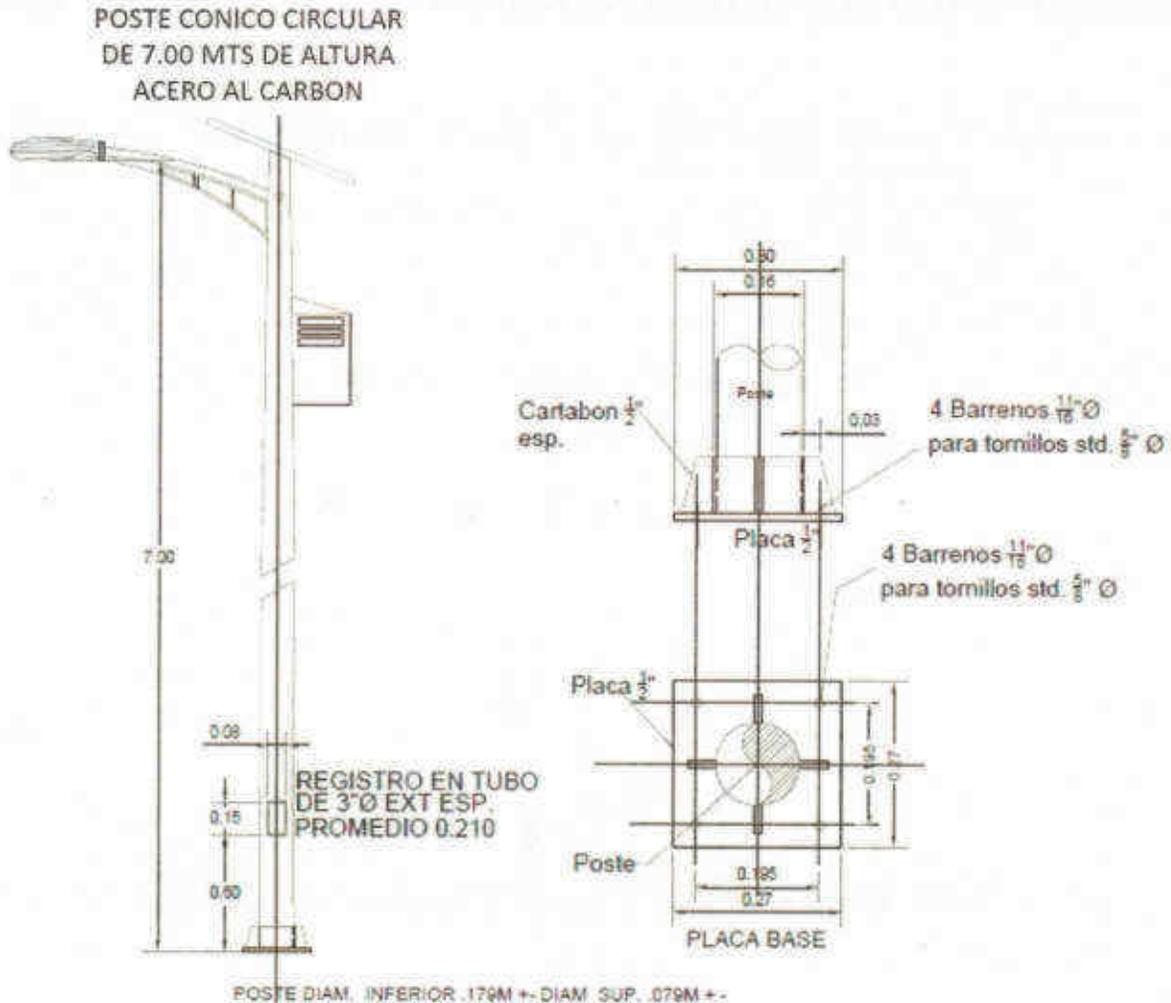
Fuente: Elaboración propia.

Figura 87 Detalle del proceso constructivo: Ciclovías.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 88 Detalle del poste 7 m altura: Alumbrado.



Fuente: Elaboración propia.

El trazado del andador y la ciclovía dentro del área del camellón, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones, restricciones y medidas de seguridad que están integradas y detalladas en el proyecto ejecutivo en el Anexo B del presente documento:

- Espacio Verde de protección en caso de ciclovía contiguas al arroyo vehicular
- Ciclovía como elemento antecesor y protector del andador
- Respeto de la infraestructura vegetal existente dentro de los camellones
- Restricción para libramiento de torre alta tensión con base a la normativa (CFE)
- El trazo tanto del andador y ciclovía iniciarán y finalizarán en la parte central de cada camellón, para garantizar la seguridad del cruce hacia el otro extremo.

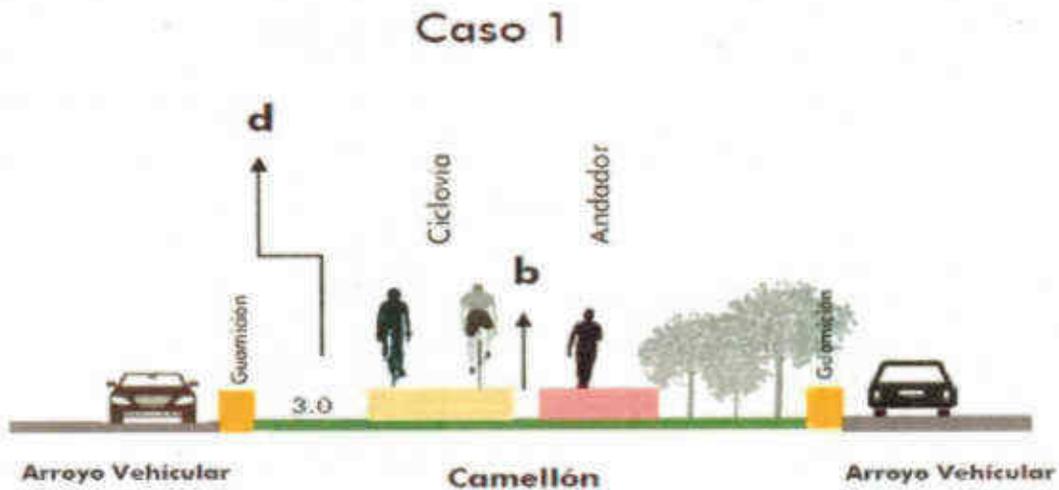
- El trazo del recorrido interno de los elementos varía respetando los criterios anteriormente mencionados, por lo que no obstaculiza ni afecta la adecuada operación de las líneas ni a la población en general (Ver Anexo B Estudios Técnicos).

Cuadro 76 Resumen de criterios de ejecución.

Elemento		Min	Max
a	Área Verde de Protección entre Andador y Ciclovia	0.60 m	1.20 m
b	Separación entre Andador y Ciclovia	0.80 m	
c	Plazoleta	250 m <sup>2</sup>	
d	Área de Restricción CFE		3.00 m
e	Restricción de Torre de CFE	1.0 m	

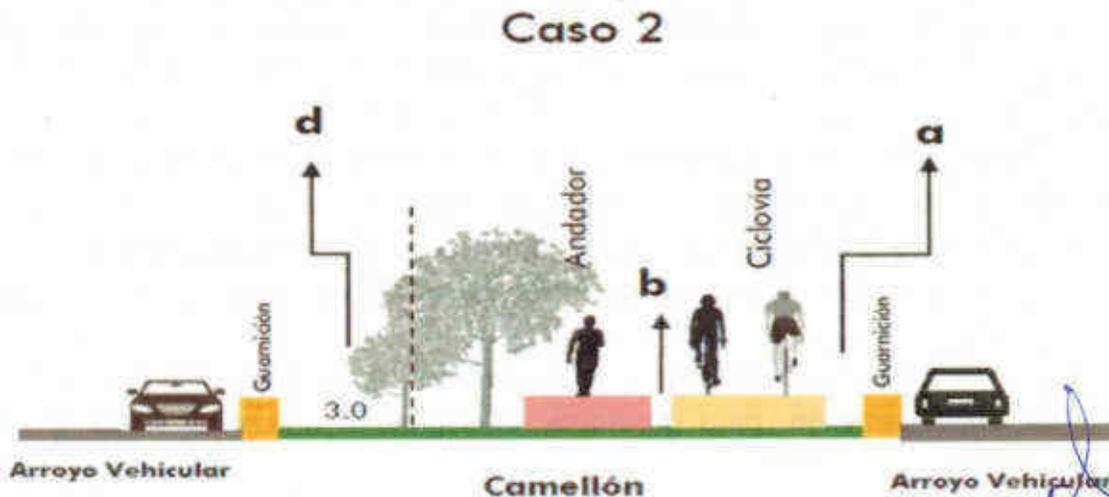
Fuente: Elaboración propia con información la factibilidad técnica Anexo B.

Figura 89 Caso 1. Representación de sección.

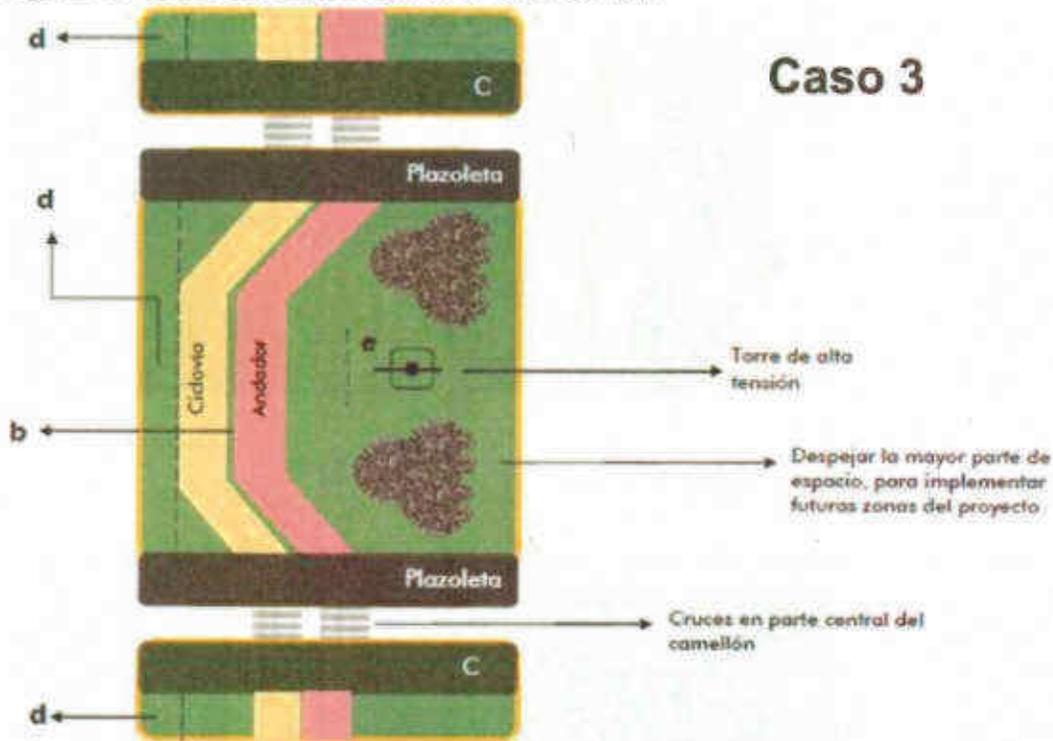


Fuente: Elaboración propia con información la factibilidad técnica Anexo B.

Figura 90 Caso 2. Representación de sección.



Fuente: Elaboración propia con información la factibilidad técnica Anexo B.  
 Figura 91 Caso 3. Representación de sección.

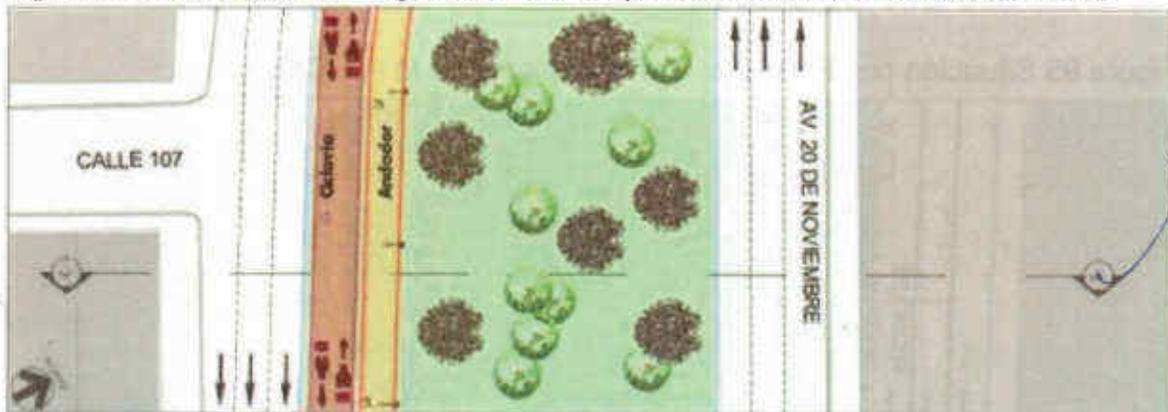


Fuente: Elaboración propia con información la factibilidad técnica Anexo B.

En las siguientes imágenes se presenta la distribución de los espacios destinados para los usuarios de la vialidad en la situación con proyecto:

### Tramo 1: Av. 20 de Noviembre.

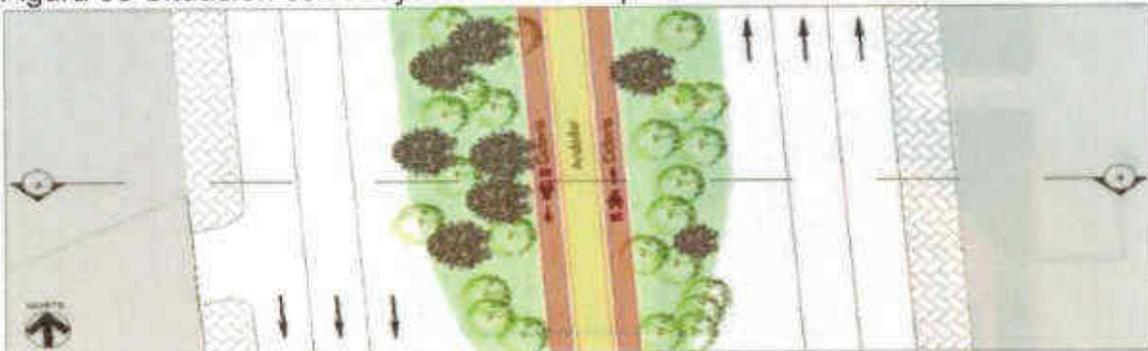
Figura 92 Situación con Proyecto; Corte de planta de la Av. 20 de Noviembre.



Fuente: Elaboración propia.

### Tramo 2a: Av. Chac Mool.

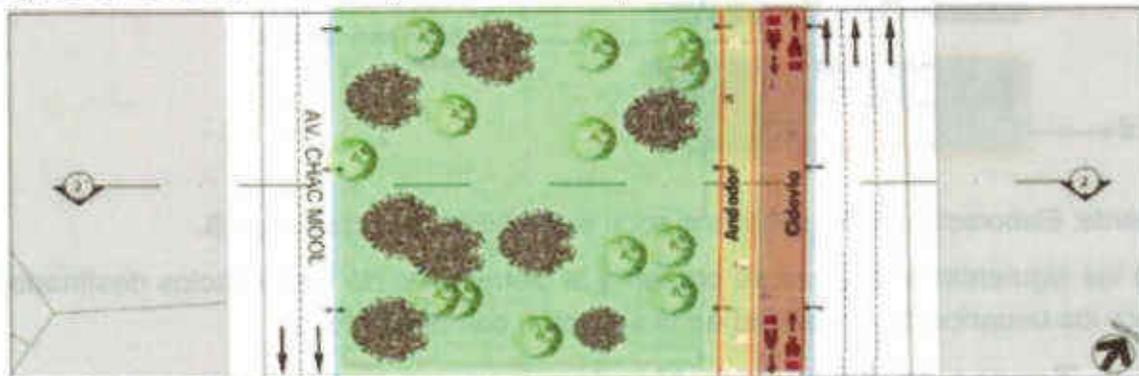
Figura 93 Situación con Proyecto: Corte de planta de la 2a Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia.

### Tramo 2b: Av. Chac Mool.

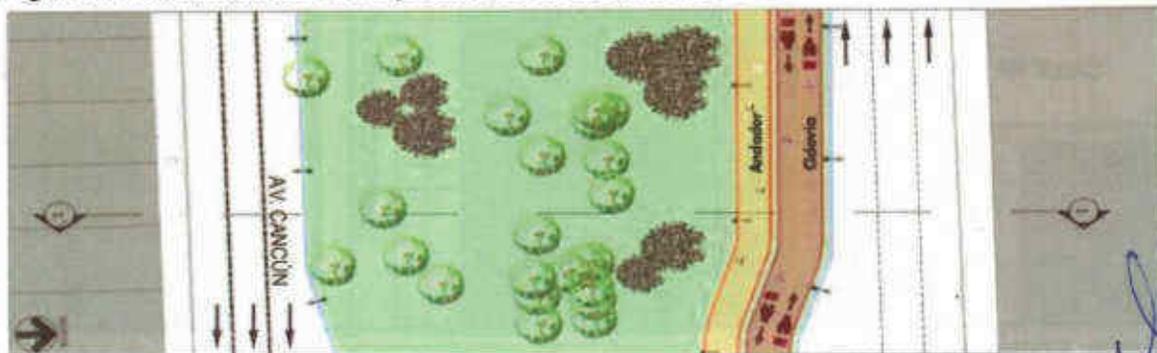
Figura 94 Situación con Proyecto: Corte de planta de la 2b Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia.

### Tramo 3: Av. Cancún.

Figura 95 Situación con Proyecto: Corte de planta de la Av. Cancún.

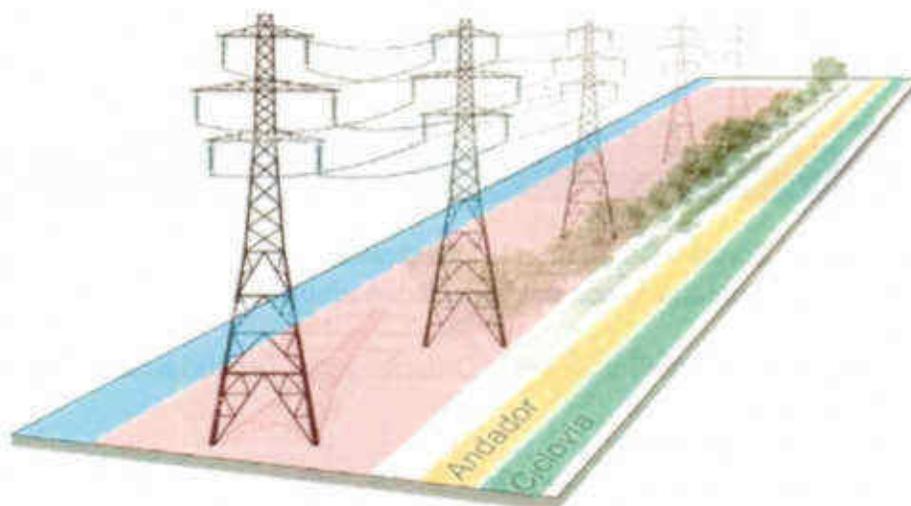


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el planteamiento de la situación anterior, para la implementación del proyecto en los tramos con presencia de líneas de transmisión eléctrica se ha

considerado lo establecido en las Normas de Referencia de la Comisión Federal de Electricidad (CFE): NRF-014-CFE-2001, la cual observa las especificaciones y requerimientos mínimos de las líneas de transmisión en cuanto al derecho de vía; y la NRF-015-CFE que establece los lineamientos y requerimientos para la construcción de ductos metálicos, en paralelo y en cruces, con Líneas de transmisión de 115 kV o mayores; así como, el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2018 que refiere las especificaciones y lineamientos técnicos que deben cumplir las instalaciones eléctricas para una correcta operación. Por lo que, el trazo no obstaculiza ni afecta la adecuada operación de las líneas ni a la población en general (VER ANEXO Criterios de Diseño para la Ciclovía y el Andador).

Figura 96 Consideraciones del diseño de trazo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 97 Situación con Proyecto: Imagen conceptual.



Fuente: Elaboración propia.

## b) Alineación estratégica

Esta obra contribuye al logro de los objetivos y estrategias del país, estado, y el municipio, a continuación, se establece la referencia para cada caso específico:

Cuadro 77 Alineación Estratégica a Programa Nacional de Desarrollo.

Plan Nacional de Desarrollo
<p><b>PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024.</b></p> <p>Eje 2 "Política Social" Desarrollo Sostenible</p>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 78 Alineación Estratégica a Programa Estatal de Desarrollo.

Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022
<p><b>Eje</b></p> <p>4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad 5. Crecimiento ordenado con sustentabilidad ambiental</p> <p><b>Programas</b></p> <p>27. Desarrollo Urbano Sostenible y Ordenamiento Territorial con visión Regional y Metropolitana. <b>29 Movilidad y transporte</b> 30 Infraestructura para el desarrollo</p> <p><b>Líneas de acción</b></p> <p>5.27.10 Fomentar y promover mediante la construcción, rescate y mantenimiento de espacios públicos, la expresión cultural, la pertenencia, la dignidad y la memoria de toda la comunidad. 5.29.7 Generar sistemas de movilidad que sean accesibles y que se vinculen poniendo énfasis en los modos peatonales, ciclistas y de transporte público 5.29.9 Generar las condiciones de accesibilidad en los espacios verdes y públicos, en particular para los grupos en situación de vulnerabilidad 5.30.11 Desarrollar un programa integral de ciclo pistas que fortalezcan la movilidad y las actividades recreativas en todo el estado. 5.30.13 Desarrollar infraestructura deportiva y recreativa para mejorar la calidad de vida de las personas.</p> <p style="text-align: right;"><i>[Handwritten signature]</i></p>
<p><b>PROGRAMA 29. MOVILIDAD Y TRANSPORTE (2016 - 2022)</b> <b>OBJETIVO:</b></p> <p style="text-align: right;"><i>[Handwritten signature]</i></p>

Consolidar un sistema integral de movilidad al interior y exterior del estado, que considere a las personas como principales beneficiarios, que incorpore nuevas tecnologías y privilegie la protección al medio ambiente.

**ESTRATEGIA:**

Adecuar el marco legal e institucional que permita la instrumentación de acciones integrales de mejora, así como proponer esquemas que fomenten la inversión, competencia y desempeño del sistema de transporte público, turístico y de carga para mejorar la movilidad en el estado.

**META:**

Un Plan de Movilidad Urbana Sustentable, que regule los servicios de transporte público y movilidad urbana con indicadores de eficiencia y eficacia, que permitan evaluar el sistema de conectividad.

**LINEAS DE ACCIÓN**

5.29.7 Generar sistemas de movilidad que sean accesibles y que se vinculen poniendo énfasis en los modos peatonales, ciclistas y de transporte público.

5.29.21 Apoyar, a los gobiernos municipales, para implementar un programa de ingeniería de tránsito y así mejorar los flujos vehiculares y disminuir los tiempos de traslado.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 79 Alineación Estratégica a Programa Nacional de Infraestructura.

Plan Nacional de Infraestructura
No disponible

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 80 Alineación Estratégica a Programas SEDATU.

Programas de SEDATU (Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano)
<p>Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 2020 – 2024</p> <p>Objetivo 1: Ordenamiento territorial.</p> <p>Establecer un sistema territorial incluyente, sostenible y seguro centrado en los derechos humanos. Esta transformación es fundamental para alcanzar el desarrollo territorial integrado, ordenado, incluyente, sostenible y seguro en su máxima expresión.</p> <p>Por lo tanto, conducir e instrumentar con eficacia la política nacional de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos en sus distintas escalas, en la base para transitar a un modelo territorial equilibrado y sostenible.</p>

Es así que las estrategias y acciones que dan cumplimiento al presente objetivo buscan instrumentar a partir de un enfoque de derechos humanos y perspectiva de género, lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, así como orientar las acciones que promueven el desarrollo regional y mejoran la calidad de vida de toda la población.

#### Estrategia 1.1

Desarrollar políticas intersectoriales e intergubernamentales que orienten la configuración del sistema territorial del país y de la población en el mediano y largo plazo.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 81 Alineación Estratégica al PDU de Cancún 2014-2030.

Plan / Programa Urbano Metropolitano
<p><b>El proyecto está contenido dentro del programa "Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018 - 2030", en el documento <a href="https://cancun.gob.mx/archivos/pdf/PMDU/PMDU_BJ_2018.pdf">https://cancun.gob.mx/archivos/pdf/PMDU/PMDU_BJ_2018.pdf</a>, en la página 121, en los que se identifican proyectos estratégicos: *Parque de la Equidad, cuyo intervención es gubernamental.</b></p> <p>También en el mismo apartado, se identifica que se encuentra ubicado en un área estratégica, dentro de los denominados polígonos de actuación. Los Polígonos de Actuación vinculados a proyectos estratégicos son zonas d la ciudad que requieren ser intervenidos bajo una visión integral que impulse su regeneración, así como su revitalización tanto urbana como ambiental, protegiendo y fomentando el desarrollo urbano en su integración con el espacio público, a través de los mecanismos correspondientes.</p>

Fuente: Elaboración propia.

### c) Localización geográfica

EL Proyecto denominado "Movilidad Urbana Sustentable: Ciclovías y Andadores para Ruta Parque de la Equidad" está ubicado en la Zona Metropolitana de Cancún, dentro de su Zona Urbana; en el municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo; y se delimita por tres de sus vialidades primarias que son:

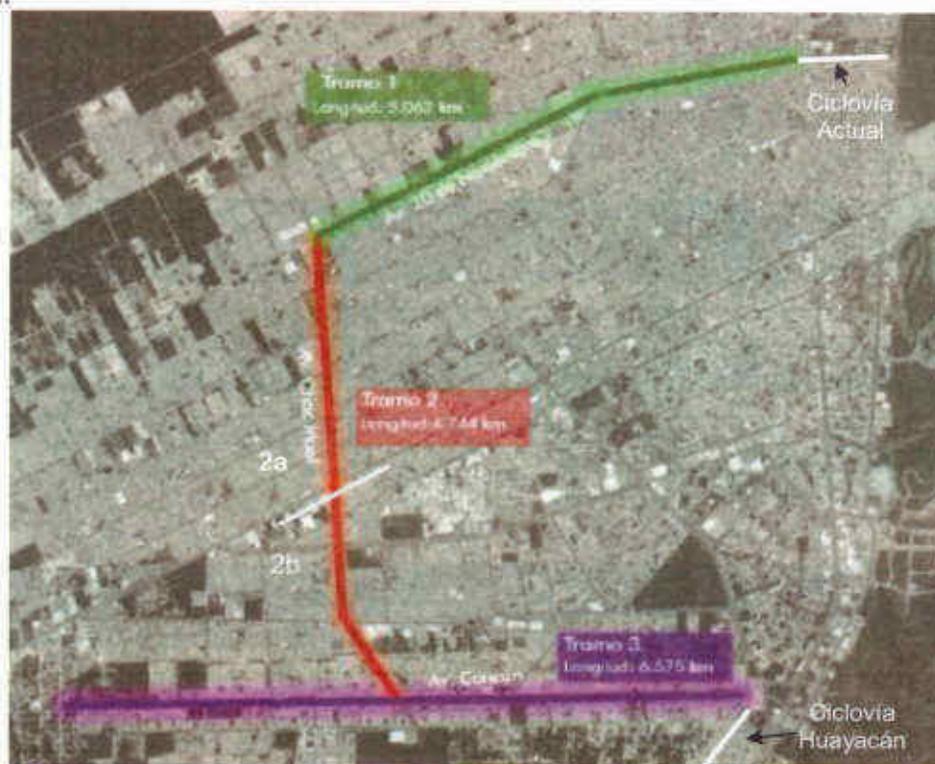
Cuadro 82 Coordenadas geográficas del Proyecto.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	AV. 20 DE NOVIEMBRE	AV. CHAC MOOL	AV. CANCÚN
Vialidad inicio		Diagonal Tulum	Av. 20 de noviembre	Pedregal Bonfil
Vialidad fin		Av. Chac Mool	Av. Cancún	Av. Rodrigo Gómez (Kabah)

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	AV. 20 DE NOVIEMBRE	AV. CHAC MOOL	AV. CANCÚN
Coordenadas Inicio	Latitud	21.190628	21.174467	21.132170
	Longitud	-86.827527	-86.872331	-86.896087
Coordenadas fin	Latitud	21.174467	21.132898	21.133755
	Longitud	-86.872331	-86.864739	-86.832986

Fuente: Elaboración propia.

Figura 98 Localización de la infraestructura dentro del cuadro urbano de la ZM de Cancún.



Fuente: Elaboración propia.

### d) Calendario de actividades

En el cuadro siguiente se presenta el calendario de actividades que corresponde al total de la obra a ejecutarse:

Cuadro 83 Calendario de Actividades de la obra: Ciclovia y andadores.

No.	CONCEPTO	2020-2021											
		AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
PE II	CICLOVIA												

No.	CONCEPTO	2020-2021											
		AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
PE II.I	DENTELLÓN DE CONCRETO CICLOVÍA												
PE III	ANDADOR PEATONAL												
PE III.I	DENTELLÓN DE CONCRETO ANDADOR												
PE IV	SISTEMA DE INSTALACIÓN PLUVIAL												
PE V	ALUMBRADO SOLAR												
PE VI	SEÑALETICA VERTICAL												
PE VII	SEÑALETICA HORIZONTAL												
PE VIII	SEMAFORIZACIÓN PEATONAL												
PE IX	GUARNICIONES EN CAMELLONES												
PE X	PASOS PEATONALES (PLAZOLETAS)												

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 84 Calendario físico-financiero (\$ pesos incluye IVA)

FEDERAL						
Avance	Calendario de Físico-Financiero					
	2020					2021
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Físico (%)	5%	10%	15%	10%	10%	10%
Financiero (\$)	\$60,931,628.00	\$20,310,542.00	\$20,310,542.00	\$20,310,542.00	\$10,155,271.00	\$10,155,271.00
Avance	2021					
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
	Físico (%)	10%	10%	5%	5%	5%
Financiero (\$)	\$10,155,271.00	\$10,155,271.00	\$10,155,271.00	\$10,155,271.00	\$10,155,271.00	\$10,155,276.52
<b>TOTAL FÍSICO</b>		<b>\$100.00</b>				
<b>TOTAL FINANCIERO</b>		<b>\$203,105,427.52</b>				

ESTATAL						
Avance	Calendario de Físico-Financiero					
	2020					2021
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Físico (%)	5%	10%	15%	10%	10%	10%
Financiero (\$)	\$3,155,270.00	\$5,077,634.00	\$5,077,634.00	\$5,077,634.00	\$2,538,817.00	\$14,616,451.00
Avance	2021					
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
	Físico (%)	10%	10%	5%	5%	5%
Financiero (\$)	\$2,538,817.00	\$2,538,817.00	\$2,538,817.00	\$2,538,817.00	\$2,538,817.00	\$2,538,824.24
<b>TOTAL FÍSICO</b>		<b>\$100.00</b>				
<b>TOTAL FINANCIERO</b>		<b>\$50,776,349.24</b>				

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12).

## e) Monto total de inversión

Cuadro 85 Monto Total de la Inversión

Fuente	%	Monto
--------	---	-------

Federal (FONDO METROPOLITANO)	80.0	\$203,105,427.52
Estatal	20.0	\$50,776,349.24
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>\$253,881,776.76</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 86 Monto Total de la Inversión FIFOMETRO por Componente.**

Componente	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (importe sin IVA)	Subtotal (importe sin IVA)	Total (importe con IVA)
Ciclovia. Pavimento concreto permeable de 6 cm de espesor	m2	63,000.00	\$887.44	\$55,908,909.00	\$64,854,334.44
Ciclovia. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye pintura.	ml	30,000.00	\$272.86	\$8,185,800.00	\$9,495,528.00
Andador peatonal. Pavimento concreto permeable de 7 cm de espesor	m2	49,584.00	\$924.53	\$45,841,845.94	\$53,176,541.29
Andador peatonal. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye pintura	ml	30,990.00	\$272.86	\$8,455,931.40	\$9,808,880.42
Alumbrado público solar con lámpara de LED de 100 W, potencia lumínica de 6,400 lm, arreglo solar de 250 Wp, para operar 9 h por noche, gabinete metálico para baterías y control apropiado para intemperie. Batería libre de mantenimiento, respaldo en baterías de 3 días. Colocado a cada 15 mts.	pza	1,093.00	\$44,710.16	\$48,868,201.80	\$56,687,114.08
Poste metálico cónico circular de 7m de altura punta de poste acabado primer.	pza	1,093.00	\$4,500.00	\$4,918,500.00	\$5,705,460.00
Construcción de guarnición concreto f'c=150kg/cm2 perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.	ml	10,671.03	\$272.86	\$2,911,697.66	\$3,377,569.29
				<b>TOTAL</b>	<b>\$203,105,427.52</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12).

**Cuadro 87 Monto Total de la Inversión ESTATAL por Componente**

Componente	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (importe sin IVA)	Subtotal (importe sin IVA)	Total (importe con IVA)
Pozo de absorción de 1x1x1 m (uno cada 100 m2), para Ciclovia y Andador peatonal.	pza	1,122.00	\$8,749.81	\$9,817,286.82	\$11,388,052.71
Señalética de Servicios y Turística, refl. grado ingeniería, de 61 x 61 con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	420.00	\$1,219.63	\$512,244.60	\$594,203.74
Señalética Preventiva de 71x71cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	238.00	\$1,219.63	\$290,271.94	\$336,715.45
Señalética Restrictiva de 61x61cm y 71x71 cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	350.00	\$1,219.63	\$426,870.50	\$495,169.78
Señalética Informativa, refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	87.00	\$1,219.63	\$106,107.81	\$123,085.06
Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovia	ml	15,000.00	\$9.73	\$145,950.00	\$169,302.00
Violetas od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de 10 x 10 cm. violetam - 8 continua a cada 15.00 m, de separación: -color blanco una cara reflejante. Para cruces de calles.	pza	2,140.00	\$37.53	\$80,314.20	\$93,164.47
Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovia y Andador.	pza	15,100.00	\$98.30	\$1,484,330.00	\$1,721,822.80
Señalamiento horizontal con pintura en cebreado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con	M2	25,920.00	\$9.73	\$252,201.60	\$292,553.86

Componente	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (Importe sin IVA)	Subtotal (Importe sin IVA)	Total (Importe con IVA)
una separación de 0.60 mts, en un ancho de 12.00 mts. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovia y andador.					
Señalamiento horizontal con pintura en cebraado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 9.00 mts. Para conexión y acceso perimetral.	m2	77,760.00	\$9.73	\$756,604.80	\$877,661.57
Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador.	ml	15,495.00	\$136.99	\$2,122,660.05	\$2,462,285.66
Guía Podotáctil circular para freno en el de andador.	ml	11,178.00	\$136.99	\$1,531,274.22	\$1,776,278.10
Bolardos para cruces de intersecciones viales. En ciclovia y Andador.	pza	2,300.00	\$1,045.51	\$2,404,673.00	\$2,789,420.68
Semáforo peatonal (incluye poste), fabricado en policarbonato de alto impacto (semáforo con D2 secciones de 20cm (peatón-cronometro) (peatón animado) señal auditiva para semáforo peatonal.	pza	40.00	\$34,431.56	\$1,377,262.40	\$1,597,624.38
Construcción de guarnición concreto f'c=150kg/cm2 perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.	ml	30,018.97	\$350.59	\$10,524,230.12	\$12,208,106.94
Piso de 8 cm de concreto estampado de f'c = 150 kg/cm2 con diseño abanico, armado con malla electrosoldada 6,6-10,10 terminado pulido, utilizando endurecedor color según proyecto, desmoldante neutro y sellador acrílico,	m2	12,580.00	\$949.16	\$11,940,432.80	\$13,850,902.05
				<b>TOTAL</b>	<b>\$50,776,349.24</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo B12).

El proyecto ya no contempla etapas posteriores a las mencionadas en la parte superior. El proyecto será final y funcional al término de su ejecución.

## f) Fuentes de financiamiento

Cuadro 88 Desglose de fuentes de financiamiento para el proyecto.

Fuentes de financiamiento		
Fuente	%	Monto
Federal (FONDO METROPOLITANO)	80.0	\$203,105,427.52
Federal	0.0	\$0.00
Estatal	20.0	\$50,776,349.24
Municipal	0.0	\$0.00
Total	100.00	\$253,881,776.76

Fuente: Elaboración propia.

## g) Capacidad instalada

Se espera que las obras queden concluidas en el año 0, y que la operación de la infraestructura sea a partir del año 1, de modo que a continuación se muestra la capacidad de servicio de la nueva infraestructura considerando los parámetros de atención siguientes:

- Adultos: El espacio de los adultos en posición estática se puede medir en una elipse corporal en vista de planta de 0.45 por 0.60 m.
- Bicicleta convencional: Considera un usuario por vehículo. Incluye las bicicletas urbanas/híbrida, de montaña, de ruta, de turismo, de asistencia eléctrica, cross y bicicletas de renta. Las rodadas 45 generalmente son de 24 a 28 pulgadas.

Cuadro 89 Capacidad Instalada.

Andadores	Capacidad Peatones/día	Flujo peatonal p/min/m (peatones por minuto por metro de franja)	Nivel de Servicio	Descripción
Tramo 1: Av. 20 de Noviembre	3,164	≤ 16	A	Los peatones pueden circular en la trayectoria que decidan sin necesidad de modificarla por la presencia de otros peatones. La velocidad en este nivel de servicio es libre y se reducen los conflictos con otros peatones al circular por la banqueta.
Tramo 2: Av. Chac Mool	2,965			
Tramo 3: Av. Cancún	4,109			
Ciclovia	Capacidad Ciclistas/día	Flujo ciclista c/min/m (Ciclistas por minuto por metro de franja)	Nivel de Servicio	Descripción
Tramo 1: Av. 20 de Noviembre	11,251	≤ 1.8	A	No hay riesgo de colisión. Hay suficiente iluminación. No se pierde mucho tiempo en intersecciones. Ancho efectivo sin conflicto. Facilidad para acceder o salir de la ruta de manera segura y fácil.
Tramo 2: Av. Chac Mool	10,542			
Tramo 3: Av. Cancún	14,611			
Alumbrado Luminarias solar LED	Capacidad Instalada	Lúmenes (lm)	Nivel de servicio/descripción	
Tramo 1: Av. 20 de Noviembre	339 pza	749,190	En los tres tramos del proyecto, existe suficiente luminaria para que los usuarios puedan transitar de forma segura. Durante todo el tramo existen luminarias a cada 15m que generan la suficiente visibilidad para transitar a lo largo de la ciclovia y andador.	
Tramo 2: Av. Chac Mool	316 pza	698,949		
Tramo 3: Av. Cancún	438 pza	968,717		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 90 Metas de producción.

<b>METAS (Con recursos FIFONMETRO 2020).</b>		
<b>COMPONENTE</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Ciclovía. Pavimento concreto permeable de 6 cm de espesor	M2	63,000.00
Ciclovía. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye pintura.	ML	30,000.00
Andador peatonal. Pavimento concreto permeable de 7 cm de espesor.	M2	49,584.00
Andador peatonal. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye pintura	ML	30,990.00
Alumbrado Solar con lampara LEDS de 100 W. Base piramidal y poste metálico de 7 m de altura	PZA	1,093.00
Guarniciones en camellones concreto f'c=150kg/cm2 perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.	ML	10,671.03
<b>METAS (Con recursos ESTATAL 2020).</b>		
<b>COMPONENTE</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Sistema Pluvial para Ciclovía y Andador con pozo de absorción de 1x1x1 m (uno cada 100 m2).	PZA	1,122.00
Señalética de Servicios y Turística, con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura.	PZA	420
Señalética Preventiva con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura	PZA	238
Señalética Restrictiva con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura.	PZA	350
Señalética Informativa con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura,	PZA	87
Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovía	ML	15,000.00
Violetas od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de 10 x 10 cm.	PZA	2,140.00
Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovía y Andador.	PZA	15,100.00
Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador	ML	15,495.00
Bolardos para cruces de intersecciones viales. En ciclovía y Andador.	PZA	2,300.00
Semáforo peatonal (incluye poste), fabricado en policarbonato de alto impacto y señal auditiva para semáforo peatonal.	PZA	40
Pasos peatonales con piso de 8 cm de concreto estampado.	M2	12,580.00

Fuente: Elaboración propia.

Las metas de operación consisten en el número de viajes anuales de los modos no motorizados captados por la infraestructura del proyecto, esto es, la ciclovía y andadores. Tomar en cuenta que estas metas aplican también para el alumbrado pues es un componente que brinda servicio directo a la infraestructura en referencia.

- A continuación, se presenta la proyección de las metas hacia el horizonte de la evaluación:

Cuadro 91 Metas de operación.

Años	Viajes Ciclistas				Viajes Peatones			
	Tramo 1	Tramo 2-A	Tramo 2-B	Tramo 3	Tramo 1	Tramo 2-A	Tramo 2-B	Tramo 3
0	522,680	284,335	284,335	433,255	303,680	165,345	165,345	252,580
1	540,974	294,287	294,287	448,419	314,309	171,132	171,132	261,420
2	559,908	304,587	304,587	464,114	325,310	177,122	177,122	270,570
3	579,505	315,247	315,247	480,358	336,695	183,321	183,321	280,040
4	599,787	326,281	326,281	497,170	348,480	189,737	189,737	289,841
5	620,780	337,701	337,701	514,571	360,677	196,378	196,378	299,986
6	642,507	349,520	349,520	532,581	373,300	203,251	203,251	310,485
7	664,995	361,754	361,754	551,221	386,366	210,365	210,365	321,352
8	688,270	374,415	374,415	570,514	399,889	217,728	217,728	332,600
9	712,359	387,519	387,519	590,482	413,885	225,348	225,348	344,241
10	737,292	401,083	401,083	611,149	428,371	233,235	233,235	356,289
11	763,097	415,120	415,120	632,539	443,364	241,399	241,399	368,759
12	789,805	429,650	429,650	654,678	458,881	249,848	249,848	381,666
13	817,449	444,687	444,687	677,592	474,942	258,592	258,592	395,024
14	846,059	460,252	460,252	701,307	491,565	267,643	267,643	408,850
15	875,671	476,360	476,360	725,853	508,770	277,011	277,011	423,160
16	906,320	493,033	493,033	751,258	526,577	286,706	286,706	437,970
17	938,041	510,289	510,289	777,552	545,007	296,741	296,741	453,299
18	970,872	528,149	528,149	804,766	564,082	307,127	307,127	469,165
19	1,004,853	546,634	546,634	832,933	583,825	317,876	317,876	485,585
20	1,040,023	565,767	565,767	862,086	604,259	329,002	329,002	502,581
21	1,076,424	585,568	585,568	892,259	625,408	340,517	340,517	520,171
22	1,114,098	606,063	606,063	923,488	647,297	352,435	352,435	538,377
23	1,153,092	627,276	627,276	955,810	669,953	364,770	364,770	557,220
24	1,193,450	649,230	649,230	989,263	693,401	377,537	377,537	576,723
25	1,235,221	671,953	671,953	1,023,888	717,670	390,751	390,751	596,908
26	1,278,454	695,472	695,472	1,059,724	742,789	404,427	404,427	617,800
27	1,323,199	719,813	719,813	1,096,814	768,786	418,582	418,582	639,423
28	1,369,511	745,007	745,007	1,135,203	795,694	433,232	433,232	661,803
29	1,417,444	771,082	771,082	1,174,935	823,543	448,395	448,395	684,966
30	1,467,055	798,070	798,070	1,216,057	852,367	464,089	464,089	708,940
31	1,518,402	826,002	826,002	1,258,619	882,200	480,332	480,332	733,753
<b>Total</b>	<b>29,967,598</b>	<b>16,302,206</b>	<b>16,302,206</b>	<b>24,840,460</b>	<b>17,411,342</b>	<b>9,479,973</b>	<b>9,479,973</b>	<b>14,481,549</b>

Fuente: Elaboración propia.

## h) Metas Anuales

### Metas FONMETRO

Componente	Unidad de Medida	Cantidad
Ciclovia. Pavimento concreto permeable de 6 cm de espesor	m <sup>2</sup>	63,000.00
Ciclovia. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> de 20 x 30 cm. Incluye pintura	ml	30,000.00
Andador peatonal. Pavimento concreto permeable de 7 cm de espesor	m <sup>2</sup>	49,584.00
Andador peatonal. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> de 20 x 30 cm. Incluye pintura	ml	30,990.00
Alumbrado público solar con lámpara de LED de 100 W, potencia lumínica de 6,400 lm, arreglo solar de 250 Wp, para operar 9 h por noche, gabinete metálico para baterías y control apropiado	pza	1,093.00

Componente	Unidad de Medida	Cantidad
para intemperie. Batería libre de mantenimiento, respaldo en baterías de 3 días. Colocado a cada 15 mts.		
Poste metálico cónico circular de 7m de altura punta de poste acabado primer.	pza	1,093.00
Construcción de guarnición concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.	ml	10,671.03

## Metas Estatales

Componente	Unidad de Medida	Cantidad
Pozo de absorción de 1x1x1 m (uno cada 100 m2), para Ciclovía y Andador peatonal.	pza	1,122.00
Señalética de Servicios y Turística, refl. grado ingeniería, de 61 x 61 con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	420.00
Señalética Preventiva de 71x71cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	238.00
Señalética Restrictiva de 61x61cm y 71x71 cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	350.00
Señalética Informativa, refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	87.00
Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovía	ml	15,000.00
Violetas od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de 10 x 10 cm. violetam - 8 continua a cada 15.00 m. de separación: -color blanco una cara reflejante. Para cruces de calles.	pza	2,140.00
Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovía y Andador.	pza	15,100.00
Señalamiento horizontal con pintura en cebreado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 12.00 mts. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovía y andador.	M2	25,920.00
Señalamiento horizontal con pintura en cebreado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 9.00 mts. Para conexión y acceso perimetral.	M2	77,760.00
Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador.	ml	15,495.00
Guía Podotáctil circular para freno en el de andador.	ml	11,178.00
Bolardos para cruces de intersecciones viales. En ciclovía y Andador.	pza	2,300.00
Semáforo peatonal (incluye poste), fabricado en policarbonato de alto impacto (semáforo con 02 secciones de 20cm (peatón-cronometro) (peatón animado) señal auditiva para semáforo peatonal.	pza	40.00
Construcción de guarnición concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.	ml	30,018.97
Piso de 8 cm de concreto estampado de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con diseño abanico, armado con malla electrosoldada 6,6-10,10 terminado pulido, utilizando endurecedor color según proyecto, desmoldante neutro y sellador acrílico,	m2	12,580.00

## i) Vida Útil

Se estima que la vida útil de proyecto será de 31 años de operación que derivan de la vida útil de sus principales activos que son la Ciclovía y el Andador descrito en apartados anteriores:

Cuadro 92 Vida Útil del Proyecto.

Vida útil del PPI	
Vida útil	31 años

Fuente: Elaboración propia.

## j) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto de inversión.

En el presente apartado de especifican los aspectos relacionados con la situación legal de la propiedad en la que se pretende llevar a cabo el proyecto, que para este caso representan bienes públicos de propiedad estatal, que cuenta con todos los permisos liberados, vigentes y necesarios para la correcta ejecución.

Cuadro 93 Estudios Técnicos.

Estudios técnicos	
<b>Principales resultados</b>	<p>El expediente técnico del proyecto se respalda en cálculos, planos, mediciones y presupuesto. Su definición se basa en los siguientes estudios técnicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Levantamiento topográfico horizontal y vertical;</li> <li>2) Proyecto arquitectónico (Planos).</li> <li>3) Proyecto Ejecutivo.</li> <li>4) Factibilidad Técnica (Criterios de Diseño)</li> <li>5) Justificación para el cálculo eléctrico.</li> <li>6) Memoria de Cálculo Hidráulico.</li> </ol> <p>En el <b>Anexo B</b> del presente documento se incluye el proyecto arquitectónico validado y firmado por perito, así como el archivo .dwg del levantamiento topográfico. Se incluye proyecto ejecutivo y la factibilidad técnica para su ejecución.</p>
<b>Porcentaje de avance</b>	100 %
<b>Fecha de conclusión</b>	No Aplica

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro 94 Estudios Legales.

Estudios legales	
<b>Principales resultados</b>	<p>Se llevó a cabo una recopilación y análisis de las acciones legales que han conformado el espacio urbano de la Ciudad de Cancún, en particular en las áreas donde se encuentra el proyecto. Se consultaron decretos oficiales y la historia de las acciones agrarias de los núcleos ejidales presentes, particularmente de expropiaciones. Fueron integrados en un sistema de información geográfica las descripciones de límites encontradas en las publicaciones oficiales, así como la cartografía solicitada y proporcionada por las instancias de gobierno. Resultados: Fue posible determinar la propiedad de la tierra del total del área del proyecto, por lo tanto, se establece que el 100% del área del proyecto es de propiedad pública.</p> <p>Conclusión: No existen impedimentos legales o situación jurídica que impida la realización del proyecto en los términos del presente documento. Los puntos relevantes de la factibilidad legal del presente proyecto pueden ser consultados en el <b>Anexo C</b> del presente documento.</p>
<b>Porcentaje de avance</b>	100%
<b>Fecha de conclusión</b>	No Aplica

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 95 Estudios ambientales.

Estudios ambientales	
<b>Principales resultados</b>	<p>El Proyecto se ha conceptualizado dentro del espacio urbano de Cancún íntegramente impactado, es decir, ya desarrollado. No obstante, dada la importancia del equilibrio ecológico de la zona de afectación, en el presente ejercicio se realizaron los trámites necesarios ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMA) para obtener la Exención de la presentación de los estudios en materia de impacto ambiental.</p> <p>Se cuenta con la resolución para las actividades del Proyecto relacionadas con las obras y actividades señaladas en el artículo 7 del reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental del Estado</p>

<b>Estudios ambientales</b>	
	<p>de Quintana Roo (LEEPA) y su Reglamento (Art. 8) en materia de impacto ambiental.</p> <p>El oficio No. <b>AGEPRO/DDG/0325/VIII/2019</b> de solicitud y su resolutive (<b>SEMA/DS/2842/2019</b>) se incluye en el <b>Anexo D</b> del presente documento.</p> <p style="padding-left: 20px;">1) Resolutive SEMA</p> <p>De este modo, no existe impedimento de orden ambiental no previsto par el presente proyecto.</p>
<b>Porcentaje de avance</b>	100%
<b>Fecha de conclusión</b>	No aplica.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 96 Estudios de mercado.

<b>Estudios de mercado</b>	
<b>Principales resultados</b>	<p>Para la elaboración de los escenarios de oferta y demanda, e interacción se realizó el estudio de Perfil de Movilidad en la Zona de Influencia del Proyecto en la ciudad de Cancún, Quintana Roo, y los cálculos del Transito Promedio Diario Anual (TDPA) mediante el Método de Conteo Temporal con estaciones en las principales vialidades del presente proyecto.</p> <p>En el Anexo E del presente documento se adjunta la documentación del Estudio en referencia para su consulta.</p>
<b>Porcentaje de avance</b>	100%
<b>Fecha de conclusión</b>	No aplica.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 97 Estudios de específicos.

<b>Otros estudios específicos</b>	
<b>Principales resultados</b>	No Aplica
<b>Porcentaje de avance</b>	

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten signature]*

## Otros estudios específicos

Fecha de  
conclusión

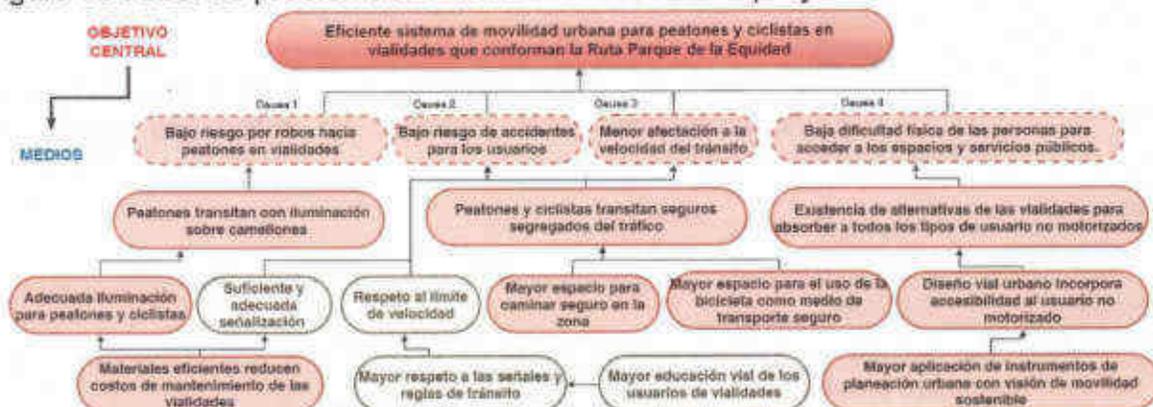
Fuente: Elaboración propia.

### k) Análisis de la Oferta con Proyecto

La propuesta de proyecto no modifica las condiciones geométricas a los arroyos vehiculares. No obstante, se aprovecha el espacio público subutilizado en los camellones centrales para incorporar un nivel de servicio adicional para la circulación de bicicletas y peatones en mejores condiciones de seguridad y velocidad, con mejor iluminación, separado del tránsito motorizado por lo que se libera la carga de las vialidades y mejoran las velocidades de operación minimizando el impacto vial, y reduce significativamente el riesgo de colisión entre los usuarios.

Esto se ve más claramente revisando los principales impactos del programa de inversión en la resolución de los principales medios (causas) para lograr incrementar la eficiencia del sistema de movilidad urbana para los usuarios de viales de conforman la Ruta Parque de la Equidad:

Figura 99 Árbol de problemas: Situación deseada con proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

En ese contexto, las condiciones de la oferta se modifican de acuerdo a la siguiente descripción.

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 5.863 km que va de la Av. Bonampak (incluidos los 0.8 km de ciclovía en banquetas) hasta la Av. Chac Mool; de este a oeste el ancho de sección del camellón tiene una longitud promedio de 37.00 m. En cuanto a banquetas, existen tramos en los que

no se cuenta con ellas, como se observa en la Figura 15 la cual equivale a 4,814.6 m; y la existente mide en promedio 2.50 m a 3.00 m.

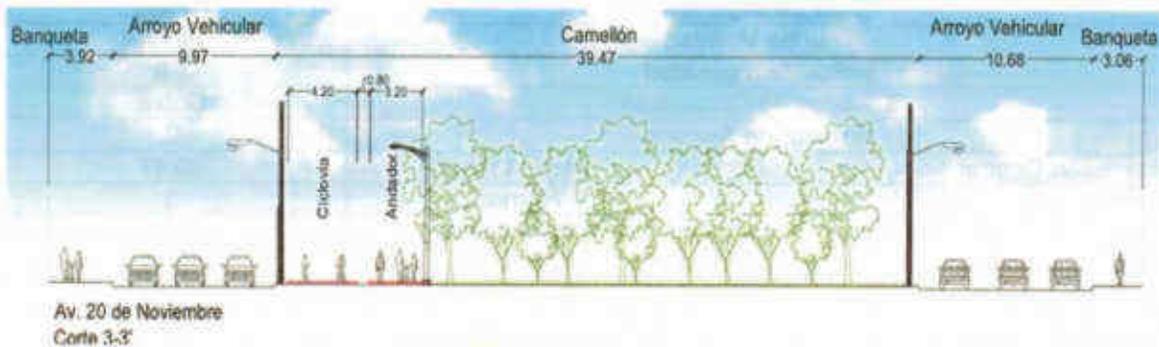
Figura 100. Tramo 1: Av. 20 de noviembre secciones sin banquetas (línea roja).



Fuente: Elaboración propia con información de Campo.

En cuanto a su funcionalidad, la vialidad es de doble sentido con camellón central, una velocidad de diseño de 50 km/hr, y su capacidad de servicio conforme a su diseño corresponde a un total de 1400 vehículos equivalentes por hora por carril de acuerdo con la clasificación descrita en el manual de calles de la SEDATU en 2019.

Figura 101. Situación con proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 102. Situación con proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre, Imagen.

*Handwritten signature*



Nota: Camellón central de 37 m que divide los sentidos de circulación; luminarias y torres eléctricas, no existe señalética, se tiene circulación contraria de ciclistas y carece de banquetas.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 98. Características Físico-Geométricas Tramo 1: Av. 20 de Noviembre

SITUACIÓN CON PROYECTO		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Bonampak
Vialidad fin		Av. Chac Mool
Coordenadas Inicio	Latitud	21.190777
	Longitud	-86.818978
Coordenadas fin	Latitud	21.174467
	Longitud	-86.872331
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	5.863
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	39.47
Carriles	Número	3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad	Metro Lineal	60.12
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.49
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes/hr	1400
Ciclo vías existentes	Carriles un sentido	1
Andadores	Carriles por sentido	1
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	58
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	70
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En principio, la oferta existente de ciclovías que está relacionada con el proyecto se remite al trayecto de la Av. 20 de Noviembre que tiene una extensión de 0.8 km en la región norte de la Ciudad. Actualmente la ciclovía es una infraestructura que no conecta al sistema troncal planeado para Cancún (Véase Figura 11), pues su extensión es restringida lo que aísla sus beneficios a una zona específica y con menores concentraciones de población.

Cuadro 99. Ciclovía Av. 20 de Noviembre conecta en situación con proyecto.

SITUACIÓN CON PROYECTO			
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	AV. 20 NOVIEMBRE	AV. NOVIEMBRE NUEVA
Vialidad inicio		Av. Bonampak Norte	Diagonal Tulum
Vialidad fin		S/N	Av. Chac Mool
Coordenadas Inicio		21.190943	21.190628
		-86.819354	-86.827527
Coordenadas fin		21.190716	21.174467
		-86.826565	-86.872331
Extensión		0.8	5.063 km
Ancho		2	2
Tipo de Superficie		Concreto	Concreto permeable

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 103. Ciclovía Av. 20 de Noviembre: Ciclovía de concreto 0.8 km.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 104. Ciclovías que conectan en Situación con Proyecto.

*[Handwritten signature]*



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Tramo 2: Av. Chac Mool.

El camellón central de esta avenida, es de dimensión variable; por lo que, se representa como una configuración "a y b". Es decir, se determinó realizar la segmentar del mismo en tramo 2a y 2b, de acuerdo a la siguiente imagen:

Figura 105. Tramo 2: Av. Chac Mool, secciones sin banquetas (línea roja).



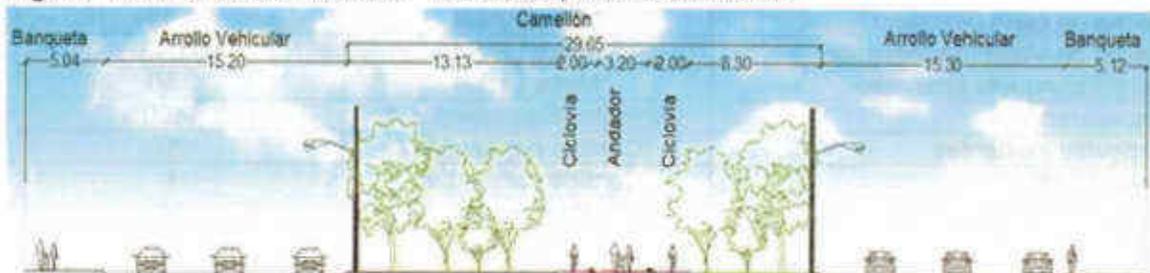
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

A continuación, se presentan las características de cada sub-tramo:

## Tramo 2a, Av. Chac Mool

La configuración "a" mantiene un ancho promedio de 29.65 m. Por su parte las luminarias existentes se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos. Este tramo no tiene presencia de torres de eléctricas en el camellón central.

Figura 106. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 107. Situación Actual: Tramo 2a, Av. Chac Mool, Imagen.



Nota: El arroyo vehicular cuenta con 3 carriles de circulación por sentido, un camellón central, luminarias, las banquetas tienen una longitud de 2.5 m, y carece de señalética.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 100. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool

SITUACIÓN CON PROYECTO		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. 20 de Noviembre
Vialidad fin		Av. José López Portillo
Coordenadas Inicio	Latitud	21.174467
	Longitud	-86.872331
Coordenadas fin	Latitud	21.152303
	Longitud	-86.870684
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	2.42
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto

SITUACIÓN CON PROYECTO		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	29.65
Carriles	Número	2-3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	4.45
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	61.43
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	2.50
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Ciclovías existentes	Carriles por sentido	1
Andadores	Carriles por sentido	1
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	64
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

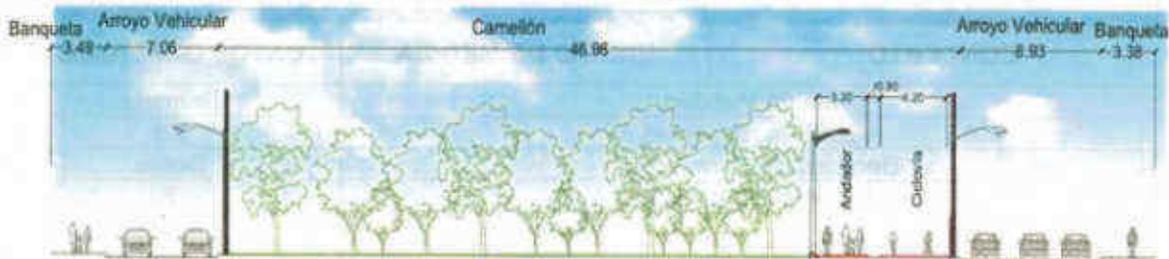
Este tramo no conecta con la oferta existente de ciclovías, por lo que no se presenta información relacionada con este tipo de infraestructura. Así mismo, se cuenta con áreas de banqueta cuya cobertura es del 80% de la totalidad del tramo, sin embargo, es importante subrayar que los tramos de banqueta no son continuos de inicio a fin, lo que complica el tránsito de punta a punta, tanto para el sentido norte sur y viceversa.

## Tramo 2b, Av. Chac Mool

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 2.324 km, inicia de la Av. Cancún y termina hasta la Av. López Portillo, en sentido de Sur a Norte, donde el ancho de sección del camellón tiene una dimensión promedio de 46.00 m. Se debe señalar que el tramo 2b, Av. Chac Mool contaba con una breve discontinuidad del tránsito a partir de Andrés Quintana Roo, lo que afectaba a los viajeros con destino y origen norte a sur y viceversa. En la actualidad, la Secretaría de Obras Públicas del Ayuntamiento Benito Juárez, ha realizado la ampliación de la Chac Mool mediante un cruce con Av. Andrés Quintana Roo.

Este subtramo tampoco conecta con la oferta de ciclovías o andadores existentes en la zona de influencia. Los tramos de banqueta tienen una menor cobertura que la situación del tramo 2a, misma que es del 64% y su discontinuidad se muestra en la Figura 17 del presente estudio.

Figura 108. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 109. Situación Actual: Tramo 2b, Av. Chac Mool, Imagen.



Nota: El arroyo vehicular cuenta con 2-3 carriles de circulación por sentido, un camellón central amplio con presencia de infraestructura eléctrica.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En cuanto a su funcionalidad, el camellón se encuentra deficiente al igual que en el caso anterior, por otra parte, las luminarias existentes se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos.

Cuadro 101. Características Físico-Geométricas, Tramo 2a: Av. Chac Mool

SITUACIÓN CON PROYECTO		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Av. José López Portillo
Vialidad fin		Av. Cancún
Coordenadas Inicio	Latitud	21.152303
	Longitud	-86.870684
Coordenadas fin	Latitud	21.132898
	Longitud	-86.864739
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	2.324
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto

SITUACIÓN CON PROYECTO		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	48.90
Carriles	Número	2-3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	71.83
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.435
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes./hr	1400
Ciclo vías existentes	Carriles por sentido	1
Andadores	Carriles por sentido	1
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	80
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### Tramo 3: Avenida Cancún

La estructura actual de esta avenida en la zona del proyecto tiene longitud de 6.575 km, iniciando su recorrido de este a oeste de la Av. Rodrigo Gómez (Kabah) a la calle Pedregal Bonfil con un ancho de camellón promedio de 50.00 m a lo largo de la vialidad. En cuanto a banquetas, existen tramos en los que no se cuenta con ellas, como se observa en la Figura 25 la cual equivale a 2,949.076 m; y la existente mide en promedio 2.80 m. El señalamiento que actualmente existe es deficiente, no se señala la velocidad permitida, ni la raya separadora de carriles, rayas de ceda el paso, ni cruce de peatones en intersecciones.

Figura 110. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen.

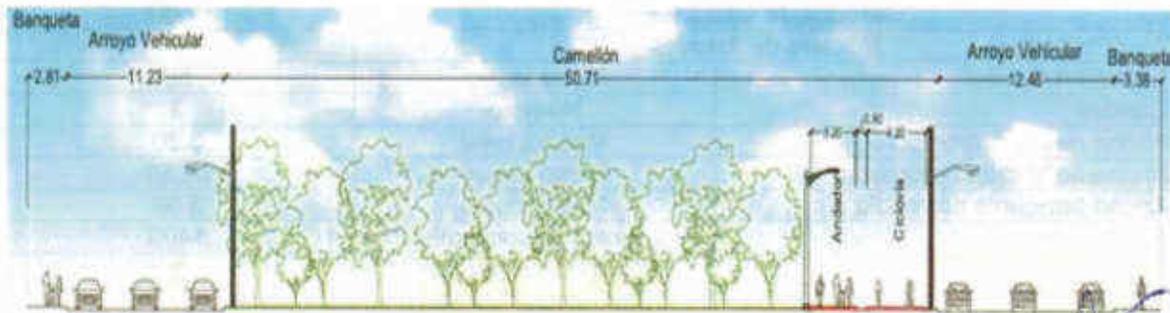


Fuente: Elaboración propia con información de campo.

El tramo 3, al igual que los tramos 1 y 2, es una vialidad primaria de doble sentido con camellón central, funciona a partir de una velocidad de diseño de 50 km/hr, y capacidad de diseño de 1400 vehículos equivalentes por hora por carril de acuerdo con la clasificación descrita en el manual de calles de la SEDATU en 2016. En cuanto a los espacios que usan como estacionamiento público son: el camellón y la superficie de "acotamiento", aunque esta delimitación de acotamiento no existe a lo largo de la avenida. Además, las luminarias se encuentran orientadas en su mayoría a iluminar la carpeta asfáltica, inhibiendo el espacio de tránsito no motorizado en horarios nocturnos.

En las siguientes imágenes se plasma de manera gráfica el escenario actual correspondiente a la Av. Cancún:

Figura 111. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 112. Situación Actual: Tramo 3, Av. Cancún, Imagen.

*[Handwritten signature]*



Nota: El estado del camellón es regular, con vegetación nativa en buen estado.

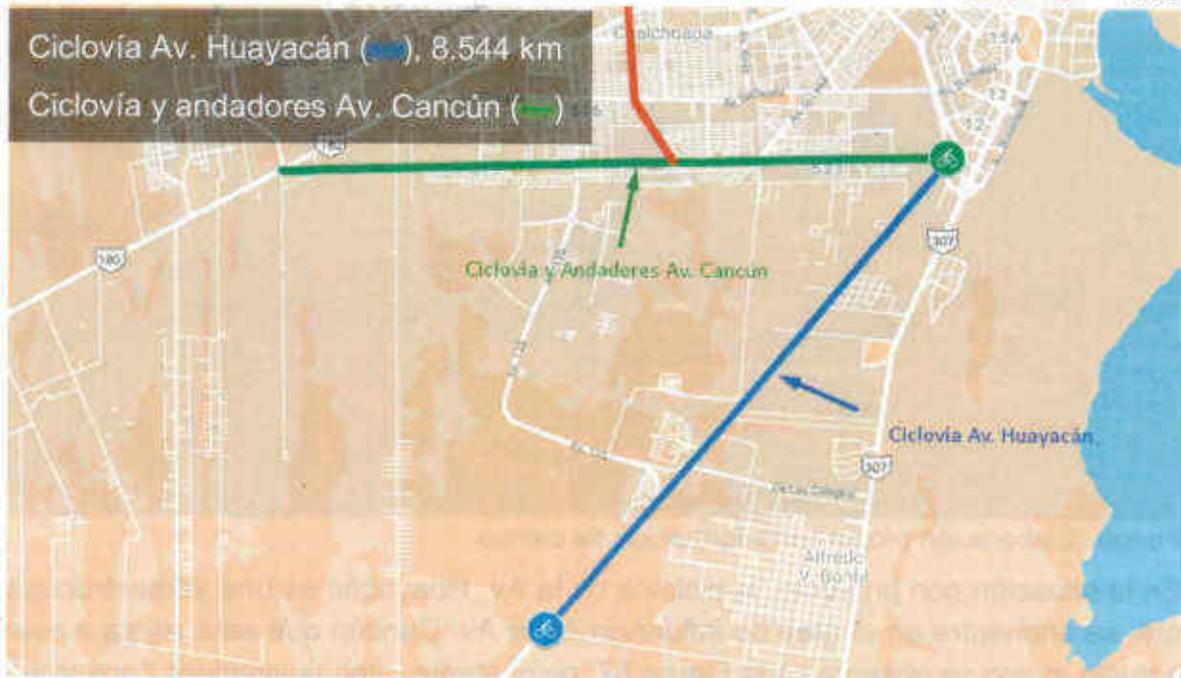
Fuente: Elaboración propia en recorrido en Campo.

Cuadro 102. Características Físico-Geométricas: Av. Cancún.

SITUACIÓN ACTUAL		
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS GENERALES
Vialidad inicio		Pedregal Bonfil
Vialidad fin		Av. Rodrigo Gómez (Kabah)
Coordenadas Inicio	Latitud	21.13375
	Longitud	-86.83298
Coordenadas fin	Latitud	21.13218
	Longitud	-86.89629
Administración		Municipal
Longitud del tramo	Km	6.575
Velocidad de Diseño	Km/hr	50
Tipo de superficie		Asfalto
Tipo de Vialidad		Primaria
Índice de rugosidad		3.8
Sentidos de Circulación		Doble
Número de Arroyos		2
Camellón Central	Metro Lineal	50
Carriles	Número	3
Ancho de carril promedio	Metro Lineal	3.30
Ancho de Vialidad promedio	Metro Lineal	80.59
Ancho banqueta promedio	Metro Lineal	3.09
Capacidad Vial	Vehículos Equivalentes/hr	1400
Ciclovías existentes	Carriles por sentido	1
Andadores	Carriles por sentido	1
Vialidad con Banquetas	Porcentaje	64
Vialidad con Luminaria	Porcentaje	90
Red de Drenaje	Estado	Regular
Camellón Central	Estado	Irregular
Red de Agua Potable	Estado	Regular
Alumbrado Público	Estado	Regular
Señalamiento Horizontal y Vertical	Estado	Completo
Red de Telefonía e internet.	Estado	Regular

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 113. Ciclovías que conectan en la Situación con Proyecto.



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 103. Ciclovía Av. Huayacán conexas a Av. Cancún.

SITUACIÓN CON PROYECTO			
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	AV. HUAYACÁN	AV. CANCÚN
Vialidad inicio		Av. Kabah	Pedregal Bonfil
Vialidad fin		S/N	Av. Kabah
Coordenadas inicio	Latitud	21.13375	21.13375
	Longitud	-86.83298	-86.83298
Coordenadas fin	Latitud	21.13218	21.13218
	Longitud	-86.89629	-86.89629
Extensión	kilometro	8.8 km	6.575 km
Ancho	Metro	2	2
Tipo de Superficie		Asfalto	Concreto permeable

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 114. Ciclovía Av. Huayacán



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En la situación con proyecto, la ciclovía de la Av. Huayacán es una infraestructura que se encuentra en el área de influencia de la Av. Cancún que está sujeta a este estudio, como se observa en la Figura 57, no obstante, ambas avenidas convergen a menos de 200 metros sobre la Av. Kabah (véase Figura 60). Si bien no forma parte directa de las características físico geométricas de la Av. Cancún, se puede considerar como continuas, de modo que en la situación con proyecto los ciclistas tendrán que viajar más de 400 metros para llegar a una ruta continua de calidad similar, lo que cumple con los criterios de densidad de infraestructura ciclista del Manual de Calles de la SEDATU, 2019. Por otra parte, esta ciclovía tiene una extensión es de 8.544 km, de asfalto, de un ancho de 2 metros, y actualmente se encuentra aislada de conectar con otras ciclovías lo que limita sus beneficios a una zona específica y con menores concentraciones de población.

### **Estatus de la oferta y servicios relacionados con la Ruta Parque de la Equidad.**

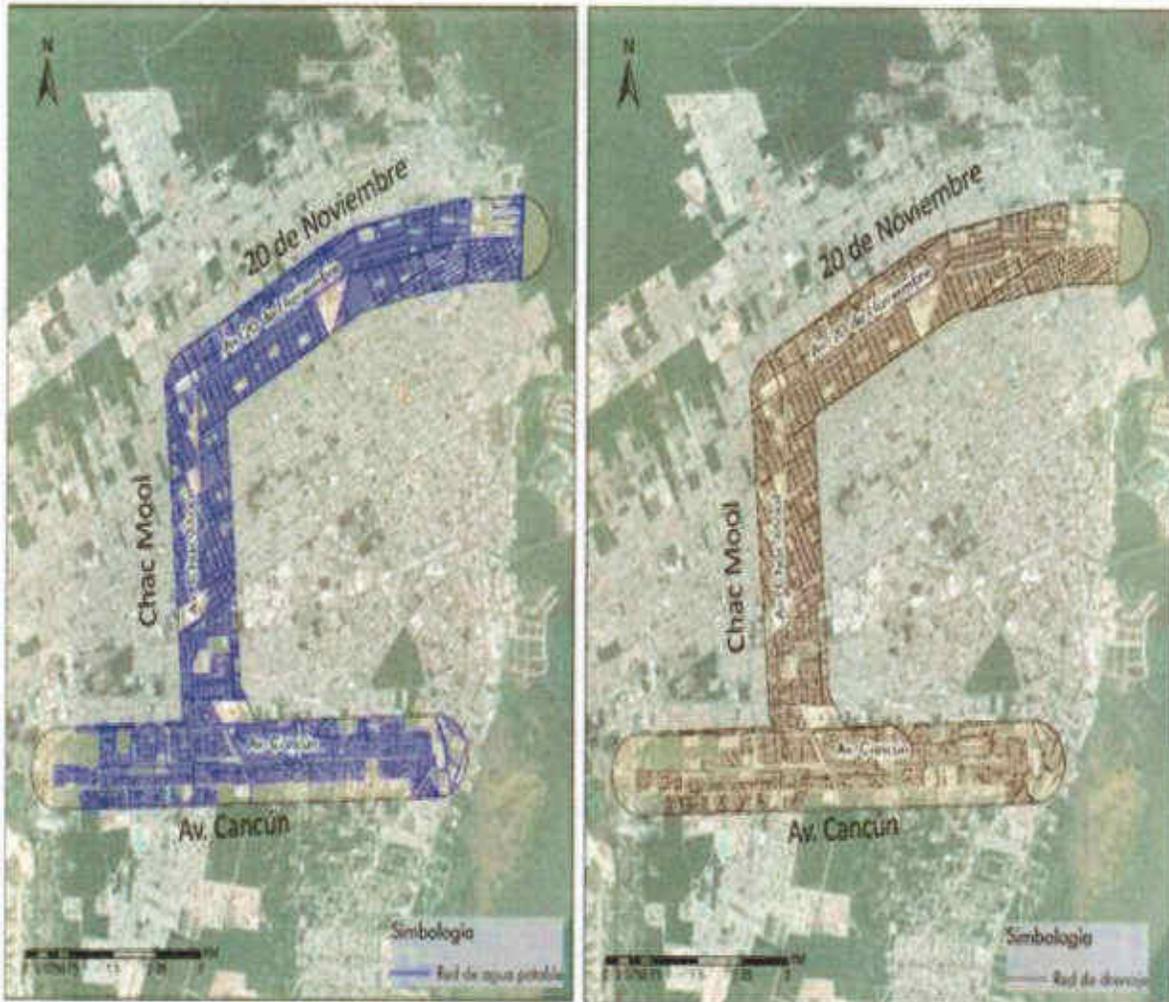
Por su parte, es necesario presentar en esta sección la distribución de la infraestructura existente y servicios relacionados<sup>37</sup>. Esto es infraestructura subterránea, señalización vial y dispositivos de seguridad, infraestructura eléctrica a nivel, y alumbrado público. Estos servicios se detallan a continuación:

- Infraestructura subterránea (Figura 115):
  - a. Agua Potable (Regular)
  - b. Red de drenaje (Regular).

Figura 115. Situación Actual: Infraestructura subterránea.

<sup>37</sup> De acuerdo al recorrido en campo y a un análisis espacial con imágenes satelitales.





Fuente: Elaboración propia con información de gabinete.

En cuanto a la infraestructura a nivel, la zona cuenta con los siguientes servicios:

- Energía Eléctrica (Torres de alta tensión) Figura 116:
  - o En temas de energía eléctrica, se observa que predominan las líneas de alta tensión de CFE en la mayor parte del recorrido de las avenidas que conforman el proyecto. Esto se observa con mejor claridad en la Figura 21 solo existe un tramo de la Av. Chac Mool que se encuentra libre de estas instalaciones<sup>38</sup>.

Figura 116. Situación Actual: Infraestructura a Energía Eléctrica.

<sup>38</sup> El apartado de la situación con proyecto del documento se mencionan los criterios de seguridad para la implementación de los elementos integradores que conforman el proyecto propuesto.

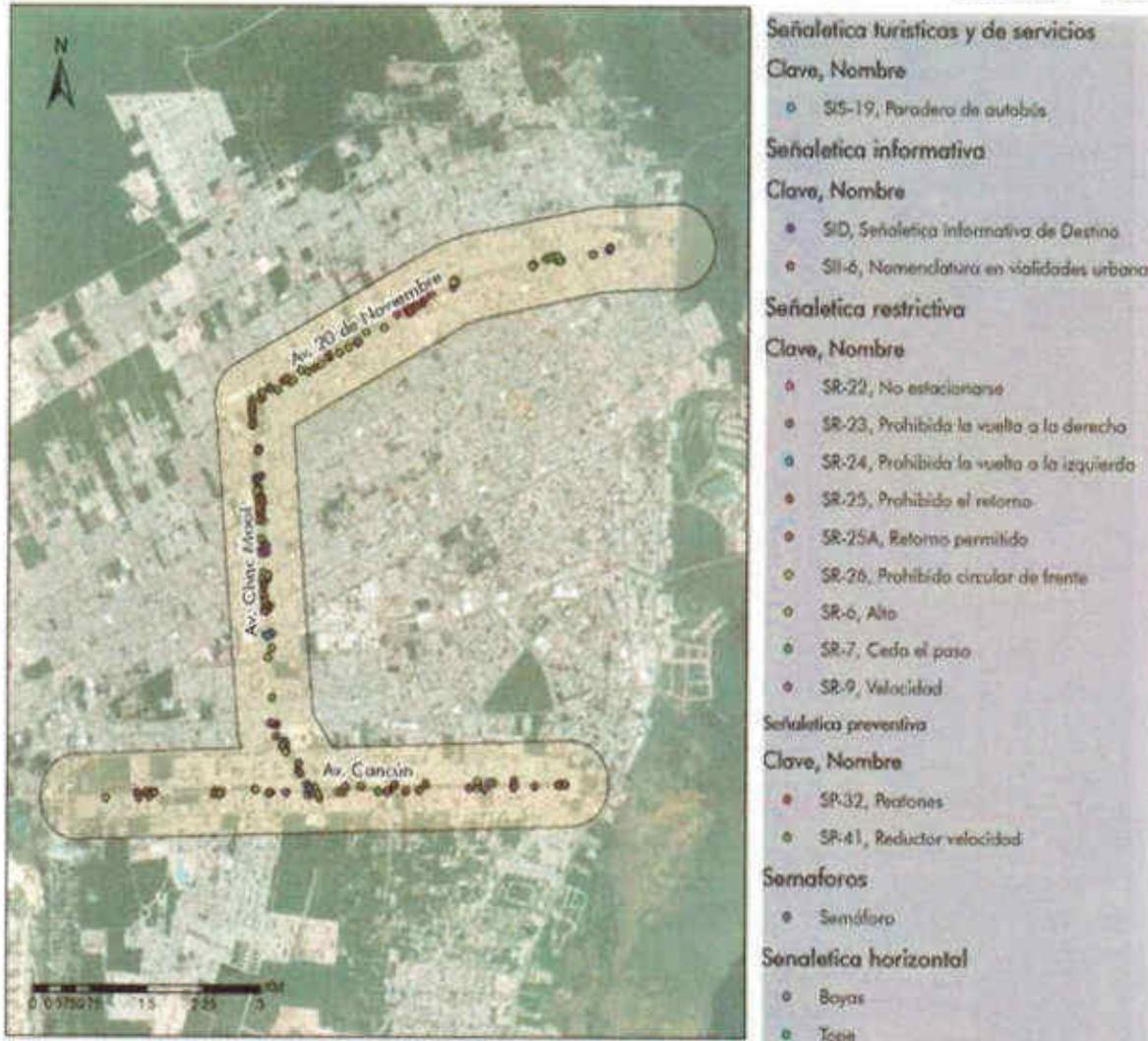


Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Situación actual: Señalización vial y dispositivos de seguridad (Figura 117):

- o La señalética que se clasifica en Señalética turística y de servicios, Restrictiva, Preventiva y Horizontal, con forme a lo que establece el Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad 2014 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en la zona de del proyecto el señalamiento horizontal y vertical es deficiente, no se señala la velocidad permitida, ni la raya separadora de carriles, rayas de ceda el paso, ni cruce de peatones en intersecciones. Pero con el proyecto (recurso Estatal) se logrará colocar el señalamiento adecuado para los usuarios.

Figura 117. Situación Actual: Señalización vial y dispositivos de seguridad.

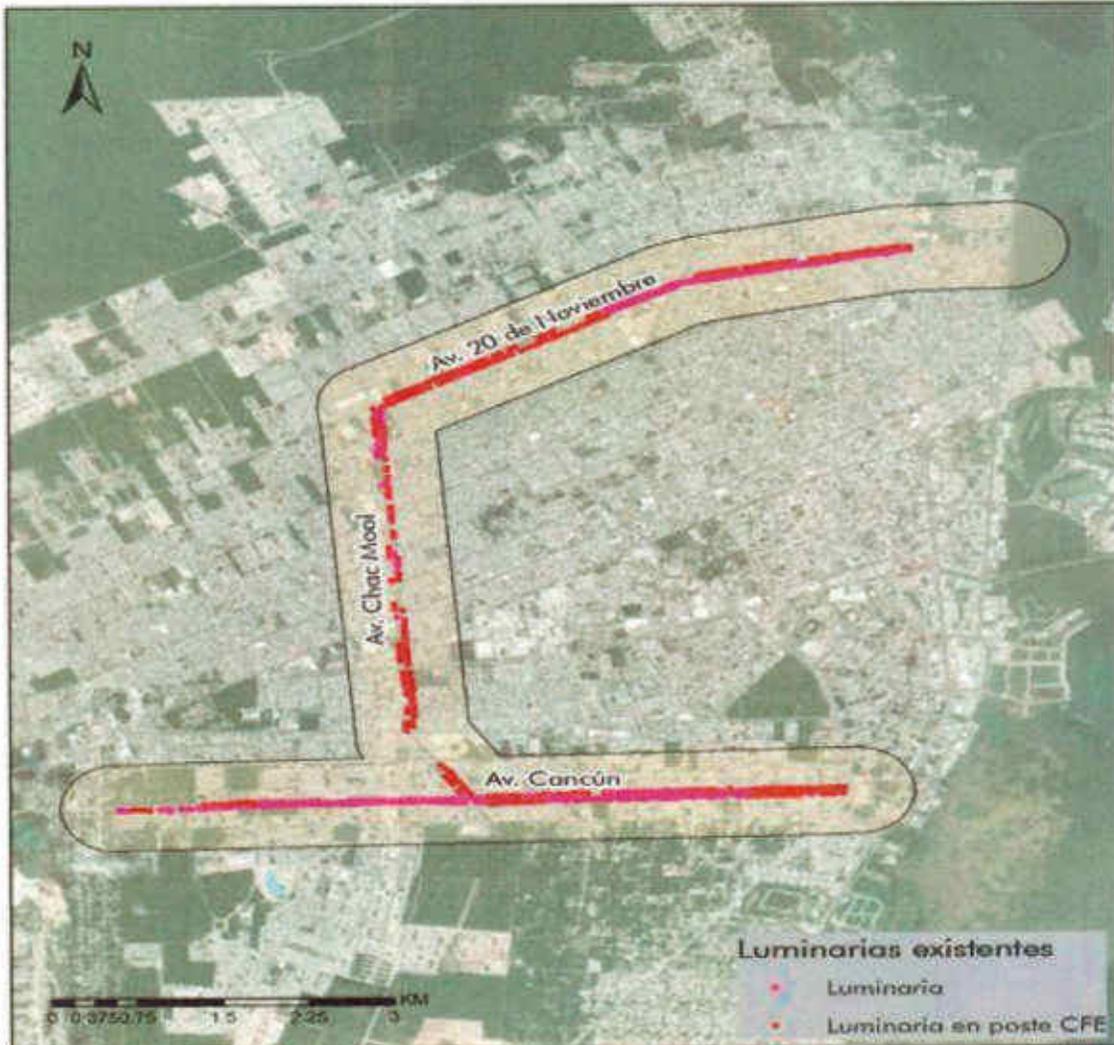


Fuente: Elaboración propia con información de campo.

— Alumbrado Público (Figura 118)

- Como se mencionó en capítulos anteriores del documento, las luminarias actuales dan servicio de iluminación a los arroyos vehiculares, sumando un total de 532 luminarias repartidas en las vialidades del proyecto, con una separación que va de los 20.00 a 30.00 m, por otro lado, estado de estas es regular en todo el recorrido de las avenidas. Sin embargo, en la siguiente Figura 23 se observan la interacción de estas con las instalaciones de líneas de baja tensión de CFE.

Figura 118. Situación Actual: Alumbrado Público.



Fuente: Elaboración propia, con base a la información proporcionada por la Dirección de Alumbrado Público del Municipio de Benito Juárez.

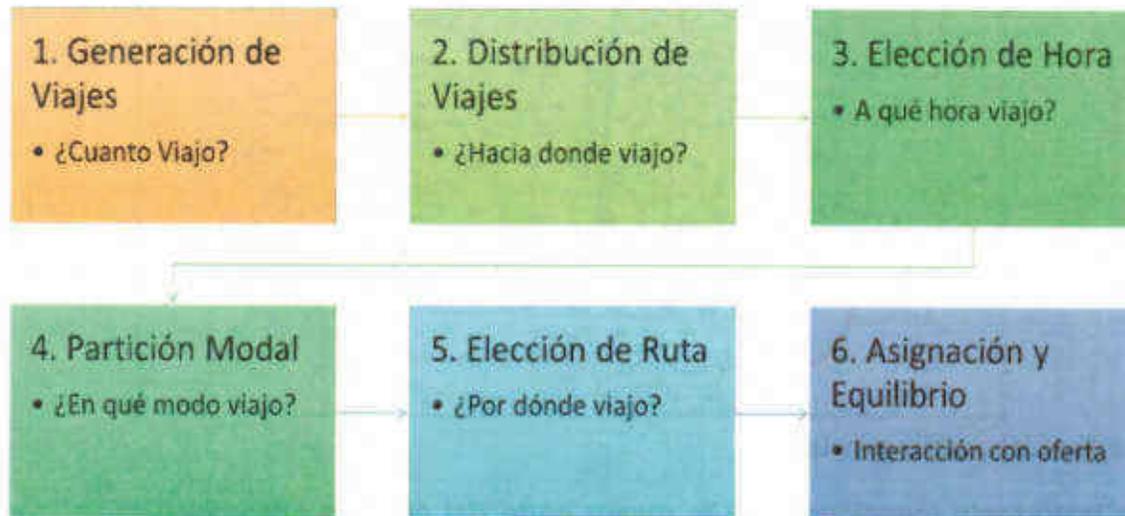
## I) Análisis de la Demanda con Proyecto

La propuesta de proyecto afecta la demanda de la vialidad al transferir en cada tramo el flujo vial no motorizado a mejores condiciones de seguridad y niveles de servicio, de modo que la composición vehicular se redistribuye entre a los vehículos tipo A, B y C que transitan actualmente en la vialidad, mientras que el tránsito no motorizado (Ciclistas) se incorporan a sus respectivas rutas de manera segura sin afectar el flujo de vehículos. Bajo esta situación, se recalculan las cifras del Tránsito Promedio Diario Anual para la situación con proyecto.

A partir de la contratación del Estudio Denominado "Estudio de Demanda Nivel Perfil y Evaluación Costo-Beneficio del Sistema de Transporte Masivo de Cancún, Q. Roo" No. AGEPRO/AD/SERV/015/2019 (Véase Anexo A-2); que dentro de sus

Términos de Referencia se definieron los alcances de información de campo sobre movilidad de toda la ciudad de Cancún, siguiendo los principios del Modelo Clásico de Transporte o Movilidad Urbana se realizó la caracterización de la demanda, el cual puede sintetizarse en lo siguiente:

Figura 119. Modelo Clásico de Estimación de la Demanda de Transporte.



Fuente: Elaboración propia.

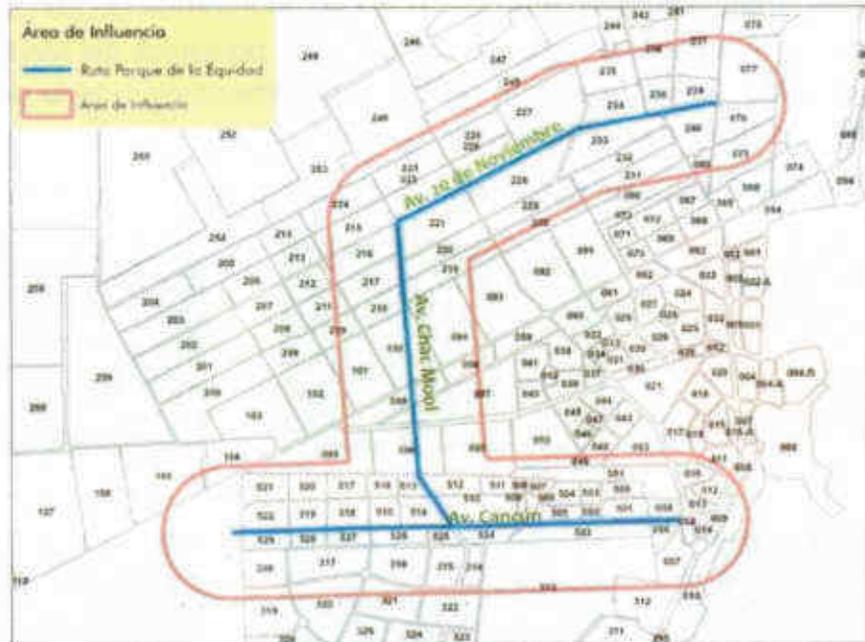
De acuerdo a la jerarquía<sup>39</sup> del proyecto el Área de Influencia se estima con un radio de servicio regional de un kilómetro alrededor de la Av. 20 de Noviembre, la Av. Cancún y la Av. Chac Mool, distancia que satisface los criterios de accesibilidad a espacio público abierto de la ONU, 2018, lo cual abarca 4,015 Ha. de superficie, que envuelve 113 regiones de la ciudad (vea Figura 32).

Figura 120. Área de Influencia (AI) el Proyecto.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

<sup>39</sup> La jerarquía y nivel de servicio del proyecto se asigna de acuerdo con sistema normativo de equipamiento urbano de la SEDESOL (2012).



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la mayor parte del área de influencia determinada para el proyecto corresponde a zonas generadoras de viajes en supermanzanas (SM<sup>40</sup>), pues un 74% de los predios se clasifican como uso habitacional, tal cual se establece en el siguiente cuadro:

Cuadro 104. Clasificación de usos de suelo en el área de influencia (AI).

Clasificación del uso de suelo	No. Predios	Superficie M2	% Predios	% Superficie
Habitacional	45,663	12,464,389	75.7%	31.0%
Zonas de Transformación	6,085	1,523,041	10.1%	3.8%
Comercio	6,939	4,433,072	11.5%	11.0%
Industria	92	1,281,636	0.2%	3.2%
Conservación	6	225,421	0.0%	0.6%
Densidades Brutas	635	3,597,105	1.1%	9.0%
Infraestructura Urbana	0	574,101	0.0%	1.4%
Equipamiento Privado	0	35,998	0.0%	0.1%
Equipamiento	238	1,410,927	0.4%	3.5%
Recreación y Esparcimiento	649	1,535,341	1.1%	3.8%
Validades		13,070,968	0.0%	32.6%
<b>Total Secciones</b>	<b>60,307</b>	<b>40,151,999</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de PMDU del Municipio de Benito Juárez.

<sup>40</sup> Regiones ó Supermanzanas en el AI origen: 008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 016, 017, 048, 049, 050, 051, 053, 054, 055, 056, 057, 058, 068, 074, 075, 076, 077, 078, 089, 090, 093, 094, 095, 096, 097, 098, 099, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 210, 211, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 245, 248, 253, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529.

## Estimación de la demanda no motorizada.

De acuerdo a lo anterior y considerando los datos del último censo de población y vivienda del INEGI, el área de influencia del proyecto concentraba el 53% de la población de la ciudad de Cancún. Hoy día se ha estimado que el total de población en el área de influencia alcanza un total de 416,857 habitantes con cifras ajustadas a las proyecciones demográficas que el CONAPO actualizó el 16 de abril de 2013, con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010<sup>41</sup>. Esta población conforma un total de 114,221 hogares en un total de viviendas de 138,973. Un hogar es la unidad formada por una o más personas, vinculadas o no por lazos de parentesco, que residen habitualmente en la misma vivienda particular. Ellos representan la principal fuente generadora de viajes de la ciudad, y por lo tanto, en interacción con la oferta vial se determinan los patrones de movilidad de la ciudad.

Cuadro 105. Población en el Área de Influencia (AI) del proyecto.

SM	Proyectado 2019		SM	Proyectado 2019		SM	Proyectado 2019	
	Población	Hogares		Población	Hogar		Población	Hogar
8	155	39	74	2,575	746	107	4,813	1,445
9	232	52	75	9,492	2,669	210	1,222	311
10	0	0	76	6,390	1,743	211	1,641	430
11	123	28	77	12,491	3,629	215	6,491	1,960
12	496	123	78	0	0	216	7,877	2,215
13	455	115	89	394	85	217	7,110	1,933
14	0	0	90	2,169	598	218	4,177	1,180
16	600	168	93	1,487	390	219	7,628	1,837
17	163	32	94	15,569	3,890	220	6,803	1,655
48	1,507	447	95	14,329	3,961	221	9,746	2,354
49	0	0	96	13,379	3,340	222	7,939	2,419
50	1,539	480	97	3,174	759	223	10,808	3,235
51	3,994	1,289	98	2,982	879	224	7,943	2,379
53	0	0	99	5,171	779	225	4,140	1,071
54	0	0	100	12,584	2,981	226	3,823	981
55	2,228	683	101	12,102	2,788	227	13,875	3,389
56	2,030	606	102	604	155	228	9,804	2,441
57	3,111	1,035	104	196	55	229	4,836	1,243
58	1,966	563	105	9,346	2,638	230	4,382	1,075

<sup>41</sup> Entre 2000-2015, en la Zona Urbana de Cancún, la tasa de crecimiento media anual (TCMA) de la vivienda fue mayor que la de la población, de 5 % y 3.9 %, respectivamente. Según proyecciones de la CONAPO, en 2015, la ciudad de Cancún albergaría a 763,121 habitantes, y aunque la tasa de crecimiento poblacional para los próximos 15 años se estima menor que la actual (2.6 %), se espera que en 2030 la población sea de más de 1 millón de personas.

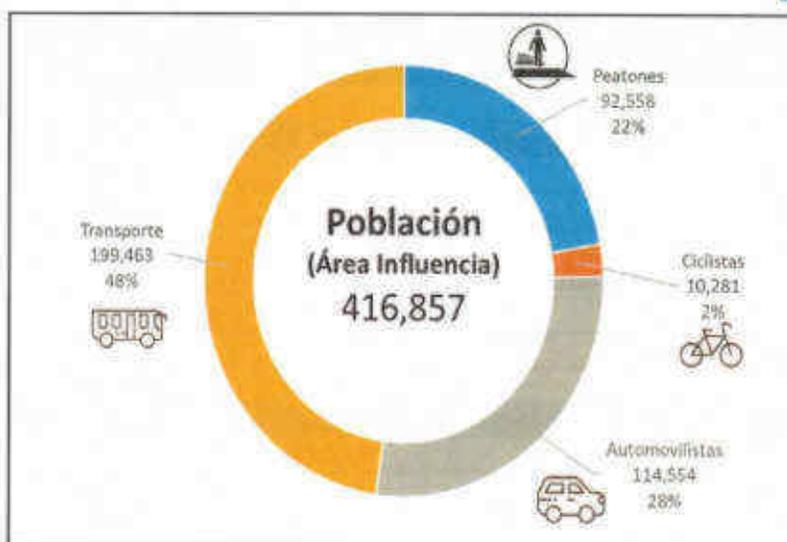
SM	Proyectado 2019		SM	Proyectado 2019		SM	Proyectado 2019	
	Población	Hogares		Población	Hogar		Población	Hogar
68	355	126	106	19	0	231	5,758	1,578
232	6,736	1,737	320	82	27	517	4,371	1,374
233	9,851	2,483	321	61	20	518	3,190	1,026
234	7,632	1,860	322	0	0	519	2,592	835
235	7,616	1,856	500	1,762	546	520	5,876	2,900
236	4,043	1,005	501	3,812	1,268	521	4,421	1,321
237	6,920	1,696	502	801	220	523	4,877	1,417
238	3,562	881	503	721	213	524	2,050	650
239	4,407	1,102	504	1,496	473	525	989	324
240	6,386	1,555	505	2,329	635	526	2,033	656
245	4,425	1,176	506	851	319	527	1,284	465
248	1,553	435	507	1,168	385	528	1,350	660
253	0	0	508	0	0	529	2,534	809
312	1,066	356	509	0	0	605	5,910	1,454
313	630	118	510	6,274	1,509			
314	0	0	511	0	0			
315	0	0	512	314	74			
316	2,806	937	513	1,476	478			
317	3,989	1,320	514	3,631	1,230			
318	356	141	515	2,700	806			
319	0	0	516	2,211	586			
						<b>Total:</b>	<b>416,857</b>	<b>114,221</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos de las encuestas de movilidad cotidiana de la Cd. de Cancún que reporta el INEGI, aplicada a la proyección de la zona de influencia se determinó una demanda potencial de usuarios no motorizados equivalente a 102,839 usuarios<sup>42</sup> que en conjunto representan el 24% de los usuarios, donde además el 28% corresponde a los usuarios de vehículos particulares, y el 48% a los usuarios del sistema de transporte en el área de influencia.

Figura 121. Distribución modal en el área de influencia (AI).

<sup>42</sup> La estadística de movilidad cotidiana del INEGI puede ser consultada en el siguiente link: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html?ps=Microdatos#Tabulados>



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En referencia a los usuarios o modos no motorizados, a continuación se presentan las características generales, determinadas a partir de las encuestas de movilidad cotidiana de la ciudad de Cancún:

Cuadro 106. Características de la Demanda No Motorizada de Cancún

Característica	Modo de transporte	
	Ciclistas	Peatones
<b>Ocupación</b>		
Únicamente estudian	23%	73.60%
Únicamente trabajan	76%	25.02%
Trabajan y estudian	1%	1.38%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Sexo</b>		
Hombres	81.77%	52.02%
Mujeres	18.23%	47.98%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Edad</b>		
4-10	16.79%	42.58%
11-20	11.65%	33.90%
21-30	14.23%	8.70%
31-40	21.60%	6.54%
41-50	17.78%	4.83%
51-60	14.47%	2.30%
61-70	2.93%	0.93%
71-77	0.56%	0.22%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>Tiempo de traslado a la escuela</b>		
Hasta 15 minutos	66.98%	77.95%
16 a 30 minutos	31.25%	20.55%
31 minutos a una hora	1.17%	1.36%
más de una hora y hasta dos horas	0.60%	0.14%
más de dos horas	0.00%	0.00%

Característica	Modo de transporte	
	Ciclistas	Peatones
Total	100.00%	100.00%
Tiempo de traslado al trabajo		
Hasta 15 minutos	26.85%	58.62%
16 a 30 minutos	41.58%	24.81%
31 minutos a una hora	19.99%	7.69%
mayor a una hora hasta dos horas	3.29%	2.27%
más de dos horas	0.03%	0.83%
No es posible determinarlo	8.25%	5.78%
Total	100.00%	100.00%
Ingresos mensuales*		
Hasta 2,000	6%	11%
Entre 2,000 y 3 mil	12%	16%
Entre 3mil y 4 mil	12%	13%
Entre 4 mil y 5 mil	16%	15%
Entre 5 mil y 6 mil	18%	15%
Entre 6 mil y 8 mil	14%	11%
Entre 8 mil y 10 mil	11%	5%
Entre 10 mil y 12 mil	3%	2%
Entre 12 mil y 15 mil	1%	2%
Entre 15 mil y 18 mil	1%	1%
25 mil	0%	1%
No especificado	6%	7%
Total	100%	100%

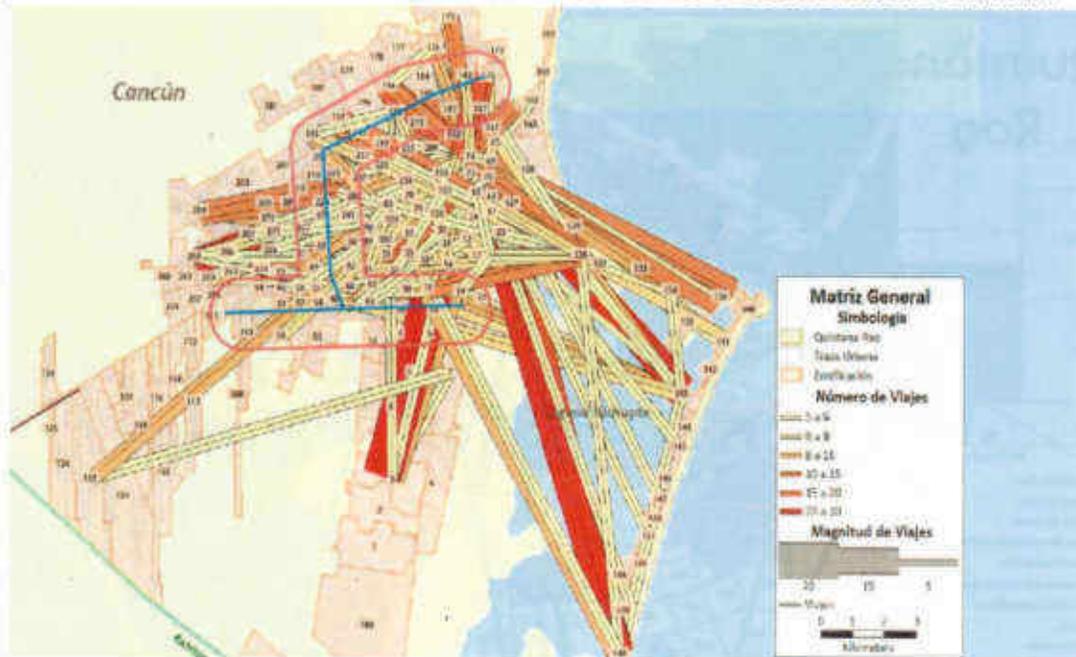
\*Nota: Datos normalizados respecto de las encuestas efectivas.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, como se mencionó en al inicio de este apartado, los patrones de movilidad de la ciudad determinados para este proyecto tienen su origen en el estudio del IMPLAN, 2013, que además ha sido la base para la generación de los instrumentos de planeación urbana que hoy en día soportan los diversos proyectos de movilidad de la zona. A partir de la zonificación de la ciudad y su interacción con la zona de influencia del proyecto se determinaron las equivalencias entre el origen y destino, entre las supermanzanas o regiones de la ciudad y las zonas determinadas por el estudio de movilidad de referencia (véase la figura 32).



Figura 122. Líneas de deseo de la Matriz General O-D de la ZM. de Cancún.

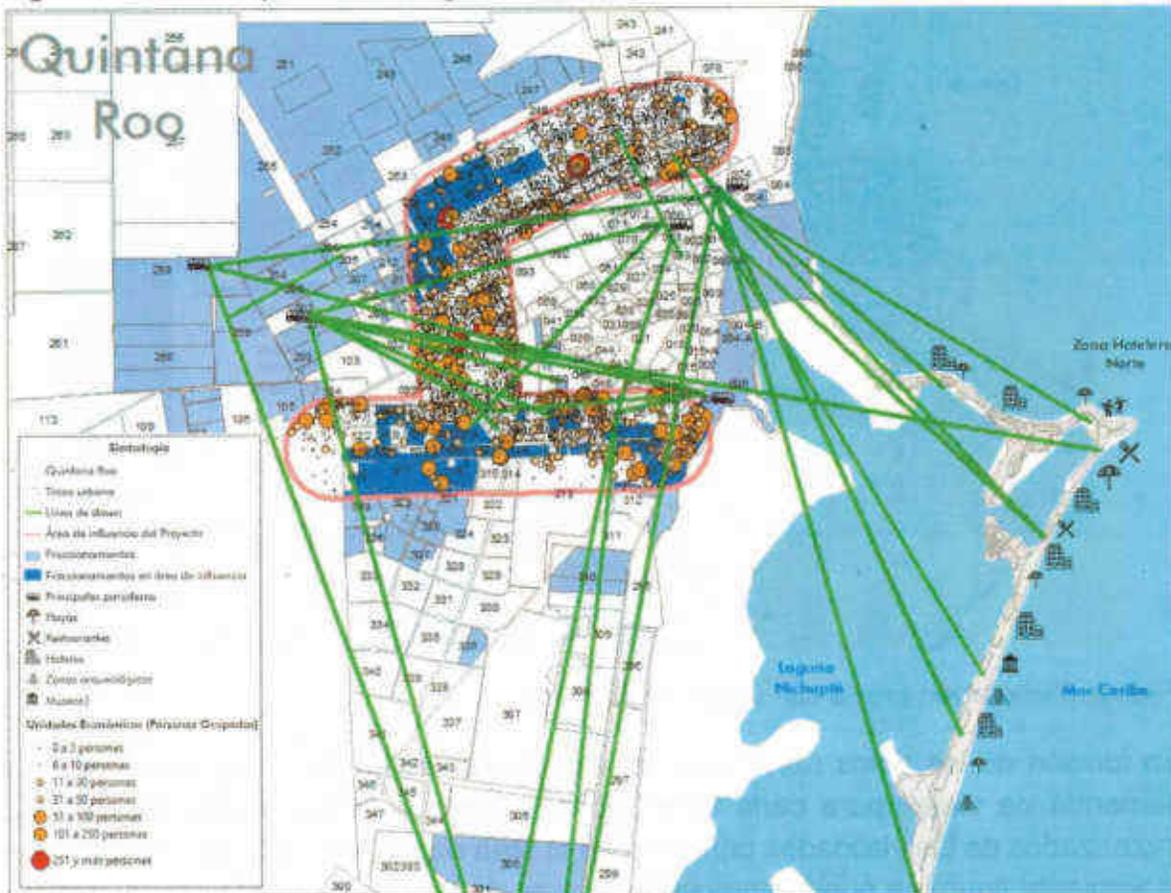


Fuente: Elaboración propia con datos de movilidad.

En función de los datos resultados del estudio de origen-destino se determinó la demanda de viajes para cada tramo considerando la demanda de usuarios no motorizados de las vialidades primarias en el área de influencia de del proyecto. En la siguiente figura se puede apreciar las zonas de deseo en el área de influencia y fuera del área, es decir, a partir de zonas que alimentan dentro y fuera de la zona de influencia.

*[Handwritten mark]*

Figura 123. Principales zonas generadoras y atractoras de viajes.



Fuente: Elaboración propia con datos de movilidad.

### Tramo 1: Avenida 20 de Noviembre:

Cuadro 107. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 1.

PARES O-D		Viajes Generados/Semana				
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
215	200	9	12,456	1,377	15,408	26,838
220	227	9	13,050	1,449	16,155	28,125
221	217	7	14,546	1,610	17,997	31,346
222	195	5.5	9,306	1,034	11,523	20,059
223	195	5.5	12,672	1,403	15,686	27,313
224	195	9	15,237	1,692	18,864	32,841
225	197	5.5	4,851	539	6,006	10,461
226	197	9	7,335	810	9,072	15,804
227	194	25	73,950	8,200	91,525	159,375
228	198	5.5	11,495	1,276	14,229	24,772
229	198	7	7,217	798	8,932	15,554
230	198	7	6,538	721	8,092	14,091
231	190	17.5	21,473	2,380	26,583	46,288

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
232	190	17.5	25,130	2,783	31,098	54,163
233	190	17.5	36,750	4,078	45,483	79,205
234	190	17.5	28,473	3,150	35,245	61,355
235	176	5.5	8,927	990	11,050	19,245
236	176	9	7,758	855	9,594	16,713
237	172	17.5	25,813	2,853	31,955	55,633
238	176	9	6,831	756	8,451	14,724
239	182	7	6,573	728	8,134	14,168
240	182	7	9,527	1,057	11,795	20,538
245	194	17.5	16,503	1,820	20,423	35,578
248	197	17.5	5,793	630	7,158	12,478
<b>Total:</b>			<b>388,204</b>	<b>42,989</b>	<b>480,458</b>	<b>836,667</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Tramo 2: Avenida Chac Mool.

Cuadro 108. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 2.

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
93	227	9	2853	315	3528	6147
94	285	5.5	18254.5	2024	22594	39341.5
95	41	7	21385	2373	26467	46088
96	47	12.5	35650	3950	44125	76837.5
97	89	5.5	3718	412.5	4603.5	8019
98	82	9	5715	630	7074	12330
99	92	5.5	6061	671	7502	13068
100	279	5.5	14756.5	1639	18260	31801
101	277	5.5	14190	1573	17561.5	30580
102	266	5.5	704	77	874.5	1523.5
210	209	17.5	4550	490	5635	9817.5
211	209	17.5	6107.5	665	7577.5	13195
216	211	17.5	29382.5	3255	36365	63332.5
217	210	5.5	8332.5	924	10318	17963
218	220	5.5	4895	539	6061	10554.5
219	227	9	14634	1620	18108	31536
510	49	5.5	7353.5	814	9102.5	15851
512	43	7	462	49	574	1008
513	44	5.5	1727	187	2139.5	3729
514	44	5.5	4257	467.5	5269	9174
515	54	7	4025	441	4984	8680
516	55	5.5	2590.5	286	3206.5	5582.5
<b>Total:</b>			<b>211,604</b>	<b>23,402</b>	<b>261,930</b>	<b>456,159</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Tramo 3: Avenida Cancún.

Cuadro 109. Estimación de la demanda de viajes en el tramo 3.

SM	PARES O-D		Viajes Generados/Semana			
	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
8	13	5.5	181.5	16.5	220	390.5
9	13	9.0	441	45	549	954
11	14	9.0	234	18	288	504
12	14	9.0	945	99	1170	2043
13	14	9.0	873	90	1080	1881
16	14	9.0	1143	126	1422	2475
17	17	7.0	238	21	301	518
48	16	7.0	2247	245	2779	4844
50	37	5.5	1804	198	2233	3888.5
51	19	17.5	14892.5	1645	18427.5	32112.5
55	14	9.0	4275	468	5283	9207
56	15	5.5	2376	264	2942.5	5126
57	15	5.5	3646.5	401.5	4510	7859.5
58	90	5.5	2304.5	253	2849	4966.5
75	187	25.0	50575	5600	62600	109025
76	187	25.0	34050	3775	42150	73400
77	175	25.0	66575	7375	82400	143475
89	187	25.0	2100	225	2575	4525
90	191	9.0	4158	459	5148	8964
104	263	9.0	369	36	459	810
105	262	5.5	10956	1215.5	13563	23617
106	262	5.5	22	0	27.5	44
107	262	5.5	5643	621.5	6985	12160.5
312	8	5.5	1248.5	137.5	1545.5	2689.5
313	9	25.0	3350	350	4150	7225
316	58	7.0	4186	462	5180	9023
317	58	7.0	5950	658	7364	12824
318	110	12.5	937.5	100	1162.5	2037.5
320	58	7.0	119	7	147	259
321	58	7.0	91	7	112	196
500	19	17.5	6562.5	717.5	8120	14157.5
501	19	17.5	14210	1575	17587.5	30642.5
502	20	5.5	935	99	1160.5	2024
503	20	5.5	841.5	93.5	1045	1820.5
504	20	5.5	1749	192.5	2167	3778.5
505	20	5.5	2728	302.5	3377	5885
506	49	5.5	995.5	110	1232	2150.5
507	43	7.0	1743	189	2156	3752
517	56	5.5	5120.5	566.5	6341.5	11044
518	57	9.0	6120	675	7569	13185
519	59	9.0	4968	549	6156	10710
520	96	7.0	8764	973	10850	18893
521	94	5.5	5181	572	6413	11170.5

PARES O-D			Viajes Generados/Semana			
SM	ZONA	Viajes	Peatones	Bicicletas	Auto	Transporte
523	15	9.0	9351	1035	11574	20160
524	18	7.0	3059	336	3780	6587
525	21	5.5	1155	126.5	1430	2497
526	58	7.0	3031	336	3752	6538
527	58	7.0	1911	210	2366	4123
528	110	9.0	2583	279	3204	5580
529	110	9.0	4860	540	6012	10476
605	110	9.0	11340	1251	14031	24435
<b>Total:</b>			<b>323,139</b>	<b>35,647</b>	<b>399,946</b>	<b>696,653</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Estimación de la demanda vial de la Ruta.

La demanda vehicular con interacción ciclista dentro de la zona de estudio se determinó principalmente mediante la medición del aforo efectivo que cohabita diariamente por las vialidades primarias de la zona de interés. La siguiente información aplica de forma general:

- **Movimiento Peatones:** Los peatones forman parte del ambiente que rodea a una vía, y son menos predecibles que los conductores de vehículos, pues generalmente no existe vigilancia estricta sobre su comportamiento en la vía; lo que hace difícil proyectar un movimiento peatonal ordenado y seguro. Los peatones, por lo general, no caminan más de 1.5 km cuando van a su trabajo ni más de 800 m para abordar un autobús. Por lo regular el 80% de sus trayectos son menores a un kilómetro. Por lo que, en este trabajo la demanda serán objeto de atención especial por parte del proyectista, y solo se considerará la medición de viajes por día a partir de los porcentajes de la población en el área de influencia que de acuerdo a las encuestas del INEGI realizan traslados de estudio y trabajo mayores a una hora.
- **Tasa de crecimiento:** El tránsito vehicular crece a razón del 3.5% anual de acuerdo con el promedio de crecimiento de la actividad económica de la zona; y la población presenta una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 2.82%, según CONAPO.
- **Rapidez ciclista:** La velocidad media de las bicicletas en entorno urbano ronda los 15-20 km/h, teniendo en cuenta las paradas o disminución de pedaleo derivadas de los cruces u otras circunstancias de tráfico. Esto se debe a que es un transporte puerta a puerta, que no precisa una etapa de acceso ni de dispersión<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> Recuperado de [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_LibroProBici-GuiaBici-web1\\_1\\_f170eb12.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_LibroProBici-GuiaBici-web1_1_f170eb12.pdf)

- **Composición vehicular:** Se diferencia el flujo vehicular en tres categorías: vehículos ligeros (tipo A), autobuses (tipo B) y vehículos de carga (tipo C). Es importante mencionar, que para este estudio la medición de los aforos consideró a las bicicletas dentro de la composición, debido a que se le considera un vehículo ligero con características de tracción humana a pedales, de bajo costo en su adquisición y mantenimiento, altamente eficiente en el consumo de energía y de bajo impacto por el espacio que requiere para circular y estacionarse<sup>44</sup>.
- **Velocidades de Operación:** Para la obtención de las velocidades de operación en la red vial, se ejecutaron estudios de tiempos de recorrido por medio del método de vehículo flotante, en periodos valle y pico. Se llevaron a cabo varios recorridos para cada uno de los movimientos que se realizan en la intersección y se determinaron los tiempos de recorrido para cada uno de ellos.
- **Análisis de Tránsito:** Para identificar cual es la demanda actual se llevó a cabo análisis de tránsito mediante una muestra de campo<sup>45</sup>. Dicha muestra fue expandida<sup>46</sup> en aforos de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), que es el número total de vehículos que pasan durante un año completo dividido por el número de días, clasificados según su función.

A continuación, se presentan los datos correspondientes a cada tramo:

### Tramo 1: Avenida 20 de Noviembre:

**TRAMO 1, AV. 20 de Noviembre:** Presenta un Tránsito Promedio por Hora (TPH) de 1,107 vehículos en ambos sentidos, y un total de 1,947 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 96.47% vehículos ligeros Tipo A; 2.43% de autobuses o vehículos Tipo B, y 1.10% vehículos pesado, Tipo C.

Cuadro 110 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 1, 20 de Noviembre (ScP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
<b>Total</b>	12,949	13,615	26,564	0	25,625	646	293	26,564
<b>TPH 24 horas</b>	540	567	1,107	0	1,068	27	12	1,107
<b>TPH max</b>	985	962	1,947	0	1,896	51	22	1,947

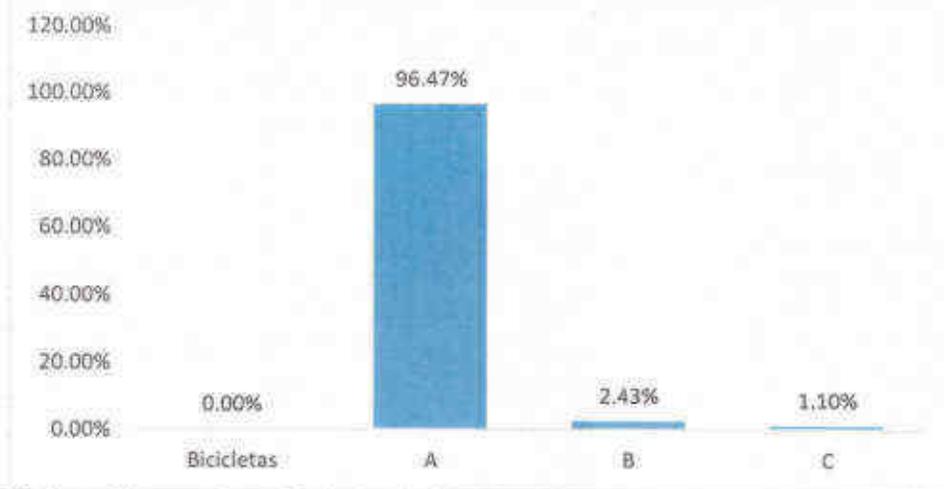
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

<sup>44</sup> Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, México. (2011). Manual Ciclociudades. Tomo IV. Infraestructura. Disponible en <http://ciclociudades.mx/wp-content/uploads/2015/10/Manual-Tomo-IV.pdf>

<sup>45</sup> Método de conteo temporal de flujo de tránsito en el área de estudio.

<sup>46</sup> La expansión al TDPA se realizó al aplicar al Tránsito Promedio por Hora (TPH) los factores de ajuste al volumen horario de la estación maestra más cercana de la región, y multiplicando el resultado por el factor de corrección de día de la semana (Fd), factor fin de semana (Ffs) y el factor de estacionalidad del mes, en este caso de julio (Fm). Los cálculos realizados pueden verificarse en el Anexo E Estudios de Mercado.

Figura 124 Composición Vehicular: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre (ScP).



Fuente: Elaboración propia, y Trabajo de Campo.

Figura 125 Volumen Horario: Tramo 1, Av. 20 de Noviembre (ScP).



Fuente: Elaboración propia, y Trabajo de Campo.

## Tramo 2a: Avenida Chac Mool.

**TRAMO 2a, Av. Chac Mool:** El tramo presenta un Tránsito Promedio por Hora (TPH) de 1,411 en ambos sentidos, y un total de 2,283 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 94.59% vehículos ligeros Tipo A; 3.15% de autobuses o vehículos Tipo B, y 2.26% vehículos pesado, Tipo C.

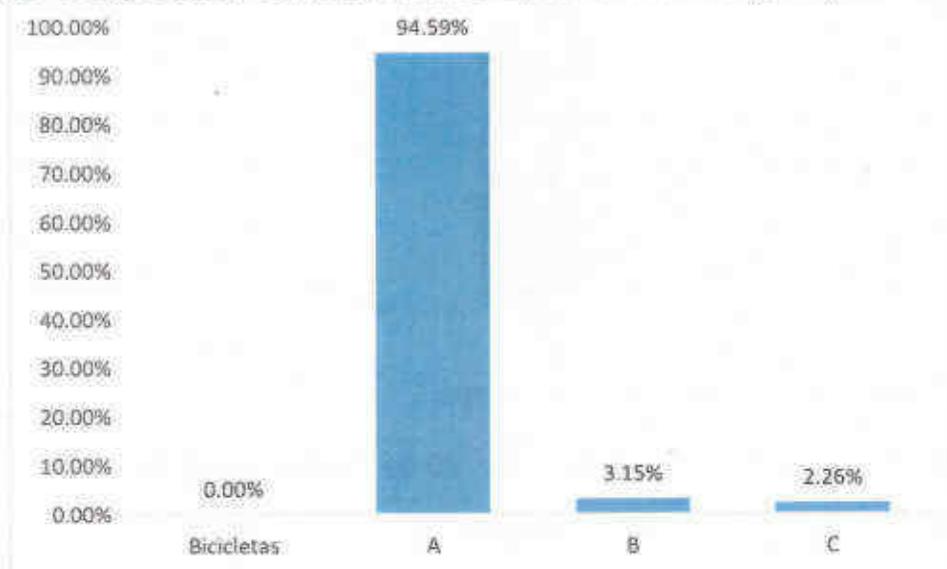
Cuadro 111 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2a, Av. Chac Mool (ScP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
<b>Total</b>	18,732	15,126	33,858	0	32,026	1,067	764	33,858

<b>TPH 24 horas</b>	780	630	1,411	0	1,334	44	32	1,411
<b>TPH max</b>	<b>1,568</b>	<b>1,316</b>	<b>2,283</b>	<b>0</b>	<b>2,219</b>	<b>119</b>	<b>65</b>	<b>2,283</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 126 Composición Vehicular: Tramo 2, Av. Chac Mool (ScP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 127 Volumen Horario: Tramo 2a, Av. Chac Mool (ScP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### Tramo 2b: Avenida Chac Mool.

**TRAMO 2b, Av. Chac Mool:** El tramo presenta un volumen de 1,500 vehículos por hora en ambos sentidos, y un total de 2,800 en hora de máxima demanda; donde la

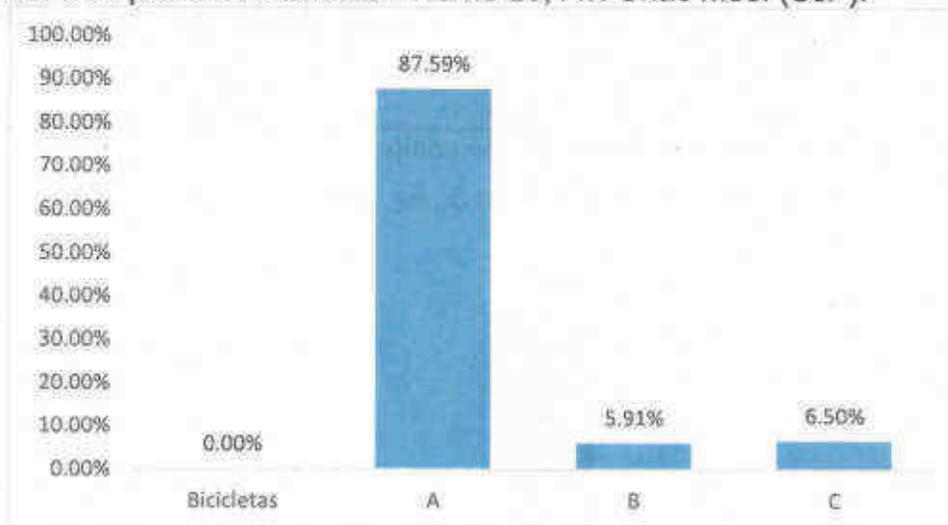
composición vehicular se estimó en un 87.59% vehículos ligeros Tipo A; 5.91% de autobuses o vehículos Tipo B, y 6.50% vehículos pesado, Tipo C.

Cuadro 112 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
TPH 24 horas	946	554	1,500	0	1,314	89	97	1,500
TPH max	2,020	879	2,800	0	2,516	172	192	2,800

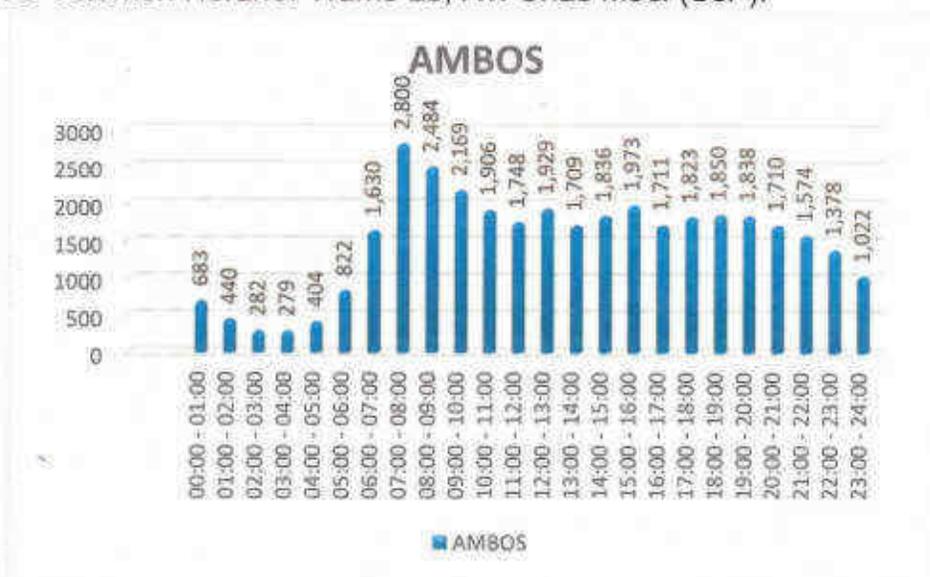
Fuente: Elaboración propia con información de campo

Figura 128 Composición Vehicular: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo

Figura 129 Volumen Horario: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

### Tramo 3: Avenida Cancún.

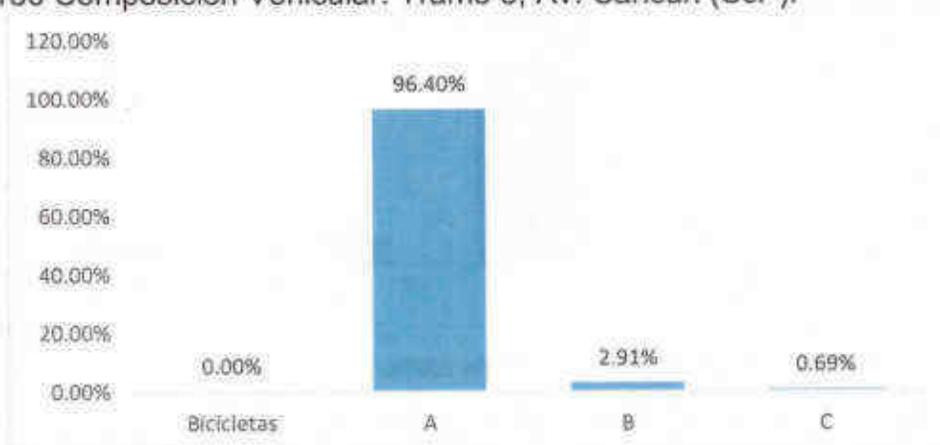
**TRAMO 3, AV. Cancún:** El tramo presenta un volumen medido en Transito Promedio por Hora de 785 vehículos en ambos sentidos, y un total de 1,346 en hora de máxima demanda; donde la composición vehicular se estimó en un 96.40% vehículos ligeros Tipo A; 2.91% de autobuses o vehículos Tipo B, y 0.69% vehículos pesado, Tipo C.

Cuadro 113 Tránsito Promedio Diario Anual: Tramo 3, Av. Cancún (ScP).

HORA	SENTIDO		AMBOS	COMPOSICIÓN VEHICULAR RESUMEN				Total
	MOV 1	MOV 2		Bicicletas	A	B	C	
Total	9,604	9,228	18,832	0	18,154	547	131	18,832
TPH 24 horas	400	384	785	0	756	23	5	785
TPH <sub>max</sub>	730	693	1,346	0	1,289	52	14	1,346

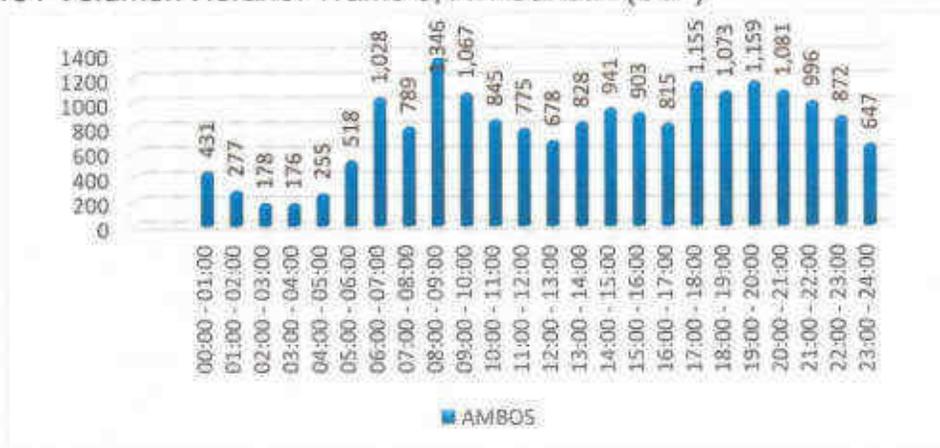
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 130 Composición Vehicular: Tramo 3, Av. Cancún (ScP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Figura 131 Volumen Horario: Tramo 3, Av. Cancún (ScP).



Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## Estimación de la demanda de Ciclovía de la Av. Huayacán.

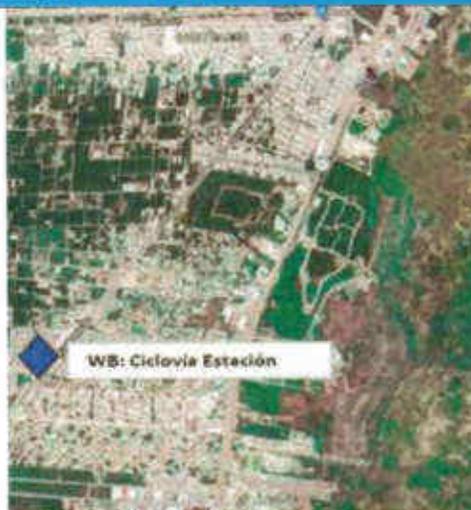
En el apartado de oferta de la situación actual se habló de las ciclovías que convergen con el área de influencia del proyecto o zona de estudio, en este caso la ciclovía de la Av. Huayacán que tiene una extensión de 8.8 km, juega un papel a considerar dentro de la red relevante al ampliar su conectividad con la Av. Cancún, pues permitiría a sus usuarios (modos no motorizados) a transitar en un circuito más amplio vs la situación actual. De este modo, que es necesario considerar la cuantificación de la demanda en la situación actual.

Cabe recordar que esta ciclovía fue construida con recursos del Fondo Metropolitano en el ejercicio fiscal 2015, y se gestionó a través del estudio de Análisis Costo-Beneficio Simplificado denominado "CONSTRUCCIÓN DE SEGUNDO CUERPO DE LA AV. HUAYACÁN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS"; por lo que se tomó como base realizar la actualización de la demanda en la situación con proyecto actual.

Par ello, se recurrió a recoger una muestra de aforos ciclistas y peatonales tomados en campo, en tres estaciones a lo largo de la ciclovía, con la finalidad de contar con datos del horario de máxima demanda que permita extrapolar la muestra al comportamiento horario actual. Uno de los métodos de estimación utilizados en México por la SCT para la estimación del TDPA, consiste en expandir una muestra a través de un factor de corrección calculado de una estación cercana con alta correlación; para el presente documento, se toma como estación maestra la ubicada en Av. López Portillo sentido Av. Andrés Quintana Roo, siendo esta la más cercana.

Cuadro 114 Estaciones para muestras de campo Ciclovía Av. Huayacan (SP).

Estación: E01H	Localización: (21.1247547,-86.8403092)
	

<b>Estación:</b> E02H	<b>Localización:</b> (21.132588,-86.832853)
	
<b>Estación:</b> E03H	<b>Localización:</b> (21.112203,-86.851842)
	

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Primeramente se calcula el factor de corrección horario de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$H_{veh} = \frac{TDM_{veh}}{TH_{Mveh}}$$

Donde:

**Hveh** = Factor de corrección horaria del vehículo para la hora en que se realizó el conteo especial.

**TDMveh** = Tránsito Diario Promedio de la estación maestra para un vehículo en específico, el mismo día en que se realizó el conteo especial.

**THMveh** = Tránsito Horario de la estación maestra para un vehículo en específico, el mismo día y hora en que se realizó el conteo especial.

Para nuestro caso el resultado es el siguiente:

$$H_{veh} = \frac{90}{8} = 11.25$$

El Tránsito Diario Promedio se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$TDP_{veh} = (TH_{veh}) (H_{veh})$$

Donde:

**TDPveh** = Tránsito Diario Promedio por clasificación vehicular para la estación de conteo especial para el día del análisis.

**THveh** = Tránsito Horario para un vehículo en específico contabilizado por la estación de conteo temporal.

**Hveh** = Factor de corrección horaria del vehículo para la hora en que se realizó el conteo especial.

Para el caso de la Av. Huayacán, el Tránsito Diario Promedio de cada estación es el resultado de:

Cuadro 115 Estimación de la demanda de la ciclovía de la Av. Huayacán.

Estación	Cálculo	TDP
E01H	$TDP_{veh} = (54)(11.25)$	608
E02H	$TDP_{veh} = (27)(11.25)$	304
E03H	$TDP_{veh} = (52)(11.25)$	584

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Tomando en cuenta las distancias entre las estaciones, el TDP del día se estima en **556 ciclistas** para el tramo completo. En el apartado de anexos se incluyen la hoja de cálculo del estudio en referencia para mayor detalle del mismo.

## m) Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

A continuación, se presentan los niveles de servicio de cada tramo o vialidad una vez se ha incorporado la infraestructura sobre la cual la circulación de bicicletas se puede canalizar eliminando así la interacción con el tráfico vehicular prolongando la sostenibilidad de las vialidades, y en contraste con la situación sin proyecto se




202

generan los nuevos niveles de Costos Generalizados de Viaje, según se muestra a continuación:

### Nivel De Servicio Vehicular:

De acuerdo con la configuración de la vialidad en la situación con proyecto, las velocidades de operación se elevan según los parámetros referidos en el Manual de Calles de la SEDATU, el cual brinda especificaciones sobre la relación entre velocidades y los anchos de carril óptimos para vialidades primarias nivel P2 ya referidas en capítulos previos. A continuación, se presenta la clasificación de los niveles de servicio vehicular en interacción con tránsito de bicicletas, de acuerdo a la siguiente tabla:

Cuadro 116 Interacción de la Situación con Proyecto: Tránsito vehicular con interacción ciclista (ScP).

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Vehículo (A)	km/hr	40	40	40	40
	Autobús (B)	km/hr	30	30	30	30
	Camión (C)	km/hr	30	30	30	30
Tiempo de Viaje	Vehículo (A)	hr	0.147	0.063	0.070	0.164
	Autobús (B)	hr	0.195	0.083	0.093	0.219
	Camión (C)	hr	0.195	0.083	0.093	0.219
Niveles de Servicio Vehicular		-	B	C	C	A
Vehículo por hora por sentido		V/hr	983.5	1162	1416	702
Vehículos / Capacidad Vial		V/C	0.702	0.830	1.011	0.501
Longitud		km	5.863	2.501	2.802	6.575
IRI		m/km	3.8	3.8	3.8	3.8

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### Nivel de Servicio Peatonal

El Manual de Calles, de igual manera indica el procedimiento para clasificar el Nivel de Servicio Peatonal, este consiste generalmente en medir la libertad de movimiento y velocidad que tienen los peatones, que de acuerdo con las especificaciones de la infraestructura de la situación sin proyecto con Adandadores y Ciclovías bidireccionales de 3.2 m (Considera la Accesibilidad Universal) y 4.20 m respectivamente, en sentido bidireccional, los niveles de servicio se elevan a su máximo recomendado por los manuales de diseño, estos son:

Cuadro 117 Interacción de la Situación con Proyecto: Peatonal (ScP).

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Peatones	m/s	1.3	1.3	1.3	1.3
Tiempo de Viaje	Peatones	hr	1.253	0.534	0.598	1.404
Nivel de Servicio peatonal		-	A	A	A	A

Fuente: Elaboración propia.

## Nivel de servicio ciclista

Como se ha mencionado en apartados anteriores, la velocidad media de las bicicletas en entorno urbano ronda los 15-20 km/h, teniendo en cuenta las paradas o disminución de pedaleo derivadas de los cruces u otras circunstancias de tráfico. Esto se debe a que es un transporte puerta a puerta, que no precisa una etapa de acceso ni de dispersión<sup>47</sup>. El manual de Calles presenta una metodología para evaluar la calidad de factores que favorecen la modalidad ciclista para transporte de personas, esta es una adaptación del Cycling Level of Service (CloS) de Transport for London<sup>48</sup> y consiste en la suma de las calificaciones obtenidas de una serie de factores, siendo el máximo una calificación total de cien, los criterios a evaluar para cada una de las vialidades son los siguientes:

Cuadro 118 Interacción de la oferta y la demanda: Situación con Proyecto Ciclista.

Concepto	Sub Concepto	Unidad de medida	Tramo 1: Av. 20 Nov	Tramo 2a: Av. Chac Mool	Tramo 2b: Av. Chac Mool	Tramo 3: Av. Cancún
Velocidad de operación	Ciclistas	km/hr	17	17	17	17
Tiempo de Viaje	Ciclistas	hr	0.297	0.147	0.164	0.386
Nivel de Servicio ciclista.		-	A	A	A	A
Puntaje		Puntos	89	87	87	89

Fuente: Elaboración propia.

Para extender el análisis se presenta la interacción de la oferta y la demanda proyectada hacia el horizonte de la evaluación para cada uno de los tramos presentados:

<sup>47</sup> Recuperado de [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_LibroProBicli-GulaBicli-web1\\_1\\_f17cebb2.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_LibroProBicli-GulaBicli-web1_1_f17cebb2.pdf)

<sup>48</sup> Transport for London, 2014.



204

Cuadro 119 Proyección: Situación con Proyecto: Tramo 1, Av. 20 de Nov. (ScP).

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	1,921	974	0.695	B	88,695	1,245,015	D	F
1	2021	1,988	1,008	0.720	C	91,799	1,288,591	D	F
2	2022	2,058	1,043	0.745	C	95,012	1,333,691	A	A
3	2023	2,130	1,079	0.771	C	98,338	1,380,370	A	A
4	2024	2,204	1,117	0.798	C	101,780	1,428,683	A	A
5	2025	2,282	1,156	0.826	D	105,342	1,478,687	A	A
6	2026	2,361	1,197	0.855	D	109,029	1,530,441	A	A
7	2027	2,444	1,239	0.885	D	112,845	1,584,007	A	A
8	2028	2,530	1,282	0.916	E	116,794	1,639,447	A	A
9	2029	2,618	1,327	0.948	E	120,882	1,696,828	A	A
10	2030	2,710	1,373	0.981	E	125,113	1,756,217	A	A
11	2031	2,805	1,421	1.015	F	129,492	1,817,684	A	A
12	2032	2,903	1,471	1.051	F	134,024	1,881,303	A	A
13	2033	3,004	1,523	1.088	F	138,715	1,947,149	A	A
14	2034	3,110	1,576	1.126	F	143,570	2,015,299	A	A
15	2035	3,218	1,631	1.165	F	148,595	2,085,834	A	A
16	2036	3,331	1,688	1.206	F	153,796	2,158,839	A	A
17	2037	3,448	1,747	1.248	F	159,179	2,234,398	A	A
18	2038	3,568	1,808	1.292	F	164,750	2,312,602	A	A
19	2039	3,693	1,872	1.337	F	170,516	2,393,543	A	A
20	2040	3,822	1,937	1.384	F	176,484	2,477,317	A	A
21	2041	3,956	2,005	1.432	F	182,661	2,564,023	A	A
22	2042	4,095	2,075	1.482	F	189,054	2,653,764	A	A
23	2043	4,238	2,148	1.534	F	195,671	2,746,646	A	A
24	2044	4,386	2,223	1.588	F	202,520	2,842,778	A	A
25	2045	4,540	2,301	1.643	F	209,608	2,942,275	A	A
26	2046	4,699	2,381	1.701	F	216,944	3,045,255	A	A
27	2047	4,863	2,464	1.760	F	224,537	3,151,839	A	A
28	2048	5,033	2,551	1.822	F	232,396	3,262,153	A	A
29	2049	5,210	2,640	1.886	F	240,530	3,376,329	A	A
30	2050	5,392	2,732	1.952	F	248,949	3,494,500	A	A
31	2051	5,581	2,828	2.020	F	257,662	3,616,808	A	A

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 120 Proyección: Situación con Proyecto: Tramo 2a, Av. Chac Mool (ScP).

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	2,448	988	0.7059	C	10,464	678,535	D	F
1	2021	2,534	1,023	0.7306	C	10,831	702,284	D	F
2	2022	2,622	1,059	0.7562	C	11,210	726,864	A	A
3	2023	2,714	1,096	0.7827	C	11,602	752,304	A	A
4	2024	2,809	1,134	0.8101	D	12,008	778,635	A	A
5	2025	2,907	1,174	0.8384	D	12,428	805,887	A	A
6	2026	3,009	1,215	0.8678	D	12,863	834,093	A	A
7	2027	3,115	1,257	0.8981	D	13,314	863,286	A	A
8	2028	3,224	1,301	0.9296	E	13,780	893,501	A	A
9	2029	3,336	1,347	0.9621	E	14,262	924,774	A	A
10	2030	3,453	1,394	0.9958	E	14,761	957,141	A	A

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
11	2031	3,574	1,443	1.0306	F	15,278	990,641	A	A
12	2032	3,699	1,493	1.0667	F	15,812	1,025,313	A	A
13	2033	3,829	1,546	1.1040	F	16,366	1,061,199	A	A
14	2034	3,963	1,600	1.1427	F	16,939	1,098,341	A	A
15	2035	4,101	1,656	1.1827	F	17,531	1,136,783	A	A
16	2036	4,245	1,714	1.2241	F	18,145	1,176,570	A	A
17	2037	4,393	1,774	1.2669	F	18,780	1,217,750	A	A
18	2038	4,547	1,836	1.3113	F	19,437	1,260,371	A	A
19	2039	4,706	1,900	1.3571	F	20,118	1,304,484	A	A
20	2040	4,871	1,967	1.4046	F	20,822	1,350,141	A	A
21	2041	5,041	2,035	1.4538	F	21,551	1,397,396	A	A
22	2042	5,218	2,107	1.5047	F	22,305	1,446,305	A	A
23	2043	5,401	2,180	1.5574	F	23,086	1,496,926	A	A
24	2044	5,590	2,257	1.6119	F	23,894	1,549,318	A	A
25	2045	5,785	2,336	1.6683	F	24,730	1,603,544	A	A
26	2046	5,988	2,417	1.7267	F	25,595	1,659,668	A	A
27	2047	6,197	2,502	1.7871	F	26,491	1,717,757	A	A
28	2048	6,414	2,590	1.8497	F	27,418	1,777,878	A	A
29	2049	6,639	2,680	1.9144	F	28,378	1,840,104	A	A
30	2050	6,871	2,774	1.9814	F	29,371	1,904,508	A	A
31	2051	7,112	2,871	2.0507	F	30,399	1,971,166	A	A

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 121 Proyección: Situación con Proyecto: Tramo 2b, Av. Chac Mool (ScP).

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	2,603	989	0.706	C	12,691	678,535	D	F
1	2021	2,694	1,024	0.731	C	13,135	702,284	D	F
2	2022	2,788	1,059	0.757	C	13,595	726,864	A	A
3	2023	2,886	1,097	0.783	C	14,070	752,304	A	A
4	2024	2,987	1,135	0.811	D	14,563	778,635	A	A
5	2025	3,092	1,175	0.839	D	15,072	805,887	A	A
6	2026	3,200	1,216	0.868	D	15,600	834,093	A	A
7	2027	3,312	1,258	0.899	D	16,146	863,286	A	A
8	2028	3,428	1,302	0.930	E	16,711	893,501	A	A
9	2029	3,548	1,348	0.963	E	17,296	924,774	A	A
10	2030	3,672	1,395	0.996	E	17,901	957,141	A	A
11	2031	3,800	1,444	1.031	F	18,528	990,641	A	A
12	2032	3,933	1,494	1.067	F	19,176	1,025,313	A	A
13	2033	4,071	1,547	1.105	F	19,848	1,061,199	A	A
14	2034	4,213	1,601	1.143	F	20,542	1,098,341	A	A
15	2035	4,361	1,657	1.184	F	21,261	1,136,783	A	A
16	2036	4,514	1,715	1.225	F	22,005	1,176,570	A	A
17	2037	4,672	1,775	1.268	F	22,776	1,217,750	A	A
18	2038	4,835	1,837	1.312	F	23,573	1,260,371	A	A
19	2039	5,004	1,901	1.358	F	24,398	1,304,484	A	A
20	2040	5,179	1,968	1.406	F	25,252	1,350,141	A	A
21	2041	5,361	2,037	1.455	F	26,135	1,397,396	A	A

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
22	2042	5,548	2,108	1.506	F	27,050	1,446,305	A	A
23	2043	5,743	2,182	1.558	F	27,997	1,496,926	A	A
24	2044	5,944	2,258	1.613	F	28,977	1,549,318	A	A
25	2045	6,152	2,337	1.669	F	29,991	1,603,544	A	A
26	2046	6,367	2,419	1.728	F	31,041	1,659,668	A	A
27	2047	6,590	2,504	1.788	F	32,127	1,717,757	A	A
28	2048	6,820	2,591	1.851	F	33,252	1,777,878	A	A
29	2049	7,059	2,682	1.916	F	34,415	1,840,104	A	A
30	2050	7,306	2,776	1.983	F	35,620	1,904,508	A	A
31	2051	7,562	2,873	2.052	F	36,867	1,971,166	A	A

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 122 Proyección: Situación sin Proyecto: Tramo 3, Av. Cancún (ScP).

#	Año	TDPA	Tránsito promedio máx/hr por sentido	V/C	Nivel de Servicio	Ciclista (viaje/año)	Peatón (viaje/año)	Nivel de Servicio	
								Ciclista	Peatón
0	2020	1,637	702	0.501	A	20,133	1,036,235	D	F
1	2021	1,694	727	0.519	A	20,838	1,072,503	D	F
2	2022	1,754	752	0.537	A	21,567	1,110,041	A	A
3	2023	1,815	778	0.556	A	22,322	1,148,892	A	A
4	2024	1,878	806	0.575	A	23,103	1,189,103	A	A
5	2025	1,944	834	0.596	A	23,912	1,230,722	A	A
6	2026	2,012	863	0.616	B	24,749	1,273,797	A	A
7	2027	2,083	893	0.638	B	25,615	1,318,380	A	A
8	2028	2,156	924	0.660	B	26,511	1,364,524	A	A
9	2029	2,231	957	0.683	B	27,439	1,412,282	A	A
10	2030	2,309	990	0.707	C	28,400	1,461,712	A	A
11	2031	2,390	1,025	0.732	C	29,394	1,512,872	A	A
12	2032	2,474	1,061	0.758	C	30,423	1,565,822	A	A
13	2033	2,560	1,098	0.784	C	31,487	1,620,626	A	A
14	2034	2,650	1,136	0.812	D	32,589	1,677,348	A	A
15	2035	2,743	1,176	0.840	D	33,730	1,736,055	A	A
16	2036	2,839	1,217	0.869	D	34,911	1,796,817	A	A
17	2037	2,938	1,260	0.900	D	36,132	1,859,706	A	A
18	2038	3,041	1,304	0.931	E	37,397	1,924,795	A	A
19	2039	3,147	1,350	0.964	E	38,706	1,992,163	A	A
20	2040	3,257	1,397	0.998	E	40,061	2,061,889	A	A
21	2041	3,371	1,446	1.033	F	41,463	2,134,055	A	A
22	2042	3,489	1,496	1.069	F	42,914	2,208,747	A	A
23	2043	3,611	1,549	1.106	F	44,416	2,286,053	A	A
24	2044	3,738	1,603	1.145	F	45,970	2,366,065	A	A
25	2045	3,869	1,659	1.185	F	47,579	2,448,877	A	A
26	2046	4,004	1,717	1.226	F	49,245	2,534,588	A	A
27	2047	4,144	1,777	1.269	F	50,968	2,623,298	A	A
28	2048	4,289	1,839	1.314	F	52,752	2,715,114	A	A
29	2049	4,439	1,904	1.360	F	54,599	2,810,143	A	A
30	2050	4,595	1,970	1.407	F	56,509	2,908,498	A	A
31	2051	4,756	2,039	1.457	F	58,487	3,010,295	A	A

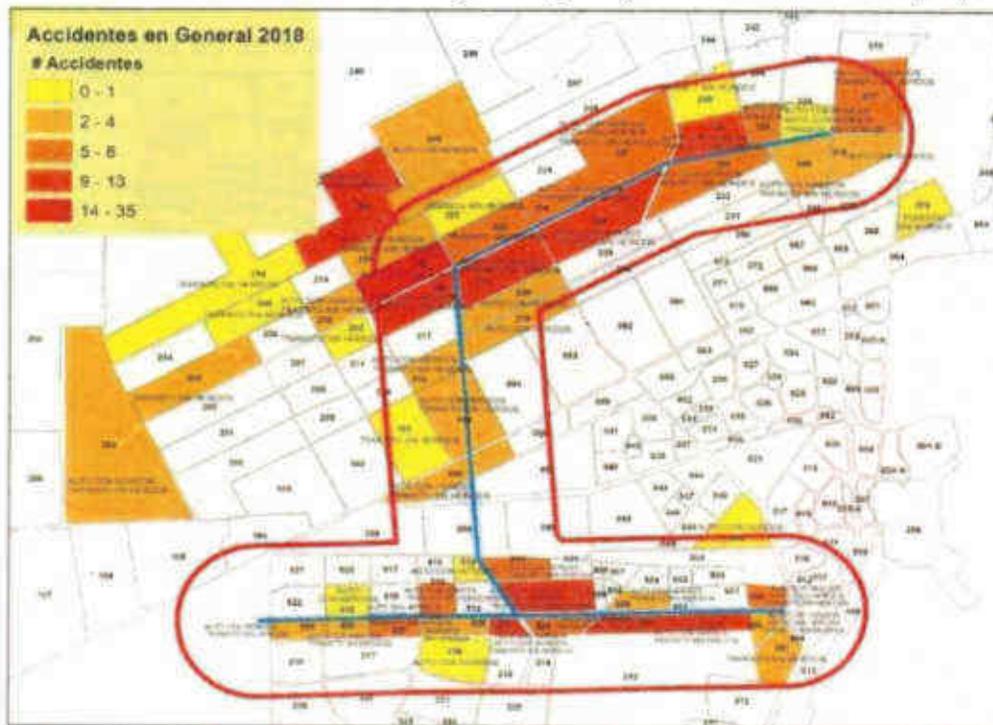
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta de manera gráfica la incidencia de accidentes común registrados en el último año 2018 en el área de influencia del proyecto:



207

Figura 132 Accidentes vehiculares según Región y Área de Influencia (AI).



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP).

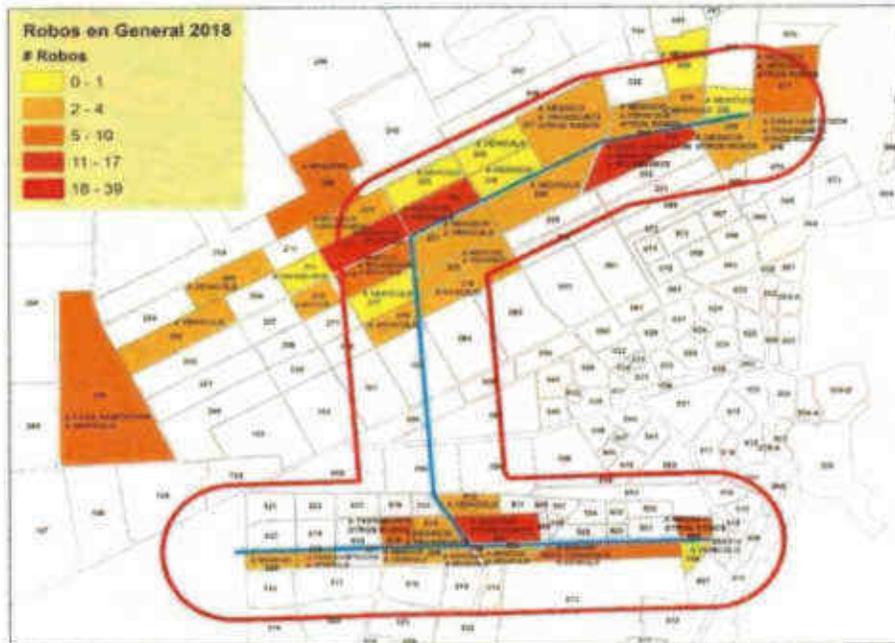
Del total de incidentes vehiculares, se registraron en el área de influencia un total de 35 colisiones con ciclistas, siendo los tramos de las avenidas 20 de Noviembre y Cancún las más afectadas<sup>49</sup>. De acuerdo con las características del proyecto el riesgo de accidentes aquí presentados se elimina de manera importante.

En cuanto a la incidencia de robos en las vialidades se presenta la situación actual con información de la Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Quintana Roo, la situación con proyecto los asaltos son inhibidos por la mejor iluminación. Según estudios referenciados por el Banco Interamericano de Desarrollo, que una hora mas de luz puede llegar a inhibir hasta un 20% el número de asaltos<sup>50</sup>, no obstante, para efectos de este estudio se presentan las cifras actuales considerando que la cuantificación y valoración del efecto es todavía difícil de establecer o de atribuir al proyecto con total precisión.

<sup>49</sup> Revisar el apartado de anexos en el que se incluye la estadística de accidentes dentro de la zona urbana de Cancún del último ciclo 2018-19.

<sup>50</sup> Vease <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/como-un-mejor-alumbrado-publico-puede-reducir-la-definencia/>

Figura 133 Robo Común en horario nocturno dentro del área de influencia.



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP).

## V. Evaluación del Proyecto.

### a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del Proyecto de Inversión.

Para el presente proyecto se identifican los costos de inversión (en el apartado de alternativas de solución se hace una amplia descripción de los costos de inversión de cada alternativa) y mantenimiento, los cuales se cuantifican y valoran respecto a las cotizaciones presentadas en el estudio de ingeniería del proyecto. En el anexo de estudios técnicos se presentan las cotizaciones utilizadas para la elaboración del presupuesto del proyecto, en cuyo caso, los conceptos de obra tuvieron como fuente (véase en Anexo Estudios Técnicos del presente documento):

- Anexo\_B-4\_COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL BOULEVARD KUKULCAN\_v2
- Anexo\_B-5\_COTIZACIONES\_Op. y Mtto\_FONATUR\_v2
- ANEXO B12-SHCP CATALOGO DE CONCEPTOS SHCP 2020
- Las cotizaciones para la estimación de los costos se pueden consultar en:  
[https://drive.google.com/open?id=1U\\_X\\_IPapz9R-n4HG6K9WWXkDTy9RQL-g](https://drive.google.com/open?id=1U_X_IPapz9R-n4HG6K9WWXkDTy9RQL-g)

*(Firma manuscrita)*

*(Firma manuscrita)*  
209

### Alternativa 1: Ciclovía y andadores de concreto permeable dentro del camellón central.

Cuadro 123 Costos de Inversión de la Alternativa 1 (Precios Constantes 2020).

Componente	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (importe sin IVA)	Subtotal (importe sin IVA)	Total (importe con IVA)
Ciclovía. Pavimento concreto permeable de 6 cm de espesor	m2	63,000.00	\$887.44	\$55,908,909.00	\$64,854,334.44
Ciclovía. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye pintura.	ml	30,000.00	\$272.86	\$8,185,800.00	\$9,495,528.00
Andador peatonal. Pavimento concreto permeable de 7 cm de espesor	m2	49,584.00	\$924.53	\$45,841,845.94	\$53,176,541.29
Andador peatonal. Dentellón de concreto de f'c= 150 kg/cm2 de 20 x 30 cm. Incluye pintura	ml	30,990.00	\$272.86	\$8,455,931.40	\$9,808,880.42
Alumbrado público solar con lámpara de LED de 100 W, potencia lumínica de 6,400 lm, arreglo solar de 250 Wp, para operar 9 h por noche, gabinete metálico para baterías y control apropiado para intemperie. Batería libre de mantenimiento. respaldo en baterías de 3 días. Colocado a cada 15 mts.	pza	1,093.00	\$44,710.16	\$48,868,201.80	\$56,687,114.08
Poste metálico cónico circular de 7m de altura punta de poste acabado primer.	pza	1,093.00	\$4,500.00	\$4,918,500.00	\$5,705,460.00
Construcción de guarnición concreto f'c=150kg/cm2 perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.	ml	10,671.03	\$272.86	\$2,911,697.66	\$3,377,569.29
				<b>TOTAL</b>	<b>\$203,105,427.52</b>

Componente	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (importe sin IVA)	Subtotal (importe sin IVA)	Total (importe con IVA)
Pozo de absorción de 1x1x1 m (uno cada 100 m2), para Ciclovía y Andador peatonal.	pza	1,122.00	\$8,749.81	\$9,817,286.82	\$11,388,052.71
Señalética de Servicios y Turística, refl. grado Ingeniería, de 61 x 61 con poste PTR galvanizado de 5.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	420.00	\$1,219.63	\$512,244.60	\$594,203.74
Señalética Preventiva de 71x71cm refl. grado Ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	238.00	\$1,219.63	\$290,271.94	\$336,715.45
Señalética Restrictiva de 61x61cm y 71x71 cm refl. grado ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	350.00	\$1,219.63	\$426,870.50	\$495,169.78
Señalética Informativa, refl. grado Ingeniería, con poste PTR galvanizado de 3.00 mts de altura, incluye Tornillería.	pza	87.00	\$1,219.63	\$106,107.81	\$123,085.06
Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. Para separación de carriles de Ciclovía	ml	15,000.00	\$9.73	\$145,950.00	\$169,302.00
Vialetas od - 7 tachuelas y botones: od - 7 de 10 x 10 cm. vialetam - 8 continua a cada 15.00 m. de separación: -color blanco-una cara reflejante. Para cruces de calles.	pza	2,140.00	\$37.53	\$80,314.20	\$93,164.47
Boya metálica de 22 x 22 cm. Amarilla. Para cruces de calles en Ciclovía y Andador.	pza	15,100.00	\$98.30	\$1,484,330.00	\$1,721,822.80
Señalamiento horizontal con pintura en cebreado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 12.00 mts. Ubicados en cruces del camellón para continuidad de ciclovía y andador.	ml	25,920.00	\$9.73	\$252,201.60	\$292,553.86
Señalamiento horizontal con pintura en cebreado pintado con un ancho de línea de 0.60 mts, con una separación de 0.60 mts, en un ancho de 9.00 mts. Para conexión y acceso perimetral.	ml	77,760.00	\$9.73	\$756,604.80	\$877,661.57

Componente	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (Importe sin IVA)	Subtotal (Importe sin IVA)	Total (Importe con IVA)
Guía Podotáctil lineal de 20 cm de ancho por todo el tramo central de andador.	ml	15,495.00	\$136.99	\$2,122,660.05	\$2,462,285.66
Guía Podotáctil circular para freno en el de andador.	ml	11,178.00	\$136.99	\$1,531,274.22	\$1,776,278.10
Bolardos para cruces de intersecciones viales. En ciclovia y Andador.	pza	2,300.00	\$1,045.51	\$2,404,673.00	\$2,789,420.68
Semáforo peatonal (incluye poste), fabricado en policarbonato de alto impacto (semáforo con 02 secciones de 20cm (peatón-cronometro) (peatón animado) señal auditiva para semáforo peatonal.	pza	40.00	\$34,431.56	\$1,377,262.40	\$1,597,624.38
Construcción de guarnición concreto F'c=150kg/cm2 perimetrales del camellón, incluye pintura color amarillo tránsito.	ml	30,018.97	\$350.59	\$10,524,230.12	\$12,208,106.94
Piso de 8 cm de concreto estampado de f'c = 150 kg/cm2 con diseño abanico, armado con malla electrosoldada 6,6-10,10 terminado pulido, utilizando endurecedor color según proyecto, desmoldante neutro y sellador acrílico,	m2	12,580.00	\$949.16	\$11,940,432.80	\$13,850,902.05
				<b>TOTAL</b>	<b>\$50,776,349.24</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12)

Cuadro 124 Identificación, cuantificación, y valoración de costos (Sin IVA).

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
<b>1. Inversión</b>			
Inicial	Se considera el monto de construcción. Primer año.	\$131,849,581.03	Año 0
	Se considera el monto de construcción. Segundo año.	\$87,014,019.62	Año 1
<b>2. Costos de operación<sup>51</sup></b>			
Servicios públicos	Por pago servicios públicos, y Personal (Jardinería, Electricistas, etc).	\$ 1,434,456.00	Anual
<b>3. Costos de Mantenimiento</b>			
CICLOVIA	Mantenimiento durante un año para garantizar la correcta permeabilidad del sistema.	\$4,064,157.44	Único
CICLOVIA	Mantenimiento normal, reparaciones normales. Consiste en resanes y reposiciones menores en áreas dañadas por el levantamiento de raíces, tránsito de vehículos, etc.	\$ 1,035,870.72	Anual
CICLOVIA	Limpieza con agua a presión	\$ 762,029.52	Anual
ANDADOR PEATONAL	Mantenimiento normal, resanes y reposiciones menores en áreas dañadas	\$ 828,696.58	Anual
ANDADOR PEATONAL	Mantenimiento trimestral durante un año para garantizar	\$ 3,220,911.68	Anual

<sup>51</sup> Para el análisis financiero, y dado que el periodo de inversión es de 18 meses, en el año 1 se consideran solo la parte proporcional de costos de operación y mantenimiento de 6 meses.

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
	la correcta permeabilidad del sistema. Incluye los 4 trimestres		
ANDADOR PEATONAL	Limpieza con agua a presión	\$ 603,920.94	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación mayor de postes.	\$ 2,713,549.21	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación de luminarias.	\$ 1,808,130.05	Anual
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	Aplicación de pintura en: señalamiento horizontal.	\$ 5,989.80	Anual
ADECUACIÓN DE PAVIMENTACIÓN	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4,	\$1,950,000.00	Cada 5 años
<b>3. Costos por Molestias</b>			
<b>4. Costos Indirectos:</b> No disponible			
<b>5. Externalidades Negativas:</b> No disponible			
<b>6. Costos Intangibles:</b> No disponible			

Fuente: Elaboración propia catálogo de costos FONATUR S.A. de C.V.

\*Nota: Las cifras están a precios sociales (no incluyen el IVA).

Cuadro 125 Análisis de ventajas técnicas de la Alternativa 1.

<b>Alternativa 1 (Proyecto)</b> <b>(Ciclovía y Andadores de Concreto Permeable)</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
El concreto permeable es reconocido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos como una de las mejores prácticas de manejo de aguas pluviales. El concreto permeable actúa como un área de detención del agua y permite la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo, reduciendo su contaminación, eliminando encharcamientos, y rellenando el acuífero.	Mayor complejidad para su construcción (Proceso de compactación).
Reducción de costos de drenaje pluvial comparado con otros pavimentos, debido a que no se necesita conducir el agua a través de tuberías hasta el sistema de drenaje pluvial.	Su buena funcionalidad radica en la correcta instalación.
Mayor tiempo de vida y menor costo de mantenimiento en comparación con otros pavimentos. De acuerdo a diversas fuentes, incluyendo la Asociación de Cemento Portland (PCA), la Asociación Nacional de Concreto Premezclado de Estados Unidos (National Ready Mixed Concrete Association) y la Alianza de construcción Verde (Green Building Alliance) el concreto permeable tiene un tiempo de vida útil de 20 a 40 años, siempre y cuando tenga una correcta instalación y mantenimiento.	El mantenimiento erróneo puede dañar la superficie.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*  
212

Alternativa 1 (Proyecto)	
(Ciclovía y Andadores de Concreto Permeable)	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Textura: La superficie de concreto permeable se puede hacer tan segura (antiderrapante) como se quiera, lo que es especialmente útil en época de lluvias intensas.	Pérdida de permeabilidad con el paso del tiempo si no se mantiene con limpiezas periódicas con agua a presión.
<p>Economía en Iluminación: La superficie de concreto permeable es tres veces más reflejante que la de asfalto en cuanto a luz y calor, lo que resulta en una mejor iluminación y a su vez, reduce la temperatura del medio ambiente.</p> <p>En el caso de las luminarias solares LED, se tienen las ventajas de</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ahorro en los altos costos de canalización y tendido eléctrico.</li> <li>2. Se trata de un sistema sustentable a base de energía renovable solar fotovoltaica que no genera ninguna emisión contaminante durante su vida útil.</li> <li>3. Facilidad de instalación.</li> <li>4. Cada luminaria es independiente.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia.

**Alternativa 2:** Ciclovía y andadores de pavimento de asfalto y concreto respectivamente dentro del camellón.

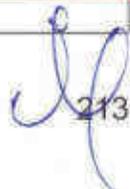
Cuadro 126 Costos de Inversión de la Alternativa 2 (Precios Constantes 2020).

Monto total de inversión		
Componentes/Rubros		TOTAL
1	PRELIMINARES	\$19,524,116.58
2	CICLOVIA DE ASFALTO	\$61,739,697.00
3	ANDADOR PEATONAL DE CONCRETO	\$72,125,233.49
4	SISTEMA DE INSTALACIÓN PLUVIAL	\$34,077,195.72
5	ALUMBRADO LED	\$34,921,649.69
6	SEÑALETICA VERTICAL	\$1,240,363.71
7	SEÑALETICA HORIZONTAL	\$7,944,817.07
8	SEMAFORIZACIÓN	\$1,377,262.40
9	GUARNICIONES EN CAMELLÓN	\$12,678,434.34
10	PASOS PEATONALES	\$77,781,254.40
11	ADECUACIÓN DE PAVIMENTACIÓN	\$19,524,116.58
<b>TOTAL</b>		<b>\$323,410,024.40</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en VII. Anexos (Anexo\_B12). Cifras sin IVA.

Cuadro 127 Identificación, cuantificación, y valoración de costos (sin IVA).

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
1. Inversión			



213

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
Inicial	Se considera el monto de construcción. Primer año.	\$223,152,911.21	Año 0
	Se considera el monto de construcción. Segundo año.	\$100,257,113.20	Año 1
<b>2. Costos de operación</b>			
Servicios públicos	Por pago servicios públicos, y Personal (Jardinería, Electricistas, etc).	\$ 1,434,456.00	Anual
<b>3. Costos de Mantenimiento</b>			
CICLOVIA	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$12,199,980.00	Cada 5 años
CICLOVIA	Mantenimiento de guarniciones consistente en la reposición de guarniciones de concreto hidráulico simple coladas en el lugar.	\$ 596,609.52	Cada 5 años
ANADOR PEATONAL	Mantenimiento consistente en resanes y reposiciones menores en áreas dañadas	\$ 46,122,106.60	Cada 10 años
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento y reparación de registros pluviales.	\$ 2,615,269.80	Anual
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento a cajas de pozos de absorción	\$ 3,725,432.70	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación mayor de postes	\$ 1,664,595.28	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación de luminarias.	\$ 554,588.20	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a transformadores de alumbrado público	\$ 28,042.70	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a centros de control de alumbrado	\$ 614,201.40	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Limpieza de registros eléctricos	\$ 65,516.10	Anual
SEÑALÉTICA HORIZONTAL	Aplicación de pintura en: señalamiento horizontal	\$ 5,989.80	Anual
ADECUACIÓN DE PAVIMENTOS	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$ 1,950,000.00	Cada 5 años
<b>3. Costos por Molestias</b>			
<b>4. Costos indirectos:</b> No disponible			
<b>5. Externalidades Negativas:</b> No disponible			
<b>6. Costos Intangibles:</b> No disponible			

Fuente: Elaboración propia catálogo de costos FONATUR S.A. de C.V.

\*Nota: Las cifras están a precios sociales (no incluyen el IVA).

Cuadro 128 Análisis Técnico de la Alternativa 2.

Análisis Técnico

(Alternativa 2)	
(Ciclovía de concreto asfáltico, y Andadores de Concreto Hidráulico)	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Superficie suave la cual genera mayor confort para el ciclista	Mayor costo de inversión que la alternativa 1 (Proyecto) por requerir obras de drenaje pluvial
Bajo costo inicial	Incremento de costos de mantenimiento para dicho sistema de drenaje
Menor tiempo de construcción que otros pavimentos.	Genera un aumento de la temperatura en el ambiente debido a su reducido reflejo de la luz y el calor.
Menores costos de mantenimiento del activo principal que es la Ciclovía.	Contaminación: La mezcla asfáltica siempre contamina al ser colocada, por lo que forma parte de una de sus principales desventajas.
La vida útil del concreto es mayor que el asfalto, pero similar a la del concreto permeable, en andador.	Se necesita colocar la mezcla a una temperatura adecuada, por lo que la gente encargada de su colocación debe estar capacitada.
Mayor costo de inversión que la alternativa 1 (Proyecto) por requerir obras de drenaje pluvial	
Incremento de costos de mantenimiento para dicho sistema de drenaje.	

Fuente: Elaboración propia.

**Alternativa 3:** Ciclovía de concreto asfáltico, y andador de concreto estampado. (Franja mixta sobre espacio de banquetas).

Cuadro 129 Costos de Inversión de la Alternativa 3 (Precios Constantes 2020).

Monto total de inversión		
Componentes/Rubros		TOTAL
1	PRELIMINARES	\$38,607,617.27
2	CICLOVIA CONCRETO ASFÁLTICO	\$70,309,026.90
3	ANDADOR PEATONAL CONCRETO ESTAMPADO	\$130,909,001.27
4	SISTEMA DE INSTALACIÓN PLUVIAL	\$35,855,371.72
5	ALUMBRADO LED	\$34,859,823.90
6	SEÑALETICA VERTICAL	\$926,918.80
7	SEÑALETICA HORIZONTAL	\$4,120,294.40
8	GUARNICIONES EN BANQUETAS	\$17,209,029.60
9	ADECUACIÓN EN PAVIMENTO	\$162,995,430.15
10	RAMPAS EN BANQUETAS	\$1,503,030.33
<b>TOTAL</b>		<b>\$497,295,544.38</b>

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12). Cifras sin IVA.

Cuadro 130 Identificación, cuantificación, y valoración de costos.

Concepto	Cuantificación	Valoración*	Periodicidad
<b>1. Inversión</b>			
Inicial	Se considera el monto de construcción. Primer año.	\$343,133,919.83	Año 0
	Se considera el monto de construcción. Segundo año.	\$154,161,624.52	Año 1
<b>2. Costos de operación</b>			
Servicios públicos	Por pago servicios públicos, y Personal (Jardinería, Electricistas, etc).	\$ 1,434,456.00	Anual
<b>3. Costos de Mantenimiento</b>			
CICLOVIA	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$ 14,588,405.00	Cada 5 años
ANADOR PEATONAL	Reposición de banquetas de concreto f <sub>c</sub> = 150 kg/cm <sup>2</sup> de 8 cm	\$ 33,089,484.96	Cada 10 años
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento y reparación de registros pluviales.	\$ 2,615,269.80	Cada 5 años
SISTEMA PLUVIAL	Mantenimiento a cajas de pozos de absorción	\$ 3,725,432.70	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación mayor de postes	\$1,664,595.28	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento y reparación de luminarias.	\$ 554,588.20	Anual
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a transformadores de alumbrado público	\$ 437,866.73	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Mantenimiento a centros de control de alumbrado	\$ 40,181.40	Cada 5 años
ALUMBRADO PÚBLICO	Limpieza de registros eléctricos consistente en retiro del material acumulado	\$ 4,286.10	Anual
SEÑALÉTICA HORIZONTAL	Aplicación de pintura en: señalamiento horizontal	\$ 13,615,414.38	Anual
GUARNICIONES EN BANQUETAS	Mantenimiento de guarniciones consistente en la reposición	\$ 3,193,835.40	Cada 10 años
ADECUACIÓN DE PAVIMENTO	Bacheo de vialidades, áreas pequeñas de concreto asfáltico, T.M.A. 3/4"	\$ 68,074,500.00	Cada 5 años
<b>3. Costos por Molestias</b>			
<b>4. Costos Indirectos:</b> No disponible			
<b>5. Externalidades Negativas:</b> No disponible			
<b>6. Costos Intangibles:</b> No disponible			

Fuente: Elaboración propia catálogo de costos FONATUR S.A. de C.V.  
\*Nota: Las cifras están a precios sociales (no incluyen el IVA).

Cuadro 131 Comparativo de ventajas y desventajas.

<b>Alternativa 3</b>	
<b>Ciclovia de concreto asfáltico, y andador de concreto estampado. (Franja mixta sobre espacio de banquetas)</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Por la constitución física de la ciclopista y andador, el ciclista y el peatón no convive con el tránsito vehicular.	Mayor costo de inversión que la alternativa 1 (Proyecto) por requiere de demoler en su totalidad las banquetas existente para acondicionar la nueva banqueta.
Se proporciona espacio físico para albergar vegetación a lo largo del recorrido, Reduciendo la temperatura ambiental del andador y ciclovia	Incremento de costos por las continua construcción de rampas y condicionantes en cada una de las esquinas del recorrido.
El material propuesto para la ciclovia permite que se drene cuando exista precipitación pluvial, permeando naturalmente el suelo.	El atraso de obra que puede provocar por las condicionantes particulares de cada predio.
Se tendrá un flujo ordenado y cómodo de la ciclovia debido a la señalética que tendrá en su recorrido.	Acondicionar particularmente cada una de las salidas de vehículos de las viviendas.
El ciclista se encuentra protegido por una barrera vegetal del tránsito vehicular	Realizar maniobras de obra cautelosas por las múltiples interferencias que existen a pie de predio (agua, luz telefonía, drenaje.)
Los vehículos no compartirán	Menos fluidez en el tránsito ciclista ya que tiene que realizar continuas paradas, por la constitución de la ciclovia.

Fuente: Elaboración propia.

<b>Metodología</b>
<p>Se consideran dos años de inversión y treinta años de operación, se utilizan los costos paramétricos proporcionados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público; los costos de mantenimiento fueron obtenidos a través del catálogo de concepto de servicios de mantenimiento para la ciudad de Cancún del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) para ciclovia y componentes similares a los presentados en el presupuesto. Se anexan las cotizaciones.</p> <p>Metodología: Se consideran los siguientes pasos para las alternativas técnicas.</p> <p>Para la determinación de los costos de operación y mantenimiento de esta evaluación se realizaron cotizaciones a la Operación y Mantenimiento del Boulevard Kukulcan, de la ciudad de Cancún a cargo de la FONATUR. Se consideran que los costos paramétricos utilizados, así como la periodicidad de los</p>

mismos son compatibles con las características de los proyectos aquí presentados, así como los precios utilizados también corresponden a la región.

Para realizar la Estimación del Costo Anual Equivalente se realizaron los siguientes pasos:

- 5) Se realizaron las cotizaciones para la operación y mantenimiento de infraestructura de iguales o similares características.
  - Costos De Mantenimiento Paramétricos Boulevard Kukulcan FONATUR\_2019 (Revisar el anexo B-5 del ACB)
- 6) El análisis denominado Costo Eficiencia tiene fundamento en un supuesto: que todas las alternativas técnicas generan los mismos beneficios. En ese sentido, la decisión de la mejor alternativa técnica se enfocará generalmente en el análisis de costos, a través del cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE), debiendo seleccionar aquella alternativa factible desde el punto de vista técnico y, además, la que presente el menor CAE entre las alternativas evaluadas.
- 7) La determinación del CAE se representa de la siguiente forma:

$$CAE = (VPC) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

Donde:

VPC = Valor Presente del costo total del proyecto de inversión  
r = Tasa social de descuento  
m = Número de años de vida útil del activo

El análisis se realizó a precios sociales y constantes 2020, por lo que no se considera el impacto de la inflación, la tasa de descuento utilizada fue del 10% tal como sugiere la SHCP.

Los costos de mantenimiento y operación fueron anualizados, aquellos que se realizan en periodos menores o mayores a un año, fueron distribuidos a lo largo de todos los años hasta el final del horizonte de evaluación.

#### Supuesto y Fuentes

Se asume que los precios de los insumos y servicios que impactarán en la operación del proyecto no variarán significativamente durante el horizonte de evaluación.

Los costos utilizados para la determinación de la rentabilidad no incorporan el efecto de los impuestos, por lo que se asumen una aproximación de los precios sociales o precios sombra correspondientes al proyecto.

## a. Identificación de los beneficios del Proyecto de Inversión

Cuadro 132 Identificación de beneficios directos del Proyecto.

Tipo		Identificación
Directos	Mayor Consumo	Beneficios por salud recreativa y mental por el mayor consumo en el uso de bicicletas de la población, y .
Directos	Liberación de recursos	Ahorros por reducción en el tiempo de traslado de los modos no motorizados.
Directos	Liberación de recursos	Ahorros de tiempo de traslado de los usuarios de los otros modos de transporte producto de la segregación de los flujos.
Directos	Liberación de recursos	Disminución de accidentes de ciclistas y peatones producto de la segregación de los flujos de tránsito.
Directos	Liberación de recursos	Ahorros por la reducción de robos a peatones y ciclistas en vialidades de la Ruta del Parque de la Equidad.
Indirectos	Oportunidad	Beneficios regulación de hidrología urbana por el sistema de instalación pluvial para las ciclovia y andadores de concreto permeable.
Intangibles	Positiva	Mejora en la Calidad de Vida de la Población

Fuente: Elaboración propia.

### Supuesto y Fuentes

Se asume que los precios de los insumos y servicios que impactarán en la operación del proyecto no variarán significativamente durante el horizonte de evaluación.

Se espera que la tasa de crecimiento vehicular sea constante a lo largo del periodo de evaluación.

Se asume que los accidentes se reducirán debido a que los ciclistas y peatones dejarán de transitar por la vialidad destinada al tránsito motorizado y la señalización correspondiente. En este documento no se cuantificaron beneficios y costos asociados a los accidentes debido a que no existe una referencia metodológica concluyente para elaborar dichas estimaciones.

No se consideran beneficios por ahorro en incidentes como robos a casas habitación o transeúntes debido a que la iluminación se espera sirva exclusivamente a usuarios del proyecto.

## b) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

La vida útil de las obras propuestas es de 31 años para el proyecto en conjunto, el periodo de inversión es de 2 años, y se asume que la alternativa 2 y 3 produce los mismos beneficios que el proyecto. Se valoraron las ventajas y desventajas de ambas alternativas; para el análisis de los costos de inversión, reinversión y mantenimiento de cada una de ellas se calculó el Costo Anual Equivalente (CAE). Considerando los resultados obtenidos, se determinó que la alternativa 1 (Proyecto), Ciclovía y Andadores a base de Pavimentos de concreto permeable, es la que representa la alternativa más eficiente.

Metodología: Se consideran los siguientes pasos para las alternativas técnicas.

Para la determinación de los costos de operación y mantenimiento de esta evaluación se realizaron cotizaciones a la Operación y Mantenimiento del Boulevard Kukulcan, de la ciudad de Cancún a cargo de la FONATUR. Se consideran que los costos paramétricos utilizados así como la periodicidad de los mismos son compatibles con las características de los proyectos aquí presentados, así como los precios utilizados también corresponden a la región.

Para realizar la Estimación del Costo Anual Equivalente se realizaron los siguientes pasos:

- 8) Se realizaron las cotizaciones para la operación y mantenimiento de infraestructura de iguales o similares características.
  - Costos De Mantenimiento Paramétricos Boulevard Kukulcan FONATUR\_2019 (Revisar el anexo B-5 del ACB)
- 9) El análisis denominado Costo Eficiencia tiene fundamento en un supuesto: que todas las alternativas técnicas generan los mismos beneficios. En ese sentido, la decisión de la mejor alternativa técnica se enfocará generalmente en el análisis de costos, a través del cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE), debiendo seleccionar aquella alternativa factible desde el punto de vista técnico y, además, la que presente el menor CAE entre las alternativas evaluadas.
- 10) La determinación del CAE se representa de la siguiente forma:

$$CAE = (VPC) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

Donde:

VPC = Valor Presente del costo total del proyecto de inversión  
r = Tasa social de descuento  
m = Número de años de vida útil del activo



**Análisis Técnico:** El concreto permeable como alternativa 1, encuentra sus principales virtudes técnicas respecto de la alternativa 2 en el hecho de no requerir sistema pluvial, ser una opción amigable con el medio ambiente, mayor tiempo de vida útil, ser una superficie altamente reflejante que promueve la eficiencia luminica, y ofrece un nivel de seguridad alto (antiderrapante). En cuanto a la alternativa 2, su principal virtud corresponde a un sistema de construcción más simple, lo que inicialmente se traduce en costos bajos.

**Análisis Económico:** La inversión inicial es superior en la alternativa 2 y 3, ciclovia de concreto asfáltico y andadores de concreto hidráulico, esto se debe a que los materiales carecen de permeabilidad por lo que requieren de drenaje pluvial para evitar el deterioro y los encharcamientos. Aunque en algunos aspectos los materiales tradicionales tienen ventajas importantes como la facilidad de construcción y costos de operación y mantenimiento, las diferencias en los costos antes citados hacen que el CAE de la alternativa 1 (Proyecto), ciclovia y andadores de concreto permeable sea económicamente más atractiva por representar una solución de largo plazo más eficiente.

La alternativa seleccionada es la primera (Alternativa 1), de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 133 Costo Anual Equivalente de las alternativas del Proyecto (Precios constantes 2020).

<b>Costo Anual Equivalente (Proyecto Alternativa 1):</b> Ciclovia y andadores de concreto permeable dentro del camellón central.	\$ 34,762,765.62
<b>Costo Anual Equivalente (Alternativa 2):</b> Ciclovia y andadores de pavimento de asfalto y concreto respectivamente dentro del camellón.	\$ 48,125,015.09
<b>Costo Anual Equivalente (Alternativa 3):</b> Ciclovia de concreto asfáltico, y andador de concreto estampado. (Franja mixta sobre espacio de banquetas).	\$84,269,745.62

Fuente: Elaboración propia, fundamentado en el catálogo de Conceptos de SHCP incorporado en Anexos (Anexo\_B12).

## c) Análisis de riesgos

Cuadro 134 Matriz de Riesgos.

Identificación	Cuantificación		Jerarquía	Definición de medidas
	Riesgo	Probabilidad ocurrencia		
Construcción: Retraso en la licitación por la liberación de los	Baja: 0.15	Nivel: Alto  El inicio de la obra se postergaría un mes y	0.6	Revisión de la convocatoria, modificaciones al calendario de obra

Identificación	Cuantificación		Jerarquía	Definición de medidas
	Riesgo	Probabilidad ocurrencia		
recursos o declaratoria desierta.		no se cumpliría con el calendario		para asegurar su finalización oportuna.
Construcción: Retraso en las ejecuciones de actividades programadas por sobre costos de proveedores o cambios en el precio internacional de insumos.	Baja: 0.10	Nivel: Medio  La inversión inicial se incrementaría.	0.3	De presentarse se analiza un cambio del diseño del proyecto, y se consideran las alternativas planteadas.
Ambientales: el inicio de la obra puede coincidir con la temporada de huracanes	Media: 0.3	Nivel: Alto  Se alargaría el período de obra, no terminando en la fecha establecida; incurrir en gastos no recuperables, incrementando la inversión.	0.8	El calendario de actividades prevé evitar los meses de mayor riesgo de incidencia de huracanes y lluvias torrenciales.
Ambientales: Atraso de los trabajos por lluvias fuertes o tormentas.	Media: 0.3	Nivel: Alto  Metas anuales se podrían reducir.	0.8	
Social: Rechazo del proyecto por afectaciones directas a grupos de interés específico: como comerciantes, vecinos, o personas que hacen uso del camellón central.	Media: 0.3	Nivel: Alto  Un rechazo directo al proyecto provocaría retrasos en su ejecución, o la cancelación misma del proyecto.	0.8	Fortalecer la socialización del proyecto y de sus beneficios para la población.

Fuente: Elaboración propia.



## VI. Conclusiones y Recomendaciones

El presente proyecto tiene por objetivo hacer eficiente el sistema vial primario para el tránsito no motorizado de la Ruta Parque de la equidad incorporando infraestructura para la mejora de los tiempos de traslados de los usuarios y la disminución de la vulnerabilidad de los modos no motorizados en vialidades primarias del sistema vial de la Zona Metropolitana de Cancún (Av. 20 de Noviembre, Av, Chac Mool, y Av. Cancún) cuya situación actual consiste en una oferta vial no sustentable que prioriza su funcionalidad hacia el automóvil y promueve mayor vulnerabilidad de los usuarios no motorizados por interacción con el tránsito vehicular en la vía pública. Con la implementación del proyecto se promueven principalmente beneficios sociales como:

- Beneficios por salud recreativa y mental por el mayor consumo en el uso de bicicletas de la población, y;
- Liberación de recursos por ahorros en el tiempo de traslado de los modos no motorizados.
- Liberación de recursos por ahorros de tiempo de traslado de los usuarios de los otros modos de transporte producto de la segregación de los flujos.
- Liberación de recursos por disminución de accidentes de ciclistas y peatones producto de la segregación de los flujos de tránsito.
- Liberación de recursos por ahorros por la reducción de robos a peatones y ciclistas en vialidades de la Ruta del Parque de la Equidad debido a una mejor iluminación.
- Intangibles por la Mejora en la calidad de Vida de la Población.

Debido a que la naturaleza de los beneficios es de difícil cuantificación y valoración, se determinó un análisis exhaustivo de alternativas técnicas del proyecto considerando aquellas que generan exactamente los mismos beneficios, en forma tal que la rentabilidad social se determinó a partir del cálculo y comparativa del valor anualizado de los costos relevantes a través del indicador del Costo Anual Equivalente (CAE). La alternativa seleccionada es la primera (Alternativa 1, CAE: \$34.76 mdp) Ciclovía y andadores de concreto permeable dentro del camellón central; frente a la (Alternativa 2, CAE: \$48.13 mdp) Ciclovía y andadores de pavimento de asfalto y concreto respectivamente dentro del camellón; e incluso una tercera (Alternativa 3, CAE: \$84.27 mdp); esto debido entre otras cosas a que el costo de inversión es superior en la alternativa 2 y 3, ciclovía de concreto asfáltico y andadores de concreto hidráulico, esto se debe a que los materiales carecen de permeabilidad por lo que requieren un sistema de drenaje pluvial para evitar el deterioro y los encharcamientos, que a la postre representarían mayores costos de operación y mantenimiento.

### Recomendaciones

Considerando los resultados obtenidos del presente estudio, se recomienda la ejecución de las diversas acciones propuestas, ya que estas representan beneficios sociales positivos e importantes; así como una rentabilidad social alta por la comparación de los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto (Alternativa 1, CAE: \$34.76 mdp), calculados a precios sociales, frente a otras alternativas que ofrecen el mismo tipo de beneficios. La puesta en operación de las acciones que conforman este proyecto y presentan resultados positivos para el cálculo de los indicadores de rentabilidad permitirá mejorar la movilidad de los usuarios de las vialidades que conforman la ruta del proyecto, la cual dará una mejor conectividad y nivel de servicio a lo largo de los tramos analizados, y será compatible con el tránsito no motorizado de la zona lo que redundará en la calidad de vida de quienes habitan en la zona metropolitana de Cancún.



224

## VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_A-1_Análisis de la Oferta_Demanda_Situación Actual</li> </ul>
Anexo B	Estudios Técnicos	Contiene el Expediente Técnico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_B-1_Proyecto_Ciclovía_Andadores_Planos</li> <li>- Anexo_B-2_Levantamiento topográfico Ruta_Parque de la Equidad</li> <li>- Anexo_B-3_TABLAS CON PRESUPUESTO</li> <li>- Anexo_B-4_COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL BOULEVARD KUKULCAN</li> <li>- Anexo_B-5_COTIZACIONES_Op. y Mtto_FONATUR</li> <li>- Anexo_B-6_FACTIBILIDAD TECNICA</li> <li>- Anexo_B-7_JUSTIFICACION PARA EL CALCULO ELECTRICO</li> <li>- Anexo_B-8 MEMORIA CALCULO HIDRAULICO</li> <li>- Anexo_B-9_PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS</li> <li>- Anexo_B-10_PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA Y FAUNA</li> <li>- Anexo_B-11_Proyecto_Ejecutivo_ciclovía_Andadores_Planos</li> <li>- Anexo_B12_Cotizaciones_Catalogo de conceptos SHCP 2020</li> <li>- Anexo_B-13_FACTIBILIDAD TECNICA</li> </ul>
Anexo C	Estudios Legales	Informe de factibilidad jurídica de la AGEPRO: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_C-1_PMDU BJ 2018-2030 Parque               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Apartados específicos de los Programas de Desarrollo Urbano a los que se alinea el proyecto.</li> </ul> </li> <li>- Anexo_C-2_Factibilidad de bienes_Dictamen_Solicitud_Oficio_AGEPRO_0043_2019               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Factibilidad de Bienes Inmuebles (AGEPRO/DDG/CGPRO/0043/VI/2019)</li> </ul> </li> <li>- Anexo_C-3_Fatibilidad_Constancia Uso de Suelo</li> </ul>




		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Oficio_SEMYDU/DEPYNU/0160/2019</li> <li>- Anexo_C-4_PROGRAMA_BJ_Fomento-a-la-Movilidad-no-Motorizada 2016-2030</li> <li>- Anexo_C-5 Análisis patrimonial de superficies</li> </ul>
Anexo D	Estudios Ambientales	<p>Resolutivo de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_D-1_Factibilidad_Ambiental_Oficio_Solicitud_AGEPRO_0325_2019: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ (AGEPRO/DDG/0325/VIII/2019)</li> </ul> </li> <li>- Anexo_D-2_Factibilidad_Ambiental_Resolutivo_SEM A</li> </ul>
Anexo E	Estudios de Mercado	<p>Aforos, encuestas, e informes soporte del presente estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_E-1_Tramo 1_AFOROS_AF05_AV.20NOV</li> <li>- Anexo_E-2_Tramo 2a_AFOROS_AF05_AV.CHACMOOL</li> <li>- Anexo_E-3_Tramo 2b_AFOROS_AF05_AV.CHACMOOL</li> <li>- Anexo_E-4_Tramo 3_AFOROS_AF05_AV.Cancún</li> <li>- Anexo_E-5_Datos_Seguridad Pública_SSP</li> <li>- Anexo_E-6_Datos_Tránsito Municipal_Cancún 2018 y 2019</li> <li>- Anexo_E-7_Reporte de Trabajo de Campo-Encuesta</li> <li>- Anexo_E-8_Solicitud_Seguridad Pública_Oficio_AGEPRO-137-VI-2019</li> <li>- Anexo_E-9_Resultados de Encuesta</li> </ul>
Anexo F	Estudios Específicos	<p>Nota Metodológica. Valuación Estadística de Vida para la Cd. de Cancún.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_F-1_Nota_Metodológica_Valuación_Estadística de Vida</li> </ul>
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad de la obra.	<p>Contiene la Memoria de Cálculo para la determinación de los indicadores de rentabilidad social en formato de Excel.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_G-1_Memoria de cálculo_CAE</li> <li>- Anexo_G-2 Niveles de servicio</li> </ul>
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	<p>Contiene el análisis de sensibilidad en formato Excel.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo_H-1_Sensibilidad</li> </ul>

## VIII. Bibliografía

- 2015, D. d. (2015). *Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015>
- 2018, Í. d. (2018). *Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.* . Obtenido de [https://api.imco.org.mx/release/latest/vendor/imco/indices-api/documentos/Competitividad/%C3%8Dndice%20de%20Competitividad%20Urbana/2018-11-02\\_0900%20Califica%20a%20tu%20alcalde%3A%20Manual%20urbano%20para%20ciudadanos%20exigentes/Documentos%20de%20resultados/ICU%202018%20Libro%20completo.pdf](https://api.imco.org.mx/release/latest/vendor/imco/indices-api/documentos/Competitividad/%C3%8Dndice%20de%20Competitividad%20Urbana/2018-11-02_0900%20Califica%20a%20tu%20alcalde%3A%20Manual%20urbano%20para%20ciudadanos%20exigentes/Documentos%20de%20resultados/ICU%202018%20Libro%20completo.pdf)
- Calles, M. d. (2019). *Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano*. Centro Mario Molina. (2015). *Perfil Metropolitano 2015*. Obtenido de <https://centromariomolina.org/>
- México, P. U. (2015). *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*. Obtenido de CONEVAL: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/POBREZA-URBANA-EN-MEXICO-2015.aspx>
- Motorizada, P. d. (2018). *Instituto de Planeación de Desarrollo Urbano Municipio de Benito Juárez*. Obtenido de <http://implancancun.gob.mx/wp-content/uploads/2018/01/Fomento-a-la-Movilidad-no-Motorizada-2017.compressed.pdf>
- Prosperas, Í. B. (2015). *ONU Habitat*. Obtenido de [http://70.35.196.242/onuhabitatmexico/cpi/2015/23005\\_Benito\\_Ju%C3%A1rez.pdf](http://70.35.196.242/onuhabitatmexico/cpi/2015/23005_Benito_Ju%C3%A1rez.pdf)
- Sistema de Bicicleta Pública para la Ciudad de Cancún, Q. R. (2018). *Instituto de Planeación de Desarrollo Urbano Municipio de Benito Juárez*. Obtenido de <http://implancancun.gob.mx/wp-content/uploads/2018/01/Sistema-de-Bicicleta-P%C3%BAblica-para-la-Ciudad-de-Canc%C3%BAn.pdf>
- Sostenibles, Í. d. (2018). *Índice de Ciudades Sostenibles*. Obtenido de <https://indexdecidadesostenibles2018.inpp.cide.edu/>

## Responsables de la información

<b>Ramo:</b>	23 Provisiones salariales y económicas.
<b>Entidad:</b>	Quintana Roo
<b>Área Responsable:</b>	Coordinación Económico Financiera de la Agencia de Proyectos Estratégicos del Estado de Quintana Roo.

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:			
Nombre	Cargo	Firma	Teléfono y correo
Arq. Esma Socorro Regalado Luna	Coordinadora General de Proyectos		9988841923 ext. 2025; esma.regalado@agepro.gob.mx

Versión
1

Fecha
16/04/2020



228