



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente para las Zonas Metropolitanas de México, 2014-2020

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestro en Economía

PRESENTA:

Omar Martínez González

TUTOR:

Dr. Roberto Ramírez Hernández

Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dr. Clemente Ruíz Durán

Facultad de Economía, UNAM

Dr. Miguel Ángel Mendoza González

Facultad de Economía, UNAM

Dr. Normand Eduardo Asuad Sanén

Facultad de Economía, UNAM

Dr. Adolfo Sánchez Almanza

Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Enero de 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi madre y mi tía ^(†).

A la Universidad Nacional Autónoma de México; a los docentes del Programa de Posgrado en Economía, quienes continuaron supervisando nuestra formación profesional aún a la distancia durante esta pandemia; y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo brindado durante mis estudios de Maestría.

Especialmente a mi tutor, director de tesis y amigo, el Dr. Roberto Ramírez Hernández, de quien todo este tiempo he recibido un gran apoyo no solo para la realización de esta tesis, si no para mi crecimiento profesional.

Agradezco al Dr. Clemente Ruiz, al Dr. Normand Asuad, al Dr. Sánchez Almanza y al Dr. Miguel Mendoza de quienes recibí extraordinarios comentarios hacia mi tesis; y en algunos casos, tuve la dicha de ser su alumno en distintas asignaturas del Programa de Posgrado y aprender técnicas e ideas que se aplicaron en este trabajo.

A Carmen, por su amor, comprensión y apoyo.

Estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente para las Zonas Metropolitanas de México, 2014-2020

Introducción	12
Capítulo 1. Las ciudades inteligentes: Revisión de casos de estudio y métricas utilizadas para evaluar su desempeño	16
1.1 Planteamiento del problema y orientación de la investigación	16
1.1.1 Problema de investigación	16
1.1.2 Justificación de la investigación	17
1.1.3 Objetivos de la investigación	20
1.1.4 Preguntas e hipótesis de la investigación.....	21
1.1.5 Orientación de la investigación (estructura metodológica)	22
1.2 La estimación de índices como herramientas de análisis de las ciudades inteligentes	23
1.2.1 El Smart City Index para ciudades inteligentes a nivel mundial.....	24
1.2.2 El Índice Cities in Motion para ciudades inteligentes a nivel mundial	24
1.2.3 El índice Smart para ciudades inteligentes españolas	27
1.3 Modelos de referencia de ciudades inteligentes y antecedentes en México	27
1.3.1 La experiencia en la Unión Europea	27
1.3.2 La experiencia en Latinoamérica	34
1.3.3 Antecedentes en México	36
Capítulo 2. Marco teórico y metodológico: El concepto de ciudades inteligentes y métodos aplicables para su estudio	40
2.1 Desarrollo urbano, crecimiento y expansión de las ciudades	40
2.1.1 Nociones conceptuales sobre las ciudades y su clasificación	40
2.1.2 Tendencias de urbanización	45
2.1.3 La concentración económica espacial en las ciudades.....	47
2.2 Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: Principales definiciones ..	48
2.2.1 El concepto de ciudad inteligente: Principales definiciones	48
2.2.2 Dimensiones que caracterizan a las ciudades inteligentes	57
2.2.3 Indicadores de desempeño y ejemplos de soluciones inteligentes.....	61

2.2.4 Actores que intervienen en el diseño de una ciudad inteligente.....	62
2.2.5 Proceso de conversión hacia una ciudad inteligente.....	64
2.2.6 Críticas al concepto de ciudad inteligente.....	65
2.3 Construcción de indicadores para el análisis regional.....	66
2.3.1 Estimación de índices compuestos a partir de ponderaciones simples.....	67
2.3.2 Análisis de componentes principales (ACP).....	67
2.3.3 Análisis factorial.....	71
2.4 Técnicas de estratificación de indicadores regionales.....	74
2.4.1 Regionalización Homogénea.....	74
2.4.2 Estratificación Dalenius-Hodges.....	75
2.5 Técnicas de tratamiento de información utilizadas.....	76
Capítulo 3. Capacidades tecnológicas de las Zonas Metropolitanas de México para implementar estrategias viables de conversión a ciudades inteligentes durante el periodo 2014-2020.....	79
3.1 Emprendedurismo e innovación.....	80
3.2 Infraestructura inteligente.....	82
3.3 Gobierno electrónico.....	83
3.4 Sociedad conectada.....	84
3.5 Atención a problemas urbanos.....	85
3.6 Proceso de conversión hacia una ciudad inteligente.....	88
Capítulo 4. Potencial de Conversión a Ciudades Inteligentes de las Zonas Metropolitanas de México.....	90
4.1 Estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente.....	90
4.1.1 Pertinencia y aportaciones del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente (IPCCI).....	90
4.1.2 Variables utilizadas en la estimación de IPCCI.....	91
4.1.3 Fuentes de información consultadas.....	95
4.1.4 Periodicidad del IPCCI y técnicas de estimación utilizadas.....	97
4.2 Resultados del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente.....	99
4.2.1 Zonas Metropolitanas con mayor capacidad para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente.....	110

4.2.1.1 Fortalezas de la ZMVM que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	111
4.2.1.2 Fortalezas de la ZM de Monterrey que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	124
4.2.1.3 Fortalezas de la ZM de Guadalajara que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	132
4.2.1.4 Fortalezas de la ZM de Puebla-Tlaxcala que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	141
4.2.1.5 Fortalezas de la ZM de Querétaro que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	150
4.2.1.6 Fortalezas de la ZM de Tijuana que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	158
4.2.1.7 Fortalezas de la ZM de León que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	165
4.2.1.8 Fortalezas de la ZM de Toluca que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	172
4.2.1.9 Fortalezas de la ZM de Juárez que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	182
4.2.1.10 Fortalezas de la ZM de Aguascalientes que propician su conversión en una ciudad inteligente.....	189
4.2.2 Recomendaciones de política pública.....	197
Conclusiones.....	200
Agenda de investigación.....	204
Referencias bibliográficas	207
Anexos	216
A. Estimación del IPCCi usando RStudio.....	216
B. Estratificación del IPCCi mediante la técnica de Dalenius-Hodges en RStudio	217

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Metodología de la investigación	22
Cuadro 2. Principales 10 ciudades según el ICIM por dimensión de análisis	25
Cuadro 3. Estructura del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes.....	31
Cuadro 4. Estructura del Plan Estratégico Smart City de Santander.....	32
Cuadro 5. La experiencia latinoamericana en materia de ciudades inteligentes.....	35
Cuadro 6. Definiciones de ciudades según su enfoque.....	41
Cuadro 7. Clasificación de los núcleos urbanos por su tamaño	44
Cuadro 8. Clasificación de los núcleos urbanos por su función.....	44
Cuadro 9. Dimensiones que caracterizan a las ciudades inteligentes	60
Cuadro 10. Soluciones relevantes para las ciudades en 2050	62
Cuadro 11. Teoremas del Análisis Factorial.....	72
Cuadro 12. Interpretación de factores en el Análisis Factorial.....	73
Cuadro 13. Características de las ciudades inteligentes	79
Cuadro 14. Indicadores de emprendedurismo e innovación.....	81
Cuadro 15. Indicadores de infraestructura inteligente	83
Cuadro 16. Indicadores de gobierno electrónico	84
Cuadro 17. Indicadores de sociedad inteligente.....	85
Cuadro 18. Indicadores de atención a problemas urbanos	88
Cuadro 19. Disponibilidad temporal de las variables utilizadas en la estimación del IPCCI	97
Cuadro 20. Ranking de ZM del país en función del IPCCI	99
Cuadro 21. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Nuevo León para el periodo 2016-2021.....	124
Cuadro 22. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Tlaxcala para el periodo 2017-2021.....	143
Cuadro 23. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Querétaro para el periodo 2017-2021.....	151
Cuadro 24. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Baja California para el periodo 2020-2024.....	158
Cuadro 25. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Guanajuato para el año 2040	166
Cuadro 26. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno del Estado de México para el periodo 2017-2023.....	173
Cuadro 27. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Chihuahua para el periodo 2017-2021.....	182

Índice de Gráficas

Gráfica 1. ICIM correspondiente a las 20 ciudades mejor evaluadas	25
Gráfica 2. El interés en México por las ciudades inteligentes.....	36
Gráfica 3. Número de ciudades en 2030, por tipo de país y tamaño	47
Gráfica 4. Top 10 ZM de México con potencial de implementar una estrategia de conversión a ciudad inteligente, 2014-2020	111
Gráfica 5. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZMVM, 2014-2020	116
Gráfica 6. Subsidios percibidos en la ZMVM por el Fondo PROSOFT millones de pesos), 2014-2019	117
Gráfica 7. Gráfica 7. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZMVM, 2014-2020.....	117
Gráfica 8. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZMVM, 2014-2020	118
Gráfica 9. Oficinas de investigación y tecnología en la ZMVM, 2014-2020	118
Gráfica 10. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZMVM, 2014-2020	119
Gráfica 11. Número de accesos de internet en la ZMVM, 2014-2020 (millones).....	120
Gráfica 12. Acceso a servicios digitales en la ZMVM, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares).....	121
Gráfica 13. Incidencia delictiva en la ZMVM, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)	121
Gráfica 14. Vehículos motorizados en circulación en la ZMVM, 2014-2020 (millones)...	122
Gráfica 15. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZMVM, 2014-2020	122
Gráfica 16. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZMVM, 2014-2020 (millones)	123
Gráfica 17. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Monterrey, 2014-2020.....	126
Gráfica 18. Subsidios percibidos en la ZM de Monterrey por el Fondo PROSOFT millones de pesos), 2014-2019.....	126
Gráfica 19. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Monterrey, 2014-2020	127
Gráfica 20. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Monterrey, 2014-2020	127
Gráfica 21. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Monterrey, 2014-2020..	128
Gráfica 22. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Monterrey, 2014-2020	128
Gráfica 23. Número de accesos de internet en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (millones)	129
Gráfica 24. Acceso a servicios digitales en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	129
Gráfica 25. Incidencia delictiva en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes).....	130
Gráfica 26. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Monterrey, 2014-2020...	130
Gráfica 27. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Monterrey, 2014-2020	131
Gráfica 28. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (millones)	131
Gráfica 29. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Guadalajara, 2014-2020	134

Gráfica 30. Subsidios percibidos en la ZM de Guadalajara por el Fondo PROSOFT (millones de pesos), 2014-2019	135
Gráfica 31. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Guadalajara, 2014-2020.....	136
Gráfica 32. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Guadalajara, 2014-2020	136
Gráfica 33. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Guadalajara, 2014-2020	137
Gráfica 34. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Guadalajara, 2014-2020	137
Gráfica 35. Número de accesos de internet en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (millones)	138
Gráfica 36. Acceso a servicios digitales en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	139
Gráfica 37. Incidencia delictiva en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes).....	139
Gráfica 38. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (millones).....	140
Gráfica 39. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Guadalajara, 2014-2020	140
Gráfica 40. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (millones).....	141
Gráfica 41. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020	145
Gráfica 42. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020.....	145
Gráfica 43. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020	146
Gráfica 44. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020	146
Gráfica 45. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020	147
Gráfica 46. Número de accesos de internet en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (millones).....	147
Gráfica 47. Acceso a servicios digitales en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	148
Gráfica 48. Incidencia delictiva en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes).....	149
Gráfica 49. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (millones).....	149
Gráfica 50. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020	149
Gráfica 51. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (millones).....	150
Gráfica 52. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Querétaro, 2014-2020.....	152
Gráfica 53. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Querétaro, 2014-2020	152
Gráfica 54. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Querétaro, 2014-2020	153
Gráfica 55. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Querétaro, 2014-2020...	153

Gráfica 56. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Querétaro, 2014-2020	154
Gráfica 57. .Número de accesos de internet en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (millones)	154
Gráfica 58. Acceso a servicios digitales en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	155
Gráfica 59. Incidencia delictiva en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes).....	156
Gráfica 60. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (millones).....	156
Gráfica 61. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Querétaro, 2014-2020	157
Gráfica 62. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (millones)	157
Gráfica 63. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Tijuana, 2014-2020.....	160
Gráfica 64. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Tijuana, 2014-2020	160
Gráfica 65. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Tijuana, 2014-2020	161
Gráfica 66. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Tijuana, 2014-2020	161
Gráfica 67. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Tijuana, 2014-2020	162
Gráfica 68. Número de accesos de internet en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (millones)	162
Gráfica 69. Acceso a servicios digitales en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas habitadas)	163
Gráfica 70. Incidencia delictiva en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)	163
Gráfica 71. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (millones)	164
Gráfica 72. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Tijuana, 2014-2020	164
Gráfica 73. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (millones).....	165
Gráfica 74. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de León, 2014-2020	167
Gráfica 75. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de León, 2014-2020	167
Gráfica 76. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de León, 2014-2020	168
Gráfica 77. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de León, 2014-2020.....	168
Gráfica 78. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de León, 2014-2020..	169
Gráfica 79. Número de accesos de internet en la ZM de León, 2014-2020 (millones)....	169
Gráfica 80. Acceso a servicios digitales en la ZM de León, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	170
Gráfica 81. Incidencia delictiva en la ZM de León, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)	171
Gráfica 82. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de León, 2014-2020.....	171
Gráfica 83. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de León, 2014-2020.....	171
Gráfica 84. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de León, 2014-2020 (millones)	172

Gráfica 85. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Toluca, 2014-2020.....	176
Gráfica 86. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Toluca, 2014-2020	177
Gráfica 87. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Toluca, 2014-2020	177
Gráfica 88. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Toluca, 2014-2020	178
Gráfica 89. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Toluca, 2014-2020	178
Gráfica 90. Número de accesos de internet en la ZM de Toluca, 2014-2020 (millones).	179
Gráfica 91. Acceso a servicios digitales en la ZM de Toluca, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	179
Gráfica 92. Incidencia delictiva en la ZM de Toluca, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)	180
Gráfica 93. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Toluca, 2014-2020 (millones)	180
Gráfica 94. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Toluca, 2014-2020 ..	181
Gráfica 95. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Toluca, 2014-2020 (millones).....	181
Gráfica 96. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Juárez, 2014-2020.....	184
Gráfica 97. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Juárez, 2014-2020	185
Gráfica 98. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Juárez, 2014-2020	185
Gráfica 99. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Juárez, 2014-2020	185
Gráfica 100. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Juárez, 2014-2020	186
Gráfica 101. Número de accesos de internet en la ZM de Juárez, 2014-2020 (millones)	186
Gráfica 102. Acceso a servicios digitales en la ZM de Juárez, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	187
Gráfica 103. Incidencia delictiva en la ZM de Juárez, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)	188
Gráfica 104. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Juárez, 2014-2020.....	188
Gráfica 105. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Juárez, 2014-2020	189
Gráfica 106. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Juárez, 2014-2020 (millones).....	189
Gráfica 107. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020.....	191
Gráfica 108. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020	191
Gráfica 109. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020.....	192
Gráfica 110. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020	192
Gráfica 111. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020	193
Gráfica 112. Número de accesos de internet en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (millones).....	193
Gráfica 113. Acceso a servicios digitales en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)	194

Gráfica 114. Incidencia delictiva en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes).....	195
Gráfica 115. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (millones).....	195
Gráfica 116. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020	196
Gráfica 117. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (millones)	196

Índice de Figuras

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible	28
Figura 2. Ciudades inteligentes por país en la Unión Europea, 2014.....	29
Figura 3. Análisis FODA de las iniciativas de ciudades inteligentes en los países miembros de la OCDE	66
Figura 4. Análisis de Componentes Principales	69
Figura 5. Proceso de conversión hacia una ciudad inteligente.....	89
Figura 6. Características de las ZM con potencial Muy Alto y Alto para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente.....	103
Figura 7. Características de las ZM con potencial Alto-medio para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente.....	105
Figura 8. Características de las ZM con potencial Medio y Medio-bajo para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente.....	107
Figura 9. Características de las ZM con potencial nulo para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente.....	109

Índice de Mapas

Mapa 1. Potencial de conversión a ciudad inteligente por Zona Metropolitana, 2020	110
--	-----

Estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente para las Zonas Metropolitanas de México, 2014-2020

Introducción

El impacto de la innovación en la economía es un tema que ha sido ampliamente estudiado, debido a la importancia que representa este proceso en el crecimiento y desarrollo de un país, al ser integrado dentro de los diferentes sectores para optimizar sus actividades y transformar sus dinámicas.

En el análisis de Schumpeter, prevalece la premisa de que la innovación es la causante de los procesos de transformación en la sociedad y en la economía; y ésta puede manifestarse de varias formas: “1) un bien nuevo o una nueva calidad de un bien; 2) un nuevo método de producción; 3) un nuevo mercado; 4) una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas; y 5) una nueva organización de cualquier industria.” (Schumpeter, 1978; p. 77)

Detrás de estos procesos de cambios o innovaciones, Schumpeter destacaba el papel de los empresarios al ser “los individuos encargados de dirigir la realización de nuevas combinaciones *de medios de producción*” (Schumpeter, 1978; p. 84); teniendo la posibilidad de generar innovaciones de producto, de proceso y de formas de organización.

Estas ideas prevalecen hoy en día e influyen en el diseño de políticas económicas orientadas a promover la innovación en determinadas actividades productivas, tal es el caso de las ciudades inteligentes, concepto que ha surgido como alternativa de modelo para hacer frente a diversos problemas de carácter urbano mediante el aprovechamiento de las tecnologías de la información disponibles.

El concepto de ciudades inteligentes ha adquirido tal importancia que en la Unión Europea ha sido incluido en la definición de políticas públicas. De acuerdo con el informe *Mapping smart cities in the EU*, dirigido por el Parlamento Europeo, en la región se identificaron 240 ciudades inteligentes en 2014; siendo Reino Unido, España e Italia los países con mayor concentración de este tipo de ciudades.¹

¹ Manville et al., 2014.

La innovación y la tecnología van de la mano; por lo tanto, para diseñar políticas económicas que contemplen ambos componentes es indispensable identificar los actores relevantes detrás de su generación, y evaluar las capacidades de las autoridades para poner en marcha este tipo de iniciativas.

Para el caso mexicano, el modelo de ciudades inteligentes ha sido pocas veces estudiado y existe poca claridad en torno a su significado; por lo tanto, en contados casos ha buscado ser aplicado por gobiernos locales y no existe una estrategia nacional que contemple su aplicación. No obstante, resulta relevante señalar que el modelo de ciudades inteligentes podría desempeñar un papel clave en la formulación de la denominada Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT)², siendo necesario abordar el estudio de las ciudades inteligentes en México como alternativa de política pública de planificación urbana.

Con base en lo anterior, la presente investigación se dirige a identificar el potencial de conversión a ciudades inteligentes de las Zonas Metropolitanas (ZM) del país, en el periodo 2014-2020, tomando en consideración diferentes variables que caracterizan a las ciudades inteligentes de acuerdo con los casos de estudio y conceptos revisados. Para identificar el potencial de conversión a ciudades inteligentes se lleva a cabo la estimación de un índice capaz de brindar una calificación a las 74 ZM en el país, en función de sus capacidades observadas durante el periodo de estudio, con el fin de implementar una estrategia para esta conversión.

La estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente para las Zonas Metropolitanas de México (IPCCI en lo sucesivo) se sustenta en un análisis factorial, debido a la necesidad de relacionar distintas variables para asignar una calificación a cada ZM; considerando con ello características propias de diferentes modelos de ciudades inteligentes desarrollados alrededor del mundo, y adaptando el análisis al contexto mexicano.

² Definida en los artículos 24 y 25 de la Ley General de Asentamientos Urbanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, la ENOT consiste en un instrumento con horizonte temporal de veinte años, establecido por el Gobierno Federal para la configuración de la dimensión espacial del desarrollo del país en el mediano y largo plazo. La ENOT representa la referencia para el diseño de todo programa sectorial y regional en materia de planificación urbana.

Para su estimación, el IPCCI requiere de la construcción de una base de datos de variables que recopilan las características de ciudad inteligente a partir de una definición que será propuesta. No obstante, la base está sujeta a la disponibilidad de la información; teniendo en cuenta que, al ser escaso el análisis o aplicación del modelo de ciudad inteligente en México, la información de los indicadores necesarios es reducida.

Por otro lado, para la estratificación de resultados se contempla el uso del método Dalenius-Hodges, en tanto que se requiere de una metodología que permita clasificar las ZM en grupos de acuerdo con el potencial de conversión, contando con características homogéneas al interior de cada estrato y diferencias sustanciales al hacer una comparación entre ellos.

En este sentido, el objetivo de este trabajo es plantear una propuesta de metodología que permita a través de una puntuación (asignada por el IPCCI) determinar el potencial de conversión de las ZM a ciudades inteligentes. Con ello se busca contribuir a la creación de alternativas metodológicas para la estructuración de estrategias localizadas de conversión a ciudades inteligentes en México, las cuales, hoy en día, siguen siendo escasas y difusas en el país.

Para cumplir con el objetivo de investigación, la estructura del trabajo se conforma por cinco apartados. En el primer capítulo se plantea el problema de investigación, así como las preguntas e hipótesis que guían su desarrollo. Adicionalmente, se presenta una revisión de ejemplos de herramientas analíticas que han sido desarrolladas para evaluar el desempeño de ciudades inteligentes a nivel mundial, para posteriormente explorar algunos casos de estudio que servirán como punto de comparación para reflexionar sobre la aplicación del concepto de ciudades inteligentes en México.

En el capítulo 2 se hace una exhaustiva revisión de los principios teóricos que sustentan el estudio de las ciudades inteligentes. Para ello, se abordan brevemente algunas nociones sobre desarrollo urbano y el crecimiento de las ciudades; elementos que en gran medida han propiciado la necesidad del estudio de las ciudades inteligentes. Hecho lo anterior, se presenta una revisión de las propuestas de definición para el término ciudad inteligente existentes en la literatura; además, se presenta una propuesta de definición propia, misma que servirá como guía para la estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad

Inteligente para las Zonas Metropolitanas de México (IPCCI). En ese sentido, este capítulo también abordará brevemente algunos aspectos metodológicos contemplados en la estimación del citado índice.

En el capítulo 3 se retoma la definición de ciudad inteligente sugerida en el capítulo previo, y se brindan los elementos necesarios para evaluar el potencial de conversión a ciudad inteligente de las Zonas Metropolitanas del país. Con ello se da una introducción a los indicadores que terminarán de conformar la base de datos que se utilizará para la estimación del IPCCI.

El cuarto capítulo presenta formalmente la propuesta metodológica de estimación, así como los resultados del IPCCI para las Zonas Metropolitanas de México. Tomando en consideración estos resultados, se sugieren recomendaciones de política pública que contemplen la situación de las Zonas Metropolitanas del país en función del potencial de conversión a ciudad inteligente que hayan demostrado.

Finalmente, se presentan las conclusiones, así como la respuesta a otras preguntas que se derivan de los resultados de la investigación.

Capítulo 1. Las ciudades inteligentes: Revisión de casos de estudio y métricas utilizadas para evaluar su desempeño

1.1 Planteamiento del problema y orientación de la investigación

1.1.1 Problema de investigación

El modelo de ciudades inteligentes ha sido pocas veces estudiado en México. Si bien existen antecedentes de esfuerzos locales para diseñar políticas que incorporen algunas características de este concepto, a nivel nacional aún no ha permeado el interés en torno a las ciudades inteligentes y, por ende, no se ha trabajado en una metodología que sirva de base para diseñar estrategias enfocadas a la conversión de ZM a ciudades inteligentes.

En México se tiene en cuenta que

“... el mundo está inmerso en una profunda transformación tecnológica de vastas implicaciones aún no plenamente predecibles en términos de empleo y reestructuración socioeconómica mundial. Desde hace varias décadas se presentan cambios tecnológicos notables en este sentido, como las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la inteligencia artificial y la robótica, así como la biotecnología o los sistemas de criptomonedas. Esto significa que el proceso de digitalización universal avanza incesante y de modo combinado con otras aplicaciones y tecnologías. Particularmente importante es el conjunto de tecnologías impulsadas por algoritmos e inteligencia artificial conocidas como el *internet de las cosas* y cuya expresión más acabada serían las *ciudades inteligentes*.” (DOF, 2021)

Sin embargo, a pesar de ser referido como una de las macrotendencias globales que influirán en la organización territorial de México en los próximos veinte años, y de vislumbrarse como uno de los pilares de la potencial sinergia entre diversos sectores y factores tecnológicos y de innovación, no se ha planteado aún una metodología estadística que sirva como sustento de análisis para impulsar este modelo en el territorio nacional. De hecho, resulta importante mencionar que el término *ciudades inteligentes* es mencionado una sola vez en la redacción de la ENOT.

Sin duda la tecnología juega un papel clave en muchas de las decisiones en materia de política pública que deben tomarse en los próximos años; sin embargo, antes de poder materializar el desarrollo de ciudades inteligentes en el país, es importante contar con una herramienta que sea capaz de evaluar las condiciones de las ciudades mexicanas respecto a su potencial para poder convertirse en ciudades inteligentes.

En este orden de ideas, existe una necesidad de contar con un instrumento que evalúe el potencial de las ZM de México para transitar al modelo de ciudades inteligentes, y a partir del cual se puedan diseñar estrategias adecuadas de conversión. Por ello, el presente trabajo propone la estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente (IPCCI) para las 74 Zonas Metropolitanas de México.

El IPCCI busca brindar una perspectiva diferente a los estudios comparativos tradicionales de las ciudades mexicanas; en este sentido, no solo se evaluará su grado de competitividad³, entendida como su “capacidad para atraer y retener talento e inversiones” (IMCO, 2018; p.96); si no que también los resultados pueden ser utilizados como guía para la emisión de recomendaciones de política pública orientadas al desarrollo de ciudades inteligentes en el país.

No obstante, es indispensable considerar la dificultad de obtener parte de la información estadística necesaria para construir el IPCCI, debido a la falta de indicadores nacionales, estatales y municipales oficiales relacionados con las TIC. En este sentido, se hacen necesarias las estimaciones, proyecciones e interpolaciones de datos para contar con la información completa de las variables que conforman el índice.

1.1.2 Justificación de la investigación

La innovación y la tecnología juegan un papel central en el desarrollo regional, no sólo en la formulación de políticas públicas, sino también en su ejecución. En esa línea, es innegable que las soluciones tecnológicas que actualmente se encuentran disponibles a nivel mundial impactan positivamente en diversos ámbitos que van desde la productividad hasta la planificación urbana; e incluso han sido factores decisivos en la digitalización de

³ Algunos ejemplos de estos estudios son el Índice de Competitividad Urbana (ICU) así como el Índice de Ciudades Mexicanas. (Cabrero et al., 2009).

distintos procesos a nivel global, resultado de una imperiosa necesidad de adaptación ante las transformaciones derivadas de la pandemia por COVID-19.

Precisamente el término ciudad inteligente, pese a que existen diversas propuestas para su definición, en general busca explicar el papel que las TIC desempeñan en la atención y solución de problemas urbanos, de comunicación y conectividad; problemas que en los últimos años han sido mayormente estudiados debido a la coyuntura actual.

Como ya se ha mencionado, el concepto de ciudad inteligente ha sido estudiado ampliamente a nivel internacional, e incluso, en algunos países se ha promovido su aplicación como modelo de política regional; adicionalmente, se han diseñado propuestas metodológicas que permiten evaluar en qué medida diversas urbes a nivel mundial han ido implementando estrategias con el paso de los años al grado de ser consideradas *ciudades inteligentes* en la actualidad.

En el caso de las ZM de México, es posible identificar una serie de capacidades y características tecnológicas (asociadas a las TIC) que podrían permitir implementar estrategias de conversión a ciudades inteligentes. No obstante, y como es de esperar, es importante tener en consideración que estas condiciones tecnológicas varían de una ciudad a otra, siendo necesario contar con un instrumento que contribuya a determinar la situación actual de las ciudades mexicanas en torno a su potencial de implementar una estrategia de conversión a ciudades inteligentes.

Si bien, en México se han sugerido metodologías útiles para evaluar diversos aspectos de las ciudades, sobre todo relacionados con su nivel de competitividad para atraer inversiones extranjeras, no se cuenta con un índice que aborde el concepto de ciudad inteligente como eje principal.

Derivado de lo antes mencionado, la presente investigación resulta importante debido a:

- 1- La necesidad de llenar los vacíos metodológicos en torno a los estudios de ciudades inteligentes en México. Para ello se propone el IPCCI como una metodología alternativa que brinda elementos de análisis, a través de una puntuación, para determinar el potencial de conversión de las ZM a ciudades inteligentes. La

estimación del IPCCI está basada en el análisis factorial, debido a que permite reducir la dimensionalidad de las variables contempladas; por su parte, la estratificación de los resultados contempla el uso del método Dalenius-Hodges, ya que permite elaborar una clasificación de estratos con características homogéneas al interior y diferencias sustanciales entre ellos.

- 2- La notable capacidad de las ciudades inteligentes alrededor del mundo para acelerar el proceso de digitalización en el espacio que ocupan; logrando, por tanto, una mejor adaptación a los cambios globales que se han derivado de la pandemia por COVID-19. Sobre este particular, los resultados del IPCCI contribuyen a la identificación de las ZM con potencial significativo de conversión a ciudad inteligente, lo que permite contar con elementos para diseñar estrategias adecuadas enfocadas a este fin. Una vez que las estrategias y recomendaciones basadas en estos resultados sean implementadas, se espera que las ZM adquieran mayores capacidades de adaptación y transición a los cambios globales venideros.

En cuanto a la cobertura geográfica, para la estimación del IPCCI se opta por considerar a las 74 Zonas Metropolitanas (ZM) del país como la unidad base para la realización de esta investigación.⁴ Esta decisión obedece en gran medida a que las ZM ocupan cerca del 16% de la superficie continental del país, y a su vez concentran a más del 60% de la población;⁵ siendo éste un primer reflejo de su complejidad y relevancia socioeconómica.

Respecto al tiempo, se ha seleccionado 2014-2020 como periodo de estudio debido a que a partir del primer año se presenta una mayor, mas no total, uniformidad en la información estadística de las variables para la construcción del índice. Como se mencionó anteriormente, para la obtención de la información faltante son necesarias las estimaciones, proyecciones e interpolaciones de datos. Asimismo, se considera que el periodo es adecuado para abordar un tema que en México es relativamente nuevo y cuyo pilar principal (las TIC) se caracteriza por un ritmo de cambio acelerado.

⁴ La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) define a las Zonas Metropolitanas como "los centros de población o conurbaciones que, por su complejidad, interacciones, relevancia social y económica, conforman una unidad territorial de influencia dominante y revisten importancia estratégica para el desarrollo nacional." (DOF, 2016; p.3)

⁵ Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano; Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2015*.

Siendo una propuesta metodológica, el IPCCI tiene el objetivo prioritario de calificar a las ciudades mexicanas en función de sus capacidades actuales, para determinar su potencial de conversión a ciudades inteligentes. Adicionalmente, el IPCCI busca servir como herramienta para estructurar recomendaciones de política pública enfocadas al diseño e implementación de una estrategia de migración a ciudad inteligente en las ciudades que hayan demostrado tener mejores condiciones para ello. Cabe mencionar que esta metodología se limita a brindar elementos para diseñar estrategias y recomendaciones de conversión de ZM a ciudades inteligentes; la consolidación de la conversión dependerá de las estrategias estructuradas, de las formas de implementación y de la asimilación social de los cambios en el espacio.

1.1.3 Objetivos de la investigación

Objetivo general:

Determinar el potencial de conversión a ciudades inteligentes de las 74 ZM en México, mediante una propuesta metodológica que contempla la estimación de un índice con el cual se pueda asignar una calificación a las ZM del país en función de sus capacidades tecnológicas y de innovación observadas durante el periodo 2014-2020.

Objetivos específicos:

- a) Analizar algunos casos representativos a nivel mundial de ciudades que hayan implementado estrategias de conversión a ciudades inteligentes para tomarlos como punto de referencia.
- b) Proponer una definición de *ciudad inteligente* sobre la cual se evaluarán las capacidades de las ciudades mexicanas para migrar hacia dicho modelo urbano.
- c) Recopilar información estadística de acuerdo con la definición propuesta de ciudad inteligente para crear una base de datos a partir de la cual se estimará un índice compuesto haciendo uso del análisis factorial.
- d) Estratificar los resultados del índice, a través del método Dalenius-Hodges, con el fin de asignar una calificación a las 74 ZM en el país para evaluar el grado de potencial de conversión a ciudad inteligente.
- e) Analizar los resultados del índice, en torno al potencial de conversión de ZM a ciudades inteligentes, para formular recomendaciones de acción para la posible estructuración e implementación de estrategias de conversión en aquellas ciudades

mexicanas con mejores condiciones para ello; así como recomendaciones para aquellas ciudades que deban fortalecer sus capacidades para poder implementar este tipo de estrategias.

1.1.4 Preguntas e hipótesis de la investigación

De acuerdo con el problema planteado y la justificación dada para la investigación, las preguntas que guían el presente trabajo son:

- 1- ¿Qué características distinguen a las Zonas Metropolitanas de México con mayor potencial de conversión a ciudades inteligentes durante el periodo 2014-2020?
- 2- ¿Cuáles son los factores que explican el rezago de las Zonas Metropolitanas de México frente a las ciudades inteligentes del mundo?
- 3- ¿Cuáles son las líneas de acción que las Zonas Metropolitanas del país con mayor potencial de conversión a ciudades inteligentes deben llevar a cabo para lograrlo?

Para dar respuesta a las preguntas, se plantean las siguientes hipótesis:

- 1- Los resultados del IPCCI permiten identificar seis grupos de ciudades en función de su potencial de conversión a ciudades inteligentes: a) ciudades con potencial Muy Alto; b) ciudades con potencial Alto; c) ciudades con potencial Alto-medio; d) ciudades con potencial Medio; e) ciudades con potencial Medio-bajo; y f) ciudades con potencial Bajo. Las ZM con mayor potencial de conversión serán aquellas cuya calificación las ubique en el primer y segundo grupo (Muy Alto y Alto), siendo principalmente caracterizadas por: 1) una amplia presencia de empresas relacionadas con la industria de las TIC; 2) una mayor disponibilidad de capital humano especializado; 3) espacios urbanos optimizados con soluciones tecnológicas funcionales para diversos ámbitos; 4) accesos de internet instalados en distintos puntos; 5) trámites y procesos digitalizados; 6) accesos a servicios de movilidad a través de plataformas digitales; 7) una población con acceso en sus viviendas a telefonía fija, telefonía celular, internet y a los dispositivos funcionales

para estos servicios; y 8) una agenda de política pública enfocada a la atención y resolución de problemas urbanos.

- 2- A diferencia de las experiencias observadas en países desarrollados, en México no se ha impulsado lo suficiente la adopción de soluciones de TIC en los sectores productivos; por ello, el modelo de ciudades inteligentes ha sido pocas veces estudiado y existe poca claridad en torno a su significado. Derivado de lo anterior, en contados casos los gobiernos locales han buscado implementar este modelo; y como tal, no existe una estrategia nacional que contemple su aplicación. Los resultados del IPCCI evidenciarán esta situación al estratificar a la mayoría de las ciudades dentro de los grupos con potencial medio o bajo para implementar estrategias de migración hacia una ciudad inteligente.

- 3- En función de su grado de evolución, las Zonas Metropolitanas deben definir una serie de estrategias y planes de acciones que contemplen el aprovechamiento intensivo de las TIC en la resolución de problemas urbanos, a través de la participación tanto del sector público, de la iniciativa privada, del sector académico, y por supuesto de los residentes.

1.1.5 Orientación de la investigación (estructura metodológica)

Tomando en consideración tanto los objetivos, preguntas e hipótesis definidas para esta investigación, se sugiere la siguiente estructura metodológica:

Cuadro 1. Metodología de la investigación

Etapas	Actividades globales
A. Introducción y planteamiento del problema	A1. Aportar los elementos formales del por qué la realización de esta investigación.
B. Estandarizar una definición de una ciudad inteligente	B1. Realizar una revisión sobre las definiciones existentes en la literatura referentes a ciudades inteligentes y proponer una definición propia.
	B2. Identificar los componentes que permitan acotar los elementos existentes en toda ciudad inteligente.
	B3. Identificar los indicadores a través de los cuales pueda medirse cada componente identificado.

Etapas	Actividades globales
C. Identificar cuáles son las ciudades mexicanas con mejores capacidades para implementar estrategias viables de conversión a ciudades inteligentes	C1. Estudiar brevemente la metodología y los resultados alcanzados por estudios similares que se basen en la creación de índices compuestos, y cuyos ejes temáticos sean las ciudades inteligentes y las ciudades competitivas.
	C2. Revisar brevemente las principales metodologías existentes para la estimación de índices compuestos.
	C3. Realizar una breve explicación de la técnica que se seleccionará para la realización del ejercicio estadístico.
	C4. Recopilar datos e indicadores para cada una de las dimensiones o categorías que conformarán el índice a construir; lo anterior basado en los resultados obtenidos en la etapa B.
	C5. Proceder con la estimación del índice y reportar los resultados obtenidos.
D. Estudiar las líneas de acción que podrían ejecutarse en con mejores capacidades de conversión a ciudades inteligentes	D1. Exponer brevemente algunas de las experiencias internacionales en materia de implementación de estrategias orientadas hacia la conversión de ciudades en ciudades inteligentes.
	D2. Exponer brevemente el contexto actual de las 10 ZM que hayan sido calificadas con mayor potencial para implementar estrategias de conversión a ciudades inteligentes en el ejercicio estadístico desarrollado en la etapa B.
E. Desarrollo de conclusiones	E1. Análisis global de los resultados obtenidos en la investigación y reporte de conclusiones y agenda de investigación.

1.2 La estimación de índices como herramientas de análisis de las ciudades inteligentes

La estimación de índices compuestos representa una herramienta útil en el estudio y diseño de políticas públicas de diversa índole. “La construcción de indicadores compuestos con el fin de analizar y evaluar el desempeño de los países, suele realizarse en múltiples áreas de la gestión pública tales como la Economía y sus diversos sectores (industria, agricultura, servicios, etc.) el desarrollo social y el análisis integrado del medio ambiente y su interacción con el desarrollo económico, sectorial y social. Estos indicadores compuestos también suelen aplicarse a la formulación de políticas de promoción de la innovación y la investigación científica.” (Schuschny y Soto, 2009; p.10)

En algunos casos, pueden encontrarse ejemplos donde se implementan estas herramientas analíticas para el estudio de determinado fenómeno a nivel mundial, regional, país e incluso ciudad. A nivel mundial se han diseñado diversos instrumentos que evalúan las características de diversas ciudades en torno a lo que se concibe como una ciudad inteligente; a continuación, se revisarán brevemente algunos de éstos; específicamente se

consideran los siguientes: Índice Cities in Motion (ICIM), Smart City Index (SCI) y el Índice Smart.

1.2.1 El Smart City Index para ciudades inteligentes a nivel mundial

Este índice cuenta con dos ediciones y fue diseñado por el Instituto Internacional para el Desarrollo Gerencial (IMD); conceptualmente define a toda ciudad inteligente como “un entorno urbano que aplica tecnología para mejorar los beneficios y reducir los defectos derivados de la urbanización de sus ciudadanos.” (IMD, 2020)

A través de la construcción del SCI, los autores de este índice recopilan por medio de encuestas la percepción de los habitantes en temas asociados con la infraestructura y tecnología disponibles en su ciudad.

El SCI recoge la opinión de 120 ciudadanos en cada una de las 109 ciudades contempladas. En términos metodológicos, las respuestas recopiladas se clasifican de dos grandes dimensiones, uno de infraestructura y otro de tecnología disponible; a su vez, cada uno se compone por las siguientes áreas: salud y seguridad, movilidad, actividades, oportunidades y gobernanza.

1.2.2 El Índice Cities in Motion para ciudades inteligentes a nivel mundial

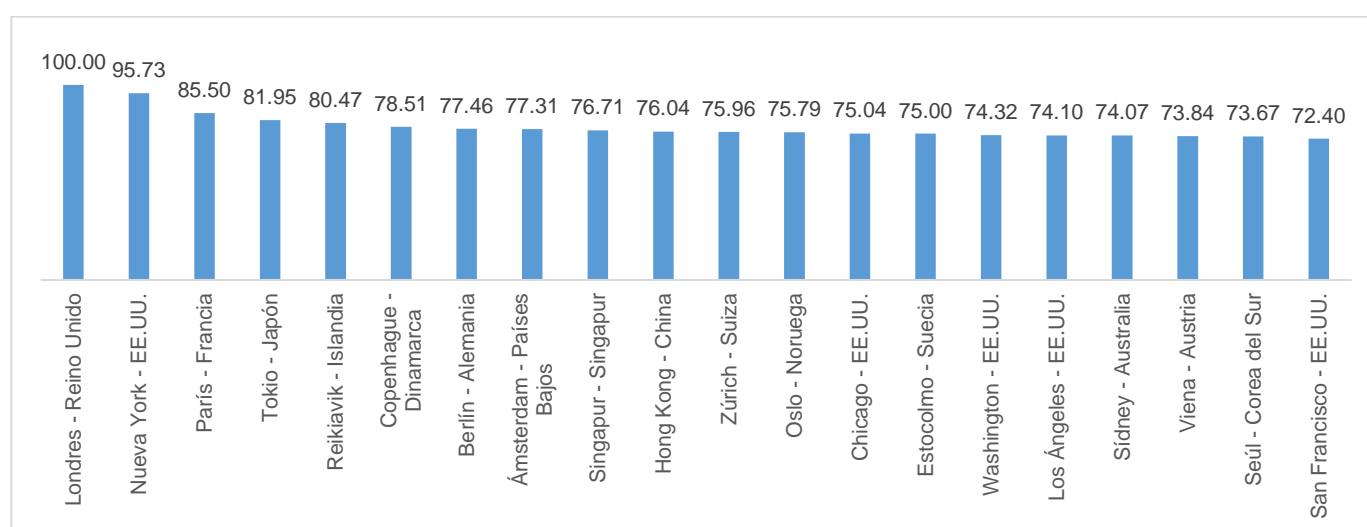
El *Índice Cities in Motion* (ICIM) consiste en un instrumento desarrollado por el Centro de Globalización y Estrategia de la Escuela de Negocios de la Universidad de Navarra (IESE Business School), el cual busca evaluar cuáles son las ciudades a nivel mundial cuyos gestores han enfrentado de manera inteligente a desafíos tales como la desigualdad y la pobreza, la contaminación, entre otros, siendo ésta una de las principales razones por las cuales suele identificarse este trabajo como un buen ranking de las ciudades inteligentes a nivel mundial.

El ICIM analiza indicadores para 174 ciudades correspondientes a las siguientes dimensiones analíticas: capital humano, cohesión social, economía, gestión pública, gobernanza, medioambiente, movilidad y transporte, planificación urbana, proyección

internacional y tecnología. En la Gráfica 1 se ilustran las 20 ciudades mejor calificadas de acuerdo con el índice ICIM.

Por otro lado, de las 20 ciudades que mejor han sido calificadas por el ICIM resalta que 10 son europeas, 5 estadounidenses, 4 asiáticas y 1 australiana. Resulta interesante identificar cuáles fueron las ciudades mejor calificadas por este índice de acuerdo con cada una de las dimensiones analizadas en la construcción del índice; estos resultados pueden consultarse en el Cuadro 2.

Gráfica 1. ICIM correspondiente a las 20 ciudades mejor evaluadas



Fuente: Elaboración propia con cifras de la IESE Business School.

Cuadro 2. Principales 10 ciudades según el ICIM por dimensión de análisis

Economía			Capital humano			Cohesión social		
Rank	Ciudad	País	Rank	Ciudad	País	Rank	Ciudad	País
1	Nueva York	EE.UU.	1	Londres	Reino Unido	1	Basilea	Suiza
2	Los Ángeles	EE.UU.	2	Los Ángeles	EE.UU.	2	Zúrich	Suiza
3	Tokio	Japón	3	Nueva York	EE.UU.	3	Taipéi	Taiwán
4	San Francisco	EE.UU.	4	Boston	EE.UU.	4	Berna	Suiza
5	Houston	EE.UU.	5	Berlín	Alemania	5	Liverpool	Reino Unido
6	Washington	EE.UU.	6	París	Francia	6	Wellington	Nueva Zelanda
7	Dallas	EE.UU.	7	Washington	EE.UU.	7	Edimburgo	Reino Unido
8	Chicago	EE.UU.	8	Moscú	Rusia	8	Helsinki	Finlandia
9	Boston	EE.UU.	9	Tokio	Japón	9	Bratislava	Eslovaquia
10	Seattle	EE.UU.	10	Chicago	EE.UU.	10	Linz	Austria
Medioambiente			Gobernanza			Planificación urbana		
Rank	Ciudad	País	Rank	Ciudad	País	Rank	Ciudad	País
1	Reikiavik	Islandia	1	Berna	Suiza	1	Nueva York	EE.UU.
2	Copenhague	Dinamarca	2	Londres	Reino Unido	2	Londres	Reino Unido
3	Montevideo	Uruguay	3	Ginebra	Suiza	3	Chicago	EE.UU.
4	Wellington	Nueva Zelanda	4	Zúrich	Suiza	4	Kiev	Ucrania
5	Estocolmo	Suecia	5	Taipéi	Taiwán	5	Vancouver	Canadá

6	Tokio	Japón	6	Helsinki	Finlandia	6	Moscú	Rusia
7	Singapur	Singapur	7	Copenhague	Dinamarca	7	Taipéi	Taiwán
8	Asunción	Paraguay	8	Varsovia	Polonia	8	Toronto	Canadá
9	Helsinki	Finlandia	9	Los Ángeles	EE.UU.	9	Washington	EE.UU.
10	Oslo	Noruega	10	Ottawa	Canadá	10	Ottawa	Canadá
Proyección internacional			Tecnología			Movilidad y transporte		
Rank	Ciudad	País	Rank	Ciudad	País	Rank	Ciudad	País
1	Londres	Reino Unido	1	Hong Kong	China	1	Nueva York	EE.UU.
2	París	Francia	2	Singapur	Singapur	2	París	Francia
3	Singapur	Singapur	3	San Francisco	EE.UU.	3	Londres	Reino Unido
4	Hong Kong	China	4	Dubái	Emiratos Árabes Unidos	4	Berlín	Alemania
5	Ámsterdam	Países Bajos	5	Boston	EE.UU.	5	Madrid	España
6	Nueva York	EE.UU.	6	Londres	Reino Unido	6	Múnich	Alemania
7	Sídney	Australia	7	Estocolmo	Suecia	7	Viena	Austria
8	Viena	Austria	8	Nueva York	EE.UU.	8	Pekín	China
9	Berlín	Alemania	9	Seattle	EE.UU.	9	Barcelona	España
10	Palma de Mallorca	España	10	Denver	EE.UU.	10	Shanghái	China

Fuente: Elaboración propia con cifras de la IESE Business School.

No resulta extraño que Nueva York sea la segunda ciudad con el mayor ICIM global y además sea la mejor ciudad evaluada en cuanto a la dimensión económica refiere, cuando es una de las ciudades con mayor número de empresas matrices que cotizan en bolsa.

Londres por otra parte, es la ciudad con el mayor ICIM global y además encabeza el ranking que enfatiza el capital humano; lo anterior se explica en gran medida por ser la ciudad con la mayor cantidad de escuelas de dirección de empresas de primer nivel, así como por tener el mayor número de universidades dentro de las 500 mejores del mundo. Además, Londres lidera el ranking correspondiente a la dimensión de proyección internacional; lo cual nuevamente no es casualidad si se considera que es una de las ciudades con mayor tráfico de pasajeros de aerolíneas, así como de rutas aéreas.

Casos como el de Singapur y Shanghái son sumamente interesantes. Por un lado, Singapur figura entre las principales 20 ciudades mejor evaluadas a escala global, y además ocupa la segunda posición en la dimensión de tecnología. Singapur es la ciudad que ofrece mayor velocidad de internet a sus ciudadanos, quienes inclusive cuentan con tres teléfonos móviles por cada dos ciudadanos.

Shanghái por otro lado, si bien no figura entre las principales 20 ciudades, en materia de movilidad y transporte sobresale al ser la ciudad con la red de sistema de metro más extensa a nivel mundial.

De acuerdo con los resultados de este índice, puede inferirse que en ciudades como Reikavik, Wellington, Copenhague y las latinoamericanas Montevideo y Asunción, se llevan a cabo buenas prácticas de políticas de desarrollo sostenible, desde el punto de vista convencional que se ha señalado anteriormente. Reikavik y Wellington por un lado son de las ciudades que menores índices de polución y contaminación medida en partículas PM10 y PM2.5 presentan a nivel mundial. Asunción por otra parte, es una de las ciudades con menor emisión de CO₂.

1.2.3 El índice Smart para ciudades inteligentes españolas

El *Índice Smart* fue presentado en el marco del evento Smart City Expo World Congress 2019, realizado en la ciudad de Barcelona. Este proyecto fue liderado por la empresa consultora IdenCity, y contó con la participación del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social del Gobierno de España, así como de empresas destacadas como Iberia, Renfe y Seat.

Este índice busca conocer el grado de avance de las ciudades inteligentes en España; para lograrlo, se analizan un total de 110 indicadores distribuidos en 5 dimensiones para cada una de las 52 capitales de provincia españolas, además de la ciudad de Sant Cugat del Vallés (Cataluña).

1.3 Modelos de referencia de ciudades inteligentes y antecedentes en México

1.3.1 La experiencia en la Unión Europea

La Unión Europea representa un ejemplo claro de cómo el modelo de ciudad inteligente puede ser adoptado para afrontar los desafíos asociados a los procesos de urbanización experimentados tanto a nivel global como a nivel regional. Desde su lanzamiento en 2016, los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han trazado en gran medida la agenda de planificación urbana de la Unión Europea:

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Organización de las Naciones Unidas.

Específicamente, “para las ciudades y las comunidades, el objetivo 11 implica lograr que las ciudades sean incluyentes, seguras, resilientes y sostenibles. Para lograrlo, es necesario involucrarse activamente en la gobernanza y gestión de las ciudades, identificar aquellos elementos que funcionan de los que no, y desarrollar una visión de sus edificios, calles y barrios, y actuar en consecuencia. Los avances en aspectos tales como generación de empleos, salud, seguridad, movilidad, calidad del aire, calidad de vida, espacios públicos compartidos se encuentra interrelacionados; su atención motiva a las administraciones a cumplir este objetivo.” (Borsboom-van Beurden et al., 2019; p.12)

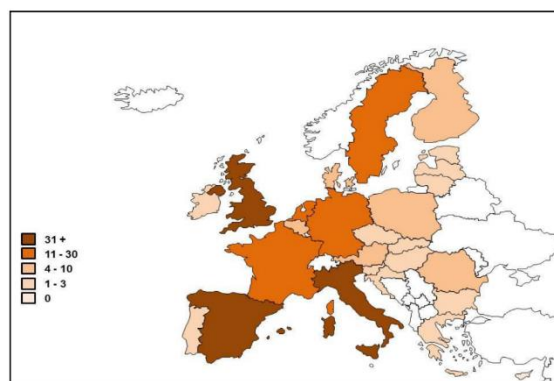
Algunas de los principales programas y acuerdos que definen el marco regulatorio en torno a la aplicación del modelo de ciudades inteligentes en la Unión Europea son:

- *Plan Estratégico de Tecnología Energética*: Su principal objetivo radica en fomentar la inversión en el desarrollo de tecnologías con baja emisión de carbono.
- Objetivos asociados con el uso eficiente de energía, producción de energías limpias, movilidad de bajas emisiones y mitigación del cambio climático definidos en los planes: *Energía 2020*, *Hoja de ruta para la Energía 2050*, *Estrategia europea a favor de la movilidad de bajas emisiones*, *Energía limpia para todos los europeos*.
- *Agenda Digital para Europa*: Partiendo por el hecho de que la inversión en TIC tiene un impacto significativo en la productividad, este programa busca impulsar la economía europea aprovechando las ventajas socioeconómicas que ofrece la economía digital.

- *Agenda Urbana de la Unión Europea*: Definida en mayo de 2016 en el marco de la celebración del Pacto de Ámsterdam, este programa busca coordinar tanto a gobiernos nacionales como autoridades locales para garantizar las condiciones del crecimiento, habitabilidad e innovación en las ciudades europeas, centrándose en aspectos como calidad del aire, economía circular, adaptación al cambio climático, transición digital, transición energética, vivienda, inclusión de los migrantes y refugiados, contratación pública innovadora y responsable, puestos de trabajo y capacidades en la economía local, uso sostenible de tierras, movilidad urbana y pobreza urbana.
- *Asociación Europea para la Innovación en Ciudades y Comunidades Inteligentes*: Esta iniciativa impulsada por la Comisión Europea (CE) busca “catalizar el progreso en áreas donde la producción, distribución y uso energético, movilidad y transporte, y tecnologías de la información y comunicación se encuentren íntimamente relacionadas y ofrezcan nuevas oportunidades multidisciplinares de mejorar servicios innovadores que simultáneamente tengan un menor impacto en el medio ambiente.” (Comisión Europea, 2012)
- *Join, boost, sustain*: Esta iniciativa es de carácter multi-institucional y cuenta con la participación de la CE, y persigue la colaboración conjunta de todos los niveles de gobierno de la UE en la ejecución de esfuerzos orientados a la expansión de soluciones digitales que permitan cerrar la brecha digital y reducir las desigualdades al interior de la UE.

Como ha sido referido previamente, de acuerdo con el informe *Mapping smart cities in the EU*, en 2014 existían en la región 240 ciudades inteligentes, ubicadas principalmente en Reino Unido, España e Italia.

Figura 2. Ciudades inteligentes por país en la Unión Europea, 2014



Fuente: Manville et al., 2015; p.39

El caso de España:

España es referente a nivel mundial en cuanto a la implementación del modelo de ciudades inteligentes refiere; para lograrlo, se han diseñado al interior del país una serie de programas sectoriales, los cuales se revisarán brevemente a continuación:

- *Agenda para el fortalecimiento industrial en España:* Alineada a la estrategia Europa 2020, este programa define líneas de acción orientadas a impulsar el desarrollo de un sector industrial de referencia internacional que contribuya a la recuperación económica y a la generación de empleos.
- *Agenda Digital para España:* Es una de las líneas de acción definidas en la Agenda para el fortalecimiento industrial en España; en específico, esta iniciativa “promueve el incremento de la productividad de las empresas industriales incorporando las TIC a su proceso productivo y mejorar la disponibilidad de las infraestructuras de alta velocidad.” (Ministerio de Industria, Energía y Turismo et al., 2015; p.1)
- *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes:* Encabezado por el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, este programa busca “impulsar en España la industria tecnológica de las Ciudades Inteligentes y para ayudar a las entidades locales en los procesos de transformación hacia Ciudades y Destinos Inteligentes. El Plan establece una política industrial para promover el crecimiento del sector tecnológico y su capacidad de internacionalización, para lo que se apoya en el nutrido tejido asociativo industrial y municipal existente en España.”⁶
- *Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes:* Contemplado en el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes, este órgano tiene como misión “emitir informes, proponer estrategias, contribuir a conformar la posición española en foros internacionales, coordinar esfuerzos y favorecer la participación de administraciones, empresas, expertos e industria.” (Ministerio de Industria, Energía y Turismo et al., 2015; p.8)

El Plan Nacional de Ciudades Inteligentes se encuentra estructurado en cuatro ejes temáticos:

⁶ Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Plan Nacional de Ciudades Inteligentes.

Cuadro 3. Estructura del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes

Eje temático	Objetivo	Presupuesto 2015-2016 (millones de euros)
I. Facilitar a las ciudades el proceso de transformación hacia una ciudad inteligente	Mejorar la eficacia y eficiencia de las entidades locales en la prestación de los servicios públicos a través del uso de las TIC y avanzar en la gobernanza del sistema de ciudad y destino turístico inteligente.	109,875 €
II. Proyectos demostradores de la eficiencia de las TIC en la reducción de costes, mejoras en la satisfacción ciudadana y creación de nuevos modelos de negocio	El uso inteligente de las TIC permite aminorar los gastos que conlleva la prestación de muchos servicios públicos. Estos ahorros no siempre son percibidos por los ciudadanos ni cuantificados por las administraciones.	65.5 €
III. Desarrollo y crecimiento de la industria TIC	Se persigue incrementar la aportación del subsector TIC que presta servicios a las ciudades inteligentes al PIB del sector industrial.	11.7 €
IV. Comunicación y difusión del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes	Asegurar la difusión y comprensión de los principales objetivos, logros y buenas prácticas de las ciudades inteligentes y los destinos turísticos inteligentes.	0.775 €
V. Seguimiento del Plan, actuación transversal	Asegurar el logro de los objetivos del plan y su ejecución eficaz y eficiente mediante la realización de actividades de seguimiento y evaluación in itinere de las acciones, que permita tener un perfecto conocimiento de los avances y adecuar las acciones a las necesidades y expectativas de los agentes implicados.	0.5 €

Fuente: Elaboración propia con información del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Santander, España:

Con alrededor de 180 mil habitantes, como ciudad inteligente, el caso de Santander es un ejemplo claro de cómo la aplicación de programas que involucren la participación conjunta del sector público, privado y académico puede tener un impacto positivo en la planificación urbana de una localidad. A continuación, se describen brevemente algunos de estos programas:

- *Plan Estratégico de Santander 2010-2020:* Diseñado en 2010, este programa traza acciones a mediano plazo orientadas a la aplicación de un modelo de ciudad cuyo desarrollo se base en la innovación y en la cultura.
- *Proyecto SmartSantander:* Este proyecto fue liderado por la empresa Telefónica I+D y la Universidad de Cantabria, contando con el apoyo financiero de la Comunidad Europea, así como del Ayuntamiento de Santander y el Gobierno de Cantabria. Este

proyecto se tradujo en la instalación de más de 10 mil dispositivos y sensores por toda la ciudad que permitieron obtener datos experimentales en tiempo real relacionados con la prestación de servicios urbanos.⁷ Los resultados de este proyecto motivaron a las autoridades de Santander a integrar este tipo de soluciones en aspectos de la gestión municipal tales como el tráfico o la recolección de residuos sólidos.

- *Plan Estratégico Smart City de Santander:* Aprobado en 2015, este documento define las líneas de acción para el proyecto de ciudad inteligente en Santander con horizonte a 2020. Este plan está conformado por 3 ejes y 8 objetivos estratégicos cuyo detalle se ilustra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Estructura del Plan Estratégico Smart City de Santander

Eje estratégico	Objetivo estratégico	Total de indicadores	Ejemplos de indicadores propuestos
Gobernanza, economía y empleo	Santander City Lab	43	- Número de patentes por cada 1,000 habitantes por año. - Número de empresas dedicadas a I+D+I.
	Gestión inteligente de los servicios públicos	3	- Deuda sobre ingresos propios. - Activos fijos sobre el gasto total consolidado.
	Gobierno abierto y participativo	37	- Número de asociaciones. - Inversión municipal en presupuesto participativo.
Desarrollo sostenible e infraestructuras	Gestión inteligente de la infraestructura urbana	65	- Porcentaje de hogares con acceso a NTIC. - Número de servicios públicos disponibles en línea.
	Sostenibilidad urbana	74	- Toneladas de residuos sólidos urbanos recogidos por habitante y año. - Litros de agua consumidos por habitante y día.
	Eficiencia energética	15	- Potencia fotovoltaica instalada por cada 10,000 habitantes. - Consumo de electricidad en alumbrado público.
Calidad de vida	Smart destination	32	- Número de turistas por cada 1,000 habitantes. - Gasto diario por turista.
	Orientación ciudadana de los servicios	53	- Gasto municipal en políticas sociales. - Tiempo de respuesta de los servicios de emergencias.

Fuente: Gutiérrez, 2016.

⁷ En la ciudad existen tres tipos de dispositivos: a) estáticos: se encuentran colocados en puntos fijos de la ciudad y hacen uso del mobiliario urbano (ej.: sensores de detección de plazas de aparcamiento libre, sensores de humedad para el riego de zonas verdes, sensores de llenado de contenedores de residuos, entre otros.); b) participativos: los ciudadanos se encargan de recopilar la información a través del uso de aplicaciones móviles (ej.: reporte de baches, mobiliario urbano deteriorado, etc.); y c) dinámicos: se instalan en vehículos para obtener información medioambiental y relacionada con el tráfico.

“La apuesta general de Santander por la innovación, y en particular por el desarrollo de la ciudad inteligente, ha permitido dinamizar el tejido empresarial y emprendedor, ofreciendo la internacionalización de la ciudad, la atracción de inversiones, la consolidación de actividades de investigación y desarrollo, y la propia eficiencia de los servicios urbanos como aspectos positivos.” (Gutiérrez, 2016; p.11)

Barcelona, España:

El ayuntamiento de Barcelona define a la ciudad inteligente como un “nuevo modelo de ciudad que integra iniciativas orientadas a mejorar la sostenibilidad medioambiental y económica, así como la gestión eficiente de sus servicios, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas y permitir, a largo plazo, una reducción del gasto público. Para ello innova, por ejemplo, en los materiales, recursos y modelos utilizados, buscando la máxima integración y conexión entre las infraestructuras y servicios de la ciudad. Por lo tanto, utiliza de manera intensiva la tecnología. El hecho de que los proyectos Smart Cities afecten al desarrollo de infraestructuras y servicios de una ciudad, lo convierte en un sector transversal que abarca actividades tan diversas como la energía, el agua, el transporte, el urbanismo, la recogida de residuos, la enseñanza o la salud, además de las TIC, entre otros.” (Ayuntamiento de Barcelona, 2013; p.2)

En 2012, haciendo uso del grado de integración tecnológica en la ciudad, las autoridades de Barcelona sentaron las bases para poner en práctica este modelo de ciudad a través del plan “*Barcelona, ciudad inteligente*”, cuyo principal objetivo consistía en “ofrecer servicios municipales de manera eficiente a los ciudadanos en varios niveles por medio de la tecnología de la información y las comunicaciones.” (Cisco, 2014; p.2)

A través de la puesta en marcha del plan, se implementaron proyectos que pueden clasificarse en tres tipos: a) proyectos orientados a la instalación de sensores (administración de energía, sistemas de iluminación y agua, entre otros); b) desarrollo de una plataforma creada por el gobierno de la ciudad para recopilar todos los datos obtenidos mediante los sensores; y c) desarrollo de aplicaciones por parte de proveedores y ciudadanos que, utilizando los datos recopilados anteriormente, permitan mejorar las operaciones y servicios dirigidos a la ciudadanía.

En 2015, el plan *Barcelona, ciudad inteligente* se convertiría en el plan *Barcelona, ciudad digital* con la intención de “hacer revolucionar la agenda de la ciudad inteligente para convertirse en una ciudad soberana digitalmente, una ciudad que permita a la ciudadanía debatir y articular sus propias prioridades y decidir los usos éticos de las innovaciones tecnológicas, de manera ética y con un claro impacto social.” (Ayuntamiento de Barcelona, 2019; p.5)

Llama la atención que el 70% de las líneas de acción definidas en este plan fueron sugeridas por la ciudadanía misma a través de una plataforma de software libre llamada *Decidim*. Para el periodo 2015-2019, las autoridades de Barcelona compilan los siguientes indicadores para medir el avance de resultados de la estrategia:

- Existen 54,000 trabajadores empleados en el sector de TIC.
- La ciudad cuenta con 600 km de fibra con acceso público y gratuito a internet; así como de 2,072 puntos de wifi.
- En la ciudad existen 15 mil sensores activos que generan cerca de 3 millones de registros diarios.
- La ciudad cuenta con alrededor de 40 mil contenedores de basura conectados y más de 36 mil semáforos controlados digitalmente.
- La ciudad ha destinado 200 km de carriles exclusivos para bicicletas; existen 424 estaciones para más de 6 mil bicicletas de acceso al público.

1.3.2 La experiencia en Latinoamérica

“A pesar de las restricciones institucionales, la necesidad de priorizar las inversiones públicas y los presupuestos limitados, algunas ciudades de la región latinoamericana están haciendo una apuesta importante para gestionar con mayor eficiencia la infraestructura urbana y establecer una relación más armónica con el medio ambiente; promoviendo la innovación y utilizando creativamente las TIC para dicho fin.” (Pérez y Matus, 2016; p. 46)

A continuación, se resumen algunas de las iniciativas en esta materia que se han llevado a cabo en las ciudades de Bogotá, Buenos Aires, Montevideo, Santiago de Chile y Rio de Janeiro.

Cuadro 5. La experiencia latinoamericana en materia de ciudades inteligentes

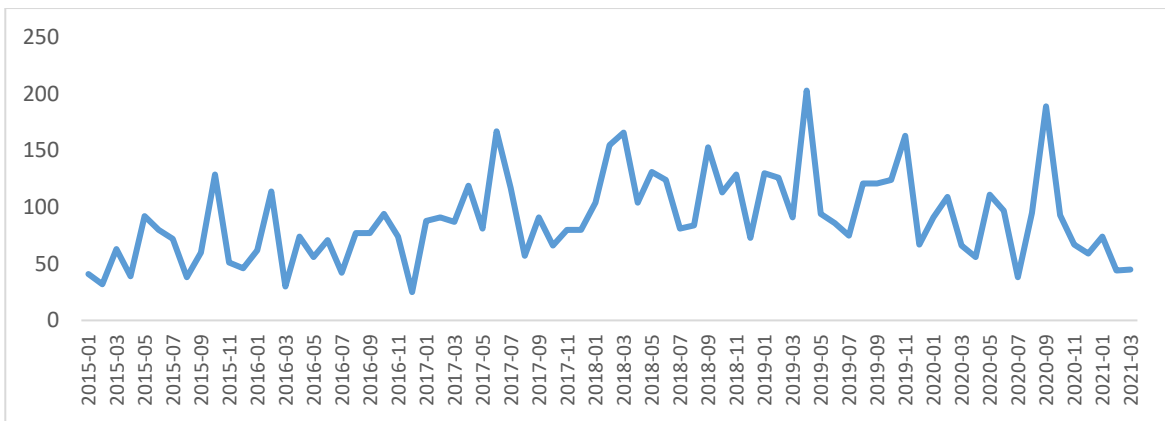
Ciudad	País	Experiencia
Bogotá	Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación del Plan Distrital de Desarrollo 2016-2020, el cual contempla medidas como: a) el desarrollo de un entorno urbano, económico y social adecuado para la ejecución de actividades de innovación que permitan posicionar a la ciudad internacionalmente como una ciudad innovadora; b) promover que la ciudad cuente con una infraestructura de comunicaciones amigable con el espacio público y con el medio ambiente, donde se promueva la apropiación de las TIC; y c) promover la mejora de la eficiencia administrativa mediante el uso de la tecnología. - Implementación de la estrategia Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información con el objetivo de garantizar la seguridad digital de la información. - Implementación del programa SECOP II, el cual busca consolidar un sistema de gestión de compras públicas transparente.
Buenos Aires	Argentina	<ul style="list-style-type: none"> - Creación del Ministerio de Modernización en 2011 con el objetivo de mejorar la operación de la ciudad a través de la incorporación de tecnología en las funciones de la Administración Pública. - Creación de la Subsecretaría de Ciudad Inteligente del Ministerio de Modernización de la ciudad de Buenos Aires en 2014. - Instalación de más de 280 puntos de acceso público a conexiones Wi Fi. - Implementación del Plan Sarmiento, el cual busca innovar los procesos de enseñanza y aprendizaje.
Montevideo	Uruguay	<ul style="list-style-type: none"> - A raíz de la creación de la Agencia para el Desarrollo del Gobierno de Gestión Electrónica y la Sociedad de la Información y del Conocimiento en 2007, el apoyo presupuestal para iniciativas de gobierno electrónico e inclusión digital ha incrementado. - Implementación de la Agenda Digital Uruguay 2011-2015. - Formulación del Proyecto Montevideo 2030, el cual está conformado por varias iniciativas que integran el desarrollo de soluciones TIC. - Implementación de la Política Montevideo Abierto, la cual propone el uso de nuevas tecnologías para facilitar el desarrollo de servicios desde y hacia la comunidad. - Desarrollo de portales de datos abiertos, así como de aplicaciones para consulta de rutas y horarios de transporte público.
Rio de Janeiro	Brasil	<ul style="list-style-type: none"> - El 31 de diciembre de 2010, con tecnología de IBM, surge el Centro de Operaciones Rio como propuesta de solución a los problemas de seguridad y movilidad de la ciudad.
Santiago	Chile	<ul style="list-style-type: none"> - En diciembre de 2012 se puso en marcha la Estrategia Regional de Innovación 2012-2016, con la misión de impulsar la cultura de innovación y promover la competitividad global de las empresas de la región. - En julio de 2014 arranca el proyecto <i>Smarcity</i> Santiago, el cual es liderado por la empresa Chilectra y busca poner a prueba distintas soluciones de ciudad inteligente en el Parque de Negocios Ciudad Empresarial de la comuna de Huechuraba. - Los usuarios del transporte público Transantiago tienen acceso a información en tiempo real del servicio a través de aplicaciones móviles y paneles informativos.

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá (2018) y Pérez y Matus (2016)

1.3.3 Antecedentes en México

Para el caso mexicano, el modelo de ciudades inteligentes ha sido pocas veces estudiado, y en contados casos ha buscado ser aplicado por gobiernos locales. Una forma aproximada de medir el interés de la población en general en torno a esta temática consiste en observar los datos de búsqueda de información de este concepto en motores de búsqueda como Google.⁸

Gráfica 2. El interés en México por las ciudades inteligentes



Fuente: Elaboración propia con información de Google Trends.

A continuación, se resumen algunas iniciativas en torno al modelo de ciudades inteligentes que se han desarrollado en el país:

- *Asociación de Municipios Mexicanos y Ciudades Inteligentes (AMMECI)*: Este organismo fue creado en 2016 con el objetivo de “dotar de conocimiento e instrumentos a los municipios, que les permita abordar procesos de transformación y modernización ordenados, apoyados en la implementación de tecnologías con la aplicación de nuevos modelos de contratación y explotación. Y con la consideración de aspectos jurídicos, económico-financieros, técnicos, administrativos y políticos.”⁹

Actualmente, la presidencia de la AMMECI está a cargo de Fernando Pérez Rodríguez, presidente municipal de Tulancingo; mientras que la figura de vicepresidencia es ostentada por Anabell Ávalos Zempoalteca, presidenta municipal de Tlaxcala.

⁸ De acuerdo con cifras de la herramienta Google Trends, de enero de 2015 a marzo de 2021, los términos “ciudad inteligente”, “Smart city” y “Smart cities” registraron un total de 6,715 búsquedas; siendo Puebla, Ciudad de México, Jalisco y Nuevo León las entidades que más interés mostraron en este tema.

⁹ Fuente: Página web de la AMMECI.

La AMMECI está integrada por las siguientes comisiones técnicas: Conectividad municipal y participación ciudadana; Gestión tributaria y catastral; Tecnologías para ciudades resilientes y riesgos ambientales; Gestión de servicios de limpieza y basuras; Gestión de agua potable y tratamiento de aguas residuales; Eficiencia energética y alumbrado público; Control de desarrollo urbano; y Destinos turísticos inteligentes.

- *iQ Smart City – Ciudad Maderas (Querétaro)*: Consiste en un proyecto inmobiliario con sede en el municipio de El Marqués y extensión de 400 hectáreas, impulsado en un principio por Grupo ProHabitación. “La visión inicial de los empresarios fue la de incorporar al proyecto viviendas de nivel medio, bajo un concepto de “arborización”. Con este giro, la intención principal era proveer a los compradores potenciales de un espacio único en cuanto a su integración armónica con la naturaleza. Sin embargo, debido a la crisis inmobiliaria que afronta el país, se vieron en la necesidad de modificar el proyecto inicial y en su lugar se orientaron a la venta de los polígonos territoriales.” (Matus y Ramírez, 2016; p. 215)

Con este proyecto lo que se buscaba era el desarrollo de una ciudad satélite para Querétaro; para ello, se invitó a diversos organismos a ser partícipes del mismo, entre los cuales destaca el clúster de TIC de la entidad, inteQsoft A.C.

La inclusión de esta institución se tradujo en que se propusiera que, en el marco del desarrollo de Ciudad Maderas, se construyeran las nuevas instalaciones del clúster bajo el concepto de *laboratorio viviente*. “Dicha ciudad sería bautizada como *iQ Smart City – Ciudad Maderas*, la cual tendría la finalidad de “establecer una visión única de colaboración en la búsqueda de una comunidad que viva y trabaje de una forma diferente encausada a enfrentar los nuevos retos de sustentabilidad y tecnificación para elevar la calidad de vida, de acuerdo a los nuevos estándares de ciudades del futuro. Siempre en la búsqueda de la preservación del planeta.” (como se cita en Matus y Ramírez, 2016)

El proyecto *iQ Smart City – Ciudad Maderas* comenzó a materializarse a mediados de 2014, con la puesta en marcha de la construcción del parque tecnológico Vórtice ITech Park, cuyo uno de sus principales objetivos radicaría en el desarrollo de soluciones orientadas a ciudades inteligentes.

A petición del clúster inteQsoft A.C., el INFOTEC realizó un estudio antropológico para determinar la vocación del proyecto IQ Smart City – Ciudad Maderas; entre los principales resultados encontrados destacan los siguientes:

- La mayoría de los empresarios del clúster desconocen el concepto de ciudad inteligente y tienen poca información sobre Ciudad Maderas.
 - Algunos de los académicos asociados al clúster también manifestaron que la difusión de la información en torno al proyecto al interior de los miembros de la asociación era insuficiente.
 - Se dio prioridad a los tiempos y a la rapidez con la que se debe construir y vender tanto viviendas como espacios comerciales; por lo tanto, “ProHabitación aceleró la venta del terreno destinado a Ciudad Maderas entre diversas empresas constructoras antes de que InteQsoft y el resto de las anclas decidieran impulsar la *IQ Smart City*.” (Matus y Ramírez, 2016; p. 240)
- *Plataforma Smart Puebla*: En mayo de 2015 es lanzada la plataforma Smart Puebla por el entonces presidente municipal de Puebla y posterior gobernador del estado de Puebla, José Antonio Gali Fayad. Dicho programa proponía “un modelo de gestión urbana transversal que *involucraba* seis principales ámbitos: movilidad y planeación urbana; equidad social y humana; energía y medio ambiente; talento e innovación; resiliencia y seguridad; y servicios públicos y gobierno abierto.” (Deloitte, 2016; p.2)

La difusión de la plataforma Smart Puebla por parte del alcalde Gali propició que, en 2017, Puebla se convirtiera en la sede del evento Smart City Expo Latam Congress por tres años consecutivos; en el cual se dan cita expertos y alcaldes nacionales e internacionales para debatir sobre las tendencias en torno al desarrollo de ciudades inteligentes. Las ediciones de los años 2020 a 2022 se llevarán a cabo en la ciudad de Mérida. Actualmente, el dominio web correspondiente a la plataforma ha expirado.

- *Ciudad Creativa Digital (Guadalajara)*: Este proyecto fue concebido en 2012, durante la gestión del presidente Felipe Calderón y el gobernador del estado de Jalisco en ese entonces, Emilio González Márquez; su principal objetivo es el de erigirse como “un lugar lo suficientemente atractivo para atraer, formar y retener al mejor talento creativo con el propósito de posicionar a México como un líder internacional de producción

audiovisual; mientras se proyecta como prototipo de desarrollo urbano inteligente con implementación de alta tecnología, un laboratorio vivo para la creación de soluciones urbanas y un modelo de desarrollo regional.” (Secretaría de Economía, 2015)

El avance del proyecto ha sido lento, aunque hoy en día en el lugar ya operan empresas e instituciones como Pisa Farmacéutica, el Centro de Innovación en Internet de las Cosas del Tecnológico de Monterrey, la Universidad Tecnológica de Jalisco, la empresa de videojuegos KaraOkulta, entre otras.

Capítulo 2. Marco teórico y metodológico: El concepto de ciudades inteligentes y métodos aplicables para su estudio

Como señala Capello (2008, pp. 2-3), “La Economía Regional no consiste en el estudio de la Economía a nivel de regiones administrativas, como suele ser considerado erróneamente. La Economía Regional es la rama de la Economía que incorpora la dimensión espacial en el análisis de funcionamiento de los mercados. Agrega la autora, la Economía Regional busca responder las siguientes preguntas fundamentales: ¿Cuál es la lógica económica que explica las decisiones de ubicación de las empresas y los hogares? ¿Cuál es la lógica económica que explica la configuración de grandes sistemas territoriales como lo son las ciudades? ¿Por qué ciertas áreas, regiones, ciudades y territorios están más desarrollados que otros?”

Asuad (2002, p.33) plantea una posible respuesta a estas interrogantes, al sugerir que “el crecimiento acelerado de los servicios y su tendencia a la concentración espacial en las principales ciudades ha propiciado la expansión y desarrollo urbano. La ciudad como área de mercado principal y prestador de servicios articula la economía de las regiones, por lo que el crecimiento de los servicios se complementa con el desarrollo urbano, de tal manera que dependiendo del ajuste estructural de la actividad económica se da la transformación y la articulación del sistema de ciudades y regiones.”

Expresado lo anterior, es importante comprender qué es una ciudad y cuáles son los fenómenos que delimitan su crecimiento y expansión, previo a estudiar las características de una ciudad inteligente.

2.1 Desarrollo urbano, crecimiento y expansión de las ciudades

2.1.1 Nociones conceptuales sobre las ciudades y su clasificación

A lo largo de la historia, la humanidad ha sido testigo de un acelerado proceso de urbanización, el cual ha sido objeto de numerosos estudios que buscan proponer soluciones a los problemas que suele conllevar. La cabal comprensión de este fenómeno ha llevado a la constante redefinición de conceptos relevantes para el tema; “en ocasiones, las poblaciones urbanas se definen en términos de límites administrativos, a veces en términos

de límites funcionales, y en otras ocasiones se definen en términos de factores ecológicos como la densidad y el tamaño de la población.” (Frey y Zachary, 2001; p.14).

Es muy frecuente asociar el concepto de urbano con el de ciudades; para Frey y Zachary (2001, p.25), una ciudad puede ser considerada como “una definición de carácter administrativa que fija un límite en un área urbana contigua.”

Frey y Zach reconocen que contar con una definición precisa de qué es una ciudad realmente es complejo; ésta variará en torno a la ciudad que se esté buscando definir pues se deben tomar en cuenta una serie de factores que se relacionan entre sí, tales como el tamaño de la población, la densidad poblacional, la superficie, las formas de organización social y económica, entre otros.

Sin embargo, estos autores identifican tres factores que bien permiten distinguir entre un ámbito urbano de uno rural:

- a) Factor ecológico: “Las consideraciones espaciales urbanas normalmente giran en torno a aspectos tales como el tamaño de la población, así como la densidad poblacional.” (Frey y Zachary, 2001; p.26)
- b) Factor económico: Las actividades que se llevan a cabo en las localidades son las que permiten diferenciar entre un ámbito urbano de uno rural; la mayor parte de las actividades económicas se basan en producciones no agrícolas.
- c) Factor social: Los valores, usos y costumbres de los habitantes de localidades urbanas son muy diferentes de los habitantes de localidades rurales.

Tomando en consideración estos factores, es posible encontrar en la literatura definiciones que se adaptan bien a ellos. Hernández (2016) identifica las siguientes definiciones:

Cuadro 6. Definiciones de ciudades según su enfoque

Enfoque	Definición	Autor
Sociológicas	La ciudad es un fenómeno de aglomeración de personas que viven juntas en estrecha vecindad.	Adolfo Posada
	La ciudad es un lugar privilegiado de concentración espacial, que acrecienta las posibilidades de exaltación colectiva y, como consecuencia de ello, permite el desarrollo de una conciencia moral.	Émile Durkheim

Enfoque	Definición	Autor
Económicas	Toda ciudad es una localidad de mercado, es decir, que cuenta como centro económico del asentamiento con un mercado local y en el cual, en virtud de una especialización permanente de la producción económica, también la población no urbana se abastece de productos industriales o de artículos de comercio o de ambos y, como es natural, los habitantes de la ciudad intercambian los productos especiales de sus economías respectivas y satisfacen de este modo sus necesidades.	Max Weber
	Es una agrupación humana cuyos habitantes no pueden producir, dentro de sus límites, todo el alimento que necesitan para subsistir. Este rasgo es común a las ciudades de todas clases.	Arnold J. Toynbee
	Todo fenómeno urbano es una concentración de roles funcionales de una estructura socio-local determinada.	Dionisio Jorge Garmendia
Ecológicas	Como orden ecológico, una ciudad es un mosaico de zonas caracterizadas por el hecho de que cada una de ellas está dominada por cierto tipo de población o de funciones. Estas diversas zonas son naturales porque no son planificadas y son el producto de fuerzas que están constantemente en acción para originar una distribución ordenada de las poblaciones y las funciones en el complejo urbano.	Robert Park

Fuente: Elaboración propia con información de Hernández (2016).

Para Martínez (2009), los elementos actuales de toda ciudad se encuentran en el espacio, la población, la densidad y permanencia de la población, las funciones de sus habitantes, los servicios públicos y el gobierno, y finalmente la conciencia comunitaria en la ciudad. Una vez identificados estos elementos, este autor brinda las siguientes propuestas conceptuales de una ciudad:

- “Como asentamiento humano, la ciudad implica un espacio. La ciudad es una forma de organización espacial que se objetiviza mediante sus elementos físicos: La ciudad es un conjunto de edificaciones, vías de acceso y de desfogue a ellas y su conjunto.” (p.222)
- “La ciudad es la morada de la comunidad que vive en ella. La urbe es la morada orgánica del hombre social, en la que desarrolla la multitud de sus actividades.” (p.222)
- “La ciudad es construida por una población relativamente grande, que habita en forma compacta en un territorio pequeño. Se trata de una aglomeración humana, de un conjunto de personas que viven próximas las unas a las otras.” (p.223)
- “Una ciudad es una subdivisión política, creada ordinariamente por un gobierno estatal, provincial o nacional.” (p.223)

Suele considerarse que el surgimiento de las primeras ciudades data en la Edad de los metales, y tuvieron lugar en civilizaciones como Mesopotamia, Egipto, India y China. En la Edad Media, las ciudades evolucionan para convertirse en ciudades amuralladas,

permitiendo “la apertura de las rutas comerciales, el mejoramiento de la industria, la agricultura, la creación de las universidades, la celebración de las grandes ferias, etcétera, que llevaron al aumento de la población urbana y a una etapa de fundación de nuevas ciudades.” (Hernández, 2016; p.39)

Posteriormente, las ciudades transitarían de ser medievales a renacentistas; surgiendo así las ciudades modernas. No sería hasta la Revolución Industrial que las ciudades crecieron exponencialmente, surgiendo así las ciudades contemporáneas.¹⁰

Hoy las ciudades no han frenado su proceso de evolución, situación que conlleva a una renovación constante en la manera de definir las ciudades. Las ciudades actuales reciben denominaciones tales como metrópolis, megalópolis, o Zonas Metropolitanas; siendo todas parte de un fenómeno que, desde la perspectiva de Morell Ocaña, se caracteriza por:

- “1) Una alta densidad demográfica, que se mide por la cifra global de la población de los núcleos que la componen, en la de habitantes por kilómetro cuadrado, o incluso en la tasa de crecimiento demográfico. En cuanto a las cifras, hay disparidad, señalándose 100,000 o 300,000 o 400,000 o 500,000 habitantes como mínimo.
- 2) Predominio de la superficie edificada sobre la no edificada, en el interior del área, dado que en dicho espacio existe lo urbano, lo rururbano y a veces lo rural.
- 3) Alto coeficiente de densidad de las relaciones sociales, o sea, la frecuencia de los intercambios y relaciones de todo género entre los individuos y grupos radicados en ella.
- 4) El constituir en el contexto del sistema económico nacional una unidad espacialmente diferenciada, que implique cierta importancia económica, un asentamiento industrial y un sector de servicios de relevancia.
- 5) Fraccionamiento en una pluralidad de gobiernos locales, que se ejemplifica con estas cifras: en los Estados Unidos la Oficina del Censo señalaba que existían 15,658 municipios en las 174 Zonas Metropolitanas, lo que equivale a un promedio de 90 entidades por zona (como se cita en Hernández, 2016; pp.49-50)”

¹⁰ “En el censo correspondiente al decenio 1940-1950 de los Estados Unidos de Norteamérica se definió al área metropolitana estándar como la extensión territorial o grupo de zonas contiguas integradas social y económicamente con una ciudad central de 50 mil habitantes como mínimo.” (Martínez, 2009; p.217)

Una vez que han sido exploradas algunas propuestas conceptuales en torno al significado de una ciudad, vale la pena revisar cómo pueden ser clasificadas.

Clasificación de las ciudades

Para Bergel, los núcleos urbanos pueden distinguirse por su tamaño “entre aldea, pueblo, ciudad y metrópoli (como se cita en Hernández, 2016; p.76).” En el Cuadro 7 se ilustran las características de cada una de estas categorías.

Cuadro 7. Clasificación de los núcleos urbanos por su tamaño

Categoría	Características
Aldea	Su población no excede los cientos de personas; en su interior predomina la realización de actividades económicas rurales o artesanales.
Pueblo	Población menor a 10 mil habitantes; suelen ejercer influencia cultural, política y económica sobre las áreas rurales; brindan servicios comerciales, bancarios, administrativos, médicos, educativos, religiosos y de esparcimiento.
Ciudad	Su población mínima es de 10 mil habitantes; ejercen influencia sobre zonas rurales, así como espacios urbanos circundantes. Sus funciones comprenden las mismas realizadas en los pueblos, aunque con mayor grado de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia con información de Hernández (2016).

Por otro lado, las ciudades también pueden ser clasificadas en función de las actividades o funciones que desempeñan; en el Cuadro 8 se ilustran las categorías que conforman dicha clasificación.

Cuadro 8. Clasificación de los núcleos urbanos por su función

Función principal	Función secundaria	Tipo de ciudad
Centros económicos	Centros de producción primaria (extractiva)	Ciudades pesqueras
		Ciudades mineras
		Ciudades petroleras
	Centros fabriles	Industria en gran escala
		Industria mediana
		Pequeña industria
	Centros comerciales	Centros comerciales internacionales
		Centros comerciales nacionales
		Centros comerciales locales
	Centros de transporte	Ciudades portuarias
		Centros del interior

Función principal	Función secundaria	Tipo de ciudad
	Centros de servicios económicos	Financieros
		Seguros
		Varios (investigación de mercados, publicidad, contabilidad, almacenaje, distribución)
Centros políticos	Centros políticos civiles	Centros mundiales
		Centros políticos nacionales
		Centros políticos regionales
		Centros administrativos locales
	Centros militares	Ciudades fortaleza
		Bases y centros de instrucción
Centros culturales	Centros religiosos	Centros de gobiernos religiosos
		Ciudades de peregrinación
		Ciudades conmemorativas
	Centros culturales seculares	Sedes de estudios superiores e investigación
		Centros económicos de producción cultural y de medios de comunicación
		Ciudades museo
		Ciudades santuario
Centros recreativos	Lugares médicos para los incurables, enfermos o personas convalecientes	
	Lugares de vacaciones	
Ciudades residenciales	Suburbios dormitorio	
	Ciudades de retiro	
Ciudades simbólicas	Todas las ciudades de esta categoría simbolizan una idea.	
Ciudades diversas	Este grupo representa una categoría residual de ciudades con funciones múltiples pero sin especialización que las distinga.	

Fuente: Elaboración propia con información de Hernández (2016).

2.1.2 Tendencias de urbanización

De acuerdo con la ONU, el fenómeno de urbanización es, junto al crecimiento de la población, el envejecimiento poblacional y la migración internacional, una de las cuatro mega tendencias que definen el rumbo demográfico a nivel mundial.

“La urbanización generalmente ha sido considerada como una fuerza positiva para el crecimiento económico, la reducción de la pobreza y el desarrollo humano. Las ciudades son lugares donde el emprendimiento y la innovación tecnológica pueden prosperar, gracias a la existencia de una mano de obra calificada, así como a una alta concentración de empresas.” (Organización de las Naciones Unidas, 2019; p.1)

Por otro lado, una de las expresiones más notorias de la urbanización consiste en el incremento en número, superficie y tamaño de población de los establecimientos urbanos; así como en el número y proporción de residentes urbanos con respecto a los residentes rurales.

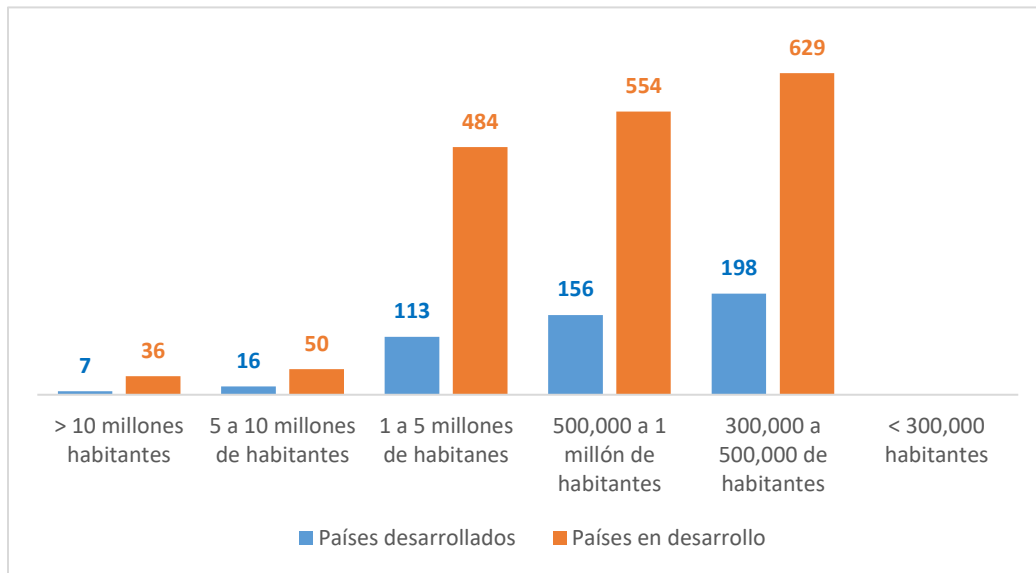
De acuerdo con la ONU, el crecimiento urbano se explica por tres componentes:

- a) El incremento natural de las poblaciones urbanas se explica cuando en estas localidades el número de nacimientos es mayor al número de defunciones;
- b) Los procesos migratorios mediante el cual la población originaria de localidades rurales se desplaza a localidades urbanas; y
- c) La reclasificación que se tiene que hacer de las zonas urbanas cuando éstas crecen e incorporan en su zona de influencia a localidades vecinas.

De acuerdo con cifras de la ONU, más de la mitad de la población del planeta, es decir, alrededor de 4,200 millones de personas, vive en ciudades; se estima además que para el año 2050, esta proporción será cercana al 70%, lo que se traduciría en una población urbana de casi 7 mil millones de personas.

Estas estimaciones contemplan adicionalmente que, en los países en desarrollo, 65.6% de las personas vivirá en áreas urbanas; mientras que en los países desarrollados esta razón será del 86.6%. Por otro lado, es importante destacar que la concentración de ciudades será aún más profunda en los países en desarrollo que para el caso de los países desarrollados; el detalle de esta tendencia se ilustra en la Gráfica 3.

Gráfica 3. Número de ciudades en 2030, por tipo de país y tamaño



Fuente: Elaboración propia con información de la Organización de las Naciones Unidas (2019).

Es importante señalar que, para la realización de estas estimaciones, la ONU parte por identificar tres categorías conceptuales de ciudad: a) la ciudad propiamente definida es aquella que se acota por límites administrativos; por otro lado, b) una aglomeración urbana considera la extensión de un área urbana contigua para delinear sus límites; y finalmente c) la zona metropolitana define sus límites en función del grado de interconectividad económica y social entre áreas circundantes.

2.1.3 La concentración económica espacial en las ciudades

De las propuestas conceptuales revisadas a lo largo de este documento, salta a la vista el papel que juegan las interacciones socioeconómicas en la definición de una ciudad; por tal razón, en este apartado se revisará brevemente el concepto de concentración económica espacial (CEE).

Ramírez concibe a la CEE como “el proceso de aglomeración de la actividad económica en el espacio manifestándose mediante el aumento de la densidad económica en éste en relación con los espacios vecinos.” (Ramírez, 2016; p. 67).

De acuerdo con el autor, para que la CEE se manifieste, el sitio en cuestión debe contar con una serie de ventajas que garanticen el desarrollo cabal de actividades económicas en

condiciones de mayores rendimientos a escala, en comparación con las condiciones dadas en sitios aledaños.

Ramírez prosigue identificando dos tipos de ventajas que los sitios pueden poseer para la generación de procesos de CEE: a) naturales, para las cuales no se requiere la intervención humana y se sustentan exclusivamente en las condiciones físicas del lugar (ej: clima, localización, biodiversidad, recursos naturales, etc.); y b) artificiales, son producto de las interacciones sociales al interior del lugar.

El surgimiento de economías de aglomeración (EA) representa una de las ventajas más claras de los procesos de CEE; las cuales “se refieren a los beneficios obtenidos gracias a la proximidad entre las industrias o actividades económicas, no obstante, las EA condicionan cambios en la estructura urbana, y más específicamente en que van en función del papel jugado en los mercados, esto es, que dependiendo del tipo de actividad, la lógica de las EA actuará diferenciadamente.” (Ramírez, 2016; p. 69).

La relevancia de considerar estos conceptos al llevar a cabo cualquier estudio de carácter urbano recae en que permite identificar la siguiente relación de causalidad:

- Por un lado, “el crecimiento económico de una ciudad es resultado de las economías de aglomeración generadas y de la presencia de rendimientos crecientes y presentes en un espacio urbano, tales condiciones propician concentración económica.” (Ramírez, 2016; p. 75).
- Por otro lado, la concentración económica espacial propicia el crecimiento económico.

El crecimiento económico tiende a reconfigurar los espacios urbanos, siendo principalmente el uso del suelo urbano uno de los aspectos que sufre un mayor número de cambios; “estos usos de suelo reflejan entonces la composición económica, los mercados creados, los equipamientos y la infraestructura urbana creada, así como la actividad urbana en general en toda la ciudad.” (Ramírez, 2016; p. 107).

2.2 Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: Principales definiciones

2.2.1 El concepto de ciudad inteligente: Principales definiciones

El término ciudades inteligentes ha sido estudiado en numerosas ocasiones como alternativa para hacer frente a los problemas crecientes detrás del fenómeno de urbanización; pese a ello, las definiciones propuestas para esta noción son muy diferenciadas unas de otra.

La principal razón de que existan dichas diferencias radica en la cantidad de dimensiones que aborda la definición propuesta; algunas abarcan exclusivamente el papel que juegan las TIC en el diseño de una ciudad inteligente, otras definiciones más completas incluyen aspectos como la sostenibilidad del medio ambiente, la cohesión social, el crecimiento económico, entre otros.

Los retos que implica para los planificadores urbanos el hecho de atender la creciente urbanización a nivel mundial han orillado a que la concepción de las ciudades evoluciones con el paso de los años. “El desarrollo de la ciudad moderna está íntimamente relacionado con la preocupación sobre el desarrollo de la ciudad sustentable. Esta idea llevo a la búsqueda de la ciudad futura sustentable.” (Rózga, 2018; p.21)

Esta búsqueda a la que Rózga (2018) hace referencia, permitió el desarrollo de conceptos tales como: ciudades jardín, ciudades verdes, ciudades compactas, y el que resulta de interés para esta investigación, el de ciudades inteligentes.

De acuerdo con Rózga (2018), la noción de ciudad inteligente surge como la fusión del concepto de “crecimiento inteligente”¹¹ promovido por los urbanistas estadounidenses a lo largo de la década de los ochenta; y las ideas desarrolladas por autores como Manuel Castells, Peter Hall y Nicos Komninos en torno a que el calificativo de inteligente para una ciudad “principalmente involucra las relaciones entre el espacio urbano y tecnología e incluye tales enfoques como la habilidad de generar la innovación, transición hacia las formas de e-gobierno, aprendizaje social y las posibilidades de proporcionar la infraestructura de las tecnologías de la información y comunicación.” (Rózga, 2018; p.22)

Precisamente, Barrionuevo y un grupo de investigadores de la Universidad de Navarra (2012) se apoya de este calificativo al considerar que “ser una ciudad inteligente implica

¹¹ Este concepto hace referencia al diseño de “una estrategia de planeación enfocada en hacer las ciudades más compactas, menos ineficientes y menos consumidoras del suelo.” (Rózga, 2018: p.22)

hacer uso de la tecnología y recursos disponibles de manera inteligente y coordinada con la finalidad de desarrollar centros urbanos integrados, habitables y sostenibles.” (Barrionuevo et al. 2012; p.50)

Por otro lado, Nam y Pardo (2011) describen que el calificativo inteligente puede asumir tres concepciones diferentes: a) “desde el punto de vista de la mercadotecnia, la inteligencia se centra en la perspectiva del usuario” (Nam y Pardo, 2011; p.283), promover que una ciudad es inteligente implica inferir que sus ciudadanos también lo son, lo que propicia que ésta se vuelva atractiva para el desarrollo de inversiones; b) en el campo de planificación urbana, la inteligencia es concebida como el diseño de programas y estrategias dirigidas al desarrollo sostenible, crecimiento económico y mejor calidad de vida para los ciudadanos; y c) en cuanto al campo de la tecnología refiere, la inteligencia hace referencia a la automatización de procesos.

Para Timeus y sus colegas de la Escuela Superior de Administración y Dirección de Empresas de la Universidad Ramón Llull (2020), “la inteligencia de una ciudad se define por la capacidad que tiene de atraer y movilizar capital humano y permitir la colaboración en su interior mediante el uso de las TIC.” (Timeus et al. 2020; p.2)

Una propuesta de definición muy enfocada en la tecnología se encuentra en la idea de Chen (2010), quien plantea que “las llamadas ciudades inteligentes toman ventaja de la infraestructura en comunicaciones y de sensores para optimizar operaciones logísticas, de transporte, así como de transmisión eléctrica cruciales en el día a día, y que, por tanto, impactan positivamente en la calidad de vida de todos.” (Chen, 2010; p.3)

Cretu (2012) también propone una definición cargada a la dimensión tecnológica; desde su perspectiva, “una ciudad inteligente cuenta con una infraestructura de TIC bien diseñada, es capaz de transformar datos en tiempo real en información de valor, y permite a sus ciudadanos predefinir acciones automatizadas en respuesta a ciertos eventos.” (Cretu, 2012; p.58)

Para Carrillo (2018), “la Smart City supone una clara oportunidad para el crecimiento económico futuro y un habilitador para generar y dinamizar una nueva industria ligada a ella, en la que la tecnología supone una herramienta fundamental. La Ciudad Inteligente no

ha de ser entendida exclusivamente ligada a las TIC o en su empleo como tal, en asociación al término Smart, si no que su ámbito de aplicación alcanza a otras muchas áreas de influencia y gestión de la ciudad y que han de formar parte todas ellas de la estrategia y el modelo adoptados. Los avances tecnológicos y las TIC, han de ser la herramienta transversal fundamental, que permita dotarles de la capacidad e instrumentalización necesarias para su mejor gestión y consecución de una mayor eficiencia y optimización de las mismas.” (Carrillo, 2018; pp.7-8)

Baron (2012), por otro lado, considera que una ciudad inteligente puede ser definida como una “orientación estratégica específica dirigida hacia el desarrollo de nuevos barrios, en los cuales la tecnología catalice las interacciones entre proveedores de servicios y consumidores, y garantice mejores niveles de seguridad civil; o bien, como una manera de implementar soluciones tecnológicas en estructuras urbanas existentes de manera tal que se brinde a las necesidades de los ciudadanos y las empresas respuestas en tiempo real, así como a situaciones de riesgo y peligro latentes.” (Baron, 2012; p.32)

Mientras que Sancino y Hudson (2020) consideran que el término ciudades inteligentes “es un concepto global que permite describir el uso de la tecnología en las ciudades para mejorar la calidad de los servicios públicos, incrementar la eficiencia (mediante la reducción de costos y consumo de recursos), hacer frente a desafíos sociales, y fomentar la colaboración entre los ciudadanos y los gobiernos.” (Sancino y Hudson, 2020)

Rózga (2018) retoma algunas de las ideas desarrolladas por Komninos y coincide en que los territorios inteligentes están estructurados en tres niveles: el primero contempla la presencia de un área urbana con mucha población, estructuras económicas diversificadas e infraestructura material en términos de industria, negocios y servicios, caminos, casas, servicios públicos, fibra óptica entre otros aspectos materiales; el segundo considera la existencia de instituciones y ecosistemas de innovación; y el tercero tiene que ver con la aplicación y uso intensivo a lo largo del territorio de soluciones de banda ancha, sensores, información en la nube.

Por otro lado, Bouskela y otros autores (2016) definen a una ciudad inteligente como “aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora TIC en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un

gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Un proyecto integral de Ciudad Inteligente debe tomar en cuenta los aspectos humanos, sociales y medioambientales de los centros urbanos con la finalidad de mejorar la vida de las personas. Por lo tanto, debe incorporar aspectos relativos a la gobernanza, a la infraestructura y al capital humano y social. Solamente cuando esos elementos son tomados de forma conjunta, las ciudades se vuelven efectivamente inteligentes y logran fomentar un desarrollo sostenible e integrado.” (Bouskela et al., 2016; pp. 33-34)

Para Alvarado (2018), “el concepto de ciudades o territorios inteligentes y sostenibles hace referencia a un uso extensivo y eficiente de las tecnologías disponibles –en particular las TIC– dirigidas a mejorar la calidad de vida de la población, lo cual necesariamente tendría que conllevar a un mayor cuidado al medio ambiente y la reducción de la desigualdad social.” (Alvarado, 2018)

Para Komninos (2008), “las ciudades inteligentes constituyen una categoría discreta de ambientes inteligentes generados por la aglomeración de ideas creativas, sistemas de innovación que operan al interior de las ciudades (distritos y parques tecnológicos, polos y clústeres de innovación), y redes digitales y servicios en línea. Su valor agregado descansa en su capacidad de alojar conjuntamente tres formas de inteligencia: la inteligencia humana proveniente de los habitantes de la ciudad, la inteligencia colectiva aportada por las instituciones que promueven la innovación, y la inteligencia artificial detrás de las redes digitales y los servicios en línea. Así entonces, el término de ciudades inteligentes es usado para caracterizar espacios (ciudades, regiones, distritos o clústeres) donde el sistema local de innovación es impulsado a través de las redes digitales y las aplicaciones de inteligencia artificial. Al incorporar TIC, el sistema local de innovación adquiere mayor profundidad y rango, al mismo tiempo que sus funciones se vuelven más transparentes y efectivas. La ciudad adquiere mayor capacidad innovadora, lo que se traduce en mayor competitividad y prosperidad.” (Komninos, 2008; p.19).

En una publicación posterior, Komninos (2018) argumenta que el concepto de ciudad inteligente descansa sobre tres bloques principales: a) la ciudad, los ciudadanos y usuarios, las actividades, la infraestructura y los flujos en las ciudades; b) la información, el conocimiento, las instituciones que promueven la innovación, así como los procesos al

interior de las ciudades; y c) los sistemas inteligentes, tecnologías urbanas, internet, las redes de banda ancha y los servicios electrónicos. (Komninos, 2018; p.2)

En cuanto al primer bloque refiere, Komninos (2018) contempla aspectos como la población, la presencia de trabajadores con un destacado nivel de preparación, así como de empresas innovadoras, como algunos de los factores esenciales para el desarrollo de ciudades inteligentes. El segundo bloque, referente a la información y el conocimiento, considera el papel que juegan las instituciones al promover que los beneficios de la tecnología sean aprovechados por un gran número de actores en la ciudad. Por último, el tercer bloque hace referencia a la infraestructura tecnológica existente en la ciudad y a su impacto al propiciar el desarrollo de ecosistemas innovadores.

Vale la pena considerar la propuesta de definición de Angelidou (2014), quien considera que “las ciudades inteligentes son aquellos asentamientos urbanos que realizan un esfuerzo consciente por capitalizar el aprovechamiento de las nuevas TIC estratégicamente, aspirando a alcanzar mayores niveles de prosperidad, efectividad y competitividad en múltiples aspectos socioeconómicos.” (Angelidou, 2014; p.S3)

Una definición que sigue la misma línea, aunque más sencilla, es la propuesta por Townsend (2013), quien plantea que “las ciudades inteligentes son lugares donde las tecnologías de la información son utilizadas para atender problemas, tanto viejos como nuevos.” (Townsend, 2013; p.6)

Para Turečková y Nevima (2020) “una ciudad inteligente representa el concepto de una ciudad desarrollada, cuyas estrategias de desarrollo económico sostenible y calidad de vida se encuentran sustentadas por el uso efectivo del capital humano y social, así como por modernas tecnologías de información y comunicación.” (Turečková y Nevima, 2020; pp.1-2)

Por otro lado, Sikora-Fernández (2017) considera “que el concepto de smart cities está orientado al desarrollo sostenible, o sea, un funcionamiento de la ciudad a largo plazo, basado en factores, condicionantes e instrumentos que garanticen una mejora de las condiciones de vida de la sociedad local y garanticen un desarrollo duradero de la ciudad, tanto a escala local como regional.” (Sikora-Fernández, 2017; p.137)

Caragliu, Chiara y Nijkamp (2009) van un paso más adelante e identifican las siguientes características propias de toda ciudad inteligente: a) hacen uso de redes de infraestructura (ya sea servicios profesionales, inmobiliarios, así como las propias TIC) que impactan positivamente en el desempeño económico y político, además de propiciar el desarrollo social, cultural y urbano; b) implementan un modelo de desarrollo urbano dirigido por los negocios; c) hacen énfasis en objetivos como inclusión social y el acceso universal de servicios públicos; d) las industrias creativas y de alta tecnología juegan un papel clave en las estrategias urbanas de largo plazo; e) sus habitantes han aprendido a adquirir, adaptar y generar nuevos conocimientos; y f) aspectos como la sostenibilidad ambiental y social se vuelven prioritarios en la planeación de sus autoridades.

Una vez identificadas dichas características, Caragliu y compañía (2009) consideran entonces que “toda ciudad es inteligente cuando las inversiones realizadas en capital humano y social, así como en infraestructura de comunicaciones (tradicional o moderna), propician en la ciudad mejores niveles de crecimiento económico sostenible, calidad de vida, manejo responsable de recursos naturales y participación ciudadana.” (Caragliu et al., 2009; p.50)

Fromhold-Eisebith (2017) considera que “una ciudad inteligente es primero y principalmente caracterizada por la implementación estratégica, sistemática y coordinada de aplicaciones modernas de TIC en un rango amplio de campos funcionales urbanos. Además, la generación y uso del conocimiento de los habitantes, capacidades de aprendizaje, creatividad, y capital humano para innovaciones, son los elementos que brindan a las Smart cities como ciudades inteligentes.” (Fromhold-Eisebith, 2017; p.3)

Stimmel (2016) plantea que “el término ciudad inteligente define un nuevo entorno urbano, el cual está diseñado para lograr un funcionamiento óptimo a través de las TIC y otras formas de capital físico. De esta manera, y mediante una gestión inteligente, se espera que estas ciudades conducirán a mejores niveles de calidad de vida para los ciudadanos, reducir la generación de desechos, y mejorar las condiciones económicas.” (Stimmel, 2016; p.4)

Existen también otras propuestas de definiciones para una ciudad inteligente que provienen desde la iniciativa privada, mismas que valen la pena ser revisadas.

Fundación Telefónica, empresa española del sector de telecomunicaciones, define a una ciudad inteligente como “aquella ciudad que usa las TIC para hacer que, tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos, sean más interactivos, eficientes y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos. En una definición más amplia una ciudad se puede considerar como “inteligente”, cuando las inversiones en capital humano y social, y en infraestructura de comunicación, fomentan precisamente un desarrollo económico sostenible y una elevada calidad de vida, con una sabia gestión de los recursos naturales a través de un gobierno participativo.” (Fundación Telefónica, 2011; p.1)

En otra publicación editada por Fundación Telefónica, los autores plantean que “el concepto de Smart city va más allá del uso intensivo e inteligente de las TIC para mejor uso de los recursos y reducción de emisiones. Significa sistemas de transporte urbano más inteligentes, mecanismos de gestión de residuos, agua y saneamiento mejorados, y formas más eficientes de iluminar y mantener la limpieza en las calles y aclimatar edificios. Todo ello, junto con una Administración pública local más interactiva, unos espacios públicos más seguros y accesibles para todos los ciudadanos y unos servicios sociales inteligentes (personalizados).” (Ontiveros et al., 2016; p.68)

IBM es una empresa estadounidense líder a nivel mundial en el sector de tecnologías de la información que a finales de la década de los noventa atravesó por una situación financiera complicada, misma que llevaría a la empresa a reorientar por completo su estrategia de posicionamiento de mercado hacia el desarrollo de tecnologías aplicables al desarrollo urbano.

En el quehacer de sus servicios de consultoría a gobiernos, IBM plantea que el funcionamiento de las ciudades se basa en seis grandes ejes sistemáticos: población, negocios, transporte, comunicaciones, agua y energía; y para que una ciudad se vuelva inteligente, deben hacer que los procesos al interior de estos sistemas sean instrumentados, interconectados e inteligentes. Por lo tanto, “una ciudad más inteligente es aquella que hace uso de la tecnología para transformar sus ejes sistemáticos y optimizar el consumo de los recursos finitos. Así entonces, al utilizar los recursos de una manera más inteligente, se fomentará la innovación, un factor clave en la competitividad y el crecimiento

económico. Por lo tanto, la inversión en sistemas más inteligentes es también una fuente de empleo sostenible.” (Dirks y Keeling, 2009; p.9)

Por su parte, para Juan Murillo (2015), responsable de Divulgación Analítica y Datos por el Bien Común en BBVA Data&Analytics, el término ciudad inteligente “es básicamente un neologismo creado para tratar de describir aquellos ámbitos urbanos en los que se están aplicando con diverso grado de éxito herramientas tecnológicas para tratar de dar solución a antiguos problemas que afectan a la sostenibilidad medioambiental y económica de las ciudades, y por tanto a la calidad de vida de los ciudadanos.” (Murillo, 2015; p.53)

KPMG (2017), una de las firmas líderes a nivel mundial en cuanto a servicios de consultoría refiere, define a la ciudad inteligente (o ciudad 4.0), como aquella que “persigue mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y el desarrollo sostenible a través de una gestión eficiente y responsable de los recursos y servicios de las ciudades. Los avances tecnológicos ofrecen posibilidades infinitas a las ciudades en los distintos ámbitos en los que se compone una Ciudad Inteligente.” (KMPG, 2017; p.25)

Finalmente, la empresa consultora McKinsey, considera que “las ciudades inteligentes hacen de los datos y de las tecnologías digitales en herramientas de trabajo con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.” (Woetzel et al., 2018; p.1)

Es importante revisar también las propuestas de definiciones brindadas por diversos organismos supranacionales. Por ejemplo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define a las ciudades inteligentes como “iniciativas o enfoques que aprovechan de manera efectiva la digitalización para impulsar el bienestar de los ciudadanos y ofrecer servicios y entornos urbanos eficientes, sostenibles e inclusivos, como parte de un proyecto que cuente con la participación de múltiples actores.” (OCDE, 2020; p.8)

Otro ejemplo de definición es brindado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la cual establece que “una Ciudad Inteligente y Sostenible es una ciudad innovadora que aprovecha las Tecnologías de la Información y la Comunicación y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia del funcionamiento y los servicios urbanos y la competitividad, al tiempo que se asegura de que responde a las necesidades de las

generaciones presente y futuras en lo que respecta a los aspectos económicos, sociales, medioambientales y culturales.” (UIT, 2016; p.13)

Tomando en consideración este aprendizaje adquirido, vale la pena formular una definición propia de ciudad inteligente, misma que servirá como referencia posteriormente para la estimación del IPCCI. Para efectos de este trabajo, una ciudad inteligente es un espacio urbano que goza de relevancia social y económica para el país en el que se ubica; donde, además, las TIC se encuentran disponibles tanto para autoridades, empresas y ciudadanos, para su aprovechamiento en la atención de problemas urbanos, así como catalizadoras del desarrollo.

2.2.2 Dimensiones que caracterizan a las ciudades inteligentes

Como se ha podido verificar, las diferencias entre las definiciones existentes en la literatura de una ciudad inteligente radican en la inclusión de uno o más dimensiones para explicar su principal razón de ser.

Un grupo de investigadores procedentes de la Universidad de Washington, la Universidad de Albany (EE.UU.), el Centro de Investigación y Docencias Económicas (México) y de la Universidad Laval (Canadá), identifican ocho categorías en las cuales se pueden clasificar las medidas realizadas en torno al desarrollo de ciudades inteligentes; éstas son: a) tecnología; b) gestión y organización; c) política; d) gobernanza; e) población y comunidades; f) economía; g) desarrollo de infraestructura y h) medio ambiente.¹²

Barrionuevo y compañía por su parte, identifican “cinco tipos de capital que contribuyen en que una ciudad sea inteligente: económico (PIB, desempeño industrial, operaciones internacionales, inversión extranjera); humano (talento, innovación, creatividad, educación); social (tradiciones, hábitos, religión, familias); ambiental (políticas energéticas, gestión de residuos y agua); institucional (compromiso civil, autoridades administrativas, elecciones).” (Barrionuevo et al.,2012; p.51)

¹² En este párrafo se hace referencia al trabajo de Alawadhi et al., 2012.

Nam y Pardo (2011) identifican tres dimensiones base para toda ciudad inteligente: una tecnológica (infraestructura en hardware y software); una poblacional (creatividad, diversidad y educación); y finalmente una institucional (gobernanza y política).

Por otro lado, Timeus, Vinaixa y Pardo-Bosch plantean que “todo modelo de negocio de ciudad inteligente debe definirse de modo tal que los gobiernos de las ciudades orienten sus servicios a la creación y distribución de valor para sus ciudadanos, siempre que sea económicamente viable, socialmente inclusivo, y sostenible ambientalmente.” (Timeus et al., 2020; p.2)

La empresa consultora McKinsey, contempla que para que se pueda hablar de que una ciudad es inteligente, deben coexistir tres capas en su interior: “Primero se encuentra la base tecnológica, la cual está conformada por una masa crítica de teléfonos inteligentes, así como de sensores interconectados a través de redes de alta velocidad. La segunda capa consiste en aplicaciones específicas. La traducción de datos en bruto en alertas, señales y acciones requiere de las herramientas correctas; es en este punto donde los proveedores de tecnología y desarrolladores de aplicaciones juegan un papel clave. Finalmente, la tercera capa consiste en el uso público de estas aplicaciones.” (Woetzel et al., 2018; p.2)

Autores como Cretu, Caragliu, Chiara y Nijkamp al sugerir definiciones para una ciudad inteligente, hacen referencia a un proyecto coordinado por el Centro de Estudios Regionales de la Universidad Tecnológica de Viena, en el cual se identifican seis dimensiones que conforman a toda ciudad inteligente: a) Smart economy; b) Smart mobility; c) Smart environment; d) Smart people; e) Smart living y f) Smart governance.¹³

Stawasz y Dorota amplían un poco el significado de cada una de estas seis dimensiones: (Stawasz y Dorota, 2015; p.19)

- Economía (Smart economy): Alta productividad, aprovechamiento y conjunción de los factores de producción, clima de innovación, elasticidad del mercado de trabajo.
- Transporte y comunicaciones (Smart mobility): El transporte y la comunicación digital basados en tecnologías avanzadas; uso racional y eficiente.

¹³ El estudio al que Caragliu, Chiara y Nijkamp hacen referencia es el de Giffinger et al., 2007.

- Medio ambiente (Smart environment): Optimización del uso de energía; disminución de emisión de contaminantes.
- Gente (Smart people): Promover la creación de sociedades de aprendizaje.
- Calidad de vida (Smart living): Ambiente amigable, acceso a servicios públicos; infraestructura técnica y social; altos niveles de seguridad; servicios culturales y recreativos; áreas verdes; etc.
- Administración inteligente (Smart governance): Desarrollo de un sistema de administración de las ciudades basado en tecnologías modernas que optimicen su funcionamiento.

Para, Sikora-Fernández, “estas dimensiones se basan en la teoría de competitividad de ciudades y regiones, capital social, gobernabilidad y nueva gestión pública, inscribiendo el uso de tecnologías avanzadas, entre los diferentes elementos.” (Sikora-Fernández, 2017; p.141)

Tomando en consideración las propuestas de definiciones de ciudad inteligente que se han explorado en este documento, El Cuadro 9 permite observar que las dimensiones en las que hay más acuerdo entre los autores son tecnología e innovación, gobernanza, cohesión social, economía, población y medio ambiente; las cuales corresponden prácticamente con las categorías definidas por la Universidad Tecnológica de Viena (2007).

Cuadro 9. Dimensiones que caracterizan a las ciudades inteligentes

Autor	Dimensiones								
	Tecnología e innovación	Gobernaza	Política	Cohesión social	Infraestructura	Movilidad	Economía	Población	Medio ambiente
Alawadhi et. al. (2012)	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
Alvarado (2018)	✓			✓				✓	✓
Angelidou (2014)	✓			✓			✓	✓	
Baron (2012)	✓			✓	✓		✓	✓	
Barrionuevo et. al. (2012)	✓	✓		✓			✓	✓	✓
Bouskela et.al. (2016)	✓	✓						✓	✓
Caragliu et.al. (2009)	✓	✓		✓			✓	✓	✓
Carrillo (2018, pp.7-8)	✓	✓					✓		
Chen (2010)	✓			✓			✓		
Cretu (2012)	✓							✓	
Dirks y Keeling (2009)	✓				✓	✓	✓	✓	
Fromhold-Eisebith (2017, p.3)	✓							✓	
Fundación Telefónica (2011)	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Giffinger et. al. (2007)		✓		✓		✓	✓	✓	✓
Komninos (2008)	✓			✓			✓	✓	
Komninos (2018)	✓						✓	✓	
KPMG (2017, p.25)	✓	✓		✓					✓
Murillo (2015)	✓			✓			✓	✓	✓
Nam y Pardo (2011)	✓	✓		✓			✓	✓	✓
OCDE (2020, p.8)	✓			✓	✓				
Ontiveros et al, (2016, p.68)	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓
Rózga (2018)	✓	✓		✓			✓	✓	
Sancino y Hudson (2020)	✓	✓		✓			✓	✓	
Sikora-Fernández (2017)				✓			✓	✓	✓
Stawasz y Dorota (2015)		✓		✓		✓	✓	✓	✓
Stimmel (2016, p.4)	✓			✓	✓		✓		✓
Timeus et. al. (2020)	✓	✓					✓	✓	✓
Townsend, (2013, p.6)	✓								
Turečková y Nevima (2020)	✓			✓			✓	✓	✓
UIT (2016, p.13)	✓			✓			✓	✓	✓
Woetzel et al. (2018, p.1)	✓			✓				✓	

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Indicadores de desempeño y ejemplos de soluciones inteligentes

Entre la literatura parece predominar el consenso entre los investigadores que han estudiado el tema de ciudades inteligentes con las dimensiones definidas por la Universidad Tecnológica de Viena (2007).

Lazaroui y Roscia (2012) parten de estas dimensiones y sugieren la construcción de un número índice que mida el peso de cada una de dichas categorías para algunas ciudades europeas. Los autores explican que, para cada una de las dimensiones consideradas, deben tomarse en cuenta indicadores que sean capaces de medir lo siguiente:

- **Smart economy:** Se requieren indicadores a nivel ciudad que reflejen al interior de ella el espíritu innovador y emprendedor; su atractivo para hacer negocios, el nivel de productividad, la flexibilidad del mercado laboral, así como su grado de inserción internacional.
- **Smart mobility:** Se requieren indicadores a nivel ciudad que reflejen al interior de ella el grado de accesibilidad local, nacional e internacional de transportes; la disponibilidad de infraestructura de TIC así como de sistemas innovadores y sustentables de transporte.
- **Smart environment:** Se requieren indicadores a nivel ciudad que reflejen aspectos como el atractivo natural de la misma, el nivel de contaminación, el grado de protección ambiental y el manejo de recursos sostenibles.
- **Smart people:** Indicadores asociados a aspectos tales como el nivel de calificación de los habitantes, pluralidad étnica y social, creatividad, participación en la vida pública, entre otros.
- **Smart living:** Para este rubro se requieren indicadores que permitan medir la disponibilidad de complejos culturales, la situación actual del servicio de salud pública, la calidad de las viviendas, la seguridad, atractivos turísticos, escuelas y universidades, etc.
- **Smart governance:** Finalmente, para este rubro se requieren indicadores que permitan medir qué tan transparente es un gobierno, la disponibilidad de servicios públicos, así como el grado de participación de los ciudadanos en la toma de decisiones.

La empresa consultora McKinsey, por otro lado, identifica la siguiente serie de aplicaciones que serán relevantes para las ciudades en 2050:

Cuadro 10. Soluciones relevantes para las ciudades en 2050

Seguridad	Cuidado de la salud	Movilidad	Energía
Vigilancia predictiva	Telemedicina	Información en tiempo real del tránsito	Sistemas de automatización de edificios
Mapeo del crimen en tiempo real	Monitoreo remoto de pacientes	Sistemas de pago digitales para transporte público	Sistemas de automatización de energía para el hogar
Detección de disparos de armas	Uso de <i>wearables</i>	Vehículos autónomos	Monitoreo de consumo de energía en el hogar
Vigilancia inteligente	Alertas de primeros auxilios	Mantenimiento predictivo de la infraestructura de transporte	Alumbrado público inteligente
Optimización de respuesta ante emergencias	Información en tiempo real de la calidad del aire	Señales de tráfico inteligente	Fijación dinámica de tarifas eléctricas
Cámaras usadas en el cuerpo	Vigilancia a enfermedades infecciosas	Estacionamientos inteligentes	Sistemas automatizados de distribución eléctrica
Sistemas de alerta temprana ante desastres	Intervenciones de salud pública basadas en datos	Uso de vehículos compartidos	
Aplicaciones de alerta personal	Cuidado de la salud online / citas médicas	Sistemas de navegación en tiempo real	
Sistemas de seguridad en el hogar	Sistema integrado de gestión de flujo de pacientes	Agrupación de cargas de paquetes	
Inspecciones de edificios basadas en datos			
Manejo de multitudes			
Agua	Residuos sólidos	Desarrollo económico y vivienda	Compromiso y comunidad
Monitoreo de consumo de agua	Seguimiento digital de recolección de residuos sólidos	Trámites en línea de permisos de operación para negocios	Servicios para la ciudadanía inteligentes
Detección y control de fugas	Optimización de las rutas de recolección de residuos	Trámites en línea de declaraciones de impuestos	
Sistemas de riego inteligentes		Educación personalizada	
Monitoreo de la calidad del agua		Centros de estudios locales en línea	
		Trámites en línea de permisos de construcción	

Fuente: Woetzel et al. (2018)

2.2.4 Actores que intervienen en el diseño de una ciudad inteligente

De acuerdo con el Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC), “el impulso de una ciudad inteligente es sumamente compleja,

ya que la implementación del concepto demanda el concierto de múltiples agentes –sector público, privado, academia y ciudadanos- en ámbitos diversos para impulsar el capital físico de la ciudad, así como su capital intelectual y social.” (Matus y Ramírez, 2016; p.10)

Matus y Ramírez (2016) recopilan algunas de las principales recomendaciones y líneas de acción que han sido formuladas por organismos internacionales para el impulso de ciudades inteligentes; a continuación, se abordan brevemente:

Líneas de acción generales:

- Definir una estrategia y plan de acción de ciudad inteligente que contemple la participación de asociaciones públicas y privadas.
- Promover la innovación de los servicios, tanto públicos como privados, disponibles para los ciudadanos a fin de mejorar su calidad de vida.
- Diseñar un mecanismo inteligente de gestión de ciudades orientada a resultados.
- Definir un esquema óptimo de cuantificación de avances y logros en torno al proyecto.

Recomendaciones para el sector industrial:

- Disponer de una estrategia clara en torno a su dinámica de inserción y participación de mercado en la ciudad inteligente.
- Identificar ventajas y propuestas de valor que puedan ser explotadas en el mercado.
- Crear un ecosistema integrado por empresas con distintas capacidades tecnológicas que permita complementar la oferta requerida para atender los requerimientos del proyecto de ciudad inteligente.
- Extender el ritmo de innovación tecnológica a rubros como el administrativo.

Recomendaciones para el sector público:

- Implementar modelos de negocios que se ajusten a las necesidades y expectativas que de las ciudades y del sector privado.¹⁴
- Promover la creación de alianzas con organismos pertenecientes tanto al sector privado como al sector académico.

¹⁴ Algunos ejemplos de modelos de negocio son: integración digital de servicios; revitalización de activos públicos; economía circular y participativa; tercerización de servicios públicos innovadores y estructuras de precios basadas en la demanda. (Ontiveros et al., 2016; p.185)

Adicionalmente, Ontiveros y otro grupo de autores (2016) identifican las siguientes características propias de los ciudadanos inteligentes:

Características de los ciudadanos inteligentes:

- El ciudadano inteligente tiene un elevado grado de conciencia medioambiental que condiciona la ejecución de sus actos; participa activamente y hace uso de la información disponible relacionada con la ciudad y las Administraciones públicas, así como de su derecho de implicarse en las decisiones de la ciudad.
- Es un agente colaborador fundamental de la Administración pública y de la Smart city, ya que de su interacción y provisión de información se extrae información de primera mano, en tiempo real, sobre el estado de las infraestructuras de la ciudad, de posibles incidencias o accidentes, de equipamientos o servicios disfuncionales, de necesidades no atendidas y de los diferentes aspectos, todos ellos relevantes, para el buen funcionamiento de las Smart city, que los sensores no pueden captar.
- Un ciudadano Smart es aquel que prioriza la movilidad a pie o en vehículos libres de emisiones, tales como la bicicleta o el coche eléctrico; utiliza el transporte público para mejorar la movilidad de la ciudad y reducir contaminación.
- El ciudadano de la Smart city tiene a su disposición los mecanismos y herramientas TIC para conocer y dar seguimiento al consumo de energía en su hogar y lugar de trabajo, así como al agua y otros recursos –naturales o no- realizado, contribuyendo, con las decisiones tomadas en función de dicha información de consumo, a que la ciudad en su conjunto consiga mayores cotas de eficiencia energética.

2.2.5 Proceso de conversión hacia una ciudad inteligente

“El proceso de conversión hacia un modelo de ciudad inteligente es gradual, diferenciando distintos grados de madurez a lo largo de su desarrollo.” (Ontiveros et al., 2016; 92)) Tomando en consideración lo anterior, se pueden identificar las siguientes fases de conversión:

- a) Integración vertical: Esta primera fase se lleva a cabo en diversas dimensiones, y consiste en “resolver en cada una de las áreas de gestión municipal los principales problemas de la ciudad y mejorar los puntos clave detectados. Esta etapa se basa en la

creación de infraestructuras o redes inteligentes aplicada a ámbitos y localizaciones específicas.” (Ontiveros et al., 2016; p.93)

b) Integración horizontal: “El segundo paso en la evolución de una Smart city es la unión de estos módulos independientes en una gran estructura centralizada de gestión transversal, que conecte la información y las actuaciones de cada una de las áreas con el objetivo de crear un ecosistema y, de esta forma, conseguir ganancias aún más amplias en la eficiencia y eficacia.” (Ontiveros et al., 2016; p.94)

c) Smart city conectada: “El último paso podría considerarse como la culminación de la ciudad inteligente desde la perspectiva de la tecnología, el momento en que se consigue implementar todas las herramientas necesarias para una gestión inteligente, con capacidad predictiva, de análisis y de reacción cercana al tiempo real de todos los servicios de la ciudad de forma conjunta.” (Ontiveros et al., 2016; p.98)

2.2.6 Críticas al concepto de ciudad inteligente

El término ciudad inteligente ha sido sujeto de diversas críticas; retomando el trabajo de Hollands (2008), pueden destacarse las siguientes:

- El uso del concepto de ciudad inteligente para caracterizar los cambios sociales, económicos y espaciales impulsados por las industrias creativas y de las TIC en las urbes puede llegar a minimizar algunos de los problemas de raíz que las ciudades realmente padecen. (Hollands, 2018; p. 304)
- El concepto no es preciso y la palabra “inteligente” es usada para diversos fines, incluso mercadológicos. (Hollands, 2018; p.305)
- El concepto ha creado una especie de mantra en las ciudades de que las TIC implican por sí mismas un proceso de regeneración urbana. (Hollands, 2018; p.307)
- Algunas de las ciudades autodenominadas como inteligentes hacen mucho énfasis en su proceso de desarrollo urbano dirigido por alianzas entre el sector privado y el sector público.

La OCDE (2020) identifica las siguientes fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas detrás de las iniciativas de ciudades inteligentes en los países que conforman dicha organización:

Figura 3. Análisis FODA de las iniciativas de ciudades inteligentes en los países miembros de la OCDE



Fuente: OCDE, 2020.

2.3 Construcción de indicadores para el análisis regional

La estimación de índices compuestos representa una herramienta útil en el estudio y diseño de políticas públicas de diversa índole. “La construcción de indicadores compuestos con el fin de analizar y evaluar el desempeño de los países, suele realizarse en múltiples áreas de la gestión pública tales como la Economía y sus diversos sectores (industria, agricultura, servicios, etc.) el desarrollo social y el análisis integrado del medio ambiente y su interacción con el desarrollo económico, sectorial y social. Estos indicadores compuestos también suelen aplicarse a la formulación de políticas de promoción de la innovación y la investigación científica.” (Schuschny y Soto, 2009; p.10)

Es importante comprender que un *índice* es un parámetro estadístico que proporciona la variación relativa de una magnitud (simple o compleja) a lo largo del tiempo, del espacio o en relación con un grado de avance o retroceso.

2.3.1 Estimación de índices compuestos a partir de ponderaciones simples

Un índice compuesto está diseñado para expresar y comprender un concepto complejo, es decir, una idea que requiere de varias variables o factores que destaquen los diferentes aspectos de este concepto complejo.

Por su simplicidad, una de las técnicas más utilizadas en la estimación de índices compuestos consiste en asignar un peso relativo a cada dimensión S_i que conforma el problema a analizar; lo anterior se puede expresar de la siguiente manera:

$$S_I = w_i NI_{i1} + w_i NI_{i2} + \dots + w_i NI_{inl} \quad (1)$$

“Donde $w = 1/n_l$ es el peso otorgado a los indicadores normalizados; NI_{ij} , el valor normalizado del indicador j para la dimensión i ; y n_l , la cantidad de indicadores de la dimensión i .” (Berrone et al., 2014; p.11)

Así entonces, la estimación del índice en cuestión se lleva a cabo agregando todas las subdimensiones calculadas mediante la expresión (1) de la siguiente manera:

$$\text{Índice} = qS_1 + qS_2 + \dots + qS_m \quad (2)$$

“donde $q = 1/m$ es el peso otorgado a los indicadores normalizados; S_i , el valor del indicador para la dimensión i ; y m , la cantidad de dimensiones.” (Berrone et al., 2014; p.11)

2.3.2 Análisis de componentes principales (ACP)

Una de las principales aplicaciones del ACP consiste en agrupar una serie de variables en subindicadores; este método fue planteado en términos geométricos originalmente por Karl Pearson en 1901, y posteriormente desarrollado algebraicamente por Harold Hotelling en 1933.

"El análisis de componentes principales consiste en una técnica estadística que transforma linealmente un conjunto original de variables en un conjunto sustancialmente menor de

variables no correlacionadas que representen la mayor parte de la información del conjunto original.” (Dunteman, 1989; p.7)

En otras palabras, el ACP busca “explicar la mayor parte de la variabilidad total observada en un conjunto de variables con el menor número de componentes posibles. Esto se logra transformando el conjunto de variables originales que generalmente tienen correlación entre sí, en otro conjunto de variables no correlacionadas, denominadas factores o componentes principales, relacionadas con las primeras a través de una transformación lineal, y que están ordenadas de acuerdo con el porcentaje de variabilidad total que explican. Se escoge de entre las componentes principales a las que explican la mayor variabilidad acumulada, reduciendo así la dimensión total del conjunto de información.” (Schuschny y Soto, 2009; p. 42)

Figura 4. Análisis de Componentes Principales

Las Componentes Principales son combinaciones lineales de las variables originales que pueden ser ordenadas en forma decreciente de acuerdo a la “cantidad de varianza” que ellas contribuyen a computar a partir de los datos originales. Por lo general, la mayor parte de la variabilidad de los datos originales queda condensada en las primeras componentes (las principales).

Formalmente, se parte de p variables, muestreadas sobre n (unidades de análisis) casos, esto es:

$x_{11}, \dots, x_{p1}, \dots, x_{1n}, \dots, x_{pn}$. Esta información puede expresarse matricialmente como:

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^{n \times p} \quad (1)$$

la matriz de covarianza muestral queda definida por:

$$\Sigma = E[(\mathbf{X} - E[\mathbf{X}])(\mathbf{X} - E[\mathbf{X}])^T] = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \cdots & \sigma_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \sigma_{n1} & \cdots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^{n \times n} \quad (2)$$

Por otro lado, partiendo de \mathbf{X} se puede calcular la matriz muestral de correlaciones \mathbf{R} . Las componentes principales pueden ser estimadas tanto a partir de la matriz de covarianza como la de correlación. Estas matrices nos brindan información acerca de la concomitancia en la variabilidad observada en las variables cuando son tomadas de a pares. Las variables que muestran una baja correlación serán candidatas a ser eliminadas del análisis:

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^{p \times p} \text{ con } r_{ij} = \frac{\text{cov}(x_i, x_j)}{\sqrt{\text{var}(x_i)\text{var}(x_j)}}, \quad 1 \leq i, j \leq p \quad (3)$$

Las componentes principales son un conjunto de variables ortogonales entre sí (no correlacionadas), que surgen de una transformación lineal de las variables originales, con la propiedad de contener en conjunto la misma varianza total que el conjunto original. La primer componente se construye de modo que contenga la máxima proporción posible de la varianza de los x 's, la segunda, la máxima de la varianza restante y así sucesivamente. Esto significa que las componentes quedan ordenadas con base en la información estadísticamente relevante que contienen, expresada por el porcentaje de varianza total explicada por cada una.

La primera componente principal se expresará como la combinación lineal:

$$\begin{pmatrix} Z_{11} \\ \vdots \\ Z_{1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{p1} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{1n} & \cdots & x_{pn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{11} \\ \vdots \\ u_{1p} \end{pmatrix} \text{ ó } \mathbf{Z}_1 = \mathbf{X} \cdot \mathbf{u}_1 \quad (4)$$

Resta conocer el vector \mathbf{u}_1 , que se obtiene maximizando la varianza $\text{Var}(\mathbf{Z}_1)$:

$$\begin{aligned} \text{Var}(\mathbf{Z}_1) &= \frac{\sum_{i=1}^n Z_{1i}^2}{n} = \frac{1}{n} \mathbf{Z}_1^T \mathbf{Z}_1 = \frac{1}{n} \mathbf{u}_1^T \mathbf{X}^T \mathbf{X} \mathbf{u}_1 \\ &= \mathbf{u}_1^T \left[\frac{1}{n} \mathbf{X}^T \mathbf{X} \right] \mathbf{u}_1 \end{aligned} \quad (5)$$

Fuente: Dunteman (1989, p.7).

Figura 4. (Continuación)

sujeta a la restricción de que la suma de los ponderadores al cuadrado sea igual a uno (condición de ortogonalidad), i.e.:

$$\sum_{j=1}^p u_1^2 \equiv u_1^T \cdot u_1 = 1 \quad (6)$$

Si las variables están normalizadas, la expresión entre corchetes de (5) es la matriz de correlaciones. Si las variables están sólo expresadas como desviaciones alrededor de la media, de acuerdo a (2), tenemos que tal expresión es la matriz de covarianza. Sin pérdida de generalidad, supongamos esta última situación, entonces:

$$\text{Var}(Z_1) = u_1^T \cdot \Sigma \cdot u_1 \quad (7)$$

Para maximizar (7) sujeta a la restricción (6), se procede usualmente construyendo el lagrangiano:

$$\mathcal{L} = u_1^T \cdot \Sigma \cdot u_1 - \lambda(u_1^T \cdot u_1 - 1) \quad (8)$$

Cuya condición de primer orden es:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial u_1} = 2\Sigma \cdot u_1 - 2\lambda u_1 = 0, \quad (\Sigma - \lambda I) \cdot u_1 = 0 \quad (9)$$

dado que u_1 es un vector no nulo, tenemos que λ es el autovalor de la matriz de covarianzas Σ y u_1 su autovector ($\Sigma \cdot u_1 = \lambda u_1$).

El resto de las componentes se obtienen de la misma manera, con la salvedad de que hay que introducir una restricción de ortogonalidad (no correlatividad) respecto de la primera: $u_2^T u_1 = 0$, y así se sigue sucesivamente, de manera tal que la j -ésima componente: Z_j deberá restringirse a satisfacer en la maximización la ortogonalidad respecto a todas las anteriores componentes:

$$u_j^T u_1 = 0, \dots, u_j^T u_{j-1} = 0, u_j^T u_j = 1 \quad (10)$$

Entonces, es posible ordenar las componentes de mayor a menor variabilidad explicada, la cual queda expresada en la magnitud de cada autovalor puesto que como: $u_j^T u_j = 1 \quad \forall 1 \leq j \leq p$, la varianza de Z_j es precisamente λ_j , i.e.:

$$\text{Var}(Z_j) = u_j^T \Sigma u_j = \lambda_j \quad (11)$$

El autovector de ponderación u_j de la componente Z_j está asociado al autovalor λ_j .

Asimismo, puesto que se obtuvo una base ortogonal, la variabilidad total observada en las variables originales puede definirse como la suma de sus varianzas, es decir la traza de la matriz Σ , o equivalentemente:

$$\text{Traza}(\Sigma) = \sum_{j=1}^p \lambda_j \quad (12)$$

Por consiguiente, el componente Z_j cuyo autovalor correspondiente es λ_j explica una fracción F_j de la variabilidad total, esto es:

$$F_j = \frac{\lambda_j}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \quad (13)$$

Fuente: Dunteman (1989, p.7).

Se pueden seguir calculando componentes principales hasta que se iguale el número de variables que conforman el conjunto de datos original; sin embargo, es importante tener en mente que serán los primeros componentes los que concentren la mayor proporción de la variación de las variables. Schuschny y Soto (2009, p.45) enlistan algunos de los criterios más relevantes:

- Criterio de Kaiser: Se sugiere descartar aquellos componentes cuyos autovalores sean inferiores a la unidad.

- Contraste de caída: Este método sugiere la elaboración de un gráfico de sedimentación, y al analizarlo, escoger aquellas componentes hasta el punto en que la curva decreciente converge a una línea horizontal.
- Porcentaje de varianza explicada: Consiste en acumular con los autovalores de mayor valor un porcentaje de la varianza explicada hasta alcanzar un nivel entre 70 y 80%.

2.3.3 Análisis factorial

“El análisis factorial es una técnica estadística de modelación de datos usada para explicar la variabilidad entre las variables observadas en términos de un número menor de variables no observadas llamadas factores. Las variables observadas se modelan como combinaciones lineales de factores más expresiones de error.” (Schuschny y Soto, 2009; p. 45)

En lugar de explicar la varianza máxima posible como lo hace el método de ACP, el análisis factorial busca reproducir al máximo las correlaciones entre las variables; otra característica que distingue al análisis factorial del ACP, es que en la primera técnica mencionada se determina el número de nuevas variables o factores que se utilizarán.

“El modelo matemático del análisis factorial es semejante al modelo de regresión múltiple. En este caso, los factores no son variables simples, sino dimensiones conformadas por un conjunto determinado de variables, las cuales serán explicadas linealmente en función de los factores seleccionados. En el análisis factorial, si los factores son obtenidos en base a las variables originales, cada variable será expresada como una combinación lineal de factores no observables directamente. Se consideran un conjunto de variables aleatorias x_1, x_2, \dots, x_p que serán explicadas por un conjunto de factores f_1, f_2, \dots, f_m y p factores únicos u_1, u_2, \dots, u_p ” (Adriazola et al., 2010; pp. 96-97)

En síntesis, el modelo de análisis puede expresarse de la siguiente manera:

$$x_1 = a_{11}f_1 + \dots + a_{1m}f_m + d_1u_1 \quad (3)$$

$$x_2 = a_{21}f_1 + \dots + a_{2m}f_m + d_2u_2$$

$$x_p = a_{p1}f_1 + \dots + a_{pm}f_m + d_pu_p$$

Fuente: Adriazola et al (2010, p. 97)

El modelo de análisis factorial descansa en dos teoremas principales:

Cuadro 11. Teoremas del Análisis Factorial

Teorema	Principios
Teorema 1	<p>a) La varianza total de una variable puede ser explicada en función de las varianzas independientes entre sí.</p> <p>b) La varianza no explicada corresponde a la varianza específica de la propia variable y a la varianza del error debido a errores aleatorios</p> $s_i^2 = s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_k^2 + s_u^2$ <p>Consecuentemente</p> $1 = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{ik}^2 + a_{iu}^2$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> * $a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{ik}^2 = h_i^2$ es la proporción de varianza total explicada por los factores 1 a k. * s_{im}^2 es la varianza no explicada, dada por la especificidad de la variable (E_i^2) y por la varianza del error (e_i^2). $1 = h_i^2 + s_{iu}^2 = h_i^2 + E_i^2 + e_i^2$
Teorema 2	<p>La proporción de la varianza total de una variable explicada por cada uno de los factores comunes puede ser expresada como un coeficiente de determinación (r^2). La raíz cuadrada de esta proporción es un coeficiente de correlación entre la variable y el factor. De esta manera,</p> $1 = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{ik}^2 + E_i^2 + e_i^2$ <p>donde:</p> $a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{ik}^2$ <p>son los coeficientes de correlación de la variable i con los factores 1,2,...,k. Luego las correlaciones estimadas entre los factores y las variables pueden ser utilizadas como estimación de las correlaciones entre las variables. Es decir,</p> $r_{xy} = \sum a_{xy}a_{yx}$

Fuente: Adriaola et al (2010, p. 97)

En cuanto a la aplicabilidad del análisis factorial, Mejía (2017, p.16) identifica los siguientes supuestos:

- Se pueden obviar los supuestos de normalidad, homocedasticidad y linealidad siendo conscientes de que su incumplimiento produce una disminución en las correlaciones observadas.
- Adicionalmente a las bases estadísticas para las correlaciones de la matriz de los datos, debe asegurarse también que la matriz tiene suficientes correlaciones para justificar la aplicación del análisis factorial.

- Si la inspección visual revela que no hay un número sustancial de correlaciones mayores a 0.30, entonces el análisis factorial es probablemente inapropiado.

Una vez que se ha evaluado la aplicabilidad del análisis factorial, se lleva a cabo el proceso de rotación factorial, el cual consiste en “hacer girar los ejes de las coordenadas, hasta que se aproximen a la nube de puntos de las variables, es decir a partir de sus pesos. La rotación factorial transforma la matriz factorial inicial en una matriz factorial rotada, la cual es una combinación lineal de la primera y por lo que el porcentaje de varianza explicada es la misma.” (Adriazola et al., 2010; p. 99)

Hecho lo anterior, se procede a interpretar los factores; a continuación, se presenta una guía para dicha labor:

Cuadro 12. Interpretación de factores en el Análisis Factorial

Paso	Descripción
Paso 1	Estudiar la composición de las saturaciones factoriales significativas de cada factor: a) A través de una representación gráfica de los ejes factoriales de dos en dos, la cual develará la estructura latente del factor, puesto que las variables saturadas de un factor aparecerán agrupadas. b) Ordenar las variables en función del peso de los factores sobre estas de tal manera que aparezcan agrupadas las variables con ponderaciones altas para el mismo factor. c) Eliminar las saturaciones bajas.
Paso 2	Proponer un nombre a los factores. En esta etapa juega un rol importante el marco teórico en el que se sustenta el estudio, considerando además la experiencia del investigador.

Fuente: Adriazola et al (2010, p. 99)

Tanto el ACP como el análisis factorial son dos de las técnicas más empleadas hoy en día en la construcción de indicadores de este tipo; por otro lado, para ambas técnicas se han desarrollado rutinas en softwares estadísticos de uso libre que facilitan su aplicación, como es el caso de RStudio.

Como se ha explicado previamente, ambas metodologías permiten reducir la dimensionalidad de las variables contempladas para el estudio; sin embargo, el análisis factorial tiene la bondad de permitir agrupar los factores de tal manera que el investigador puede comprender las bases y relaciones que lo conforman. Es por esa razón, que para la construcción del IPCCI se optará por emplear la técnica de análisis factorial.

2.4 Técnicas de estratificación de indicadores regionales

Para este proyecto de investigación, el principal propósito de la construcción del IPCCI consiste en brindar una calificación de las 74 ZM en el país, en función de sus capacidades observadas durante el periodo 2014-2020 para implementar una estrategia de conversión hacia una ciudad inteligente; para este fin, se sugieren las siguientes categorías:

- ZM con potencial Muy Alto.
- ZM con potencial Alto.
- ZM con potencial Alto-medio.
- ZM con potencial Medio.
- ZM con potencial Medio-bajo.
- ZM con potencial Bajo.

Para poder llevar a cabo esta clasificación, es importante elegir una técnica adecuada que justifique la inclusión de cada una de las ZM en la clasificación que se le asigne. A continuación, se revisarán brevemente dos técnicas: la regionalización homogénea y la estratificación Dalenius-Hodges.

2.4.1 Regionalización Homogénea

Esta metodología busca definir una serie de tipologías que permitan el estudio por estratos o grupos de las variables regionales consideradas; para este fin, se construye un índice de regionalización, el cual puede ser definido como la distancia entre la marca de clase y el valor medio de los datos agrupados. A continuación, se enlistan los pasos a seguir para llevar a cabo esta metodología:

- Se ordenan los datos de forma ascendente.
- Se define el número de intervalos a construir; por ejemplo, para este proyecto de investigación se sugieren 5 intervalos.
- Cálculo del rango y mediana sin agrupar.
- Cálculo de longitud de intervalo.
- Construir una tabla de frecuencias y definir límites inferior (Li) y superior (Ls) para cada intervalo.

- Cálculo del punto medio de cada intervalo: $X_i = (Li + Ls)/2$
- Hacer histogramas de frecuencias o polígono de frecuencias.
- Cálculo de media para datos agrupados y mediana para datos agrupados (Med_{Agrup}), tomando en cuenta la siguiente fórmula:

$$Med_{Agrup} = Li + \left(\frac{\frac{N}{2} - fa_A}{f_C} \right) i$$

donde:

(Li) Límite exacto inferior de la clase que contiene la mediana sin agrupar;

(N) Número total de observaciones;

(fa_A) Frecuencia acumulada de la clase precedente a la clase que contiene la mediana sin agrupar;

(f_C) Número de observaciones en la clase que contiene la mediana sin agrupar;

(i) Tamaño del intervalo de clase.

- Cálculo de Índice de Regionalización (Reg), tomando en cuenta la siguiente fórmula:

$$Reg = \left(\frac{X_i}{Med_{Agrup}} \right) * 100$$

- Establecer tipología.

2.4.2 Estratificación Dalenius-Hodges

Dalenius y Hodges (1959) plantean un método que permite construir estratos cuyos elementos tengan características homogéneas, y a su vez, garantizar la existencia de diferencias sustanciales entre los estratos; a este método también se le conoce como estratificación a partir de la varianza mínima.

El INEGI (2010) sugiere los siguientes pasos para llevar a cabo una estratificación mediante este método:

Sea n = número de observaciones y L = número de estratos.

- Se ordenan las n observaciones a estratificar de forma ascendente.

- Posteriormente, se agrupan las observaciones en J clases, donde $J = \min(L * 10, n)$.
- Se calculan los límites para cada clase considerando las siguientes expresiones:

$$\lim \inf C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k - 1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim \sup C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

- Una vez definidos los límites, se calcula la frecuencia de casos en cada clase $f_i = (i = 1, \dots, J)$.
- Se calcula la raíz cuadrada de la frecuencia de cada clase.
- Se obtiene la suma acumulada de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1}^i \sqrt{f_h} \quad (i = 1, \dots, J)$$

- Se divide el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{J} C_J$$

- Se definen los puntos de corte de cada estrato a partir del acumulado de la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase de acuerdo con esta regla: $Q, 2Q, \dots, (h - 1)Q$. Si Q queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presente la mínima distancia a Q . Los límites de los h estratos conformados serán aquellos correspondientes a los límites inferior y superior de las clases comprendidas en cada estrato.

Para fines de este proyecto, se optará por estratificar los resultados del IPCCI mediante la técnica de Dalenius-Hodges.

2.5 Técnicas de tratamiento de información utilizadas

Como se detallará en los capítulos 3 y 4, la construcción del IPCCI para cada uno de los años que conforman el periodo de estudio considera 36 variables que pueden clasificarse en 6 grandes rubros, mismos que a su vez reflejan las principales características de una ciudad inteligente.

La información requerida para la estimación del IPCCI fue obtenida a través de diversas fuentes públicas, de las cuales, no toda estaba disponible para todos los años del periodo de estudio. Por tal razón, y con la finalidad de poder contar con una base de datos consistente y con el suficiente número de observaciones en cada uno de los años de estudio, en algunos casos se recurrieron a una serie de técnicas de tratamiento y estimación de datos faltantes que se resumirán a continuación:

a) *Interpolación a partir de valores extremos*: En aquellos casos donde se cuenta con información para valores extremos de un subperiodo, se opta por estimar la tasa media de crecimiento anual (TMCA) correspondiente a partir de la siguiente fórmula:

$$TMCA = \left[\left\{ \frac{x_n}{x_1} \right\}^{\{1/n-1\}} \right] - 1$$

Donde x_1 y x_n corresponden al valor inicial y final del subperiodo; mientras que n corresponde al número de años que conforman el subperiodo.

Una vez calculada esta TMCA, ésta es utilizada para calcular los valores intermedios de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 * (1 + TMCA) \\ x_3 &= x_{21} * (1 + TMCA) \\ &\dots \\ x_{n-1} &= x_{n-2} * (1 + TMCA) \end{aligned}$$

b) *Pronósticos a partir de TMCA*: En aquellos casos donde se aprecia una tendencia pronunciada a lo largo de un periodo, se opta por estimar la TMCA correspondiente al mismo, y utilizar para pronosticar el año para el cual no se dispone de información tal y como se hizo en el método anteriormente descrito.

c) *Promedios móviles ponderados*: “Este método promedia los datos correspondientes a n de periodos para pronosticar el valor del próximo periodo.” (Hillier y Lieberman, 2010; p. 27-7)

$$F_{t+1} = \sum_{i=t-n+1}^t \frac{x_i}{n}$$

Adicionalmente, puede asignarse un peso específico a cada valor de x_i , permitiendo que las observaciones más recientes tengan mayor influencia sobre el resultado del pronóstico que las más antiguas.

d) *Suavización exponencial*: Para llevar a cabo pronósticos mediante este método, se recurre a la siguiente fórmula:

$$F_{t+1} = \alpha x_t + (1 - \alpha)F_t$$

Donde α es un valor que asume valores entre 0 y 1; y recibe el nombre de *constante de suavización*. Así entonces, “el pronóstico consiste en una suma ponderada de la última observación x_t y el valor pronosticado del periodo que recién concluyó F_t ”. (Hillier y Lieberman, 2010; p. 27-7)

De acuerdo con Hillier y Lieberman (2010, p. 27-8), esta técnica da un mayor peso al valor x_t , mientras que para los valores precedentes la ponderación será menor. Los autores agregan que una de las principales desventajas de este método se encuentra en la dificultad de elegir un valor apropiado para la constante de suavización; vale la pena considerar que a medida que α asuma valores cercanos a 1, el pronóstico dependerá más de las observaciones más recientes.

Capítulo 3. Capacidades tecnológicas de las Zonas Metropolitanas de México para implementar estrategias viables de conversión a ciudades inteligentes durante el periodo 2014-2020

Las ciudades mexicanas cuentan con características específicas que las ubican en mejor o peor posición para implementar una estrategia que les permita convertirse en una ciudad inteligente; dichas estrategias deben contemplar en su totalidad la definición de ciudad inteligente y las características inherentes a ella.

Siguiendo la definición propuesta en el capítulo anterior, toda ciudad inteligente debe contar con las características:

Cuadro 13. Características de las ciudades inteligentes

Eje temático	Características
Emprendedurismo e innovación	En la ciudad existe una oferta disponible de soluciones de TIC.
	En la ciudad existe una oferta disponible de programas a nivel licenciatura orientados a formar capacidades gerenciales de potenciales emprendedores.
	En la ciudad existe una oferta disponible de programas a nivel licenciatura orientados a formar capital humano con capacidades de desarrollo de soluciones de TIC.
	La ciudad cuenta con un número significativo de oficinas y centros de investigación y tecnología.
Infraestructura inteligente	La ciudad cuenta con infraestructura con alto contenido tecnológico que facilita el ejercicio del servicio de seguridad pública.
	La ciudad adopta un modelo de crecimiento vertical.
	La ciudad cuenta con infraestructura suficiente de servicio de telefonía pública.
	La ciudad cuenta con infraestructura de servicio de internet.
Gobierno electrónico	Los ciudadanos tienen la opción de hacer uso de medios digitales para consultar información sobre cualquier índole, interactuar con servidores públicos, e incluso dar seguimiento a algún trámite.
Sociedad conectada	Los ciudadanos tienen acceso a servicios de telefonía fija y celular, así como de internet.
	Existen alternativas para los ciudadanos de hacer uso de diversas plataformas digitales de transporte.
Atención a problemas urbanos	La incidencia delictiva en la ciudad se ve disminuida gracias a la aplicación de soluciones de TIC como herramienta en el ejercicio del servicio de seguridad pública.
	Las TIC mejoran la eficiencia de los servicios de salud de la ciudad, previniendo un mayor número de defunciones en la misma.
	Las autoridades y los ciudadanos fomentan el uso de medios de transporte alternativos, tales como vehículos no motorizados.
	La ciudad cuenta con sistemas de monitoreo de consumo de agua que propician su cuidado.

Eje temático	Características
	La ciudad cuenta con sistemas de optimización de rutas de recolección de residuos; y por tanto cuenta con una flotilla de vehículos suficiente para dicha función.
	La ciudad promueve un uso eficiente de energía eléctrica.
	En la ciudad existen alternativas de soluciones tecnológicas financieras que propician la realización de transacciones cotidianas.
	Las autoridades son capaces de prever la agudización de problemas urbanos; por lo tanto, diseñan estrategias para mitigar el impacto negativo de dichos fenómenos.

Fuente: Elaboración propia.

3.1 Emprendedurismo e innovación

Las ciudades inteligentes se caracterizan por contar con una oferta disponible de soluciones de TIC; lo anterior implica la presencia de empresas, así como de asociaciones y clústeres industriales. De acuerdo con cifras del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México existen cerca de 54 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.¹⁵

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar a la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI), así como a la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de la Información.

Por un lado, la CANIETI nace en 1935 como la Asociación de Distribuidores de Radio del Distrito Federal; y no sería sino hasta 2007 que adoptaría su nombre actual. La cámara cuenta actualmente con aproximadamente 1,000 afiliados, 6 sedes regionales y 12 oficinas al interior del país. Por otro lado, la AMITI ve la luz en 1985 bajo la figura de la Asociación Nacional de la Industria de Programas para Computadoras; posteriormente, en 1997

¹⁵ La consultora Select Estrategia (2014), en un estudio realizado a petición de la Secretaría de Economía, ha definido las siguientes actividades económicas como parte de la industria de las TI de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN): Edición de software y edición de software integrada con la reproducción (5112); Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados (5415); Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados (5182); Servicios de postproducción y otros servicios para la industria fílmica y del video (51219); Servicios de recepción de llamadas telefónicas y promoción por teléfono (561422); Servicios de administración de negocios (5611); Fabricación de computadoras y equipo periférico (3341); Fabricación de equipo de comunicación (3342); Comercio al por mayor de mobiliario, equipo, y accesorios de cómputo (435411); Comercio al por menor de mobiliario, equipo y accesorios de cómputo, teléfonos y otros aparatos de comunicación (46621) y Servicios de telecomunicaciones (517).

adoptaría su nombre actual e incorporaría a las industrias del hardware, software y servicios relacionados. Actualmente la asociación cuenta con 300 socios.

Vale la pena destacar la existencia en el país del Consejo Nacional de Clústeres de Software y Tecnologías de Información (mxTI), el cual está integrado por 19 clústeres correspondientes a 20 entidades federativas; de los cuales, los primeros en surgir fueron el clúster de tecnologías de información de Aguascalientes (InnovaTia) y el Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (IJALTI), ambos fundados en el año 2002.

El desarrollo de software tiene un impacto positivo en la productividad de cualquier proceso, por lo tanto, esta actividad económica debe ser considerada como estratégica para toda ciudad inteligente. De acuerdo con cifras de la Secretaría de Economía (2018), en México existen 781 centros de desarrollo certificados en modelos de calidad vigentes como: Capability Maturity Model Integration (CMMI), NMX-059/01-NYCE-2005 MoProsoft y Team Software Process Performance and Capability Evaluation (TSP - PACE).

Finalmente, la disponibilidad de programas y egresados de licenciatura afines a las TIC (ej.: Ingeniería en administración de sistemas, Ingeniería de software, Ingeniería en ciencias computacionales, Ingeniería en Informática, etc.) así como a áreas de Administración y Negocios (ej.: Contador Público, Licenciatura en Administración de empresas, Licenciatura en Mercadotecnia, etc.), y la existencia de oficinas y centros de investigación, complementa el desarrollo de un ecosistema de productividad, emprendedurismo e innovación propio de toda ciudad inteligente.¹⁶ Las variables sugeridas para evaluar este componente son las siguientes:

Cuadro 14. Indicadores de emprendedurismo e innovación

No.	Variable	Tipo	Cobertura temporal	Disponibilidad geográfica	Fuente
1	Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC	Absoluta	2008-2018	Municipio	INEGI-Censos Económicos
2	Porcentaje de unidades económicas	Razón	2008-2018	Municipio	INEGI-Censos Económicos

¹⁶ De acuerdo con el SCIAN, las unidades económicas dedicadas a la investigación científica y desarrollo en diversas ciencias se clasifican bajo el rubro de *Servicios de investigación científica y desarrollo* (5417)

No.	Variable	Tipo	Cobertura temporal	Disponibilidad geográfica	Fuente
	relacionadas con la industria de las TIC cuyo tamaño es de 251 o más personas				
3	Presencia de asociaciones o clústeres industriales de TI	Nominal	2002-2020	Municipio	MXTI / CANIETI / AMITI
4	Empresas de desarrollo de software certificadas	Absoluta	2006-2016	Municipio	Secretaría de Economía
5	Programas a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios	Absoluta	2011-2020	Municipio	ANUIES
6	Programas a nivel licenciatura afines a TIC	Absoluta	2011-2020	Municipio	ANUIES
7	Egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios	Absoluta	2011-2020	Municipio	ANUIES
8	Egresados a nivel licenciatura afines a TIC	Absoluta	2011-2020	Municipio	ANUIES
9	Oficinas de investigación y tecnología por ciudad	Absoluta	2008-2018	Municipio	INEGI-Censos Económicos

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Infraestructura inteligente

Las ciudades inteligentes se caracterizan por contar con una infraestructura de alto contenido tecnológico que facilita el ejercicio del servicio de seguridad pública entre otras funciones. De acuerdo con cifras del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), en 2019 había en el país más de 340 mil botones de pánico y cerca de 34 mil cámaras de vigilancia.¹⁷

¹⁷ De acuerdo con el INEGI (2020), los botones de pánicos son aquellos dispositivos capaces de producir una alarma silenciosa o una alarma local en caso de emergencias o situaciones de riesgo.

La planificación de espacios urbanos debe ser capaz de satisfacer las crecientes necesidades de sus habitantes al menor costo posible; en ese sentido, “las ciudades que crecen en vertical son más sostenibles de cara a gestionar el crecimiento urbano, ya que aprovechan mejor el espacio y tienen mayor capacidad de optimizar el uso de recursos.” (Ontiveros et al., 2016; p.64) De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), a junio de 2020 existen más de 46 mil viviendas verticales en el país.

Si bien cada vez es menor el número de usuarios de casetas telefónicas, la infraestructura existente en cuanto a líneas de telefonía pública puede ser explotada a través de nuevos mecanismos de negocio para las operadoras de dichas líneas que impliquen espacios de publicidad y acceso de internet inalámbrico gratuito; elementos que complementarían los puntos de acceso a internet ya disponibles.¹⁸

Las variables sugeridas para evaluar este componente son las siguientes:

Cuadro 15. Indicadores de infraestructura inteligente

No.	Variable	Tipo	Cobertura temporal	Disponibilidad geográfica	Fuente
1	Botones de pánico	Absoluta	2014-2018	Municipio	INEGI-CNGMDT
2	Cámaras de vigilancia	Absoluta	2014-2018	Municipio	INEGI-CNGMDT
3	Rascacielos en la ciudad	Absoluta	1905-2020	Ciudad	Skyscraper
4	Viviendas verticales en la ciudad	Absoluta	2014-2020	Municipio	SNIIV
5	Líneas de servicio de telefonía pública	Absoluta	2015-2019	Municipio	IFT
6	Acceso a internet de fibra óptica	Absoluta	2013-2019	Municipio	IFT
7	Acceso a internet con otras tecnologías	Absoluta	2013-2019	Municipio	IFT

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Gobierno electrónico

¹⁸ De acuerdo con cifras del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), a diciembre de 2019 en el país había más de 19 millones de accesos del servicio de internet comercializados a usuarios finales por medio de las siguientes tecnologías: DSL (cable de par de cobre), cable coaxial (módem), fibra óptica, satelital, tecnología terrestre, entre otras.

Las autoridades locales detrás de toda estrategia de conversión hacia una ciudad inteligente deben brindar a los ciudadanos las opciones suficientes de canales digitales para consultar información sobre cualquier índole, interactuar con servidores públicos, e incluso dar seguimiento a algún trámite. La variable sugerida para evaluar este componente es la siguiente:

Cuadro 16. Indicadores de gobierno electrónico

No.	Variable	Tipo	Cobertura temporal	Disponibilidad geográfica	Fuente
1	Tipo de servicios brindados por la administración pública municipal a través de su sitio web. (La variable asume el valor 1 si el municipio brinda servicios informativos; 2 para el caso de servicios interactivos y/o servicios transaccionales; y 0 en otro caso.)	Nominal	2009-2018	Municipio	INEGI-CNGMDT

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Sociedad conectada

En toda ciudad inteligente, los ciudadanos deben contar con herramientas tecnológicas que les permitan adquirir técnicas y conocimientos constantemente, además de desarrollarse profesional y personalmente. Los servicios de telefonía fija y celular, internet, así como el acceso a equipos de cómputo se vuelen esenciales en el quehacer cotidiano de los ciudadanos; e incluso son considerados como derechos constitucionales.¹⁹

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019, en México hay 80.6 millones de usuarios de internet y 86.5 millones de usuarios de teléfonos celulares; de estos usuarios de teléfonos móviles, nueve de cada diez disponen de un celular inteligente. (INEGI, 2020b)

Los celulares inteligentes son uno de los principales mecanismos que utilizan los mexicanos para conectarse a Internet; de acuerdo con los resultados de la ENDUTIH 2019, el 94.7% de los usuarios de Internet lo hacen a través de uno de estos dispositivos.

¹⁹ El artículo 6º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que “el Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet.” (DOF, 2020)

Es importante destacar que los usuarios de Internet mediante celular inteligente instalaron aplicaciones en sus teléfonos; de los cuales, 86.4% corresponde a aplicaciones de mensajería instantánea, 80.8% a redes sociales, 69.6% a aplicaciones para acceder a contenidos de audio y video; y 43.2% a aplicaciones de tránsito y navegación asistida.

“La creciente adopción de internet y de dispositivos conectados ha habilitado el desarrollo y apropiación de herramientas y plataformas de contenidos audiovisuales, transporte, comida y provisiones entre otros. Esto ha dinamizado sectores de la economía como la industria restaurantera y el transporte privado.” (CIU, 2020)

Las operaciones de Uber en México comenzaron en 2013, y actualmente cuenta con una participación de mercado de 80%; adicionalmente se pueden acceder además a los servicios de plataformas como Cabify (14%), Didi (4%), Beat (1%), e Easy Taxi (1%).²⁰

Las variables sugeridas para evaluar este componente son las siguientes:

Cuadro 17. Indicadores de sociedad inteligente

No.	Indicador	Tipo de información	Cobertura temporal	Disponibilidad geográfica	Fuente
1	Plataformas digitales de transporte	Nominal	2013-2020	Ciudad	Páginas web
2	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con telefonía fija	Razón	2010 y 2015	Municipio	INEGI
3	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con telefonía celular	Razón	2010 y 2015	Municipio	INEGI
4	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con computadora	Razón	2010 y 2015	Municipio	INEGI
5	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con Internet	Razón	2010 y 2015	Municipio	INEGI

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Atención a problemas urbanos

Como se mencionó anteriormente, el análisis de las ciudades inteligentes debe comprender el impacto que las TIC tienen en variables de índole social; por lo tanto, deben ser contempladas como herramientas en la atención de problemas urbanos, las cuales “se

²⁰ Fuente: The Competitive Intelligence Unit, 2020.

encuentran disponibles en múltiples dominios: seguridad, movilidad, salud, energía, agua, gestión de residuos, desarrollo económico e inmobiliario, entre otros.” (Woetzel et al., 2018; p.2)

“La seguridad es un componente crucial que mide la calidad de vida en toda ciudad. Por lo tanto, puede decirse que toda ciudad inteligente debe ser una ciudad segura a su vez.” (Lacinák y Ristvej, 2017; p.524) De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (2020), durante el periodo comprendido de enero a julio de 2020 se han registrado más de un millón de presuntos delitos, siendo el Estado de México, la Ciudad de México, Jalisco, Guanajuato y Baja California las entidades con mayor afectación en esta materia.

La salud pública puede ser definida como “el arte y la ciencia de promover la salud, prevenir defunciones, y prolongar la vida a través de esfuerzos organizados de la sociedad.” (Nutbeam, p.352 1998, citado por Pacheco Rocha et al. 2019) Tomando en cuenta esta noción de salud pública, es innegable que las TIC pueden tener un impacto significativo en la prevención de defunciones en una ciudad. De acuerdo con cifras del INEGI, durante el periodo 2011-2018 se registraron más de 652 mil defunciones en promedio al año; siendo la Ciudad de México, el Estado de México, Veracruz, Jalisco y Puebla las entidades con mayores registros.

Por otro lado, entre los principales retos que las ciudades inteligentes deben hacer frente, destaca el de “la necesidad de un cambio del modelo de movilidad hacia un sistema sostenible que incluya una combinación de transporte público y privado más eficiente energética y espacialmente, además del aumento de transporte no motorizados.” (Pérez et al., 2011; p.115)

En las ciudades inteligentes, además “se debe destacar el papel que desempeñan los sistemas de abastecimiento de agua y su creciente exigencia, tanto por parte de los usuarios finales como de las instituciones y empresas encargadas de su gestión, mantenimiento y operación, en sus niveles de calidad y eficiencia en el suministro.” (Herrera et al., 2012; p.10) De esta manera, cobran gran relevancia aquellas aplicaciones que sean capaces de ofrecer datos en tiempo real referentes al consumo de agua, su nivel de presión,

entre otras características; y que a su vez permitan ser insumos útiles para la toma de decisiones de las autoridades municipales.

Aunado a los aspectos mencionados anteriormente, un estudio desarrollado por la empresa consultora McKinsey identifica entre otros aspectos, los siguientes como algunas de las soluciones relevantes para las ciudades en 2050: seguimiento digital y optimización de rutas de recolección de residuos sólidos; sistemas de automatización de energía para edificios y hogares; alumbrado público inteligente; información en tiempo real de la calidad de aire, entre otros. (Woetzel et al., 2018)

En el ámbito económico, las tecnologías financieras, también conocidas como *fintech*, juegan un papel importante en el surgimiento de soluciones innovadoras que contribuyen a incrementar la inclusión financiera en el país. De acuerdo con cifras de Finnovista (2020), en México operan más de 400 empresas fintech; de las cuales, 20% desarrollan soluciones de medios de pago y transferencias, así como gestión de préstamos.

Para el caso de las ciudades mexicanas, la pandemia de COVID-19 acentuó muchos problemas que ya estaban presentes; entre ellos pueden ser mencionados la desigualdad y la segregación social, sistemas de transporte y movilidad saturados e inseguros, espacios públicos excluyentes, y la falta de acceso a servicios digitales y de educación, entre otros. El IPCCI no se ha diseñado para comprender el impacto de esta crisis sanitaria en las ciudades mexicanas; sin embargo, permite identificar algunos de los aspectos que requerirán atención en el proceso de recuperación por el cual se atravesará en los próximos años, y en el que el modelo de ciudades inteligentes puede jugar un papel clave.

Por mencionar un ejemplo de lo anterior, uno de los efectos más graves de la pandemia en términos económicos consistió en la interrupción de la cadena de suministros de muchas industrias a nivel mundial; evidenciando la relevancia de contar con una economía diversificada en cuanto a presencia de sectores.

Las variables sugeridas para evaluar este componente son las siguientes:

Cuadro 18. Indicadores de atención a problemas urbanos

No.	Variable	Tipo	Cobertura temporal	Disponibilidad geográfica	Fuente
1	Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes	Razón	2011-2020	Municipio	Secretariado del Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública
2	Defunciones	Absoluta	1990-2018	Municipio	INEGI
3	Vehículos motorizados en circulación	Absoluta	1980-2018	Municipio	INEGI
4	Macromedidores instalados en tomas de agua	Absoluta	2009-2018	Municipio	INEGI-CNGMDT
5	Número de vehículos para la recolección de residuos sólidos	Absoluta	2009-2018	Municipio	INEGI-CNGMDT
6	Toneladas diarias de residuos sólidos recolectadas	Intervalo	2009-2018	Municipio	INEGI-CNGMDT
7	Consumo de electricidad por municipio	Intervalo	2010-2019	Municipio	CFE
8	Número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta	Absoluta	2011-2020	Municipio	CNBV
9	Población	Intervalo	2010-2020	Municipio	CONAPO
10	Demanda de infraestructura educativa (crecimiento anual de la población de 3 a 24 años)	Intervalo	2010-2020	Municipio	CONAPO
11	Población en edad productiva	Intervalo	2010-2020	Municipio	CONAPO
12	Complejidad económica	Absoluta	2011-2020	Municipio	INEGI-DENUE
13	Densidad poblacional	Intervalo	2011-2020	Municipio	CONAPO

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Proceso de conversión hacia una ciudad inteligente

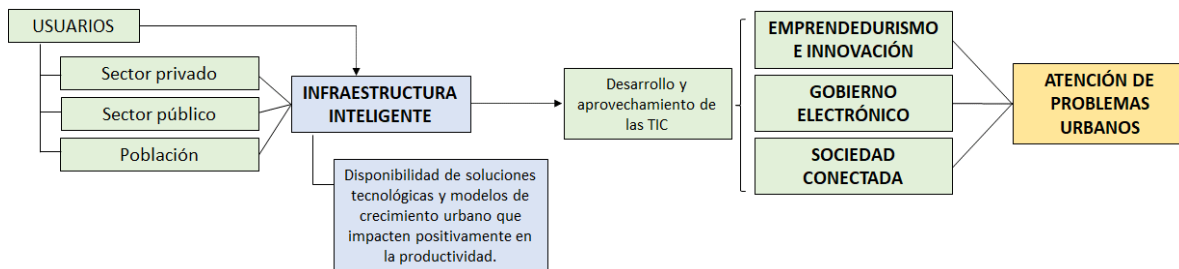
La implementación de una estrategia de conversión a ciudad inteligente requiere del diseño de políticas de desarrollo regional que propicien que las ciudades alcancen un determinado grado de madurez, mismo que se logrará a medida que éstas cubran las características que han sido descritas a lo largo de este capítulo.

Analizar el diseño de una política regional no es una tarea sencilla; por el contrario, requiere de un estudio detenido que bien podría dar cabida a un proyecto de investigación por sí mismo. Es importante tomar en cuenta la existencia de una gran variedad instrumentos para su diseño, así como de mecanismos para su evaluación.

Para el objeto de estudio de este proyecto de investigación, estas políticas deben contemplar líneas de acción alineadas a la creación de una infraestructura tecnológica basada en el impulso al emprendedurismo y la innovación. En el siguiente capítulo se analizarán algunos ejemplos de este tipo de políticas que han sido contemplados en los planes de desarrollo de las entidades que concentran las ZM con mayor potencial para implementar estrategias de conversión a ciudades inteligentes.

A manera de síntesis, la Figura 5 ilustra el proceso de conversión que las ciudades deben seguir para convertirse en *inteligentes*.

Figura 5. Proceso de conversión hacia una ciudad inteligente



Fuente: Elaboración propia.

Como se abordará en el siguiente capítulo, los resultados del IPCCI permiten identificar seis tipos de ciudades en función de su potencial para implementar estrategias de conversión a ciudades inteligentes: 1) ciudades con potencial muy alto; 2) ciudades con potencial alto; 3) ciudades con potencial medio; 4) ciudades con potencial bajo; 5) ciudades con potencial muy bajo; y 6) ciudades con potencial nulo.

Capítulo 4. Potencial de Conversión a Ciudades Inteligentes de las Zonas Metropolitanas de México

4.1 Estimación del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente

4.1.1 Pertinencia y aportaciones del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente (IPCCI)

En México, el modelo de ciudades inteligentes ha sido pocas veces estudiado y existe poca claridad en torno a su significado; por lo tanto, en contados casos ha buscado ser aplicado por gobiernos locales y no existe una estrategia nacional que contemple su aplicación.

Como ya ha sido mencionado anteriormente, a nivel internacional se han realizado diversos estudios que evalúan cuáles son las ciudades más inteligentes a nivel mundial, como es el caso del Índice Cities in Motion (ICIM); o bien, para el caso de las ciudades españolas, el Índice Smart.

Sin embargo, salta a la vista la inexistencia de uno que aborde el concepto de ciudad inteligente como eje temático para el caso mexicano.

El IPCCI, a diferencia de los ejemplos previamente mencionados, no evalúa el grado de inteligencia de las ciudades mexicanas; en su lugar, hace énfasis en la factibilidad de las 74 Zonas Metropolitanas del país para convertirse en ciudades inteligentes. Dicho en otras palabras, el IPCCI identifica las características y las capacidades actuales de las Zonas Metropolitanas mexicanas que las ubican en mejor o peor posición para implementar una estrategia de conversión en una ciudad inteligente.

Así entonces, conforme las ciudades cumplan con las características descritas en el Cuadro 13, se acercarán más a la definición de una ciudad inteligente; por lo tanto, podrán poner en marcha estrategias que contemplen líneas de acción orientadas al aprovechamiento de las TIC en la resolución de problemas urbanos de diversa índole.

Es importante hacer esta aclaración ya que la medición de las capacidades de las Zonas Metropolitanas mexicanas para convertirse en ciudades inteligentes sugerida en esta investigación obedece, entre otros, a los siguientes factores:

- Tanto el ICIM como el Índice Smart fue concebido por universidades y agencias de investigación españolas. España es un referente a nivel mundial en cuanto a la implementación del modelo de ciudades inteligentes refiere. La existencia de esta estrategia dota a las autoridades e instituciones españolas de experiencia en la materia de gestión de ciudades inteligentes, la cual en México es prácticamente nula; por tal razón, la definición de métricas no puede ser idéntica para aquellas ciudades en las que ya se cuentan con experiencias de proyectos de conversión a ciudades inteligentes que en aquellas donde se quiere evaluar la factibilidad de implementar estrategias similares.
- Los indicadores propuestos para cada una de las dimensiones que conforman al IPCCI, además de buscar cumplir con las características enunciadas en el Cuadro 13, obedecen a la disponibilidad de información reciente en fuentes públicas y oficiales.

Estos factores no implican necesariamente que el IPCCI no pueda ser estimado para diferentes ciudades a nivel mundial; de hecho, su aplicación tendría cabida para el caso de aquellas urbes interesadas en evaluar la factibilidad de la puesta en marcha de una estrategia de conversión a ciudad inteligente.

4.1.2 Variables utilizadas en la estimación de IPCCI.

La estimación del IPCCI contempla la utilización de 36 indicadores que evalúan las capacidades de las ciudades mexicanas para implementar una estrategia de conversión hacia una ciudad inteligente en función de su desempeño a lo largo de 2014-2020. A continuación, se enlistan estas variables:

- *Unidades económicas relacionadas con la industria de TIC:*

Corresponde a la identificación de unidades estadísticas a partir de los Censos Económicos de 2009, 2014 y 2019 con dedicación a actividades económicas afines a las TIC en instalaciones fijas.²¹

²¹ Se identifican las siguientes ramas de actividad económica como afines a las TIC: fabricación de computadoras y equipo periférico; fabricación de equipo de comunicación; comercio al por mayor de mobiliario, equipo, y accesorios de cómputo; comercio al por menor de mobiliario, equipo y accesorios de cómputo, teléfonos y otros aparatos de comunicación; edición de software y edición de software integrada con la reproducción; servicios de postproducción y otros servicios para la industria filmica y del video; servicios de telecomunicaciones; procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados; servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados; servicios de administración de negocios; y servicios de recepción de llamadas telefónicas y promoción por teléfono.

- *Porcentaje de unidades económicas relacionadas con la industria de TIC cuyo tamaño es de 251 o más personas*

Se obtiene de identificar a aquellas unidades estadísticas a partir de los Censos Económicos de 2009, 2014 y 2019 con dedicación a actividades económicas afines a las TIC en instalaciones fijas, y que cumplen el criterio de que su personal ocupado total es de 251 o más personas. Posteriormente, se contrasta esta identificación con el total de unidades económicas con dedicación a actividades económicas afines a las TIC en instalaciones fijas.

- *Presencia de asociaciones o clústeres industriales de TI*

Asume el valor 1 si se verifica la presencia de alguna asociación o clúster industrial relacionado con la industria de las TIC en la Zona Metropolitana; en otro caso asume el valor 0.

- *Empresas de desarrollo de software certificadas*

Corresponde al número de empresas de desarrollo de software certificadas en modelos de calidad como Capability Maturity Model Integration CMMI, NMX-059/01-NYCE-2005 MoProsoft, Team Software Process Performance and Capability Evaluation (PACE) TSP-PACE.

- *Programas a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios*

Corresponde al número de programas de licenciatura ofrecidos en la ZM por universidades, que sean afines al campo formación académica de Administración y Negocios de acuerdo con la clasificación sugerida por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). Los registros por cada año corresponden al inicio del ciclo escolar en curso; por ejemplo, para el año 2011 se contempla información correspondiente al ciclo escolar 2011-2012.

- *Programas a nivel licenciatura afines a TIC*

Corresponde al número de programas de licenciatura ofrecidos en la ZM por universidades, que sean afines a los campos de formación académica de Ciencias de la computación y Tecnología de la Información y la Comunicación de acuerdo con la clasificación sugerida por la ANUIES. Los registros por cada año corresponden al inicio del ciclo escolar en curso; por ejemplo, para el año 2011 se contempla información correspondiente al ciclo escolar 2011-2012.

- *Egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios*

Corresponde al número de egresados de programas de licenciatura ofrecidos en la ZM por universidades, que sean afines al campo formación académica de Administración y

Negocios de acuerdo con la clasificación sugerida por la ANUIES. Los registros por cada año corresponden al inicio del ciclo escolar en curso; por ejemplo, para el año 2011 se contempla información correspondiente al ciclo escolar 2011-2012.

- *Egresados a nivel licenciatura afines a TIC*

Corresponde al número de egresados de programas de licenciatura ofrecidos en la ZM por universidades, que sean afines a los campos de formación académica de Ciencias de la computación y Tecnología de la Información y la Comunicación de acuerdo con la clasificación sugerida por ANUIES. Los registros por cada año corresponden al inicio del ciclo escolar en curso; por ejemplo, para el año 2011 se contempla información correspondiente al ciclo escolar 2011-2012.

- *Oficinas de investigación y tecnología por ciudad*

Corresponde a la identificación de unidades estadísticas a partir de los Censos Económicos de 2009, 2014 y 2019 con dedicación a actividades económicas afines a la dotación de servicios de investigación científica y desarrollo en instalaciones fijas.

- *Botones de pánico*

Corresponde a la cantidad de botones de pánico que se encontraban en funcionamiento en las ZM al cierre de los años 2014, 2016 y 2018.

- *Cámaras de vigilancia*

Corresponde a la cantidad de cámaras de vigilancia que se encontraban en funcionamiento en las ZM al cierre de los años 2014, 2016 y 2018.

- *Número de rascacielos*

Corresponde al número de rascacielos (edificios de al menos 12 pisos o 35 metros de altura) en la ZM.

- *Viviendas verticales*

Corresponde al número de viviendas verticales en la ZM.

- *Líneas de telefonía pública*

Corresponde al número de líneas de telefonía pública en la ZM.

- *Internet de fibra óptica*

Corresponde al número de accesos a internet mediante fibra óptica en la ZM.

- *Acceso a internet con otras tecnologías*

Corresponde al número de accesos a internet mediante otras tecnologías distintas a la fibra óptica (DSL, cable coaxial, satelital y terrestre fijo inalámbrico) en la ZM.

- *Tipo de servicios brindados por la administración pública a través de su sitio web*

La variable asume el valor 1 si el municipio brinda servicios informativos; 2 para el caso de servicios interactivos y/o servicios transaccionales; y 0 en otro caso.

- *Plataformas digitales de transporte*

La variable asume el valor 1 si la ciudad cuenta con el servicio de alguna de estas plataformas (Uber, Didi, Cabify, EasyTaxi y Beat) y 0 en otro caso.

- *Viviendas con telefonía fija*

Porcentaje de viviendas particulares habitadas con telefonía fija.

- *Viviendas con telefonía celular*

Porcentaje de viviendas particulares habitadas con telefonía celular.

- *Viviendas con computadora*

Porcentaje de viviendas particulares habitadas con computadora.

- *Viviendas con internet*

Porcentaje de viviendas particulares habitadas con internet.

- *Incidencia delictiva*

Razón de delitos cometidos en la ZM por cada 100 mil habitantes.

- *Defunciones*

Número de defunciones ocurridas en la ZM.

- *Vehículos motorizados*

Vehículos de motor registrados en circulación en la ZM.

- *Macromedidores instalados en tomas de agua*

Tomas de agua en operación para abastecimiento público que cuentan con macromedidores funcionando.

- *Vehículos de recolección de residuos sólidos*

Número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos.

- *Recolección de residuos sólidos*

Toneladas promedio diarias recolectadas.

- *Alambrado público*

Cantidad de lámparas y/o luminarias funcionales que forman parte del servicio de alumbrado público.

- *Economía intensiva en energía*

Gasto por consumo de energía eléctrica para la producción en la ZM (millones de pesos).

- *Terminales punto de venta*

Número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta (millones).

- *Población*

Número de habitantes (millones).

- *Demanda de infraestructura educativa*

Número de habitantes de 5 a 24 años (millones).

- *Población en edad productiva*

Número de habitantes de 15 a 59 años (millones).

- *Complejidad económica*

Coeficiente de especialización económica; valores cercanos a 1 reflejan mayor especialización, por otro lado, valores cercanos a 0 implican mayor grado de diversificación.

- *Densidad poblacional*

Habitantes por kilómetro cuadrado.

4.1.3 Fuentes de información consultadas.

Las variables sugeridas en la composición del IPCCI primordialmente pueden ser consultadas en las siguientes fuentes de consulta:

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES): La ANUIES compila anualmente información estadística de la población escolar y del personal docente para los niveles de educación media superior y superior; además presenta el Catálogo de Programas de Estudio de Licenciatura y Posgrado de instituciones afiliadas a la ANUIES. La información proporcionada por la ANUIES se encuentra disponible desde el ciclo escolar 2010-2011 hasta el ciclo escolar 2019-2020.²²
- Censos Económicos 2009, 2014 y 2019: INEGI desarrolla cada cinco años este ejercicio, a partir del cual se recopila información estadística sobre todos los establecimientos productores de bienes, comercializadores de mercancías y prestadores de servicios a un alto nivel de detalle geográfico y sectorial.
- Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 y 2020: Este ejercicio elaborado por el INEGI, de periodicidad decenal, arroja información estadística en torno al perfil demográfico y socioeconómico de la población a nivel nacional, estatal, municipal y para localidades con 50 mil o más habitantes. Para efectos de esta investigación,

²² Para efectos de la estimación del IPCCI, se considerará para cada año el valor correspondiente al final del cada ciclo escolar.

resulta de gran interés el conjunto de datos referente a la disponibilidad de las TIC en las viviendas particulares.

- Comisión Nacional Bancaria y de Valores: La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), publica periódicamente información referente al sector financiero en su micrositio denominado Portafolio de Información.
- Consejo Nacional de Población: El Consejo Nacional de Población (CONAPO) cuenta con la atribución definida en la Ley General de Población de llevar a cabo proyecciones orientadas a conocer la dinámica del crecimiento poblacional en el corto, mediano y largo plazo; el más reciente trabajo atendiendo dicha atribución se ve reflejado en las *Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2015*.
- INEGI-CNGMDT: Desde el año 2009, el INEGI ha venido realizando bienalmente este ejercicio estadístico, el cual busca medir el desempeño de las instituciones públicas de cada municipio y demarcación territorial de la Ciudad de México, en los ámbitos de seguridad pública, justicia municipal, agua potable, residuos sólidos urbanos y medioambiente. Para efectos de esta investigación, se hará énfasis en los módulos de “Administración Pública municipal” y “Seguridad Pública”; los cuales arrojan información para el cierre del año anterior que antecede al levantamiento censal.
- INEGI-DENUE: El DENUE brinda datos de identificación y ubicación para más de 5 millones de unidades económicas; cuya consulta puede realizarse en función de su actividad económica de acuerdo con la clasificación SCIAN y su tamaño.²³
- Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT): El Banco de Información de Telecomunicaciones del IFT resulta de utilidad para esta investigación pues entre su repertorio de datos, puede consultarse información a nivel municipal relacionada con el servicio fijo y móvil de telefonía, así como del servicio fijo de acceso a internet. La información presentada para estos temas es mensual y data desde 2013 para las series relacionadas con la información de acceso a internet; y desde 2015 para el caso de la información de líneas de telefonía pública.
- Secretariado del Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública: Mensualmente, este organismo publica información referente a incidencia delictiva en el país, comprendida como la presunta ocurrencia de delitos registrados en averiguaciones

²³ Por *unidad económica*, INEGI (2020c) identifica dos tipos: a) establecimientos, que son unidades económicas que en una sola ubicación física, combinan acciones y recursos bajo el control de una sola entidad propietaria para realizar alguna actividad económica; y b) empresas, las cuales representan organizaciones con propiedad de una sola entidad jurídica que pueden realizar una o más actividades económicas, con autonomía en la toma de decisiones de mercadeo, financiamiento e inversión, y pueden ubicarse en varios domicilios.

previas iniciadas o carpetas de investigación, mismos que fueron reportados por las Procuradurías de Justicia y Fiscalías Generales de las entidades federativas.

- Sistema Nacional de Información de Cultura (SNIC): Operado por la Secretaría de Cultura, el SNIC tiene la función de compilar información útil para el diseño y planeación de políticas en materia cultural. Para efectos de esta investigación, resulta de gran interés el conjunto de datos referente a la disponibilidad de las TIC en las viviendas particulares, información que se encuentra disponible a nivel municipal para el año 2015.
- Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV): La Comisión Nacional de Vivienda integra en el SNIIV información a nivel municipal en torno al inventario de vivienda disponible desde 2014 a la fecha.
- Skyscraper: El portal de Skyscraper cuenta con una amplia base de datos conformada por información sobre más de 100 mil rascacielos para cerca de 7 mil ciudades a nivel mundial.²⁴

4.1.4 Periodicidad del IPCCI y técnicas de estimación utilizadas

El Cuadro 19 ilustra la disponibilidad de información para cada uno de los años contemplados en el periodo de análisis de este trabajo de investigación. Los espacios señalizados en verde indican que la información está disponible para ese año; los espacios en rojo indican la ausencia de información; por otro lado, los espacios en amarillo indican que los valores correspondientes a esos valores fueron estimados.

Cuadro 19. Disponibilidad temporal de las variables utilizadas en la estimación del IPCCI

No.	Componente	Variable	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1	Emprendedurismo e innovación	Unidades económicas relacionadas con la industria de TIC	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	
2		Porcentaje de unidades económicas relacionadas con la industria de TIC cuyo tamaño es de 251 o más personas	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	
3		Presencia de asociaciones o clústeres industriales de TI	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
4		Empresas de desarrollo de software certificadas	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
5		Programas a nivel licenciatura afines a	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow

²⁴ La base de datos de Skyscraper considera que un rascacielos es aquella edificación de 12 o más pisos.

No.	Componente	Variable	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
		Administración y Negocios										
6		Programas a nivel licenciatura afines a TIC										
7		Egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios										
8		Egresados a nivel licenciatura afines a TIC										
9		Oficinas de investigación y tecnología por ciudad										
10	Infraestructura inteligente	Botones de pánico										
11		Cámaras de vigilancia										
12		Rascacielos en la ciudad										
13		Viviendas verticales en la ciudad										
14		Líneas de servicio de telefonía pública										
15		Internet de fibra óptica										
16		Accesos a internet con otras tecnologías										
17	Gobierno electrónico	Tipo de servicios brindados por la administración pública municipal a través de su sitio web										
18	Sociedad conectada	Plataformas digitales de transporte										
19		Viviendas con telefonía fija										
20		Viviendas con telefonía celular										
21		Viviendas con computadora										
22		Viviendas con internet										
23	Atención a problemas urbanos	Incidencia delictiva										
24		Defunciones										
25		Vehículos motorizados										
26		Macromedidores instalados en tomas de agua										
27		Vehículos de recolección de residuos sólidos										
28		Recolección de residuos sólidos										
29		Alambrado público										
30		Economía intensiva en energía										
31		Terminales punto de venta										
32		Población										
33		Demanda de infraestructura educativa										
34		Población en edad productiva										
35		Complejidad económica										
36		Densidad poblacional										

Fuente: Elaboración propia.

En el apartado 2.5. se brinda una breve explicación de las técnicas empleadas para lograr construir una base de datos sólida y sin observaciones no disponibles. Finalmente, para la estimación propia del IPCCI, se optó por utilizar la técnica de análisis factorial, misma que fue explicada en el apartado 2.3.3 de este documento²⁵.

4.2 Resultados del Índice de Potencial de Conversión a Ciudad Inteligente

Como ha sido referido en la sección anterior, para el cálculo del IPCCI se ha utilizado la técnica de análisis factorial. En el Cuadro 20 se presentan los resultados del IPCCI estimados para las 74 ZM del país para el periodo 2014-2020. Por otro lado, el nivel de potencial de cada una de las ZM para implementar una estrategia de conversión a ciudad inteligente se califica de la siguiente manera: Muy Alto, Alto, Alto-medio, Medio, Medio-bajo y Bajo²⁶.

Cuadro 20. Ranking de ZM del país en función del IPCCI

Ranking	Zona Metropolitana	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Potencial
1	Valle de México	246.13	244.70	248.79	161.76	153.37	159.01	244.68	Muy Alto
2	Monterrey	35.85	36.50	34.05	53.44	56.45	54.21	34.60	Alto
3	Guadalajara	37.93	37.41	33.61	53.94	54.62	51.45	34.18	Alto
4	Puebla-Tlaxcala	27.38	30.68	29.32	18.75	18.34	18.50	29.87	Alto
5	Querétaro	14.57	17.76	17.51	11.87	12.13	12.75	20.55	Alto
6	Tijuana	21.27	18.93	17.62	12.05	11.82	11.97	18.02	Alto
7	León	7.55	13.49	12.78	8.20	8.53	8.73	12.61	Alto
8	Toluca	6.88	11.08	10.50	7.03	7.21	7.29	12.02	Alto-medio
9	Juárez	8.13	8.44	11.29	7.08	7.22	7.32	11.81	Alto-medio
10	Aguascalientes	7.06	7.17	9.72	6.27	6.37	5.99	9.35	Alto-medio
11	Cuernavaca	8.81	8.40	10.27	5.99	5.37	4.71	6.71	Alto-medio
12	Chihuahua	6.65	5.27	6.34	8.59	11.00	9.79	5.78	Alto-medio
13	Cancún	6.79	5.27	5.71	3.77	2.48	3.49	5.74	Alto-medio
14	Mexicali	5.72	5.27	7.76	4.99	4.66	4.20	5.45	Alto-medio
15	San Luis Potosí	2.34	2.30	4.71	7.40	7.72	7.20	4.82	Alto-medio
16	Mérida	5.03	4.52	5.64	7.93	8.10	6.88	4.55	Alto-medio
17	Hermosillo	4.21	3.68	5.97	3.63	3.52	2.89	4.29	Alto-medio
18	Morelia	5.05	5.22	1.34	2.53	2.48	2.46	3.76	Alto-medio
19	Oaxaca	1.00	1.48	1.31	0.65	-0.60	1.00	2.63	Alto-medio
20	Saltillo	0.29	0.20	1.94	2.96	3.73	3.13	2.39	Alto-medio
21	La Laguna	-0.62	-0.68	0.86	0.79	3.60	2.80	1.84	Alto-medio

²⁵ La estimación del IPCCI para cada uno de los años que conforman el periodo de estudio se realizó con ayuda del software libre R Studio; en la sección de Anexos se detallará brevemente la metodología implementada.

²⁶ Para llevar a cabo esta estratificación se recurrió a la técnica de Dalenius-Hodges, cuyo desarrollo se aborda en la sección de Anexos.

Ranking	Zona Metropolitana	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Potencial
22	Villahermosa	2.73	1.91	-0.14	1.79	1.58	1.29	1.77	Alto-medio
23	Culiacán	2.28	2.20	1.74	2.66	3.25	2.80	1.21	Medio
24	Colima-Villa de Álvarez	-0.81	-0.90	-0.92	-1.48	-1.03	-0.71	-0.29	Medio
25	Puerto Vallarta	-2.95	-2.94	-2.08	-2.08	-0.86	-0.55	-0.29	Medio
26	Veracruz	0.48	0.52	0.17	-0.16	0.15	-0.17	-0.46	Medio
27	Acapulco	-1.57	-1.83	-1.44	-0.70	-0.24	-0.19	-0.49	Medio
28	Xalapa	-0.26	-0.10	-0.32	-1.12	-0.61	-1.92	-0.89	Medio
29	Pachuca	-1.03	-0.82	-0.74	-1.32	-1.44	-1.73	-1.12	Medio
30	La Paz	-0.27	-0.36	-0.87	-0.94	-1.19	-0.24	-1.46	Medio
31	Durango	-2.62	-3.00	-3.09	-5.59	-7.90	-3.23	-2.16	Medio
32	Ensenada	-3.87	-3.92	-4.08	-2.47	-3.63	-1.23	-2.24	Medio
33	Celaya	-4.03	-3.60	-3.68	-3.14	-3.13	-4.33	-2.69	Medio
34	Ciudad Victoria	-1.32	-1.85	-1.92	-3.41	-3.40	-4.08	-2.88	Medio
35	Tuxtla Gutiérrez	-1.96	-2.29	1.45	-3.64	-3.80	-5.15	-3.29	Medio
36	Tepic	-2.06	-2.06	-2.31	-4.30	-4.39	-5.48	-3.63	Medio
37	Mazatlán	-11.01	-11.12	-5.36	-3.62	-3.37	-2.51	-3.96	Medio
38	Reynosa	-3.70	-3.95	-6.22	-9.97	-8.01	-5.93	-4.06	Medio
39	Tampico	-3.45	-3.63	-3.70	-2.63	-2.24	-2.64	-4.68	Medio
40	Matamoros	-4.97	-4.74	-5.69	-10.93	-8.98	-7.13	-4.69	Medio
41	Cuatla	-6.42	-6.22	-5.83	-8.99	-8.47	-8.92	-5.34	Medio
42	Nuevo Laredo	-4.70	-4.60	-4.51	-7.48	-7.75	-8.70	-5.79	Medio
43	Campeche	-6.69	-6.42	-8.34	-9.24	-8.62	-8.99	-6.00	Medio-bajo
44	Guanajuato	-7.39	-7.63	-5.37	-3.75	-3.49	-4.01	-6.52	Medio-bajo
45	Tlaxcala-Apizaco	-6.34	-6.62	-6.46	-10.06	-9.54	-10.46	-6.86	Medio-bajo
46	Nogales	-6.91	-6.84	-7.39	-4.85	-7.20	-4.56	-6.87	Medio-bajo
47	Zacatecas-Guadalupe	-5.93	-6.45	-6.96	-4.71	-5.77	-4.85	-7.53	Medio-bajo
48	Tianguistenco	-12.21	-12.39	-13.50	-15.93	-13.83	-13.15	-7.60	Medio-bajo
49	Hidalgo del Parral	-6.78	-6.92	-6.50	-10.77	-11.15	-11.71	-7.70	Medio-bajo
50	Tehuacán	-11.22	-11.41	-8.87	-13.77	-15.44	-13.23	-8.08	Medio-bajo
51	Piedras Negras	-6.80	-7.88	-8.38	-5.66	-6.66	-5.79	-9.07	Medio-bajo
52	Ocotlán	-7.62	-8.26	-8.79	-13.92	-16.31	-14.32	-9.25	Medio-bajo
53	Guaymas	-8.60	-8.49	-8.26	-13.21	-15.64	-14.03	-9.30	Medio-bajo
54	Moroleón-Uriangato	-10.90	-11.20	-12.53	-19.09	-16.92	-14.44	-9.36	Medio-bajo
55	Zamora	-9.75	-9.71	-9.50	-15.22	-15.10	-15.25	-9.68	Medio-bajo
56	Tula	-10.05	-10.20	-9.81	-15.23	-14.99	-15.42	-9.93	Medio-bajo
57	Poza Rica	-9.15	-9.18	-8.97	-14.26	-14.38	-15.22	-10.06	Medio-bajo
58	Tapachula	-15.03	-15.17	-10.52	-16.83	-16.58	-16.46	-10.45	Medio-bajo
59	Tulancingo	-16.15	-16.36	-15.81	-9.42	-9.35	-7.70	-10.54	Medio-bajo
60	Córdoba	-9.64	-9.78	-10.48	-6.89	-7.92	-6.99	-10.58	Medio-bajo
61	Monclova-Frontera	-8.72	-8.57	-9.06	-5.96	-5.76	-6.48	-10.60	Medio-bajo
62	Coatzacoalcos	-5.93	-5.90	-7.98	-4.05	-3.48	-6.95	-11.16	Medio-bajo
63	Chetumal	-12.61	-12.59	-12.88	-8.13	-8.65	-7.55	-11.28	Medio-bajo
64	Chilpancingo	-9.96	-9.79	-10.54	-6.89	-7.97	-7.25	-11.60	Medio-bajo
65	Minatitlán	-11.87	-12.04	-11.63	-18.13	-17.82	-18.35	-12.22	Medio-bajo

Ranking	Zona Metropolitana	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Potencial
66	Delicias	-12.25	-12.41	-12.83	-8.39	-7.77	-8.31	-12.89	Medio-bajo
67	Orizaba	-6.27	-7.52	-9.35	-7.11	-7.33	-8.81	-15.02	Bajo
68	La Piedad-Pénjamo	-15.00	-15.17	-12.91	-20.55	-23.17	-25.38	-16.45	Bajo
69	San Francisco del Rincón	-15.59	-15.98	-16.72	-10.94	-10.26	-10.74	-16.47	Bajo
70	Acayucan	-14.25	-14.32	-13.85	-21.97	-24.40	-26.12	-17.08	Bajo
71	Rioverde	-19.42	-19.69	-20.61	-13.36	-13.80	-12.78	-19.18	Bajo
72	Tecomán	-18.76	-19.25	-20.33	-13.36	-12.47	-13.02	-19.70	Bajo
73	Teziutlán	-19.38	-19.85	-20.72	-13.49	-12.54	-13.06	-19.75	Bajo
74	Tehuantepec	-21.11	-20.84	-25.23	-18.85	-15.37	-18.26	-27.93	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

Cada una de las ZM evaluadas comparten características que les permite ser parte de cada uno de los estratos sugeridos en el párrafo anterior; a continuación, éstas se describen brevemente:

Zonas Metropolitanas con potencial Muy Alto y Alto

Puede inferirse que las Zonas Metropolitanas con potencial muy alto y alto para implementar estrategias de conversión en ciudades inteligentes corresponden con aquellas que han propiciado procesos de concentración económica espacial y economías de aglomeración. En otras palabras, estas ciudades son las que mayor crecimiento han demostrado a nivel nacional, tanto en términos poblacionales como de infraestructura. A continuación, se enlistan las principales características de estas ciudades:

- Cuentan con una amplia presencia de empresas relacionadas con la industria de las TIC; adicionalmente, en estas ciudades existe una mayor disponibilidad de capital humano especializado en áreas de administración y negocios, así como las propias TIC.
- En cuanto a infraestructura, estas ciudades se caracterizan por haber desarrollado una serie de inversiones en materia de dotar al espacio urbano de soluciones tecnológicas aplicadas a diversos ámbitos, como lo son la existencia de cámaras de seguridad y botones de pánico. De igual manera, estas ciudades cuentan con un mayor número de accesos de internet instalados.
- Los ciudadanos de estas ciudades tienen la facultad de realizar trámites, así como consultar información directamente de las autoridades completamente en línea.
- Los ciudadanos tienen accesos a servicios de movilidad a través de plataformas digitales.

- En promedio, 49% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía fija.
- En promedio, 88% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía celular.
- En promedio, 46% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con computadoras o tabletas.
- En promedio, 54% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de internet.
- Estas ciudades son las que tienen un mayor número de problemas urbanos que atender en su agenda de política pública (mayores tasas de incidencia delictiva y defunciones, mayor generación de residuos sólidos, mayor consumo energético, mayor número de vehículos motorizados en circulación y mayor densidad poblacional).

Figura 6. Características de las ZM con potencial Muy Alto y Alto para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente



Fuente: Elaboración propia.

Zonas Metropolitanas con potencial Alto-medio

Por otro lado, las Zonas Metropolitanas con potencial Alto-medio para implementar estrategias de conversión en ciudades inteligentes también han propiciado procesos de concentración económica espacial y economías de aglomeración; sin embargo, éstos no han tenido los mismos alcances que en las Zonas Metropolitanas con potencial alto. A continuación, se enlistan las principales características de estas ciudades:

- Cuentan con una presencia considerable de empresas relacionadas con la industria de las TIC; adicionalmente, en estas ciudades hay disponibilidad de capital humano especializado en áreas de administración y negocios, así como las propias TIC; aunque no en las proporciones de las ZM con alto potencial.
- En cuanto a infraestructura, estas ciudades se caracterizan por aún no haber desarrollado las inversiones suficientes en materia de dotar al espacio urbano de soluciones tecnológicas aplicadas a diversos ámbitos, como lo son la existencia de cámaras de seguridad y botones de pánico. De igual manera, estas ciudades cuentan con un limitado número de accesos de internet instalados.
- Los ciudadanos de estas ciudades tienen la facultad de realizar trámites, así como consultar información directamente de las autoridades completamente en línea.
- En la mayoría de los casos, los ciudadanos tienen accesos a servicios de movilidad a través de plataformas digitales.
- En promedio, 41% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía fija.
- En promedio, 88% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía celular.
- En promedio, 44% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con computadoras o tabletas.
- En promedio, 50% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de internet.
- Estas ciudades si bien cuentan con un considerable número de problemas urbanos que atender en su agenda de política pública; éstos son de menor proporción en comparación con las Zonas Metropolitanas de potencial alto.

Figura 7. Características de las ZM con potencial Alto-medio para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente



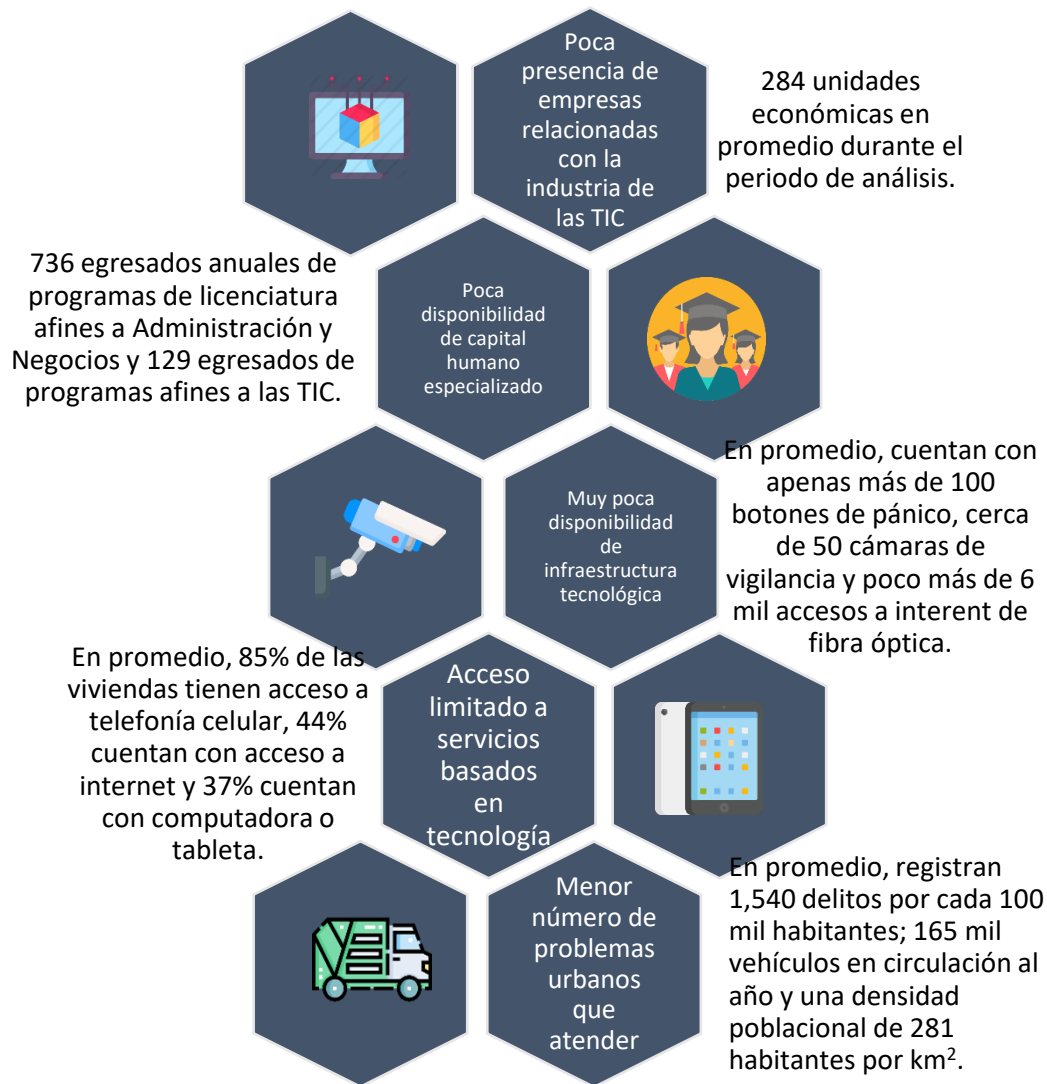
Fuente: Elaboración propia.

Zonas Metropolitanas con potencial Medio y Medio-bajo

Las Zonas Metropolitanas con potencial Medio y Medio-bajo para implementar estrategias de conversión en ciudades inteligentes no reflejan la existencia de procesos típicos de concentración económica espacial y economías de aglomeración. A continuación, se enlistan las principales características de estas ciudades:

- Cuentan con una pobre presencia de empresas relacionadas con la industria de las TIC, así como de capital humano especializado en áreas de administración y negocios, y las propias TIC.
- En cuanto a infraestructura, estas ciudades se caracterizan por aún no haber desarrollado las inversiones suficientes en materia de dotar al espacio urbano de soluciones tecnológicas aplicadas a diversos ámbitos. Estas ciudades cuentan con un reducido número de accesos de internet instalados.
- Los ciudadanos de estas ciudades tienen la facultad de realizar trámites, así como consultar información directamente de las autoridades completamente en línea.
- En la mayoría de los casos, los ciudadanos no tienen accesos a servicios de movilidad a través de plataformas digitales.
- En promedio, 39% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía fija.
- En promedio, 85% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía celular.
- En promedio, 37% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con computadoras o tabletas.
- En promedio, 44% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de internet.
- Estas ciudades cuentan con un considerable número de problemas urbanos que atender en su agenda de política pública; sin embargo, éstos son de menor proporción en comparación con las Zonas Metropolitanas de potencial alto y medio.

Figura 8. Características de las ZM con potencial Medio y Medio-bajo para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente



Fuente: Elaboración propia.

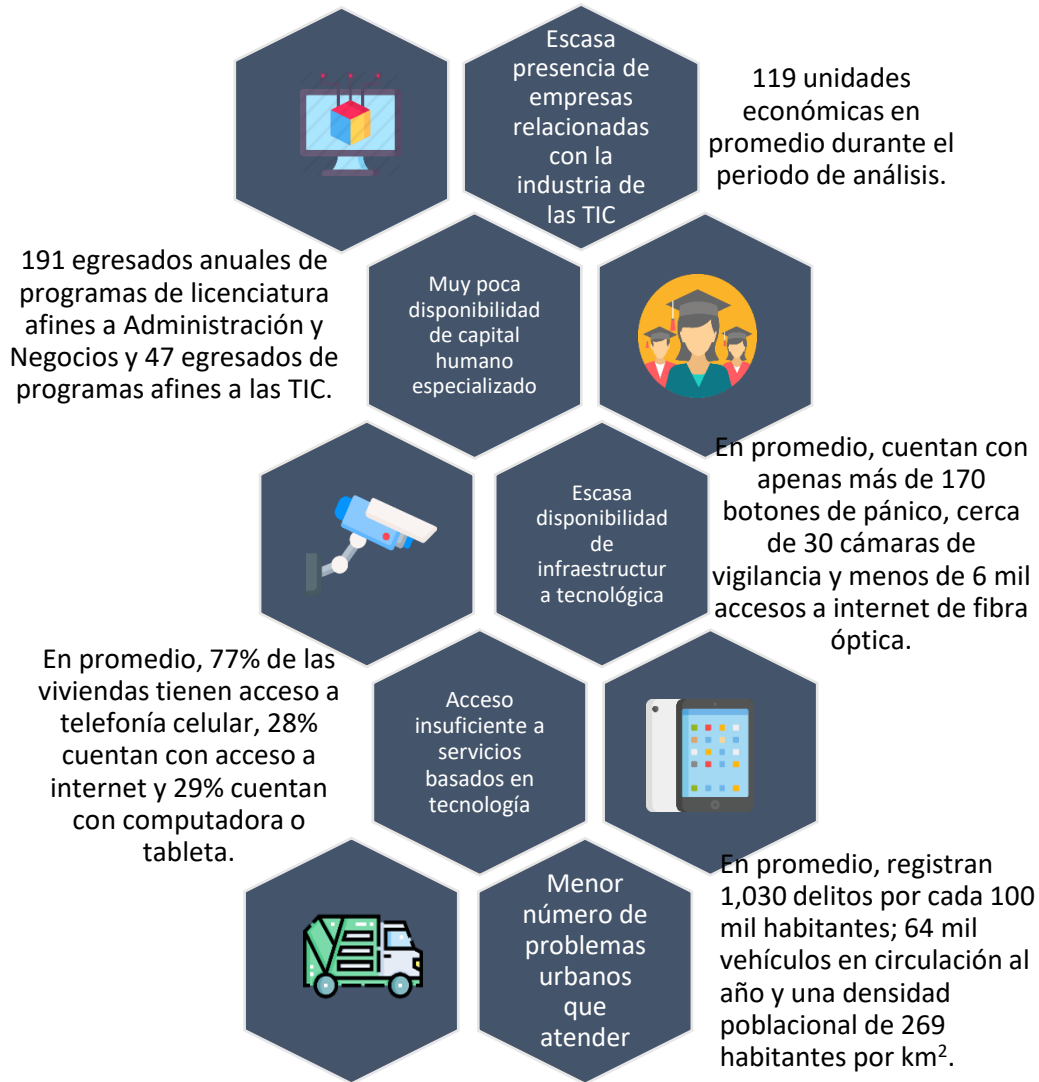
Zonas Metropolitanas con potencial Bajo

Por otro lado, las Zonas Metropolitanas con potencial Bajo para implementar estrategias de conversión en ciudades inteligentes no reflejan la existencia de procesos típicos de concentración económica espacial y economías de aglomeración. A continuación, se enlistan las principales características de estas ciudades:

- Escasez de empresas relacionadas con la industria de las TIC, así como de capital humano especializado en áreas de administración y negocios, y las propias TIC.

- En cuanto a infraestructura, estas ciudades se caracterizan por aún no haber desarrollado las inversiones suficientes en materia de dotar al espacio urbano de soluciones tecnológicas aplicadas a diversos ámbitos. Estas ciudades cuentan con un limitado número de accesos de internet instalados.
- En la mayoría de los casos, los ciudadanos de estas ciudades tienen la facultad de realizar trámites, así como consultar información directamente de las autoridades completamente en línea.
- Los ciudadanos no tienen accesos a servicios de movilidad a través de plataformas digitales.
- En promedio, 28% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía fija.
- En promedio, 77% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de telefonía celular.
- En promedio, 29% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con computadoras o tabletas.
- En promedio, 28% de las viviendas particulares habitadas en estas ciudades cuentan con servicio de internet.
- Estas ciudades cuentan con un considerable número de problemas urbanos que atender en su agenda de política pública; sin embargo, éstos son de menor proporción en comparación con las Zonas Metropolitanas pertenecientes al resto de categorías.

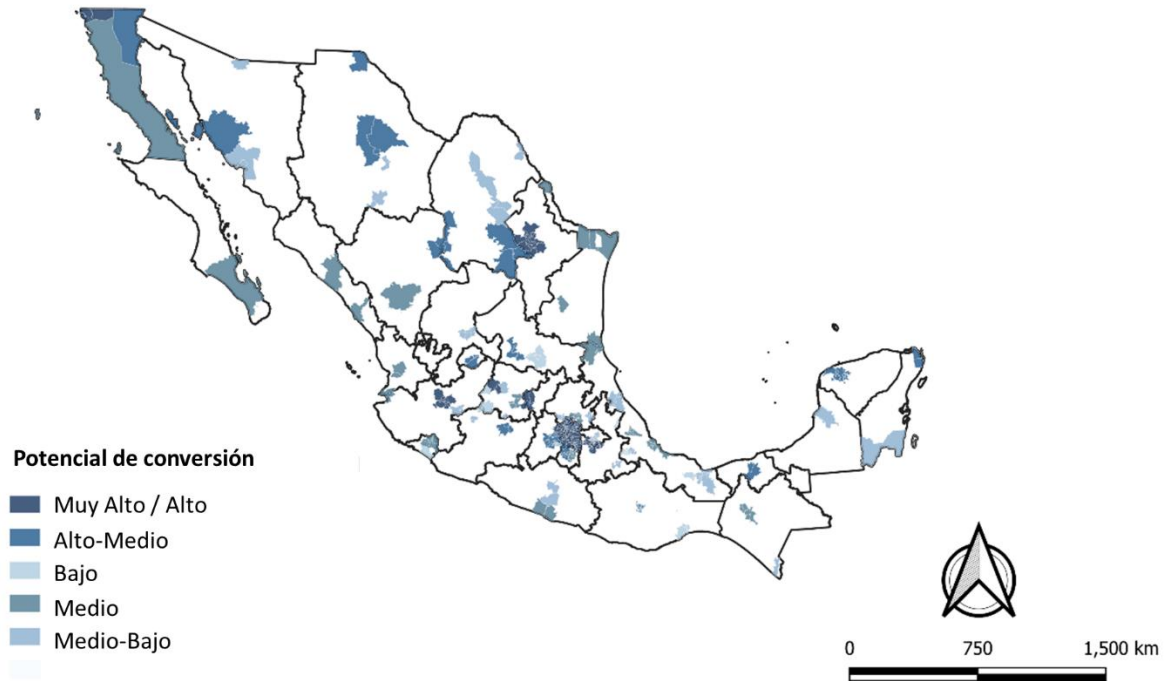
Figura 9. Características de las ZM con potencial nulo para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente



Fuente: Elaboración propia.

En el Mapa 1 se ilustra la distribución geográfica de los resultados del IPCCI para el año 2020.

Mapa 1. Potencial de conversión a ciudad inteligente por Zona Metropolitana, 2020



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Zonas Metropolitanas con mayor capacidad para implementar estrategias de conversión a ciudad inteligente.

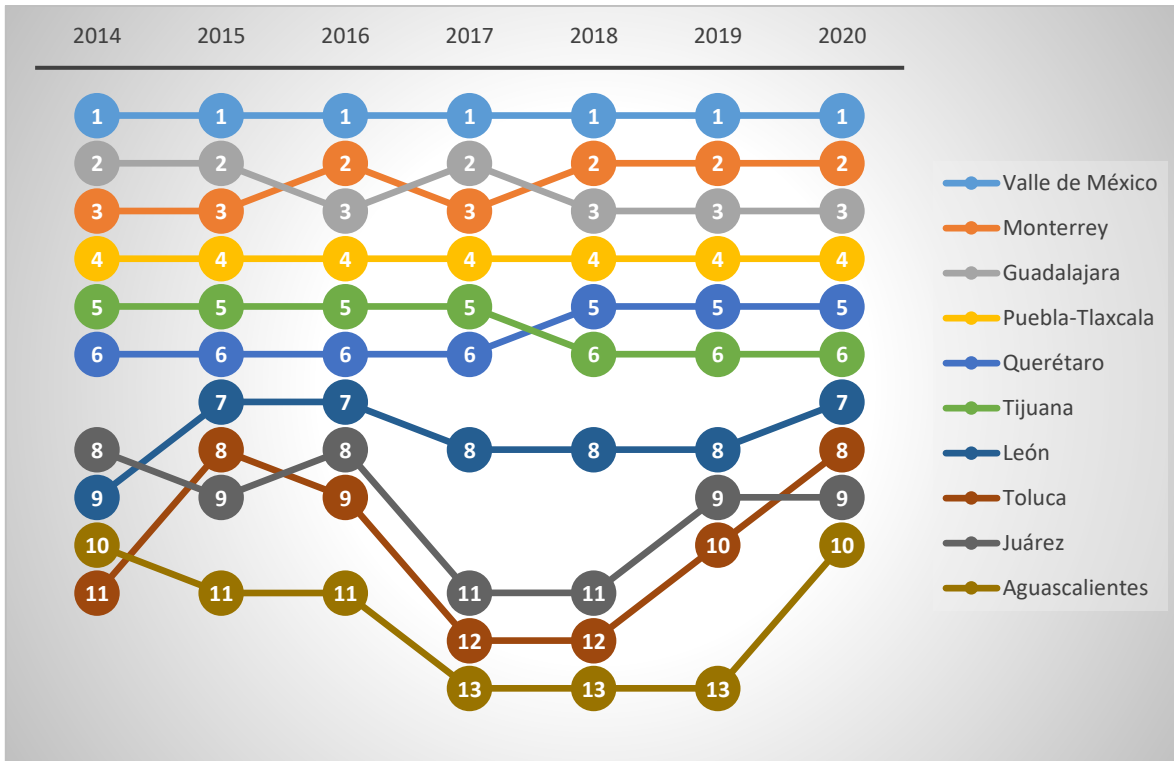
Durante el periodo de estudio, se puede apreciar que algunas ZM como lo son los casos de Valle de México, Monterrey, Guadalajara, Puebla-Tlaxcala, Querétaro, Tijuana y León han ocupado posiciones altas en el ranking del IPCCI; lo que las ubica como las ciudades con alto potencial para implementar estrategias de conversión a ciudades inteligentes en el país.²⁷

Toluca, Juárez y Aguascalientes complementan este listado; aunque con el paso de los años, estas ciudades han tenido una mayor volatilidad en cuanto a la posición que ocupan en el ranking del IPCCI; situación que las ubica en el estrato de ciudades con potencial medio.

La Gráfica 5 ilustra la evolución de estas ZM a lo largo del periodo de análisis en el ranking del IPCCI.

²⁷ El caso de la ZMVM puede ser tratado bajo la clasificación de Muy Alto potencial.

Gráfica 4. Top 10 ZM de México con potencial de implementar una estrategia de conversión a ciudad inteligente, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.1 Fortalezas de la ZMVM que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en la Ciudad de México

El Programa de Gobierno 2019 – 2024 de la Ciudad de México está estructurado por seis ejes estratégicos: 1) Igualdad de derechos; 2) Ciudad sustentable; 3) Más y mejor movilidad; 4) Cero agresión, mayor seguridad; 5) Capital cultural de América; e 6) Innovación y transparencia.

Cada uno de estos ejes está delimitado por una serie de proyectos e indicadores; de los cuales, vale la pena destacar los siguientes por relacionarse directamente con líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes:

- Puntos de Innovación, Libertad, Arte, Educación y Saberes (PILARES): “Los PILARES buscan a) disminuir el rezago educativo entre jóvenes de 15 a 29 años; b) contribuir a la autonomía económica de las mujeres, a partir del aprendizaje de técnicas de

producción y prestación de servicios, la formación para la organización cooperativa, el emprendimiento o el empleo, y la capacitación para la comercialización de productos incluyendo el comercio digital; c) impulsar la formación y el desarrollo creativo de la población, en particular de los habitantes de los barrios, colonias y pueblos más marginados, mediante el desarrollo de capacidades artísticas y culturales desde un marco pedagógico que contempla la equidad de género y el ejercicio de derechos; d) incrementar el acceso a servicios adecuados de cultura física en las 16 Alcaldías, a través de la promoción de actividades recreativas, físicas y deportivas entre la población.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p.95)

- Integración hacia un sistema único de atención a la salud: Este programa busca proporcionar a la ciudadanía un sistema unificado de atención a la salud que derive en eficiencia y efectividad en la provisión de servicios gratuitos.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p.99)

Entre sus principales acciones destaca el diseño e implementación del Sistema de Expediente Clínico Electrónico, así como del programa Médico en Tu Casa.

- Apoyo a la industria innovadora, sustentable y la economía circular: Con el objetivo de “parar la desindustrialización de la ciudad; impulsar e incentivar la inversión de la industria innovadora y sustentable además del reciclamiento de residuos sólidos.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p.118)

Entre sus principales acciones destaca el establecimiento de un centro de innovación en la zona industrial Vallejo, mismo que contará con la participación del Gobierno de la Ciudad, la iniciativa privada e instituciones de educación superior.

- Apoyo a la micro y pequeña empresa: El Gobierno de la Ciudad de México busca simplificar los procedimientos asociados a la apertura de nuevas empresas; para ello, se busca promover la digitalización de los trámites requeridos para dichos procedimientos.
- Calidad del Aire: En esta materia, el objetivo principal del Gobierno de la Ciudad consiste en “generar un nuevo programa de calidad del aire y disminución de gases de efecto invernadero que reduzcan las concentraciones atmosféricas de ozono, partículas finas y gases de efecto invernadero”. (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p.126)

Entre sus principales acciones destaca el diseño del Programa de Mejora de la Calidad del Aire, instrumento que considera la necesidad de “potenciar el uso del transporte público, la integridad acelerada de nuevas tecnologías de transporte, el control de fugas

de GLP y la disminución de las quemas agrícolas y ganaderas en las zonas rurales de la ZMVM.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p.126)

- Garantizar el derecho al agua y disminuir la sobreexplotación del acuífero: Mediante esta línea de acción, el Gobierno de la Ciudad busca “mejorar el suministro de agua en cantidad y calidad y disminuir progresivamente la sobreexplotación del acuífero”. (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p.127)

Entre sus principales acciones destaca el diseño del Programa de Mejora de la Calidad del Aire, instrumento que considera la necesidad de “medir, modernizar e innovar el sistema de distribución de agua potable de la Ciudad de México promoviendo su medición, automatización y control a distancia, así como la verdadera sectorización de la red, garantizando su operación.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p.127-128)

- Movilidad: En cuanto a este tema refiere, el Gobierno de la Ciudad de México (2019, p. 136) ha definido las siguientes líneas estratégicas:
 - a) Reforma integral del transporte concesionado: Se busca que esta modalidad de transporte cuente con GPS disponible al público para seguimiento de operación y verificación de rutas.
 - b) Integración del uso de la bicicleta al sistema de movilidad: Expansión de un 15% de la red de ciclovías; aumento de un 100% de la oferta de biciestacionamientos junto a estaciones de transporte masivo.
 - c) Gestión del tránsito y el estacionamiento: Integración de sistemas automatizados de semáforos e integración de sistemas de parquímetros.
 - d) Impulso a la innovación y mejora tecnológica: Instalación del Centro de Control e Innovación de la Movilidad de la Ciudad de México, liberación de datos abiertos de transporte público.
- Fortalecimiento del trabajo de planeación e inteligencia en materia de seguridad ciudadana: En cuanto a este tema refiere, el Gobierno de la Ciudad de México (2019, p. 170) busca establecer mecanismos de planeación de la estrategia de atención, basada en evaluación permanente de ubicación geográfica y tipo de delitos, eficiencia policial y uso de sistemas de información y análisis.
- Gestión de capas de información: A través de esta línea estratégica, el Gobierno de la Ciudad de México (2019, pp. 187-188) busca “gestionar estratégicamente todas las capas de información de la ciudad, por medio de la renovación de infraestructura, el desarrollo de software propio que responda a las necesidades de la ciudad.”

- Interoperabilidad y conectividad: El principal objetivo de esta estrategia consiste en “diseñar y construir estructuras sostenibles de interoperabilidad, enfocadas en el intercambio de información, así como de conectividad, que garantice que las instituciones de gobierno tengan acceso a internet con la velocidad óptima para dar un mejor servicio a la ciudadanía.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p. 188)
- Reducción de costos de transacción: A través de esta línea estratégica, el Gobierno de la Ciudad de México (2019, pp. 188) busca “reducir sustancial y sosteniblemente los costos de interacción con el gobierno para estimular la innovación, la credibilidad de la economía de la Ciudad de México y su productividad, en favor del desarrollo y de sus habitantes.”
- Política de conectividad: El principal objetivo de esta estrategia consiste en “diseñar, desarrollar, supervisar y evaluar la política de conectividad y del uso, aprovechamiento y explotación eficiente y efectiva de las redes de telecomunicaciones, de la infraestructura activa, pasiva, existente y futura de la Administración Pública de la Ciudad de México y, en su caso, de las Alcaldías, con base en las necesidades de las habilidades digitales, gobierno abierto, gobierno digital, gestión de datos y gobernanza tecnológica; garantizando la satisfacción de los requerimientos propios de la administración, bajo principios de austeridad, uso eficiente de la infraestructura existente, interoperabilidad, acceso progresivo al internet y consecuentemente, la disminución de la brecha digital entre el gobierno y los ciudadanos.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p. 188)
- Gobernanza tecnológica: A través de esta línea estratégica, el Gobierno de la Ciudad de México (2019, pp. 189) busca “homologar las capacidades, bienes y servicios tecnológicos en la Administración Pública. Hacer eficiente y transparente el gasto público en las adquisiciones de bienes y servicios de las tecnologías de la información y las comunicaciones.”
- Renovación tecnológica: El principal objetivo de esta estrategia consiste en “ampliar la cobertura de infraestructura tecnológica y actualizar el equipo tecnológico de video-vigilancia, para tener mejor calidad de imagen y mayor capacidad de almacenamiento.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p. 189)
- Investigación, tecnología e innovación para satisfacer demandas de la ciudad: A través de esta línea estratégica, el Gobierno de la Ciudad de México (2019, pp. 191-192) busca “aplicar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación para

coadyuvar en la comprensión y en la solución de las principales demandas y necesidades de los habitantes de la ciudad.”

Algunas de las acciones definidas para alcanzar este objetivo son:

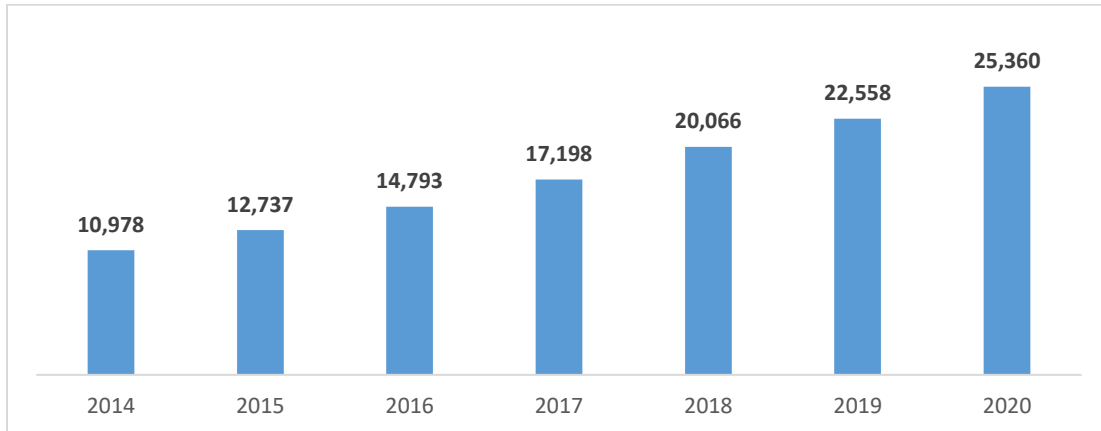
- a) Establecer redes científicas, tecnológicas y de innovación a través de la “Red Calmécac, ECOs de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México.
 - b) Establecer los Comités de Fomento al Desarrollo Científico, Tecnológico e Innovación con las Alcaldías de la Ciudad de México.
 - c) Promover los resultados de la Red de Centros de Investigación de la Ciudad de México.
 - d) Diseñar y operar la Plataforma de Información Científica, Tecnológica y de Innovación de la Ciudad de México.
- Promover condiciones óptimas para el desarrollo e innovación tecnológicos: A través de esta estrategia, el Gobierno busca “fomentar las condiciones que garanticen el desarrollo, transferencia y apropiación de las tecnologías e innovaciones.” (Gobierno de la Ciudad de México, 2019; p. 193)
 - Controles al ejercicio del gobierno: Con la finalidad de combatir la corrupción y brindar confianza a la ciudadanía, el Gobierno de la Ciudad de México (2019, p. 195) busca “contar con un registro electrónico público para monitorear todos los contratos de gobierno”, así como otra serie de portales interactivos en los que se difunda los avances en materia de seguridad.
 - Alerta inmediata: El Gobierno de la Ciudad de México (2019, p.198), con la finalidad de “brindar a la ciudadanía un servicio óptimo de alerta inmediata para eventos de emergencia tales como sismos, desapariciones, entre otros,” se ha trazado como principal acción la de reducir el número de fallas identificadas en el sistema de emisión de señales de alertas sísmicas, mismas que son difundidas a través de los Sistemas Tecnológicos de Video vigilancia del C5 de la Ciudad de México.

Emprendedurismo e innovación

La ZMVM es la ciudad del país con una mayor oferta disponible de soluciones de TIC; para ilustrar esta idea, vale la pena señalar que en 2020, concentró más de 25 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento

promedio anual de 15% respecto al número de unidades económicas en 2014. El detalle de este crecimiento se ilustra en la Gráfica 6

Gráfica 5. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZMVM, 2014-2020



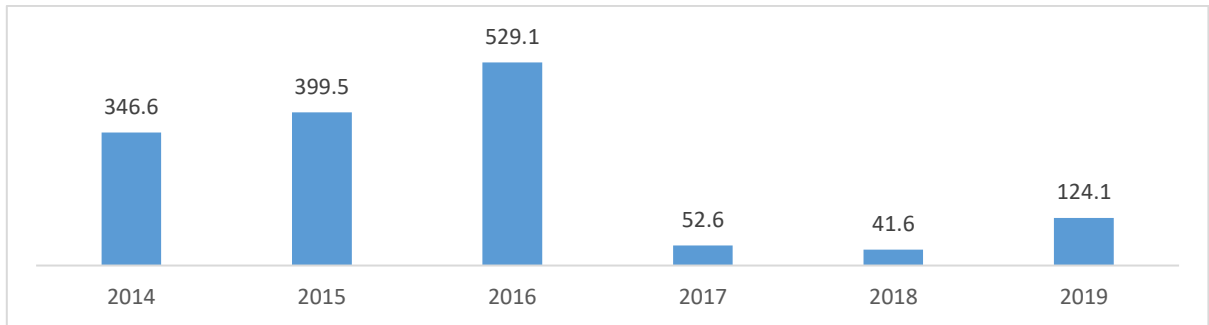
Fuente: Elaboración propia con información del DENUÉ.

Al ser la ZMVM el principal centro urbano del país, no es de extrañarse que en esta ciudad empresas de la talla de Apple, Cisco, Dell, IBM, Microsoft, Oracle, Softek, Stefanini, Tata Consultancy Services y Toshiba hayan decidido establecer sus operaciones corporativas.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que en la ZMVM, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI) cuenta con una oficina de representación nacional. Adicionalmente, esta ciudad cuenta con la presencia de PROSOFTWARE, organización que es parte del Consejo Nacional de Clústeres de Software y Tecnologías de Información (mxTI).

Retomando la línea de las características que toda ciudad inteligente debe poseer, éstas además promueven constantemente la adopción y el uso de las TIC en diversas actividades económicas; por tal razón, es normal que las empresas ubicadas en estas ciudades sean receptoras de los programas de apoyos y financiamientos diseñados a nivel federal dirigidos hacia esas industrias. Para ilustrar esta idea, vale la pena destacar que durante el periodo 2014-2019, las empresas establecidas en la ZMVM percibieron cerca de 1,500 millones de pesos en apoyos del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT) y la Innovación de la Secretaría de Economía.

Gráfica 6. Subsidios percibidos en la ZMVM por el Fondo PROSOFT (millones de pesos), 2014-2019

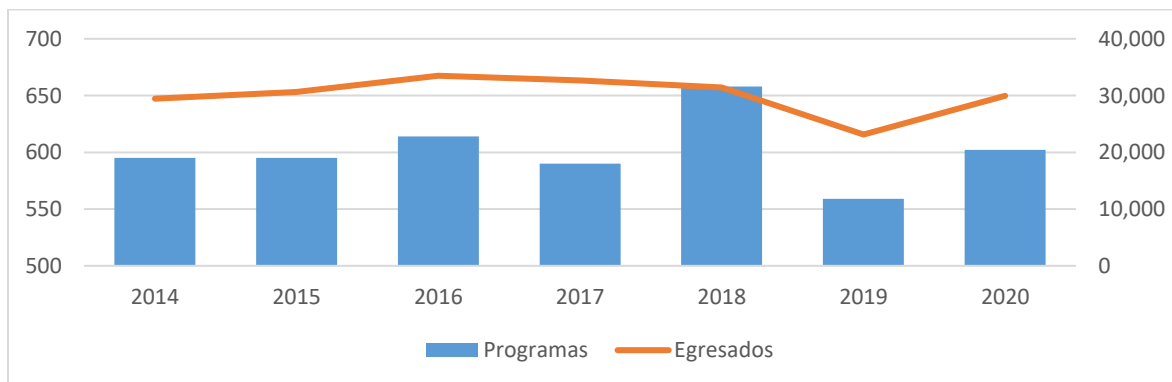


Fuente: Elaboración propia con información de Secretaría de Economía.

Adicionalmente, la disponibilidad de programas y egresados de licenciatura afines a las TIC así como a áreas de Administración y Negocios, y la existencia de oficinas y centros de investigación, complementa el desarrollo de un ecosistema de productividad, emprendedurismo e innovación propio de toda ciudad inteligente.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZMVM se ofrecieron en promedio, 602 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron cerca de 30 mil estudiantes cada año.

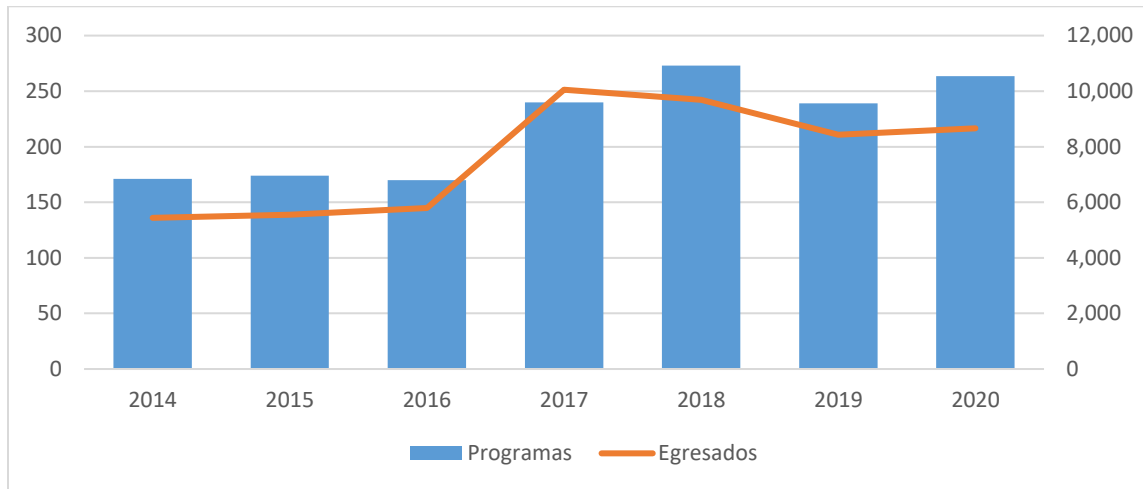
Gráfica 7. Gráfica 7. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZMVM, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZMVM se ofrecieron en promedio, 219 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 7,600 estudiantes cada año.

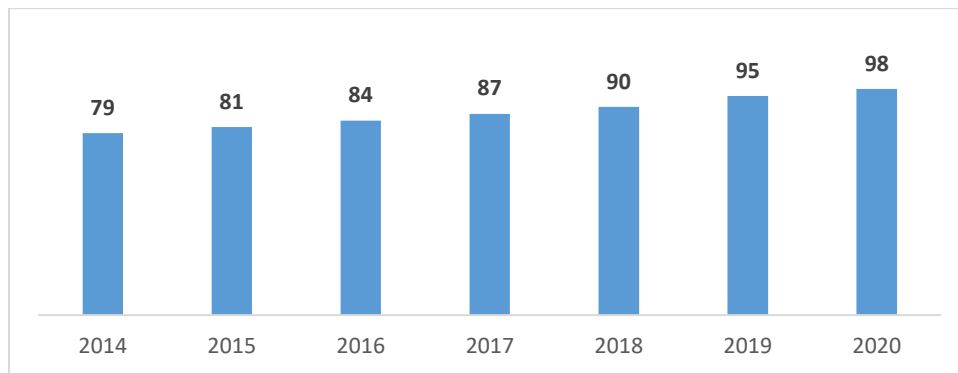
Gráfica 8. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZMVM, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Finalmente, cabe destacar que en 2020, la ZMVM concentró 98 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 4% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 9. Oficinas de investigación y tecnología en la ZMVM, 2014-2020



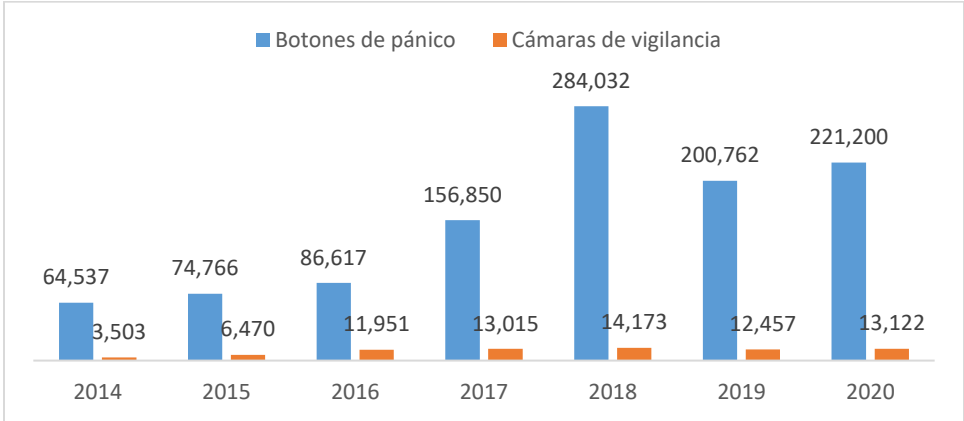
Fuente: Elaboración propia con información del DENU.

Infraestructura inteligente

La ZMVM es la ciudad del país que cuenta con mayores opciones disponibles de infraestructura de alto contenido tecnológico, misma que facilita el ejercicio del servicio de seguridad pública entre otras funciones.

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZMVM había más de 221 mil botones de pánico y 13 mil cámaras de vigilancia.²⁸

Gráfica 10. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZMVM, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

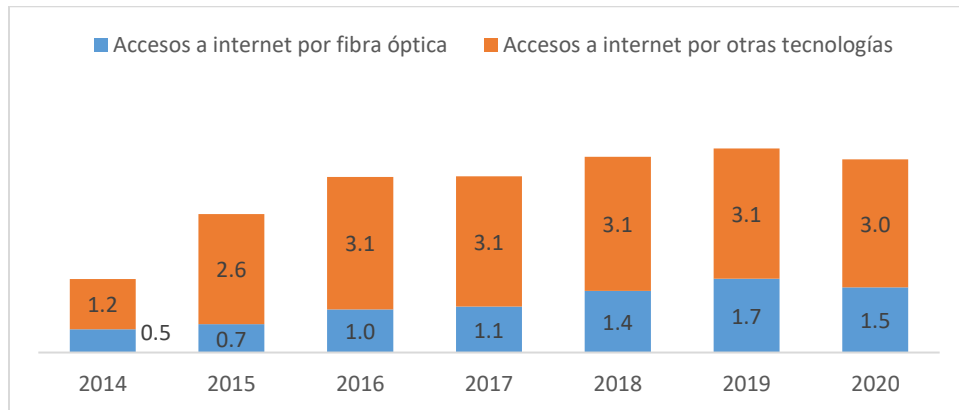
De igual manera, dada la naturaleza del crecimiento que ha experimentado la ZMVM, en ésta se hace evidente la mayor presencia de viviendas verticales, así como de rascacielos. De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían alrededor de 7 mil viviendas verticales en la ZMVM; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 1,257 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZMVM, en el año 2020 esta ciudad contaba con más de 4 millones de accesos, de los cuales, 34% utiliza tecnología de fibra óptica y el 66% restante otras tecnologías.²⁹

²⁸ De acuerdo con el INEGI (2020), los botones de pánicos son aquellos dispositivos capaces de producir una alarma silenciosa o una alarma local en caso de emergencias o situaciones de riesgo.

²⁹ De acuerdo con cifras del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), a diciembre de 2019 en el país había más de 19 millones de accesos del servicio de internet comercializados a usuarios finales por medio de las siguientes tecnologías: DSL (cable de par de cobre), cable coaxial (módem), fibra óptica, satelital, tecnología terrestre, entre otras.

Gráfica 11. Número de accesos de internet en la ZMVM, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

Gobierno electrónico

Las autoridades locales detrás de toda estrategia de conversión hacia una ciudad inteligente deben brindar a los ciudadanos las opciones suficientes de canales digitales para consultar información sobre cualquier índole, interactuar con servidores públicos, e incluso dar seguimiento a algún trámite.

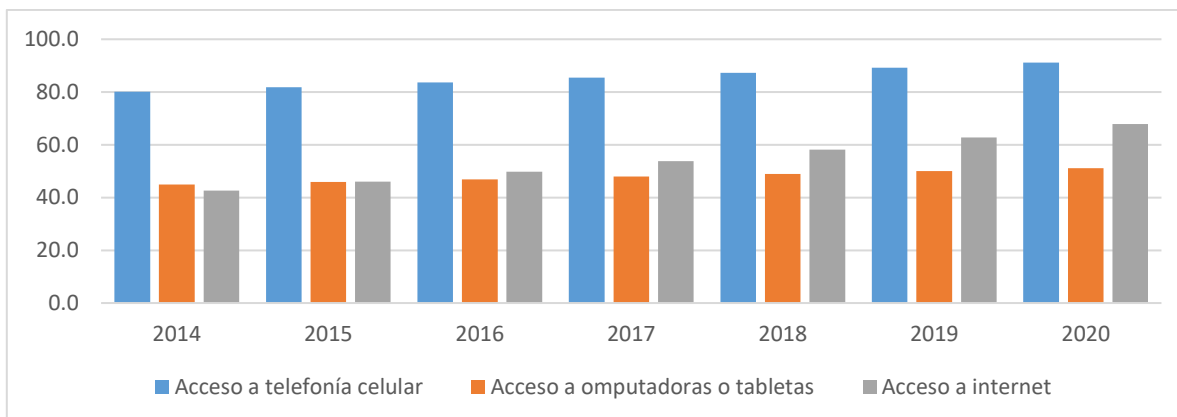
Para el caso de la ZMVM, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

En toda ciudad inteligente, los ciudadanos deben contar con herramientas tecnológicas que les permitan adquirir técnicas y conocimientos constantemente, además de desarrollarse profesional y personalmente. Los servicios de telefonía fija y celular, internet, así como el acceso a equipos de cómputo se vuelen esenciales en el quehacer cotidiano de los ciudadanos; e incluso son considerados como derechos constitucionales.

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 86% de las viviendas particulares habitadas de la ZMVM tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 54% a servicio de internet; y 48% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 12. Acceso a servicios digitales en la ZMVM, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)



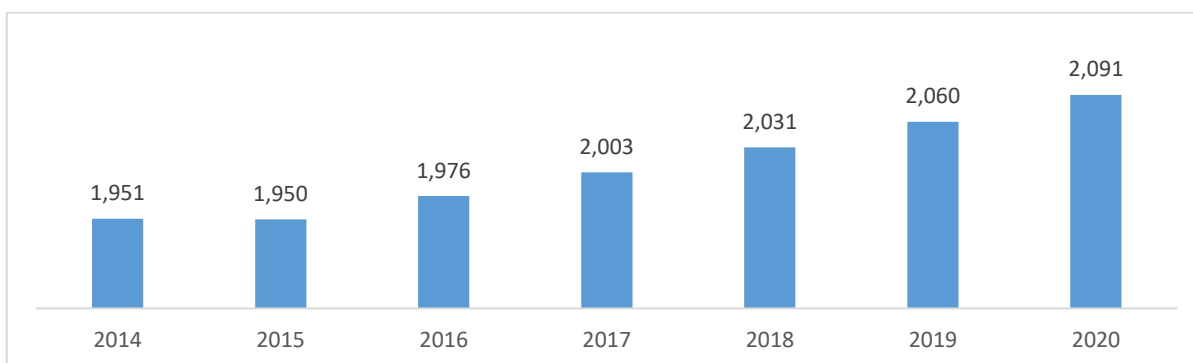
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

Como ha sido mencionado en el capítulo anterior, el análisis de las ciudades inteligentes debe comprender el impacto que las TIC tienen en variables de índole social; por lo tanto, deben ser contempladas como herramientas en la atención de problemas urbanos, mismos que pueden ser de diversa naturaleza.

En cuanto a materia de seguridad refiere, de acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZMVM por cada 100 mil habitantes fue de 2,009.

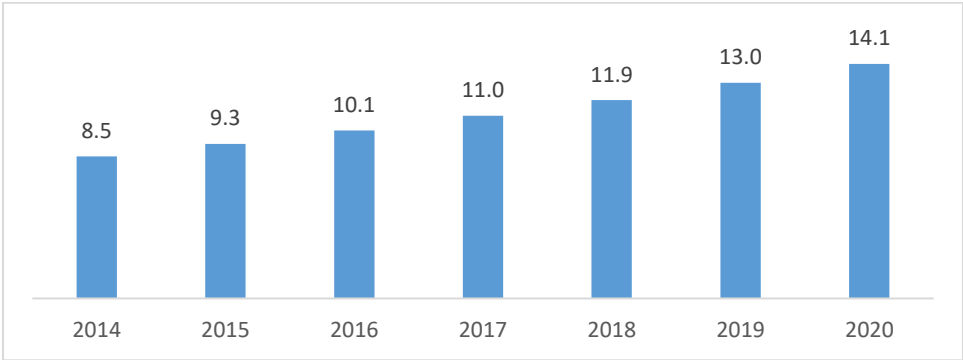
Gráfica 13. Incidencia delictiva en la ZMVM, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En cuanto a movilidad refiere; es importante destacar que, en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZMVM fue mayor a 11 millones al año.

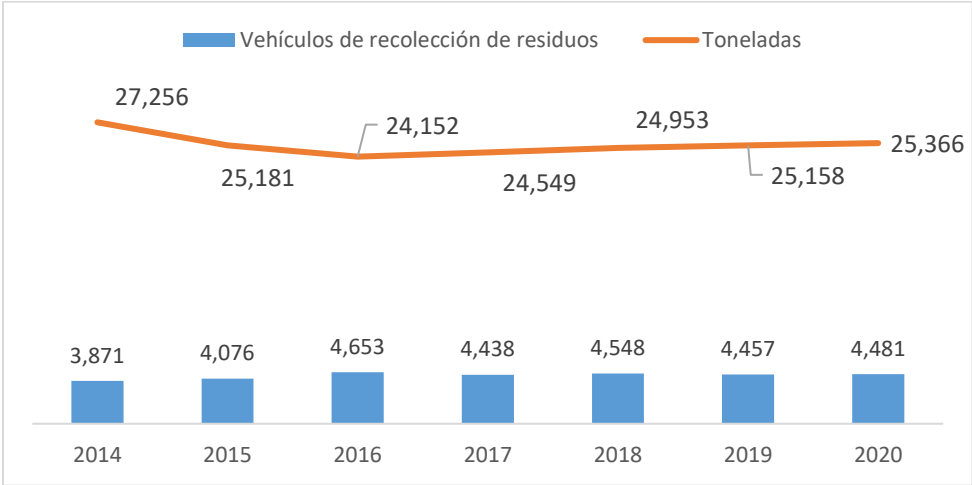
Gráfica 14. Vehículos motorizados en circulación en la ZMVM, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Vale la pena destacar que, en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZMVM fue de 4,361 al año; los cuales recolectaron más de 25 mil toneladas de residuos anuales.

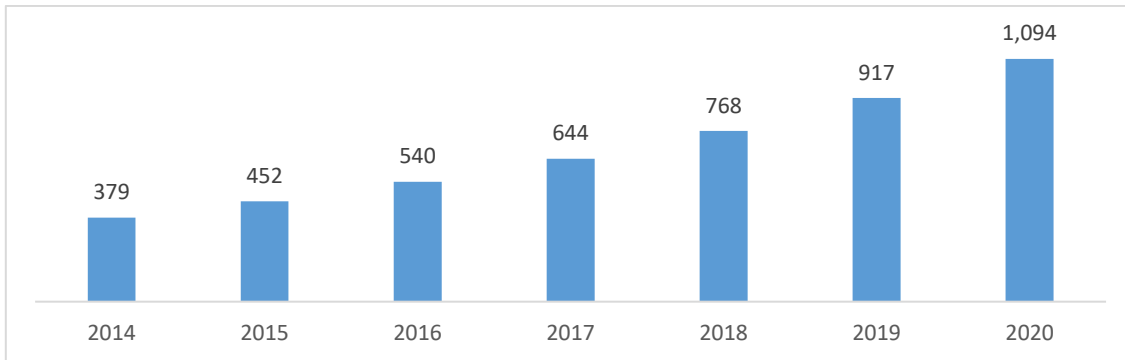
Gráfica 15. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZMVM, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En el ámbito de tecnologías financieras, de acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta en la ZMVM fue de 685 millones al año.

Gráfica 16. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZMVM, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

El caso de la ZMVM es sin duda alguna de llamar la atención, sin embargo, es preciso considerar que las fortalezas previamente descritas no son aplicables para todos los municipios que conforman esta zona metropolitana. Para ilustrar esta idea, vale la pena destacar lo siguiente:

- Tan solo 18 de los 76 municipios y alcaldías que conforman la ZMVM concentran 81% de las unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.
- En cuanto al número de egresados de programas de licenciatura afines a Administración, Negocios y TIC, el 81% de éstos se concentra en 16 municipios.
- Cerca de 82% de los botones de pánico se concentraban en 6 municipios, mientras que 80% de las cámaras de vigilancia disponibles se ubica en 18 municipios.
- En cuanto a los accesos a internet mediante fibra óptica disponibles en la ZMVM, 82% de éstos se concentra en 16 municipios.

Tomando en cuenta lo anterior, puede inferirse que Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Atizapán de Zaragoza, Nezahualcóyotl, Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Tlalpan son las alcaldías y/o municipios que lideran las ventajas que ofrece la ZMVM para implementar una política de conversión a ciudad inteligente. Es por tal razón, que las líneas de acción definidas en el Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024 cobran gran relevancia al procurar homogeneizar las condiciones tecnológicas de todas las alcaldías y municipios.

4.2.1.2 Fortalezas de la ZM de Monterrey que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Nuevo León

El Plan Estatal de Desarrollo de Nuevo León 2016 – 2021 está estructurado por seis ejes de acción prioritarios: 1) Gobierno eficaz y transparente; 2) Economía incluyente; 3) Desarrollo humano y social; 4) Desarrollo sustentable; y 5) Seguridad y justicia. Cada uno de estos ejes está delimitado por una serie de estrategias y líneas de acción; de los cuales, vale la pena destacar los siguientes por relacionarse directamente con líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes:

Cuadro 21. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Nuevo León para el periodo 2016-2021

Estrategia	Línea de acción
Simplificar y facilitar los trámites y servicios al ciudadano.	Homologar los requisitos y ampliar la digitalización de los trámites y servicios.
	Disminuir el número de requisitos y el tiempo de respuesta para la realización de los trámites y servicios.
	Impulsar la creación de un sistema único de información intergubernamental que concentre los datos de cada ciudadana/o y sea el instrumento universal para la realización de los trámites y servicios.
Promover la utilización de las tecnologías y el servicio en línea para fomentar la innovación y acercar a la ciudadanía al quehacer gubernamental.	Facilitar herramientas tecnológicas que promuevan la apertura e la información pública a la ciudadanía.
	Fortalecer la relación Gobierno-ciudadanía a través de nuevos canales de interacción.
	Impulsar la captación digital de datos en tiempo real y la disponibilidad en las dependencias y organismos estatales.
Fortalecer la investigación y desarrollo en los sectores académico, científico y productivo, así como la formación de recursos humanos en los sectores estratégicos de la entidad.	Atraer y apoyar la creación de centros de investigación y desarrollo tecnológico para incrementar la investigación y la innovación en los sectores estratégicos del estado.
	Vincular las actividades de innovación e investigación científica entre los sectores académico, científico y productivo para incrementar la producción de innovaciones.
	Impulsar la cooperación nacional e internacional para incrementar la realización de proyectos de investigación enfocados a los sectores estratégicos.
	Potencia y promover la formación e incorporación de nuevos investigadores e investigadoras a las redes temáticas y redes de innovación.
	Apoyar la formación de capital humano a nivel posgrado en el extranjero para la investigación y la innovación de acuerdo con las necesidades de los sectores estratégicos.
	Impulsar la creatividad, el emprendimiento y las vocaciones científicas y tecnológicas en niños, niñas y jóvenes.

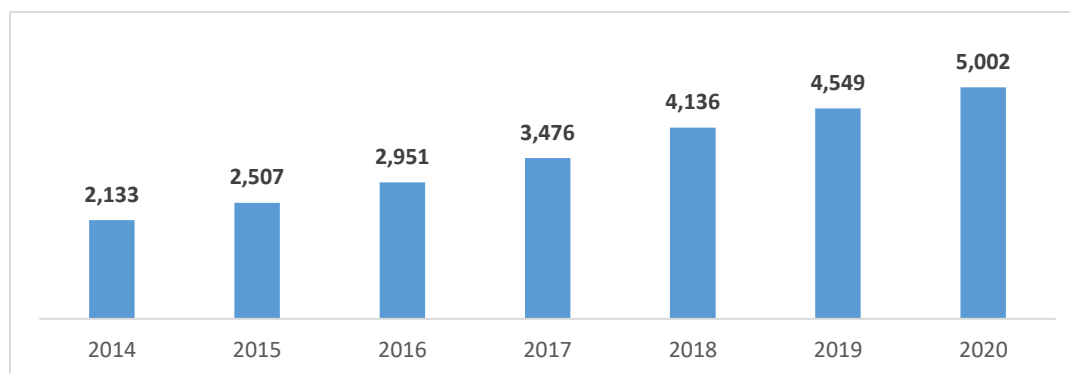
Estrategia	Línea de acción
Impulsar y facilitar el desarrollo de empresas con base en innovación tecnológica e investigación científica.	Posicionar al PIIT, sus centros de investigación e incubadoras como lugar ideal para la innovación abierta y la colaboración.
	Crear incubadoras tecnológicas y de negocios basados en la innovación para incrementar la generación de nuevas empresas.
	Promover y diseñar los fondos y mecanismos de financiamiento para incrementar la generación de nuevas empresas con base en la innovación.
	Impulsar y promover la participación en redes internacionales de incubadoras y financiamiento.
Impulsar modelos pedagógicos innovadores que fomenten la creatividad y la investigación.	Fortalecer los programas de estudio en el uso de las tecnologías de la información y comunicación.
	Promover una cultura de investigación, innovación y desarrollo.
	Desarrollar estrategias de producción y difusión científica y tecnológica.
Mejorar la infraestructura, el equipamiento y la conectividad en las escuelas.	Incrementar la inversión en infraestructura y servicios básicos de las escuelas.
	Dotar a las escuelas de mobiliario, equipo tecnológico y de conectividad.
Regular que los desarrollos de vivienda y edificaciones cuenten con criterios de sustentabilidad para su ubicación, construcción y uso.	Promover y realizar acciones para fomentar el uso de tecnologías eficientes de conservación del agua y energía en las edificaciones.
Vincular las políticas de movilidad y de desarrollo urbano	Impulsar los corredores de transporte, la conectividad entre centros de población y polos de desarrollo, así como la creación de reservas territoriales para servicios de transporte.
	Privilegiar la multimodalidad como criterio en los proyectos de infraestructura de transporte.
	Promover el uso de transporte no motorizado y motorizado de bajo impacto.
Fomento de la eficiencia energética.	Impulsar el uso eficiente de la energía en todos los sectores, mediante esquemas de comunicación, apoyo a programas federales, entre otros.
	Promover la innovación, investigación y desarrollo en materia energética, así como apoyar la formación de recursos humanos y competencias técnicas.
	Incorporar criterios energéticos en la planeación urbana, ciudades sustentables y el diseño de esquemas de movilidad de alta eficiencia energética.

Fuente: Gobierno del Estado de Nuevo León (2016).

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Monterrey concentró más de 5 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 15% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 17. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Monterrey, 2014-2020

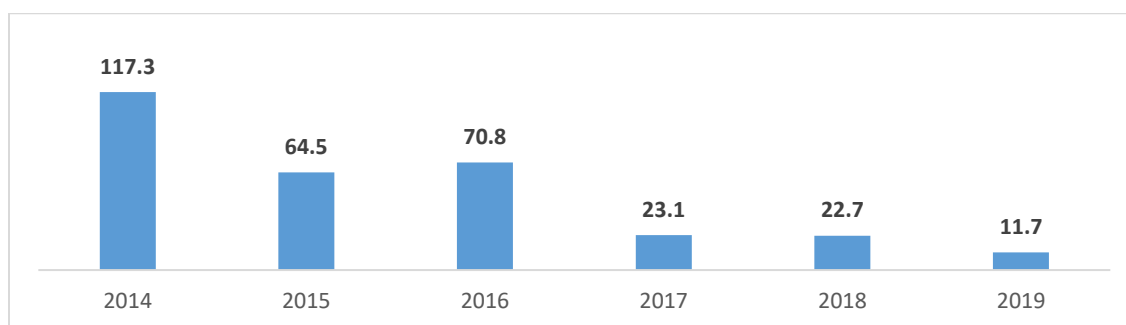


Fuente: Elaboración propia con información del DENU.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC, es importante destacar que, en la ZM de Monterrey, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI) cuenta con una oficina de representación regional. Adicionalmente, esta ciudad cuenta con la presencia del Consejo de Software de Nuevo León (Csoftmty), organización que es parte del Consejo Nacional de Clústeres de Software y Tecnologías de Información (mxTI)

Vale la pena destacar que durante el periodo 2014-2018, las empresas establecidas en la ZM de Monterrey percibieron más de 300 millones de pesos en apoyos del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT) y la Innovación de la Secretaría de Economía.

Gráfica 18. Subsidios percibidos en la ZM de Monterrey por el Fondo PROSOFT millones de pesos), 2014-2019

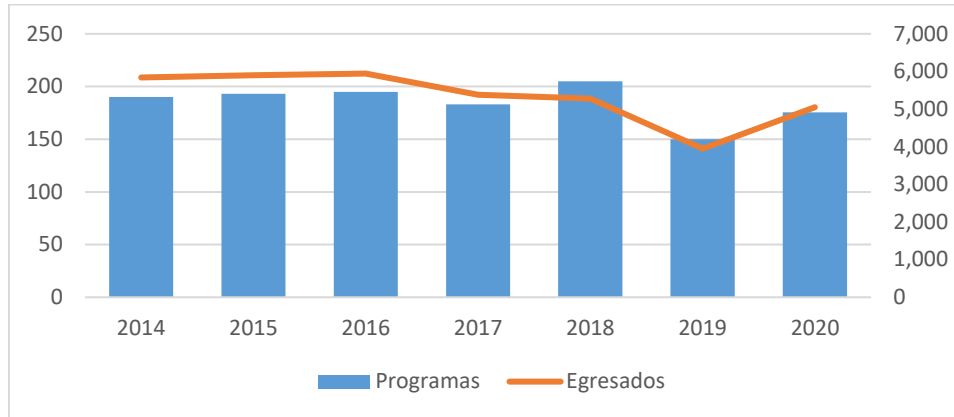


Fuente: Elaboración propia con información de Secretaría de Economía.

En cuanto a la existencia de un ecosistema de productividad, emprendedurismo e innovación refiere, durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Monterrey se ofrecieron en

promedio, 171 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron cerca de 7,800 estudiantes cada año.

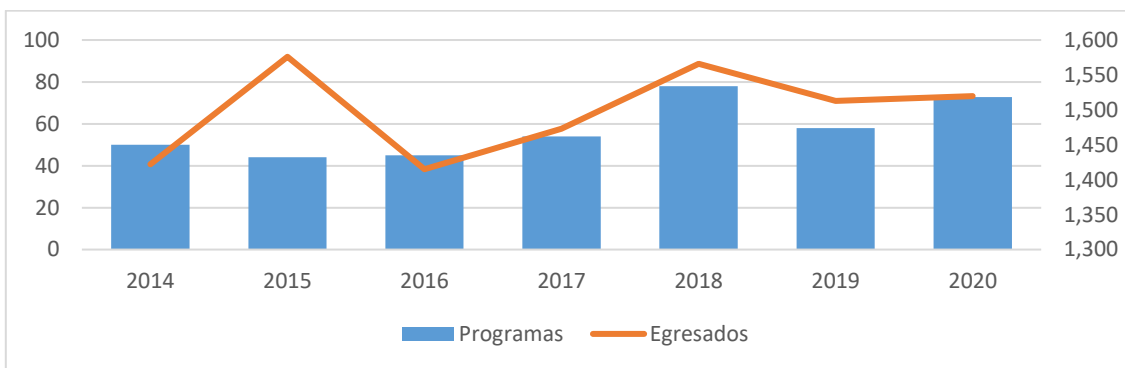
Gráfica 19. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Monterrey, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Monterrey se ofrecieron en promedio, 57 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 1,498 estudiantes cada año.

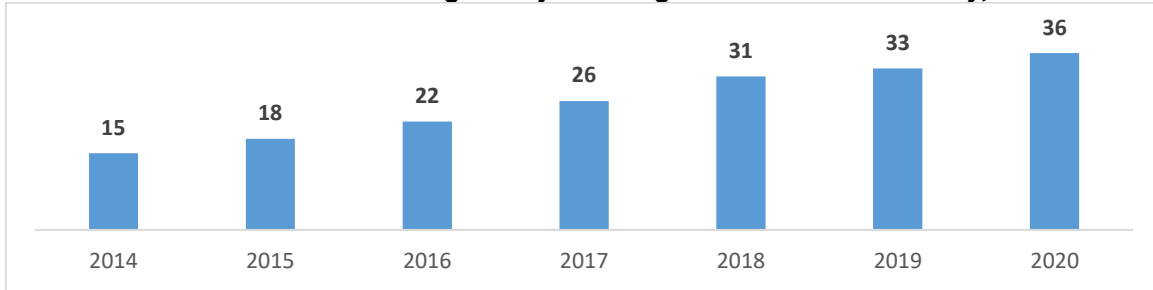
Gráfica 20. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Monterrey, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Monterrey concentró 36 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 15% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 21. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Monterrey, 2014-2020

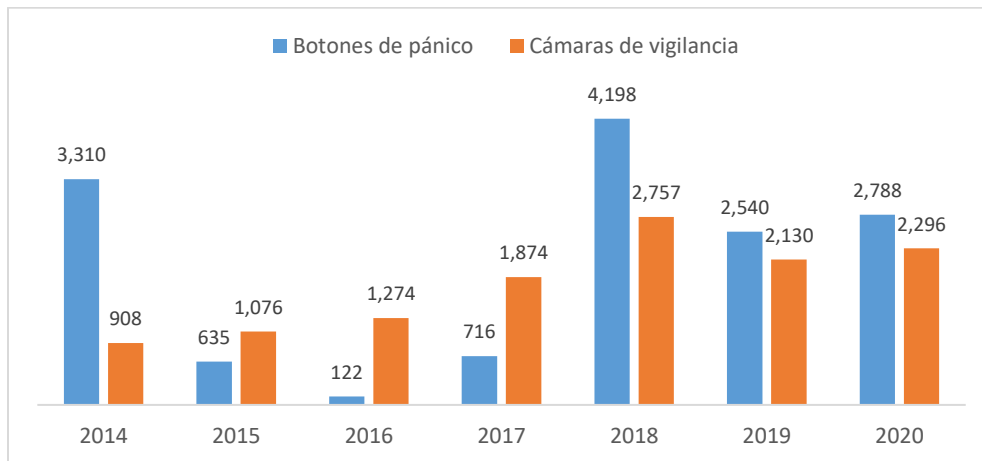


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Monterrey había 2,788 botones de pánico y 2,296 cámaras de vigilancia.

Gráfica 22. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Monterrey, 2014-2020

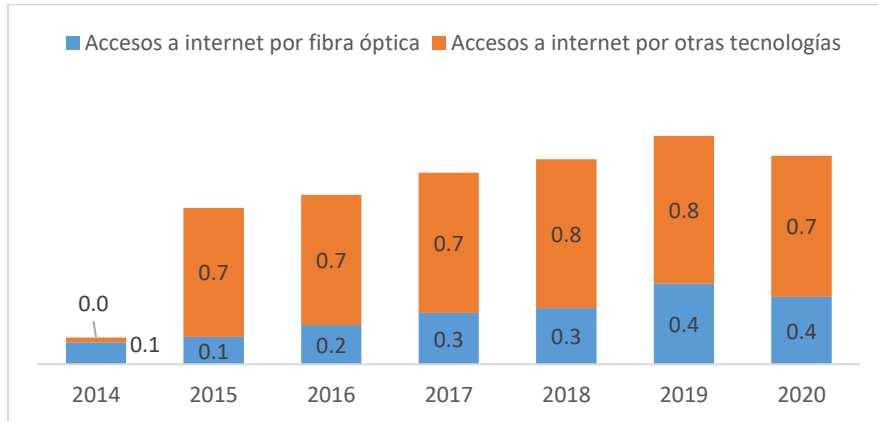


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían alrededor de 90 viviendas verticales en la ZM de Monterrey; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 269 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Monterrey, en el año 2020 esta ciudad contaba con poco más de 1 millón de accesos, de los cuales, 32% utiliza tecnología de fibra óptica y el 68% restante otras tecnologías.

Gráfica 23. Número de accesos de internet en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

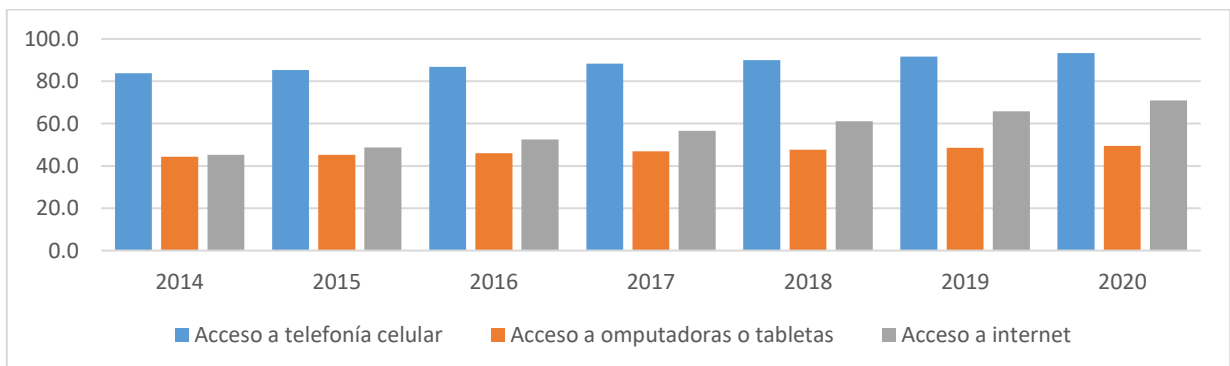
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Monterrey, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 88% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Monterrey tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 57% a servicio de internet; y 47% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 24. Acceso a servicios digitales en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

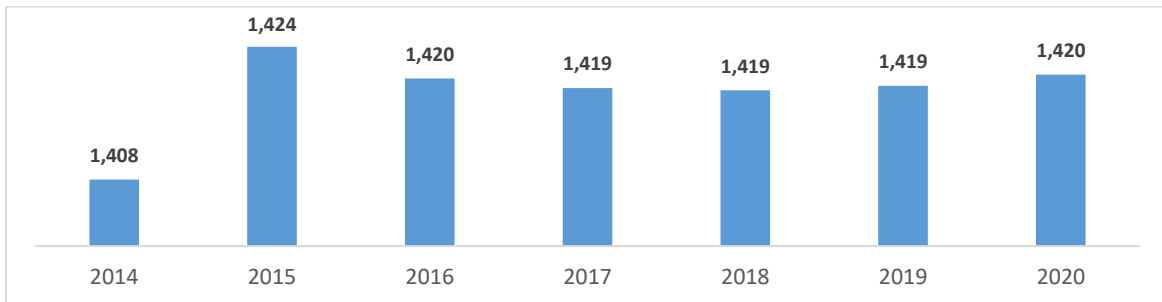


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Monterrey por cada 100 mil habitantes fue de 1,418.

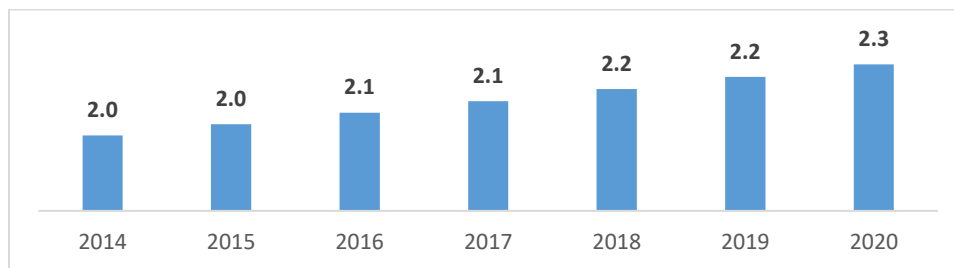
Gráfica 25. Incidencia delictiva en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Monterrey fue de 2 millones al año.

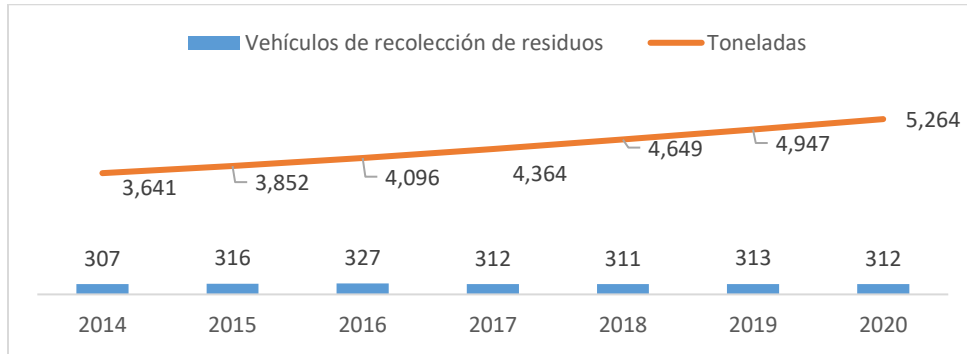
Gráfica 26. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Monterrey, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Monterrey fue de 314 al año; los cuales recolectaron más de 4,400 toneladas de residuos anuales.

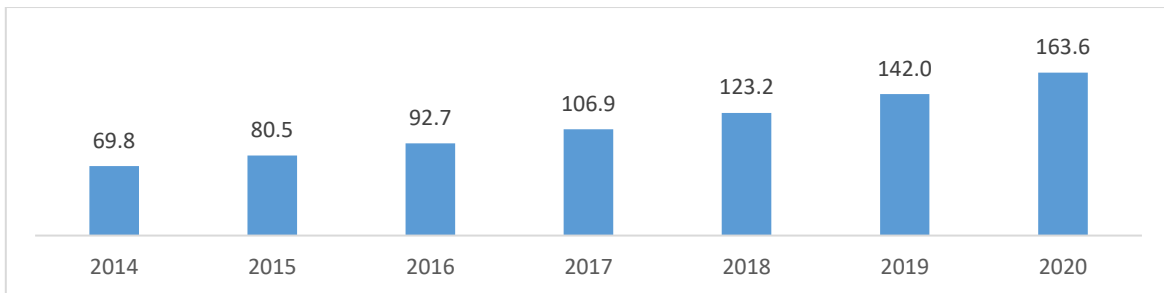
Gráfica 27. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Monterrey, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 111.2 millones al año.

Gráfica 28. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Monterrey, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Pese a contar con un menor número de municipios, el caso de la ZM de Monterrey es similar al de la ZMVM. Para ilustrar esta idea, vale la pena destacar lo siguiente:

- Tan solo 4 de los 18 municipios que conforman la ZM de Monterrey concentran 85% de las unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.
- En cuanto al número de egresados de programas de licenciatura afines a Administración, Negocios y TIC, el 80% de éstos se concentra en 2 municipios.
- Cerca de 86% de los botones de pánico se concentraban en 1 municipio, mientras que 82% de las cámaras de vigilancia disponibles se ubica en 2 municipios.
- En cuanto a los accesos a internet mediante fibra óptica disponibles en la ZM de Monterrey, 84% de éstos se concentra en 5 municipios.

Tomando en cuenta lo anterior, puede inferirse que San Nicolás de los Garza, Monterrey y Guadalupe son los municipios que lideran las ventajas que ofrece la ZM de Monterrey para implementar una política de conversión a ciudad inteligente.

4.2.1.3 Fortalezas de la ZM de Guadalajara que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Jalisco

El Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo de Jalisco 2018 – 2024 (el Plan) está estructurado por seis ejes estratégicos: 1) Seguridad, justicia y estado de derecho; 2) Desarrollo social; 3) Desarrollo económico; 4) Desarrollo sostenible del territorio; 5) Gobierno efectivo e integridad pública; 6) Temáticas transversales y 7) Temáticas especiales.

Cada uno de estos ejes está delimitado por una serie de proyectos e indicadores; de los cuales, vale la pena destacar los siguientes por relacionarse directamente con líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes:

- Control de velocidad: “El programa consiste en dotar servicios de infraestructura para la movilidad de calidad en el Área Metropolitana de Guadalajara, que permitan articular las centralidades metropolitanas con criterios de seguridad vial y eficiencia. Para ello, se trabajará en tres vertientes: la semaforización inteligente apoyados de componentes tecnológicos; el señalamiento vial que guíe las dinámicas de una manera clara y precisa; esquemas de supervisión y sanción en las zonas con más incidentes viales, o dónde se circula a altas velocidades.” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.153)
- Plataforma Abierta de Innovación: “El objetivo de esta plataforma es el de llevar educación y conocimiento, para fomentar la innovación, a todos los rincones de Jalisco. Las nuevas capacidades que se desarrollarán en materia de conectividad en el Estado de Jalisco, a través del proyecto Red Jalisco, serán aprovechadas para desarrollar el talento en la población mediante herramientas de formación y capacitación, así como certificaciones y cursos bajo demanda, impartidos vía remota; con esto se impulsará el desarrollo de competencias y habilidades tomando en cuenta las necesidades de la

región y la industria; promoviendo también el emprendimiento en las diversas regiones.” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.124)

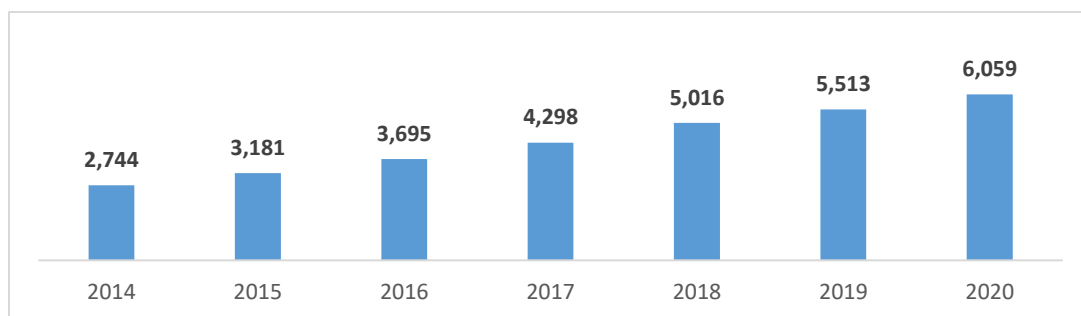
- Red de Centros de Innovación: “El objetivo principal es el de generar oportunidades de innovación y emprendimiento de acuerdo con el vocacionamiento de las regiones, para que los jaliscienses encuentren oportunidades en su región, que les permita el fortalecimiento de las capacidades productivas de sus localidades y que no tengan la necesidad de migrar para buscar oportunidades de desarrollo en los grandes centros de población o en el extranjero. Consiste en instalar una red de centros de emprendimiento, innovación y valor agregado en zonas estratégicas al interior del estado que permitan la transferencia de ciencia y tecnología, emprendimiento con base tecnológica y el desarrollo de la industria 4.0.” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.125)
- Ciudad Creativa Digital: “A través de la consolidación de la Agencia para el Desarrollo de las Industrias Creativas y Digitales, este proyecto tiene dos objetivos principales. Primero, busca convertirse en un hub natural de emprendimiento e innovación para las industrias creativas y digitales del estado. Segundo, busca integrarse en la dinámica de la zona centro de Guadalajara, coadyuvando a la repoblación y redensificación de uno de los Centros Históricos más importantes del país, mediante la atracción de talento y el desarrollo de los bienes y servicios necesarios.” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.189)
- Red Jalisco: “Es la estrategia de conectividad que busca garantizar a toda población el derecho constitucional de acceso a las TIC, a través de una red estatal compartida que nos permitirá ampliar la cobertura de Internet para convertir al estado de Jalisco en el más conectado de México. Bajo este contexto, se plantean 7 objetivos específicos: 1. Aumentar la calidad de vida de la población, 2. Apropiación del uso de las TIC por parte de la población, 3. Aumentar la conectividad de los usuarios, 4. Aumentar la cobertura, 5. Reducir costos e incrementar la cobertura en regiones que carecen de servicios, 6. Promover precios competitivos, y 7. Mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones. (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.154)
- Inclusión digital universal: “El objetivo de este proyecto es la democratización del acceso de las TIC buscando la inserción de las y los jaliscienses en la sociedad de la información. Se buscará desarrollar competencias y habilidades con el uso de las TIC a la ciudadanía, servidores públicos y MiPyMes.” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.182)

- **Plataforma Digital de Transparencia:** “El proyecto consiste en instrumentar una herramienta tecnológica que fortalezca la cultura de la transparencia con ella, se busca impulsar la calidad de la información, publicar mayor información proactiva, abierta, reutilizable y de lenguaje ciudadano, que incida en la construcción de una sociedad más informada.” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.183)
- **Aula Virtual de Transparencia:** “El proyecto consiste en diseñar e implementar un aula virtual con cursos y materiales en línea que fomenten la profesionalización en materia de transparencia, derecho de acceso a la información pública, protección de datos personales y gestión documental. Con este espacio interactivo, los usuarios podrán aprender, formarse y obtener las acreditaciones correspondientes con validez oficial, que abonarán a la profesionalización de los servidores públicos.” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.183)
- **Modernización de sistemas financieros:** “El proyecto consiste en desarrollar, actualizar, implementar y/o institucionalizar una o varias herramientas a través del uso de sistemas o tecnologías de información (software) del Gobierno del Estado que facilite el cumplimiento de manera integral para el control de las finanzas del estado y cada una de las etapas de los procesos de planeación, programación, presupuesto, ingresos, egresos, ejercicio, control, registro y armonización contable, deuda, patrimonio, fiscalización, seguimiento, evaluación, rendición de cuentas y transparencia. (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019; p.183)

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Guadalajara concentró más de 6 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 14% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 29. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Guadalajara, 2014-2020

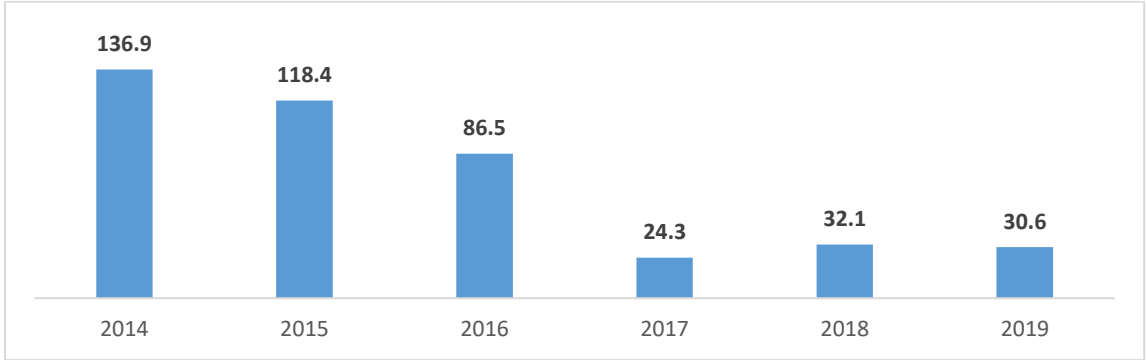


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que en la ZM de Guadalajara, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI) cuenta con una oficina de representación regional. Adicionalmente, esta ciudad cuenta desde 2002 con la presencia del Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (IJALTI), organización que es parte del Consejo Nacional de Clústeres de Software y Tecnologías de Información (mxTI)

Vale la pena destacar que durante el periodo 2014-2018, las empresas establecidas en la ZM de Guadalajara percibieron cerca de 429 millones de pesos en apoyos del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT) y la Innovación de la Secretaría de Economía

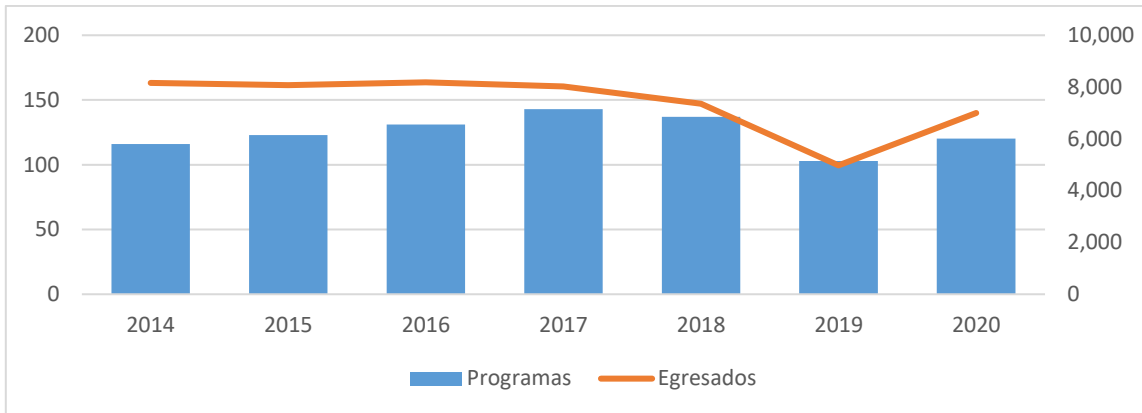
Gráfica 30. Subsidios percibidos en la ZM de Guadalajara por el Fondo PROSOFT millones de pesos), 2014-2019



Fuente: Elaboración propia con información de Secretaría de Economía.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Guadalajara se ofrecieron en promedio, 125 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron cerca de 7,400 estudiantes cada año.

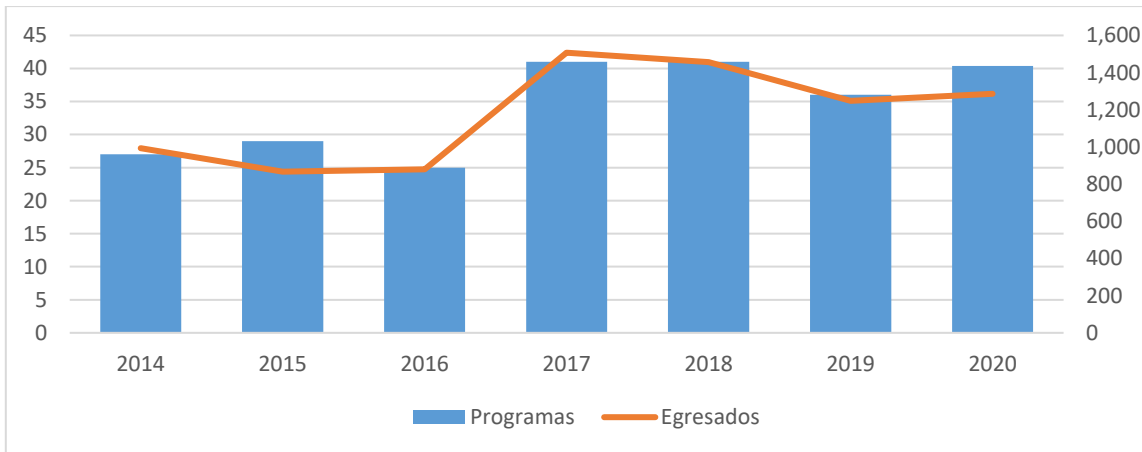
Gráfica 31. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Guadalajara, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Guadalajara se ofrecieron en promedio, 34 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 1,180 estudiantes cada año.

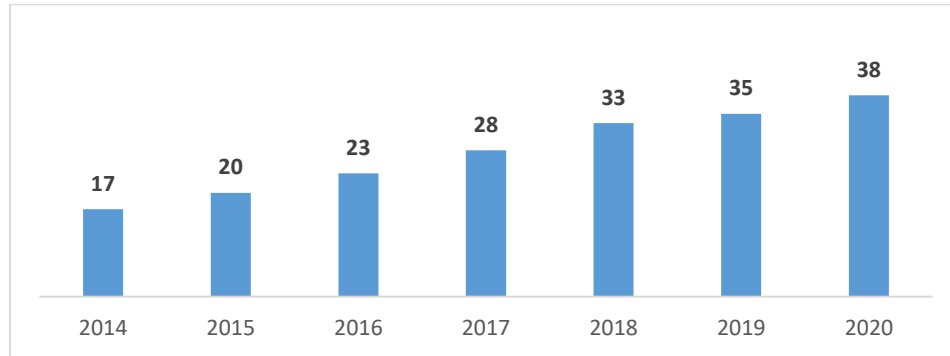
Gráfica 32. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Guadalajara, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Guadalajara concentró 38 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 15% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 33. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Guadalajara, 2014-2020

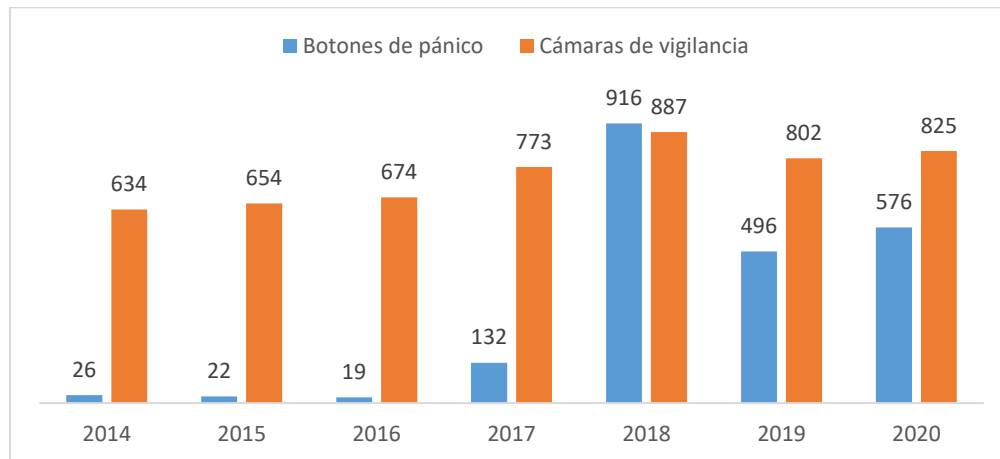


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Guadalajara había 576 botones de pánico y 825 cámaras de vigilancia.

Gráfica 34. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Guadalajara, 2014-2020

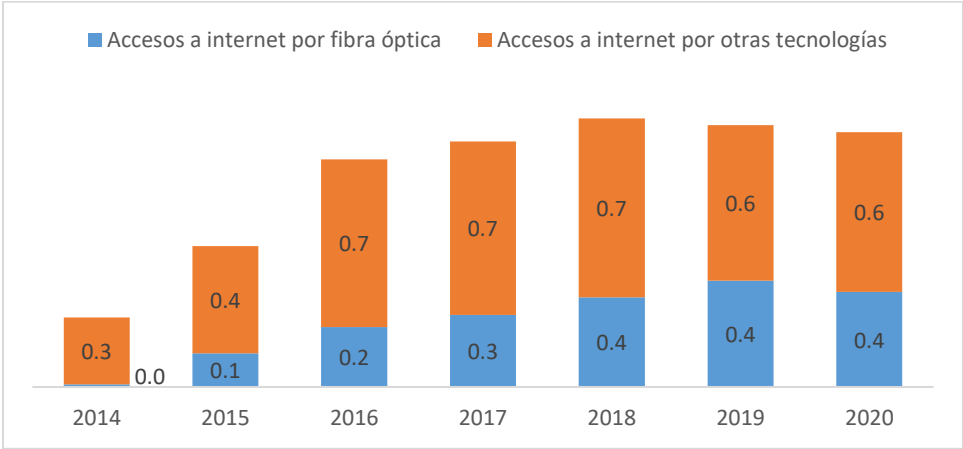


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían alrededor de 5 mil viviendas verticales en la ZM de Guadalajara; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 186 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Guadalajara, en el año 2020 esta ciudad contaba con poco más de 1 millón de accesos, de los cuales, 37% utiliza tecnología de fibra óptica y el 63% restante otras tecnologías

Gráfica 35. Número de accesos de internet en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

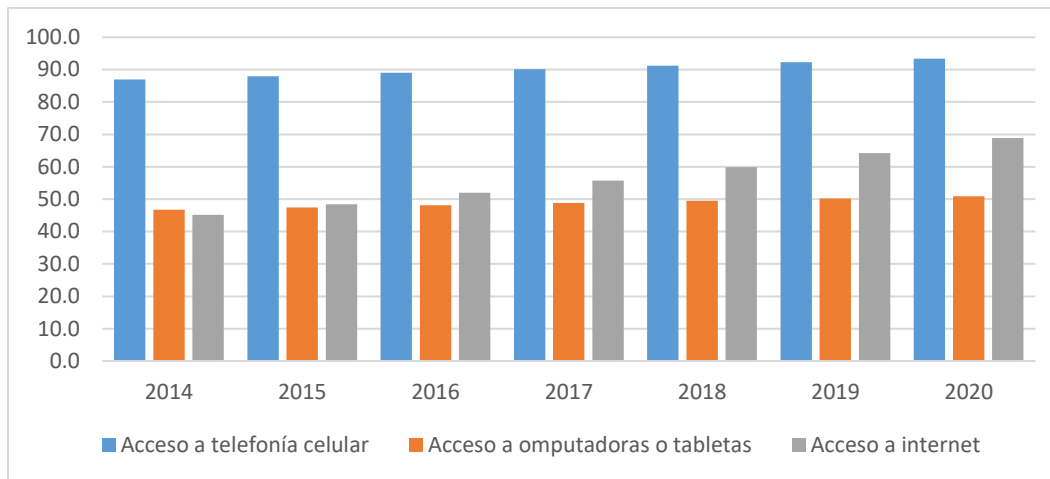
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Guadalajara, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 90% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Guadalajara tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 56% a servicio de internet; y 49% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 36. Acceso a servicios digitales en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

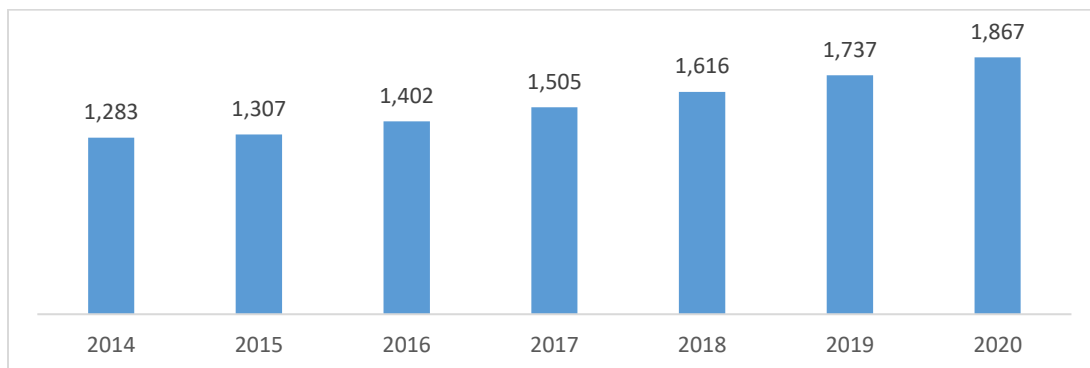


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Guadalajara por cada 100 mil habitantes fue de 1,531.

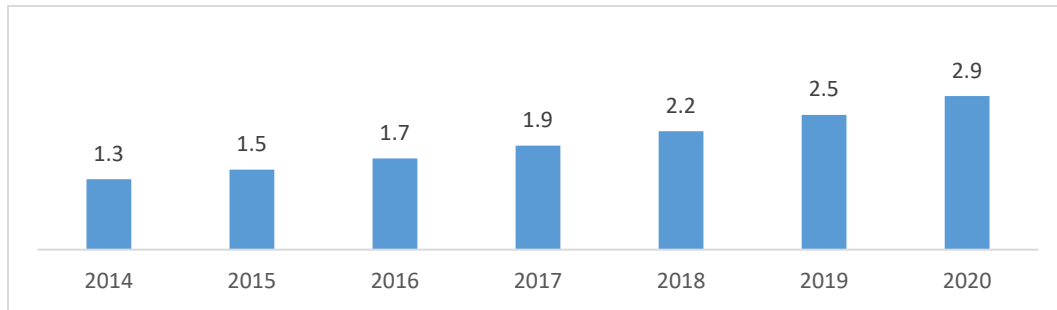
Gráfica 37. Incidencia delictiva en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Guadalajara fue de 2 millones al año.

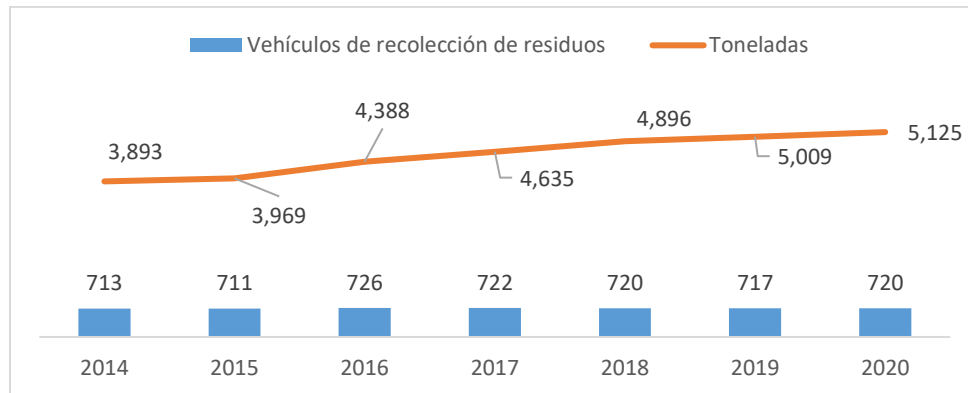
Gráfica 38. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Guadalajara fue de 718 al año; los cuales recolectaron más de 4,500 toneladas de residuos anuales

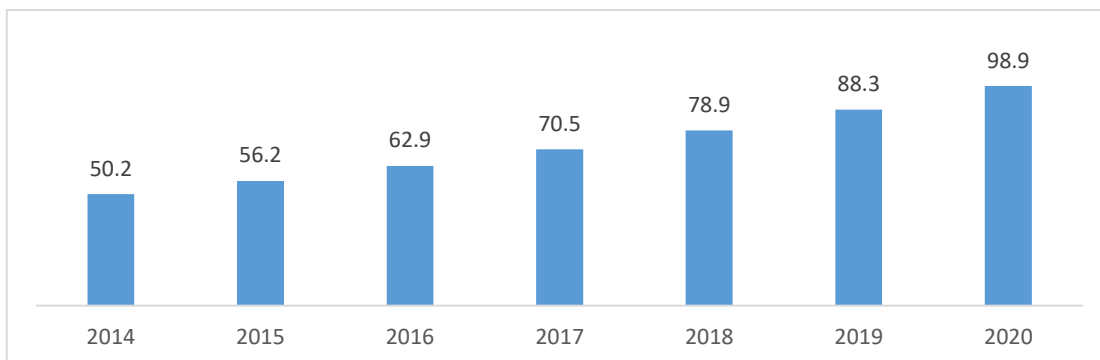
Gráfica 39. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Guadalajara, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 72.3 millones al año.

Gráfica 40. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Guadalajara, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Para el caso de la ZM de Guadalajara, vale la pena destacar que:

- Tan solo 2 de los 10 municipios que conforman la ZM de Guadalajara concentran 85% de las unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.
- En cuanto al número de egresados de programas de licenciatura afines a Administración, Negocios y TIC, el 89% de éstos se concentra en 2 municipios.
- Cerca de 87% de los botones de pánico se concentraban en 2 municipios, mientras que 77% de las cámaras de vigilancia disponibles se ubica en 3 municipios.
- En cuanto a los accesos a internet mediante fibra óptica disponibles en la ZM de Guadalajara, 80% de éstos se concentra en 2 municipios.

Tomando en cuenta lo anterior, puede inferirse que Guadalajara y Zapopan son los municipios que lideran las ventajas que ofrece la ZM de Guadalajara para implementar una política de conversión a ciudad inteligente.

4.2.1.4 Fortalezas de la ZM de Puebla-Tlaxcala que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Puebla

El Plan Estatal de Desarrollo 2019 – 2024 está estructurado por cuatro ejes estratégicos: 1) Seguridad pública, justicia y Estado de Derecho; 2) Recuperación del campo poblano; 3) Desarrollo económico para todas y todos; y 4) Disminución de las desigualdades.

Adicionalmente se incorpora un eje especial denominado *Gobierno democrático, innovador y transparente*. Cada uno de estos ejes está delimitado por una serie de líneas de acción e indicadores, mismos que dan origen a la definición de proyectos estratégicos. Entre dichos proyectos, vale la pena destacar el siguiente por su afinidad con el concepto de ciudades inteligentes:

- Desarrollo de Ciudad Modelo: Este programa persigue “Consolidar y administrar el Polígono de Ciudad Modelo, con el objeto de coadyuvar en el desarrollo económico de la región y del estado, mediante la promoción, uso y aprovechamiento de su infraestructura, así como asegurar que se otorguen servicios eficientes y de vanguardia orientados a lograr un desarrollo sustentable.” (Gobierno del Estado de Puebla, 2019)

Ciudad Modelo se configura territorialmente dentro de los límites de los municipios de San José Chiapa y Nopalucan; institucionalmente, este proyecto se decreta desde el año 2017 mediante la creación del organismo público descentralizado “Ciudad Modelo”, mismo que está sectorizado a la Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Puebla.

Es importante destacar que uno de los principales factores que motivó la puesta en marcha de este proyecto fue el anuncio de inversión de la armadora Audi en San José Chiapa; por lo tanto, el objeto de Ciudad Modelo como organismo tiene el propósito de brindar los servicios en la zona de desarrollo industrial y urbano enmarcada en este municipio.

Diseño de políticas regionales en el estado de Tlaxcala

El Plan Estatal de Desarrollo 2017 – 2021 está estructurado por cuatro ejes estratégicos: 1) Empleo, desarrollo económico y prosperidad para las familias; 2) Recuperación del campo poblano; 3) Desarrollo económico para todas y todos; y 4) Disminución de las desigualdades. Adicionalmente se incorpora un eje especial denominado *Gobierno democrático, innovador y transparente*.

A continuación, se enlistan algunas estrategias definidas por el Gobierno de Tlaxcala que son afines al concepto de ciudades inteligentes:

Cuadro 22. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Tlaxcala para el periodo 2017-2021

Estrategia	Línea de acción
Impulsar la innovación de las empresas del estado.	Elevar el número de patentes registradas por empresas, emprendedores e instituciones académicas del estado ante el IMPI facilitando la gestión de trámites asociados con el registro.
	Ayudar a empresarios y emprendedores a detectar productos o servicios susceptibles de patentarse al ser innovadores o creadores de valor.
	Promover la vinculación entre los sectores gobierno, académico y empresarial mediante el modelo conocido como la Triple Hélice.
	Impulsar la innovación en el sector comercial y de servicios mediante reconocimientos a la innovación y al emprendedurismo.
	Establecer convenios de colaboración con universidades y centros de investigación para desarrollar la innovación y promover el desarrollo tecnológicos.
	Promover la vinculación del empresariado local con instituciones de educación superior mediante una red de incubadoras.
	Buscar el apoyo de CONACYT para estímulos a la innovación y el desarrollo de capacidades tecnológicas para PYMES.
Fomentar el desarrollo científico-tecnológico y la innovación.	Desarrollar un marco institucional en materia de desarrollo tecnológico e innovación que articule los esfuerzos de instituciones académicas y sector empresarial.
	Buscar apoyos federales para desarrollo tecnológico e innovación con instituciones federales como CONACYT, CINVESTAV, entre otras.
	Desarrollar incubadoras de empresas tecnológicas en colaboración con universidades e instituciones de educación superior.
	Atraer y apoyar consorcios de investigación en la entidad para desarrollar una producción científico-tecnológica propia.
Uso de la Firma Electrónica en operaciones con el gobierno.	Impulsar el uso de la Firma Electrónica para agilizar la realización de trámites con dependencias de gobierno.
	Modernizar los sistemas informáticos de las dependencias para aceptar el uso de la firma electrónica en interacciones con empresas y ciudadanos.
	Facilitar la operación del Sistema de Información de Gestión Registral mediante el uso de la firma electrónica.
Fortalecer el uso de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de habilidades en el uso de tecnologías de la información y la comunicación desde la educación básica hasta la superior.	Diseñar e impulsar, junto con los distintos órdenes de gobierno y de la sociedad civil, la puesta en marcha de actividades dirigidas a la creación y fortalecimiento de la infraestructura tecnológica adecuada para el aprendizaje mediante plataformas digitales.
	Impulsar la capacitación de los maestros en el acceso y uso de nuevas tecnologías y materiales digitales.
	Apoyar el desarrollo de conectividad en escuelas y bibliotecas.
	Fortalecer los modelos de educación a distancia para educación media superior y superior garantizando una buena calidad tecnológica y de contenidos.
Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de	Fomentar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como incrementar la inversión pública y estimular la innovación privada orientadas al desarrollo de éstas, mediante una estrategia de largo plazo.

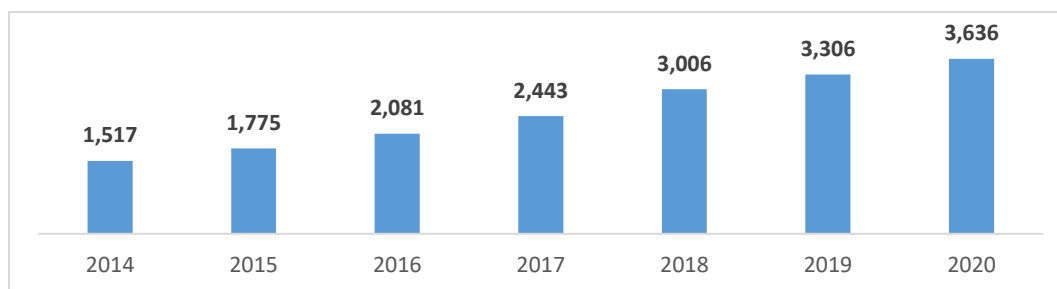
Estrategia	Línea de acción
innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.	Establecer convenios de colaboración con universidades y centros de investigación para desarrollar la innovación y promover el desarrollo tecnológicos.
	Orientar los programas de premios y estímulos de ciencia y tecnología del estado que permitan, además de reconocer las trayectorias de destacados investigadores, privilegiar las investigaciones que demuestren excelencia o un impacto directo sobre la población del estado y su desarrollo.
	Diseñar políticas públicas diferenciadas que permitan impulsar el progreso científico y tecnológico en la entidad, con base en sus vocaciones económicas y capacidades locales.
Definir una política de transporte y movilidad que favorezca el desarrollo eficiente del transporte público en la entidad.	Desarrollar un sistema integrado de transporte urbano, metropolitano y regional con la participación del gobierno estatal y el sector privado.
	Establecer mecanismos de coordinación entre autoridades estatales y municipales en materia de rutas, cambios en vialidades y proyectos de movilidad de amplio alcance.
	Impulsar la colocación de dispositivos tales como GPS, chips REPUVE y botones de pánico para fomentar una mayor seguridad en las unidades de transporte público.
Favorecer el acceso de servicios de telecomunicación en todo el estado	Ampliar el acceso a internet de banda ancha en sitios públicos, priorizando bibliotecas, museos y escuelas públicas de amplia población escolar.
	Promover la atención a las poblaciones que no cuenten con oferta de servicios de telecomunicaciones por parte de operadores locales y regionales.
Fomentar la modernización y operación del gobierno mediante medios electrónicos	Impulsar la modernización administrativa de procesos gubernamentales de la Contraloría del Ejecutivo.
	Concretar la emisión digital del trámite de Constancia de No Inhabilitación.
	Actualizar la Normateca del Estado.
Implementar un proceso profundo de modernización administrativa al interior del gobierno del estado.	Eficientar la operación de las dependencias estatales mediante redes informáticas y sistemas.
	Promover la homologación de procesos y sistemas en materia de personal y adquisiciones que manejan las dependencias del gobierno del estado.
	Realizar un diagnóstico de necesidades de capacitación al personal de la administración pública estatal, en temas tales como informática, atención al público, protección civil, derechos humanos y manejo de nuevas herramientas de trabajo, entre otras.
	Consolidar la interconexión de los sistemas informáticos de adquisiciones, manejo de personal y control vehicular y de inmuebles para lograr una gestión eficiente y transparente de los recursos con que cuenta el gobierno del estado.
	Mejorar la gestión de la Oficialía Mayor en materia de trámites y servicios al público.

Fuente: Gobierno del Estado de Tlaxcala (2017).

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Puebla-Tlaxcala concentró cerca de 4 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 16% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 41. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020

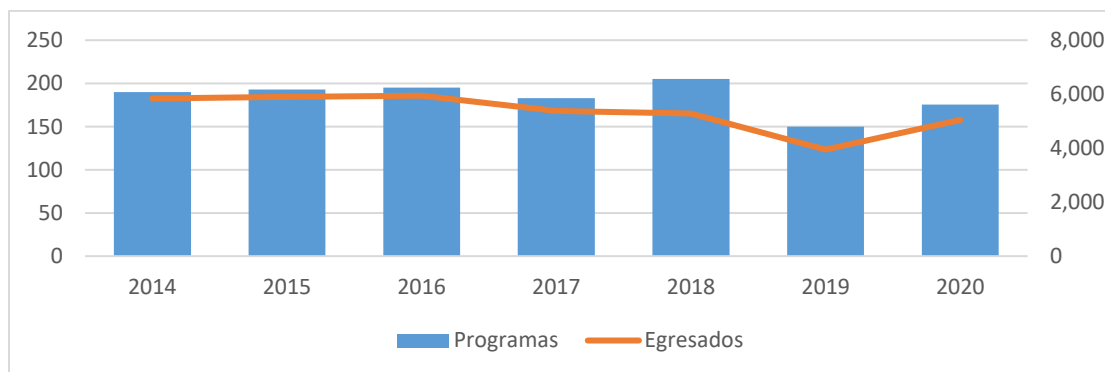


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que en la ZM de Puebla-Tlaxcala, cuenta con la presencia del Clúster Puebla TIC, así como del Clúster de Tecnología de Información del Estado de Tlaxcala.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Puebla-Tlaxcala se ofrecieron en promedio, 185 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron cerca de 5,300 estudiantes cada año.

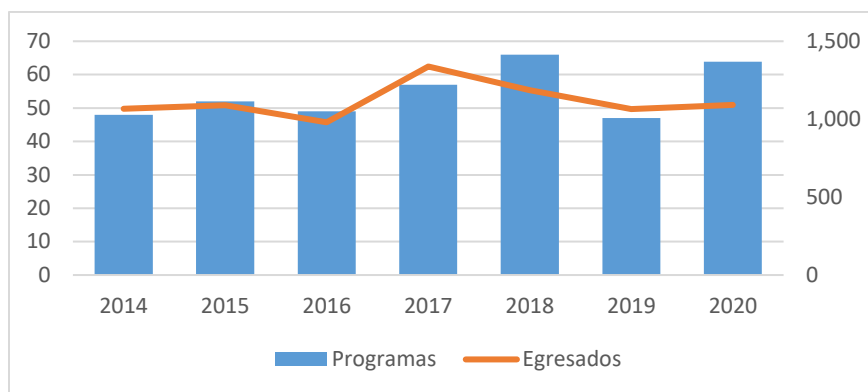
Gráfica 42. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Puebla-Tlaxcala se ofrecieron en promedio, 55 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 1,120 estudiantes cada año.

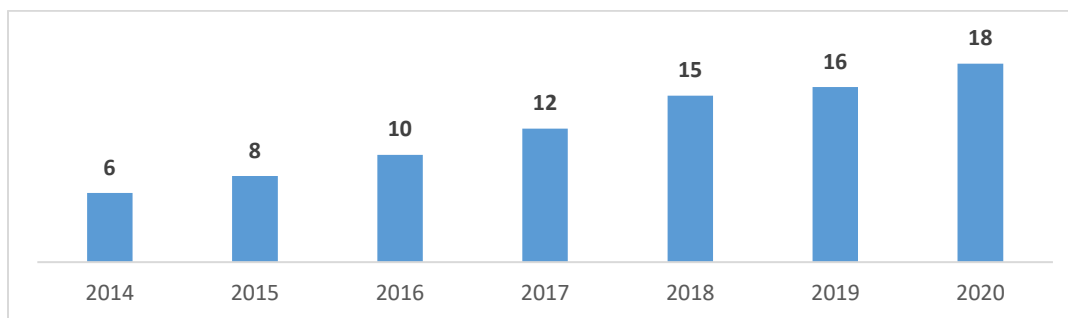
Gráfica 43. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Puebla-Tlaxcala concentró 18 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 19% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 44. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020

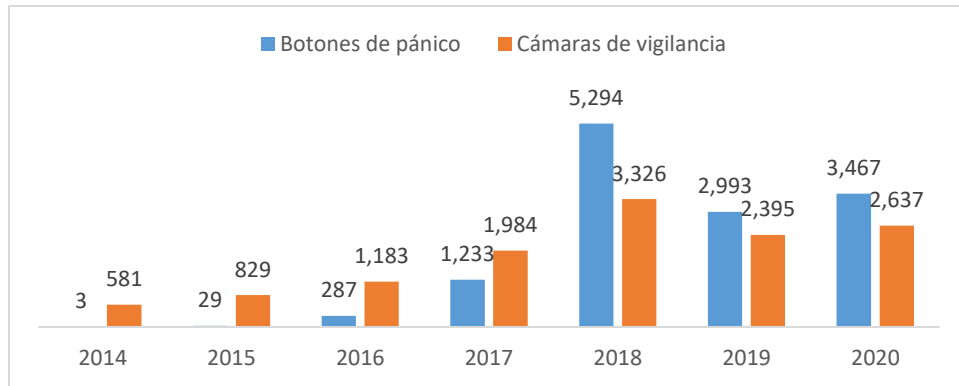


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Puebla-Tlaxcala había 3,467 botones de pánico y 2,637 cámaras de vigilancia.

Gráfica 45. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020

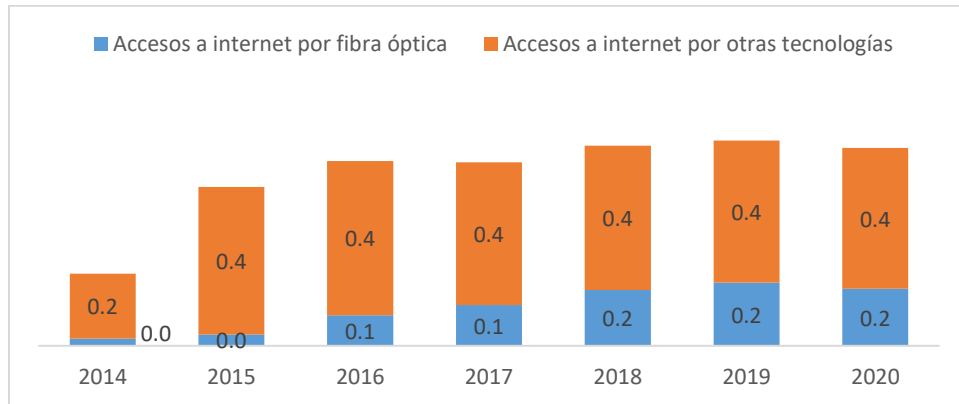


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían alrededor de 4 mil viviendas verticales en la ZM de Puebla-Tlaxcala; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 134 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Puebla-Tlaxcala, en el año 2020 esta ciudad contaba con poco cerca de 600 mil accesos, de los cuales, 29% utiliza tecnología de fibra óptica y el 71% restante otras tecnologías

Gráfica 46. Número de accesos de internet en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

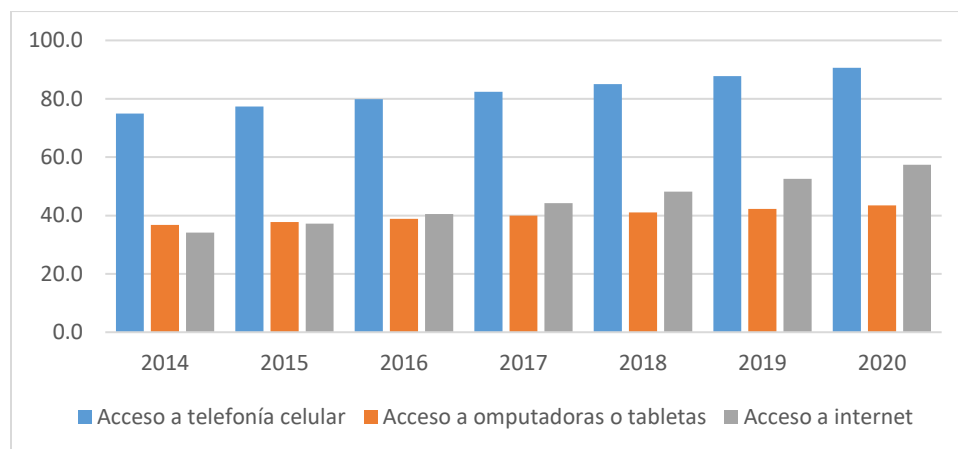
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Puebla-Tlaxcala, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 83% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Puebla-Tlaxcala tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 45% a servicio de internet; y 40% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 47. Acceso a servicios digitales en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

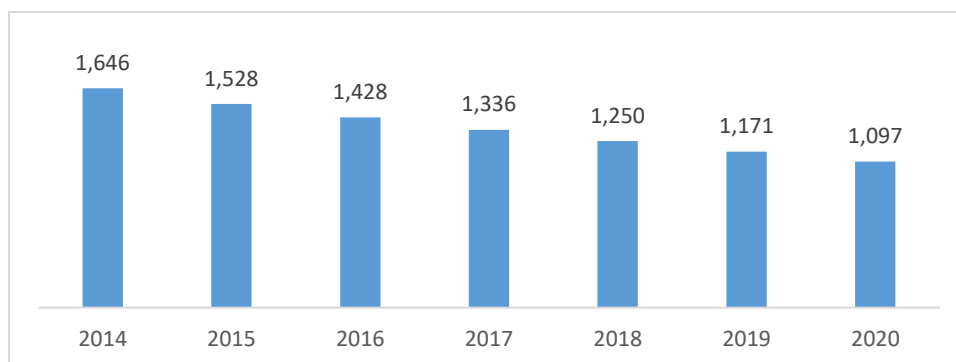


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Puebla-Tlaxcala por cada 100 mil habitantes fue de 1,351.

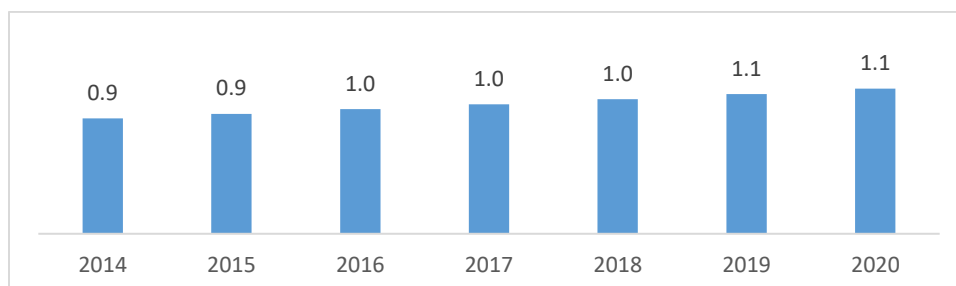
Gráfica 48. Incidencia delictiva en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Puebla-Tlaxcala fue de 1 millón al año.

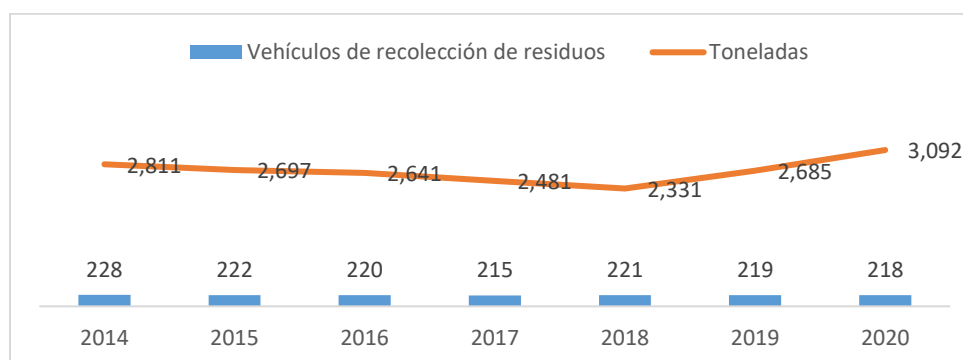
Gráfica 49. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Puebla-Tlaxcala fue de 221 al año; los cuales recolectaron más de 2,600 toneladas de residuos anuales

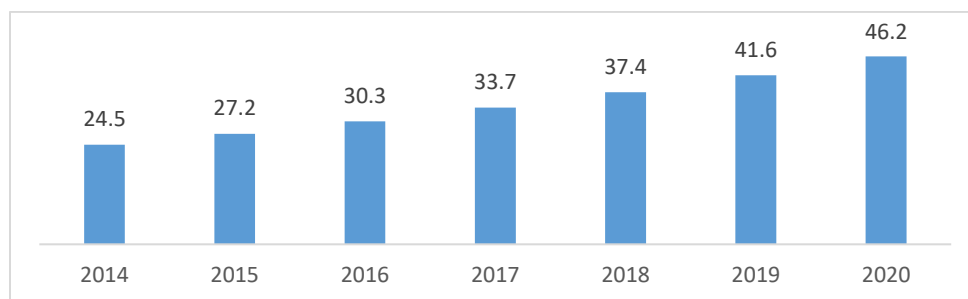
Gráfica 50. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 34.4 millones al año.

Gráfica 51. Transacciones realizadas mediante terminales de punto de venta en la ZM de Puebla-Tlaxcala, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Para el caso de la ZM Puebla-Tlaxcala, vale la pena destacar que:

- Tan solo 2 de los 39 municipios que conforman la ZM Puebla-Tlaxcala concentran 80% de las unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.
- En cuanto al número de egresados de programas de licenciatura afines a Administración, Negocios y TIC, el 87% de éstos se concentra en 2 municipios.
- Cerca de 98% de los botones de pánico y 80% de las cámaras de vigilancia se concentraban en 1 solo municipio.
- En cuanto a los accesos a internet mediante fibra óptica disponibles en la ZM Puebla-Tlaxcala, 86% de éstos se concentra en 2 municipios.

Tomando en cuenta lo anterior, puede inferirse que Puebla y San Andrés Cholula son los municipios que lideran las ventajas que ofrece la ZM Puebla-Tlaxcala para implementar una política de conversión a ciudad inteligente.

4.2.1.5 Fortalezas de la ZM de Querétaro que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Querétaro

El Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2021 está estructurado por cinco ejes estratégicos: 1) Querétaro Humano; 2) Querétaro Próspero; 3) Querétaro con Infraestructura para el Desarrollo; 4) Querétaro Seguro; y 5) Querétaro con Buen Gobierno. Cada uno de estos ejes está delimitado por una serie de líneas de acción e indicadores, mismos que dan origen a la definición de proyectos estratégicos. Entre dichos proyectos, vale la pena destacar el siguiente por su afinidad con el concepto de ciudades inteligentes:

Cuadro 23. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Querétaro para el periodo 2017-2021

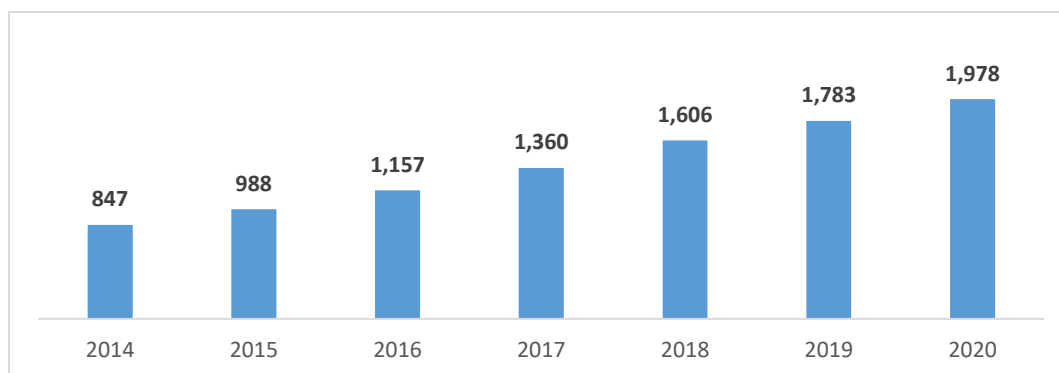
Estrategia	Línea de acción
Promoción del crecimiento económico equilibrado por sectores y regiones del Estado de Querétaro	Desarrollar proyectos de infraestructura logística y de conectividad en el Estado.
	Incentivar el uso de tecnologías de la información que generen innovación en el Estado.
Mejoramiento de la infraestructura vial y de comunicaciones en el Estado	Promover la mejora en la infraestructura de comunicaciones de la entidad.
	Gestionar la inclusión de los servicios de telecomunicación en las localidades del Estado.
Uso de la Firma Electrónica en operaciones con el gobierno.	Impulsar el uso de la Firma Electrónica para agilizar la realización de trámites con dependencias de gobierno.
	Modernizar los sistemas informáticos de las dependencias para aceptar el uso de la firma electrónica en interacciones con empresas y ciudadanos.
Integración sistémica de la seguridad en el Estado de Querétaro	Impulsar la reingeniería tecnológica y administrativa de seguridad y justicia en el Estado.
Fortalecimiento de una gestión transparente y que rinda cuentas en el Estado de Querétaro	Fomentar el acceso a la información gubernamental por la ciudadanía.
	Modernizar los mecanismos de rendición de cuentas de la Administración Pública Estatal.
	Fortalecer los mecanismos de comunicación de las acciones de gobierno hacia la ciudadanía.

Fuente: Gobierno del Estado de Querétaro (2016).

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Querétaro concentró cerca de 2 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 15% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 52. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Querétaro, 2014-2020

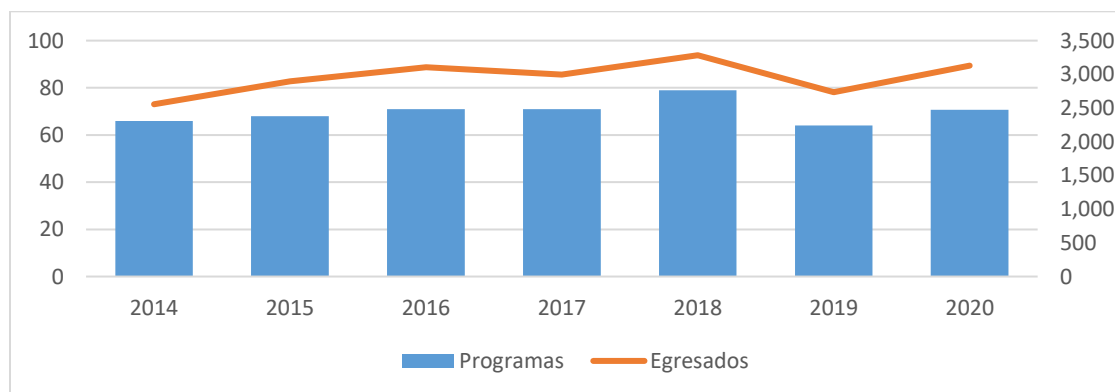


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que, en la ZM de Querétaro, cuenta con la presencia del Clúster Vórtice IT.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Querétaro se ofrecieron en promedio, 70 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron cerca de 3,000 estudiantes cada año.

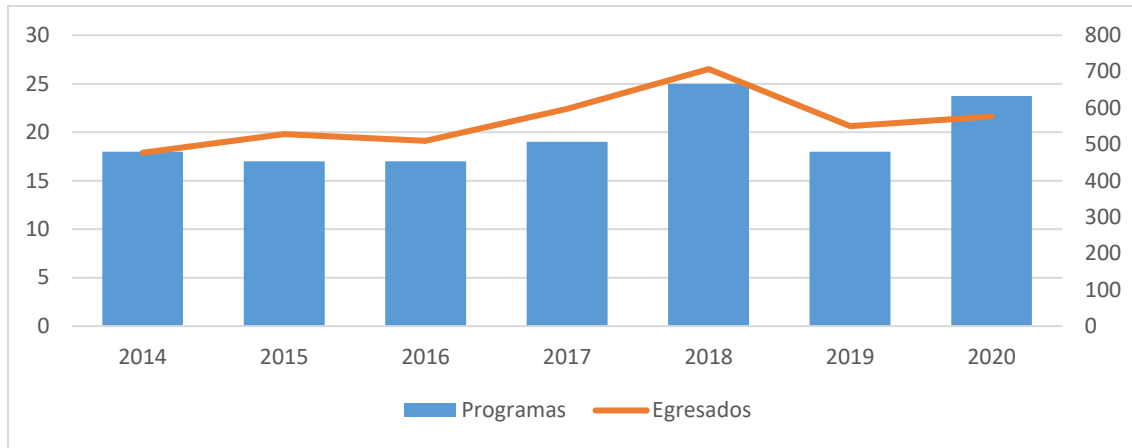
Gráfica 53. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Querétaro, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Querétaro se ofrecieron en promedio, 20 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 564 estudiantes cada año.

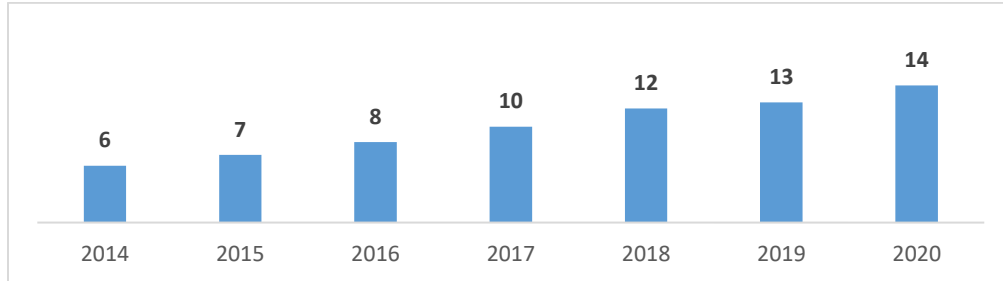
Gráfica 54. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Querétaro, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Querétaro concentró 14 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 16% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 55. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Querétaro, 2014-2020

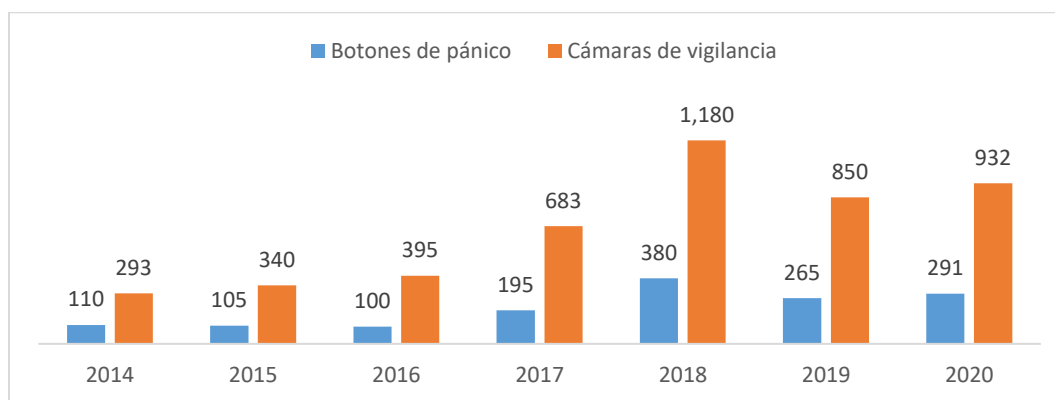


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Querétaro había 291 botones de pánico y 932 cámaras de vigilancia.

Gráfica 56. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Querétaro, 2014-2020

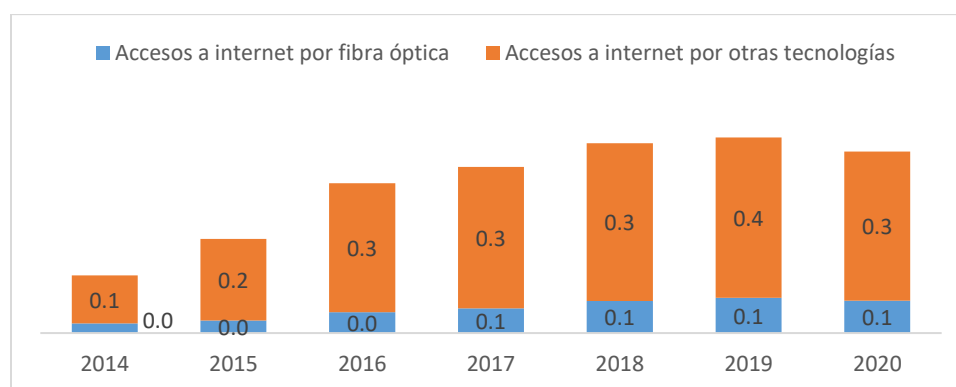


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían alrededor de 3 mil viviendas verticales en la ZM de Querétaro; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 85 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Querétaro, en el año 2020 esta ciudad contaba con cerca de 400 mil accesos, de los cuales, 18% utiliza tecnología de fibra óptica y el 82% restante otras tecnologías

Gráfica 57. .Número de accesos de internet en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

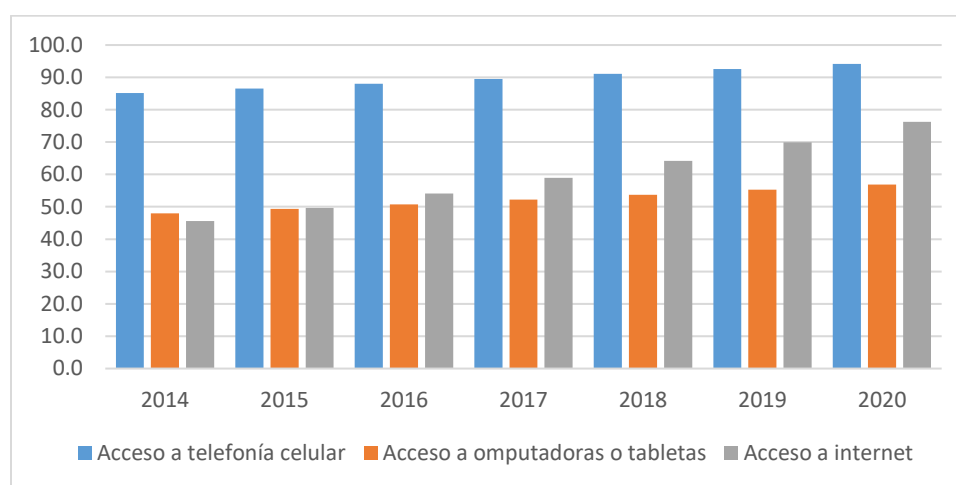
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Querétaro, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 90% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Querétaro tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 60% a servicio de internet; y 52% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 58. Acceso a servicios digitales en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

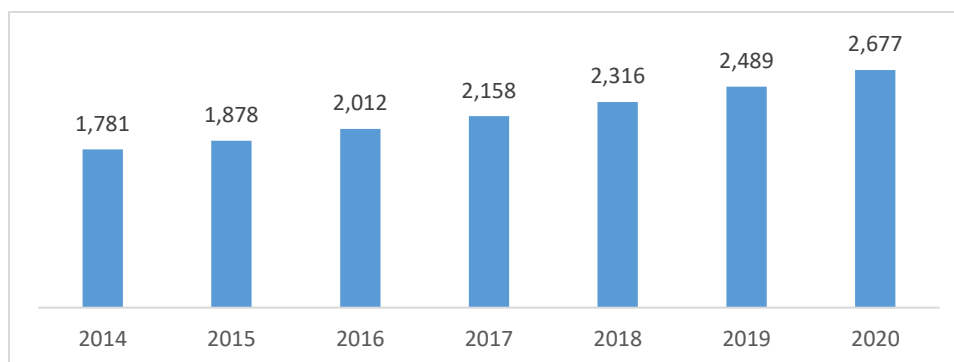


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Querétaro por cada 100 mil habitantes fue de 2,187.

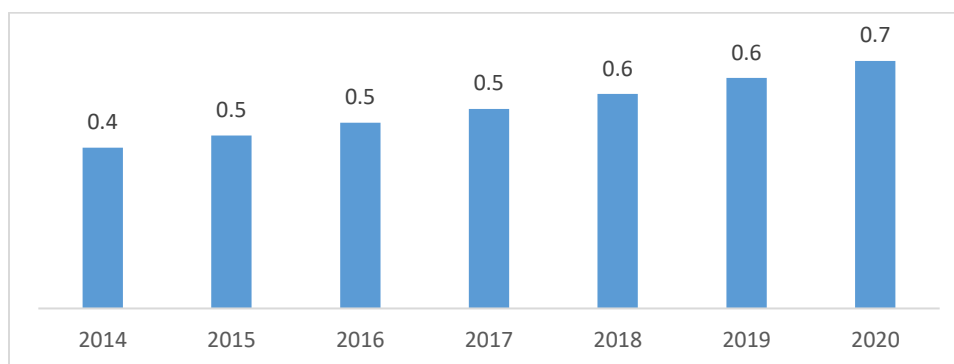
Gráfica 59. Incidencia delictiva en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Querétaro fue de 500 mil al año.

Gráfica 60. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Querétaro fue de 126 al año; los cuales recolectaron cerca de 1,500 toneladas de residuos anuales

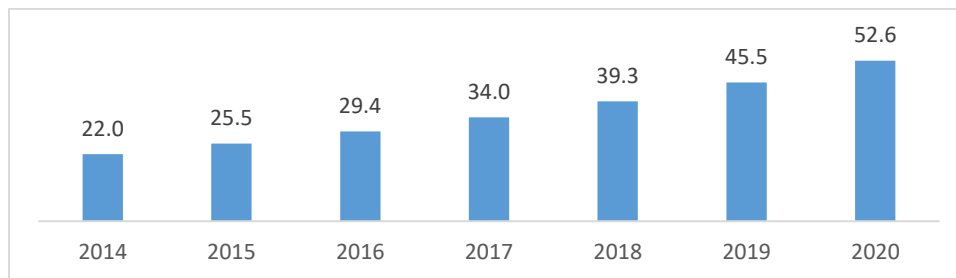
Gráfica 61. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Querétaro, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 35.5 millones al año.

Gráfica 62. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Querétaro, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Para el caso de la ZM Querétaro, vale la pena destacar que:

- Tan solo 1 de los 5 municipios que conforman la ZM de Querétaro concentra 89% de las unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.
- En cuanto al número de egresados de programas de licenciatura afines a Administración, Negocios y TIC, el 83% de éstos se concentra en 1 municipio.
- Cerca de 84% de los botones de pánico y 93% de las cámaras de vigilancia se concentran en 2 municipios.
- En cuanto a los accesos a internet mediante fibra óptica disponibles en la ZM de Querétaro, 91% de éstos se concentra en 1 municipio.

Tomando en cuenta lo anterior, puede inferirse que Querétaro es el municipio que lideran las ventajas que ofrece esta Zona Metropolitana para implementar una política de conversión a ciudad inteligente.

4.2.1.6 Fortalezas de la ZM de Tijuana que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Baja California

El Plan Estatal de Desarrollo 2020 – 2024 está estructurado por seis ejes estratégicos: 1) Bienestar social; 2) Seguridad y paz para todos; 3) Dinamismo económico, igualitario y sostenible; 4) Desarrollo urbano y ordenamiento del territorio; 5) Gobierno austero y Hacienda ordenada; y 6) Política y gobernabilidad democrática. Cada uno de estos ejes está delimitado por una serie de líneas de acción e indicadores, mismos que dan origen a la definición de proyectos estratégicos. Entre dichos proyectos, vale la pena destacar el siguiente por su afinidad con el concepto de ciudades inteligentes:

Cuadro 24. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Baja California para el periodo 2020-2024

Estrategia	Línea de acción
Efectuar una regeneración de comunidades que incidan en mayores satisfactores de bienestar para la gente	Ampliar las oportunidades para el acceso a una mayor infraestructura social básica y comunitaria en zonas con rezagos sociales, orientadas al bienestar y el desarrollo de las comunidades principalmente en los rubros de electrificación, agua y drenaje, alumbrado público, urbanización, centros de desarrollo comunitario y educación.
	Impulsar la utilización de las energías renovables para la infraestructura social comunitaria en las comunidades y zonas que se encuentran en condiciones de vulnerabilidad.
Fortalecimiento de atención médica a distancia que favorezcan el acceso efectivo a servicios de salud	Otorgar consulta de telemedicina mediante la utilización de equipo especializado que permita tratar al paciente a distancia en tiempo real, a través de medios virtuales.
	Brindar capacitación y actualización en salud a través de la tele enseñanza mediante el uso de tecnología
Incorporación de los avances tecnológicos y la innovación en temas prioritarios de salud que repercutan en una sociedad más igualitaria y socialmente más justa.	Utilizar la herramienta digitalizada para la elaboración del Diagnóstico de Salud Comunitario.
	Implementar un Expediente Clínico Electrónico para el primer nivel de atención.
	Implementar estrategias innovadoras de mercadotecnia en salud, para fomentar hábitos de vida saludables y el cuidado de la salud en la población general.

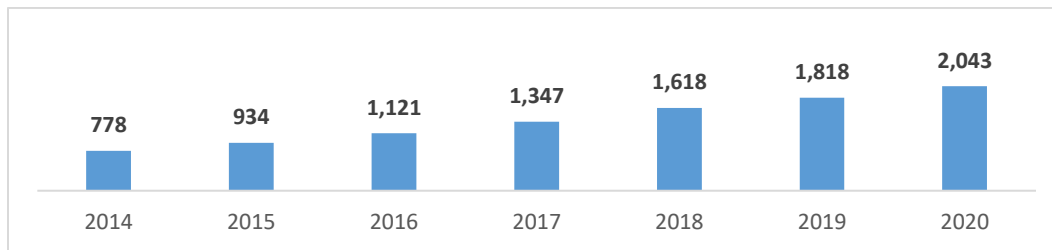
Estrategia	Línea de acción
Fortalecer la infraestructura tecnológica, sistemas y bases de datos en materia de seguridad y procuración de justicia.	Hacer más eficaz la interconexión tecnológica de todos los sistemas de información y comunicación de los tres órdenes de gobierno.
	Incrementar los sistemas de información y bases de datos en apoyo a la seguridad pública y procuración de justicia.
Impulsar el desarrollo de programas para el crecimiento de las pequeñas y medianas empresas con especialidad industrial, minera y de servicios.	Desarrollar un programa de capacitación especializada en áreas de ciencia y tecnología para consolidar oportunidades de empleo en el mercado laboral.
	Promover la certificación de las empresas en materia de ciencia y tecnología que constituyan el soporte económico principal de la zona.
Fomentar el apoyo a proyectos estratégicos y empresariales que permitan el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación encaminados a mejorar las áreas prioritarias del Estado.	Incrementar la vinculación entre el sector educativo empresarial y gubernamental para aumentar el valor agregado en los productos, procesos y servicios, impulsando la cadena de valor.
	Gestionar recursos a nivel local, federal e internacional para el incremento de la productividad, atracción y retención de inversión privada, así como impulsar los sectores estratégicos del Estado.
Fortalecer los programas de apoyo a estudiantes para su especialización en desarrollo científico, tecnológico e innovación.	Gestionar el incremento a la aportación de recursos federales para apoyos destinados al desarrollo científico, tecnológico y a la innovación.
	Promover la colaboración de estudiantes dentro de empresas tecnológicas para la creación de proyectos que impulsen la actividad e innovación.
	Promover la sensibilización de estudiantes de educación básica y media superior en temas de ciencia e innovación tecnológica.
Garantizar la eficiencia energética del Estado, privilegiando el fortalecimiento de las fuentes de energías limpias existentes y futuras.	Garantizar la óptima operación del parque eólico "La Rumorosa 1" para la generación y transmisión de energía renovable para el autoabastecimiento del alumbrado público del Ayuntamiento de Mexicali.
	Promover la realización de proyectos de energía renovable en el Estado.
Promover procesos eficientes y simplificados para la prestación de trámites y servicios, utilizando adecuadamente las tecnologías de la información.	Mejorar los sistemas de información del gobierno central mediante la instalación y mantenimiento de la infraestructura de la red y sus sistemas de tecnologías de la información.
	Simplificar trámites, servicios y la estructura orgánica de las dependencias y entidades paraestatales para una mejor atención al ciudadano.

Fuente: Gobierno del Estado de Baja California (2020).

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Tijuana concentró más de 2 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 17% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 63. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Tijuana, 2014-2020

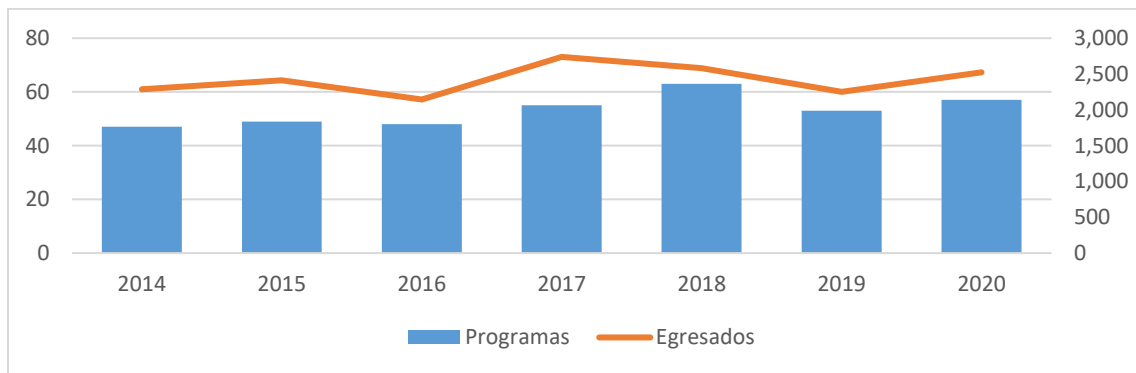


Fuente: Elaboración propia con información del DENUÉ.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que la ZM de Tijuana, cuenta con la presencia de una oficina de representación regional de CANIETI, así como del Clúster IT Baja.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Tijuana se ofrecieron en promedio, 53 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron más de 2 mil estudiantes cada año.

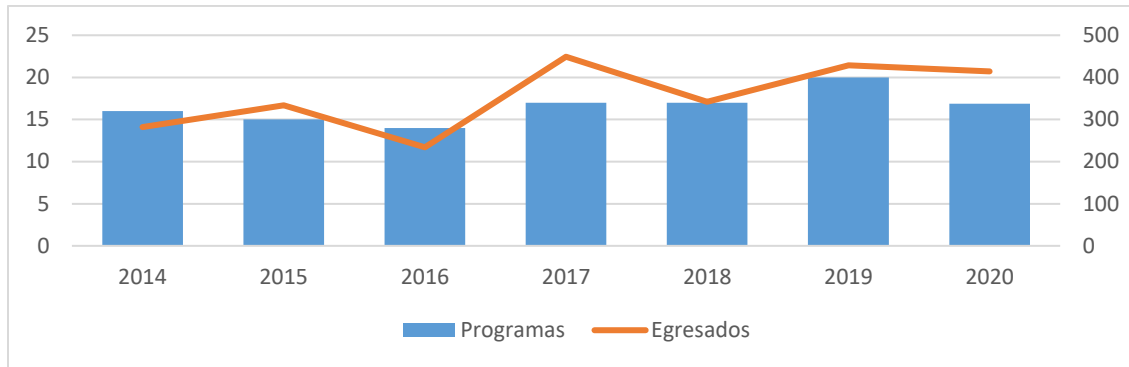
Gráfica 64. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Tijuana, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Tijuana se ofrecieron en promedio, 17 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 355 estudiantes cada año.

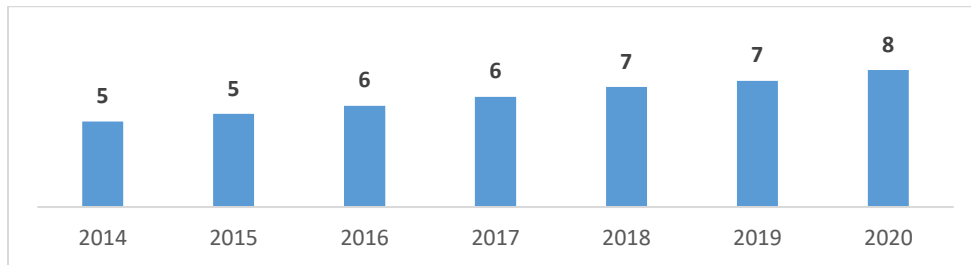
Gráfica 65. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Tijuana, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Tijuana concentró 8 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 8% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 66. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Tijuana, 2014-2020

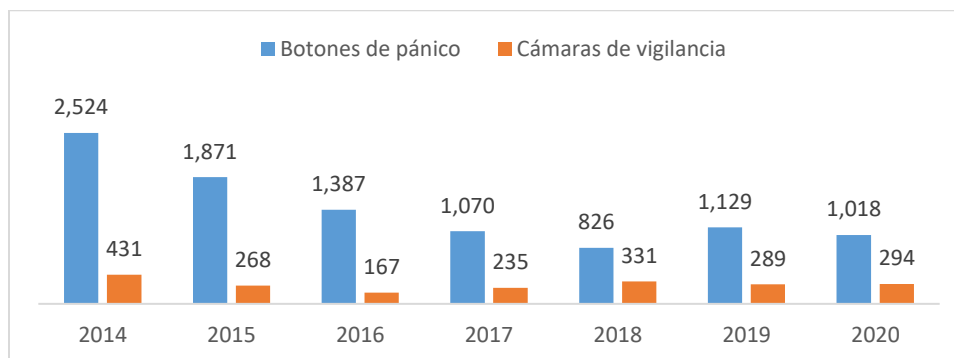


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Tijuana había 1,018 botones de pánico y 294 cámaras de vigilancia.

Gráfica 67. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Tijuana, 2014-2020

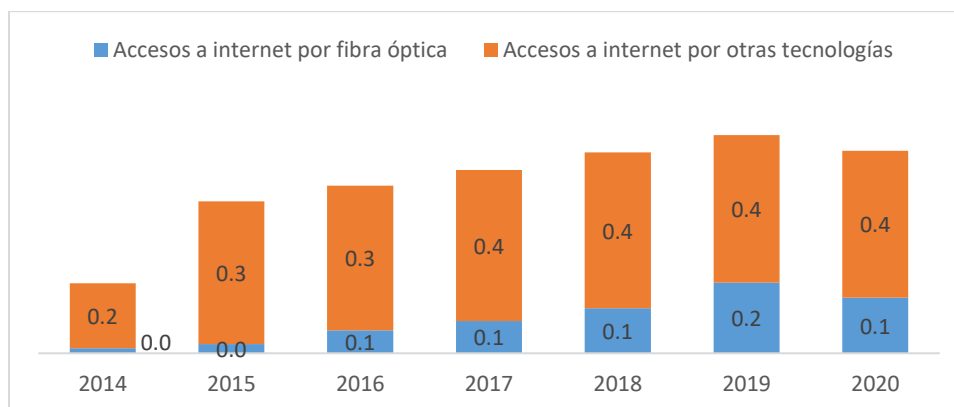


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían más de 1,300 viviendas verticales en la ZM de Tijuana; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 46 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Tijuana, en el año 2020 esta ciudad contaba con cerca de 500 mil accesos, de los cuales, 27% utiliza tecnología de fibra óptica y el 73% restante otras tecnologías

Gráfica 68. Número de accesos de internet en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

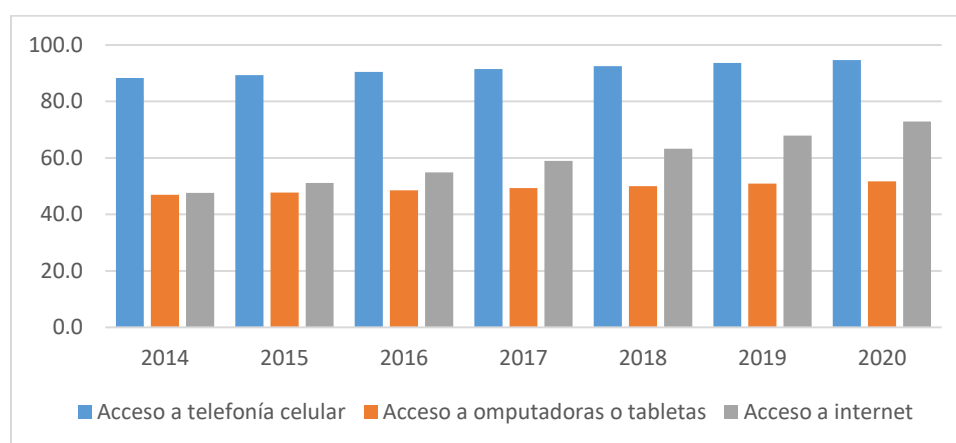
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Tijuana, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 90% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Tijuana tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 73% a servicio de internet; y 52% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 69. Acceso a servicios digitales en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas habitadas)

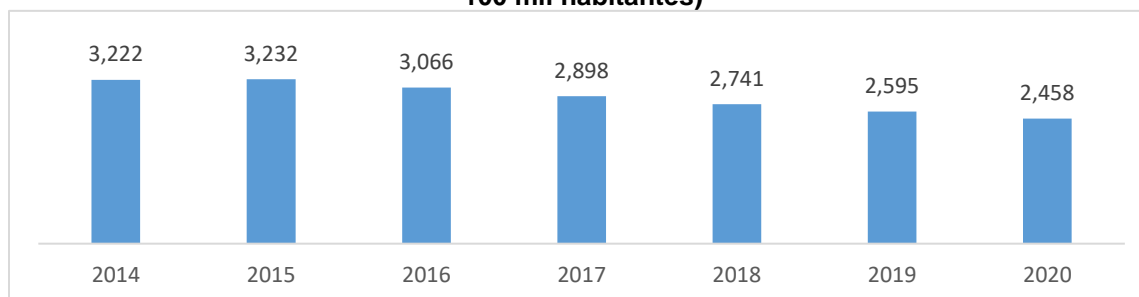


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Tijuana por cada 100 mil habitantes fue de 2,887.

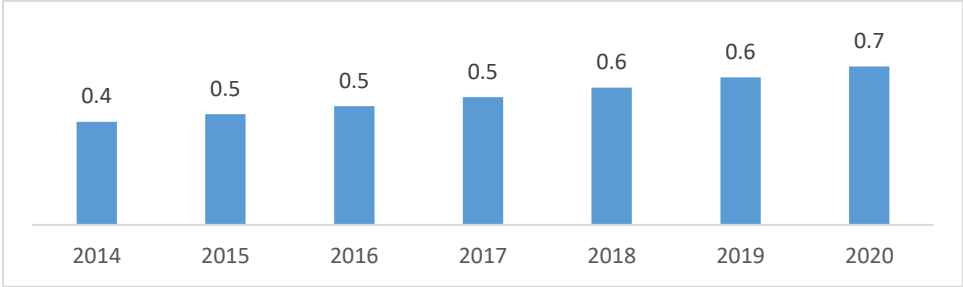
Gráfica 70. Incidencia delictiva en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Tijuana fue de 500 mil al año.

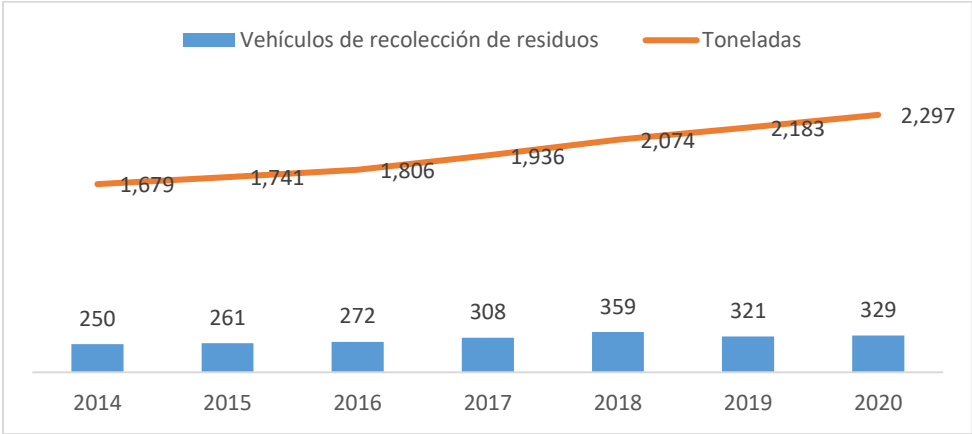
Gráfica 71. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Tijuana fue de 300 al año; los cuales recolectaron cerca de 1,960 toneladas de residuos anuales

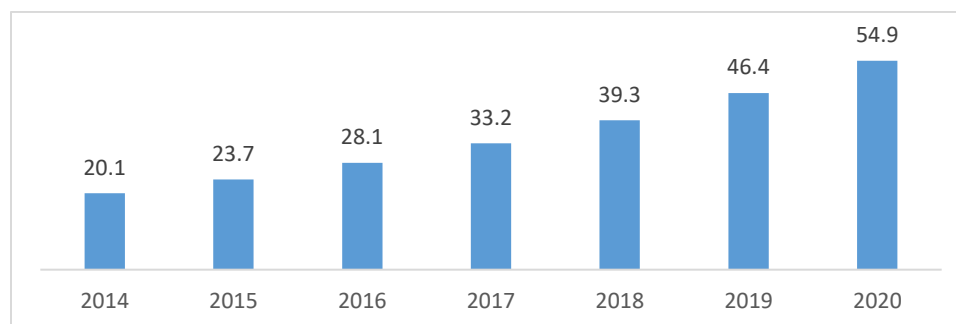
Gráfica 72. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Tijuana, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 35.1 millones al año.

Gráfica 73. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Tijuana, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Para el caso de la ZM de Tijuana, vale la pena destacar que:

- Tan solo 1 de los 3 municipios que conforman la ZM de Tijuana concentra 92% de las unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.
- En cuanto al número de egresados de programas de licenciatura afines a Administración, Negocios y TIC, el 95% de éstos se concentra en 1 municipio.
- Cerca de 99% de los botones de pánico y 93% de las cámaras de vigilancia se concentran en 1 municipio.
- En cuanto a los accesos a internet mediante fibra óptica disponibles en la ZM de Tijuana, 97% de éstos se concentra en 1 municipio.

Tomando en cuenta lo anterior, puede inferirse que Tijuana es el municipio que lidera las ventajas que ofrece esta Zona Metropolitana para implementar una política de conversión a ciudad inteligente.

4.2.1.7 Fortalezas de la ZM de León que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Guanajuato

El Plan Estatal de Desarrollo 2020 – 2024 está estructurado por cuatro dimensiones: 1) Dimensión humana y social; 2) Dimensión Economía; 3) Dimensión medio ambiente y territorio; y 4) Dimensión administración pública y Estado de Derecho. Cada uno de estos ejes está delimitado por una serie de líneas de acción e indicadores, mismos que dan origen

a la definición de proyectos estratégicos. Entre dichos proyectos, vale la pena destacar el siguiente por su afinidad con el concepto de ciudades inteligentes:

Cuadro 25. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Guanajuato para el año 2040

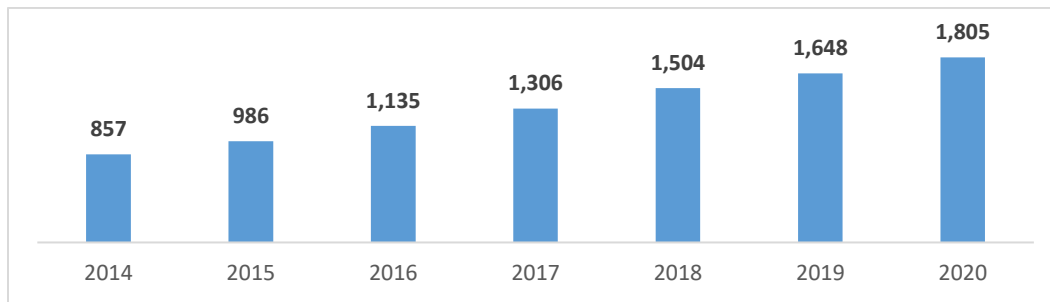
Estrategia	Línea de acción
Fortalecer el sistema de innovación de Guanajuato y su articulación con las demandas productivas y sociales.	Fortalecimiento del acceso al capital, al financiamiento y a la inversión pública y privada dirigidos a ciencia, tecnología e innovación.
	Generación de competencias y habilidades técnicas y gerenciales en el talento emprendedor, tecnológico, científico e innovador del estado en condiciones de igualdad.
	Fortalecimiento de los esquemas de colaboración para la innovación abierta, la co-creación, el co-diseño y el trabajo en redes entre el sector académico, privado, gubernamental y la sociedad.
	Impulso a la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de fuentes de energía alternativas, limpias y renovables para respaldar el desarrollo económico y social del estado.
	Apoyo a la divulgación de la ciencia y la tecnología para la inclusión efectiva de la sociedad.
	Incremento de la cobertura y la accesibilidad de los servicios de internet, para incrementar la inclusión digital.
Fortalecer las capacidades institucionales de las administraciones públicas municipales, para que su actuación se conduzca con apego a los procesos de planeación, transparencia y evaluación de resultados que requiere la sociedad.	Impulso a la gestión del conocimiento y al aprovechamiento de las tecnologías de la información, para contar con bancos de información robustos, eficientes y actualizados con información desagregada por sexo, grupo de edad, condición de habla indígena y por localidad para la toma de decisiones oportunas.

Fuente: Gobierno del Estado de Guanajuato (2018).

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de León concentró cerca de 2 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 13% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 74. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de León, 2014-2020

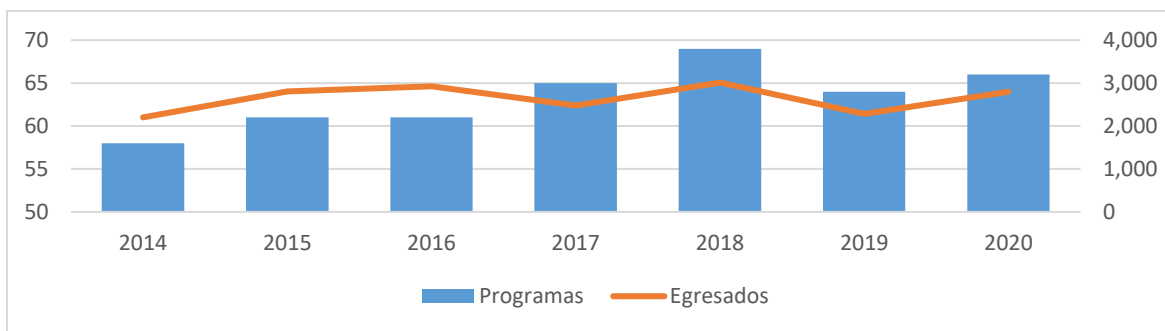


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que la ZM de León, cuenta con la presencia de una oficina de representación estatal de CANIETI, así como del Clúster de Tecnologías de la Información de Guanajuato.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de León se ofrecieron en promedio, 63 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron más de 2,600 estudiantes cada año.

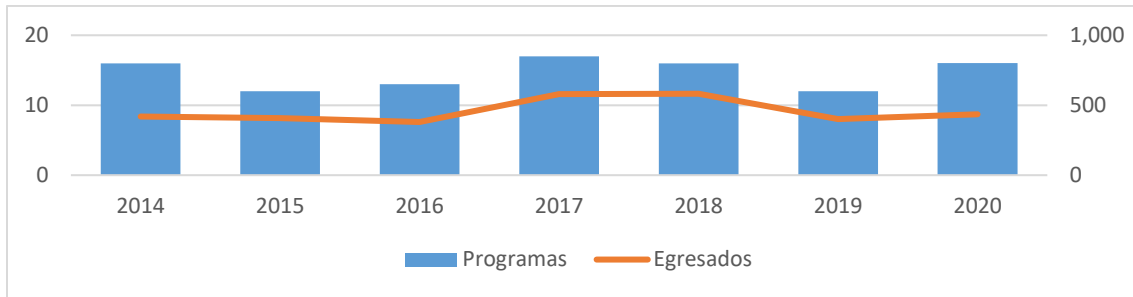
Gráfica 75. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de León, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de León se ofrecieron en promedio, 15 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 460 estudiantes cada año.

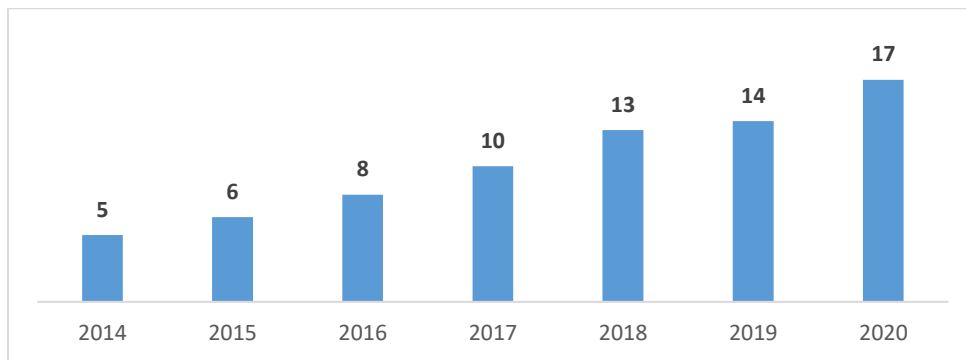
Gráfica 76. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de León, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de León concentró 17 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 8% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 77. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de León, 2014-2020

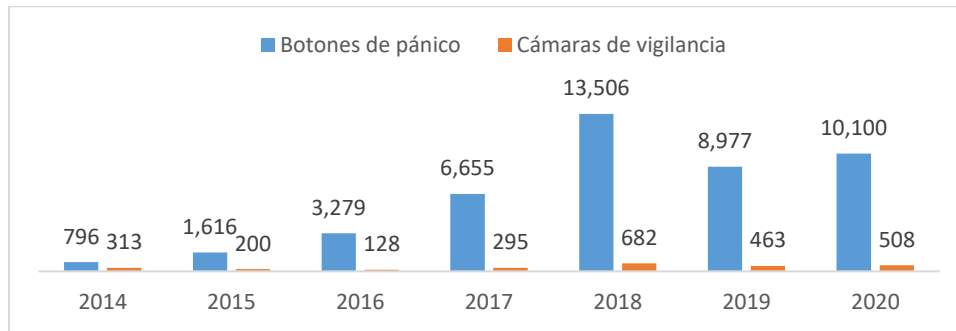


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de León había 10,100 botones de pánico y 508 cámaras de vigilancia.

Gráfica 78. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de León, 2014-2020

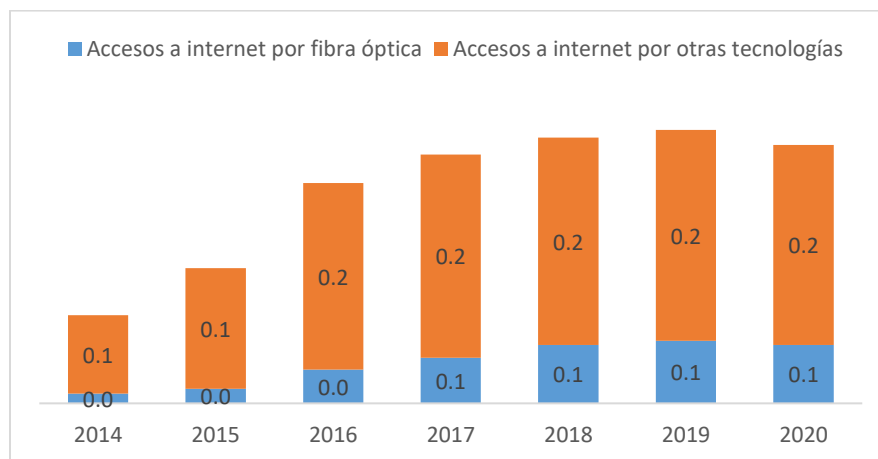


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían más de 160 viviendas verticales en la ZM de León; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 83 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de León, en el año 2020 esta ciudad contaba con cerca de 300 mil accesos, de los cuales, 23% utiliza tecnología de fibra óptica y el 77% restante otras tecnologías

Gráfica 79. Número de accesos de internet en la ZM de León, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

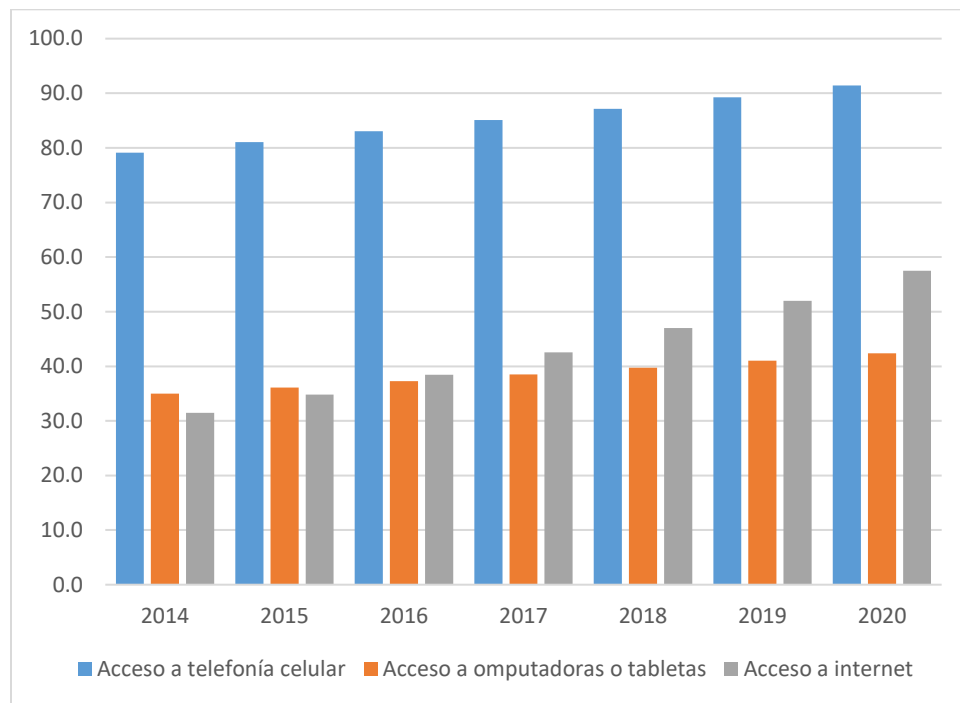
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de León, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 85% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de León tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 43% a servicio de internet; y 39% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 80. Acceso a servicios digitales en la ZM de León, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

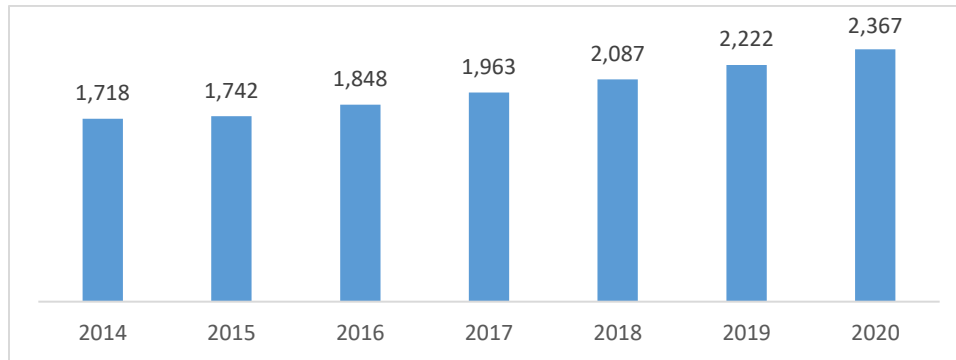


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de León por cada 100 mil habitantes fue de 1,992.

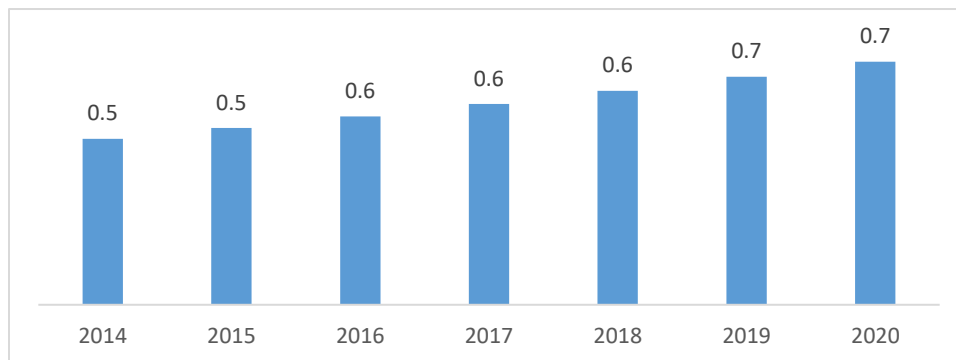
Gráfica 81. Incidencia delictiva en la ZM de León, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de León fue de 600 mil al año.

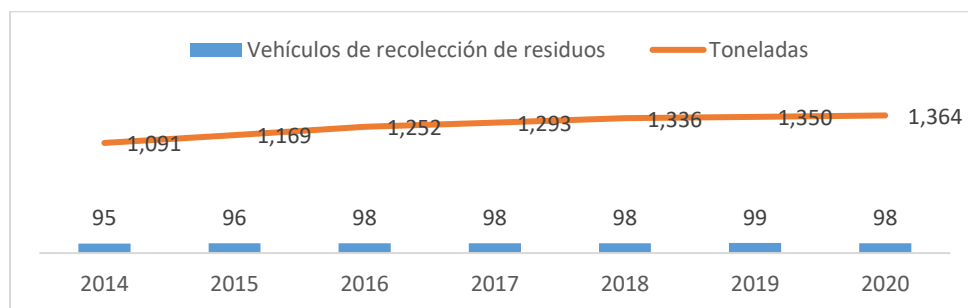
Gráfica 82. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de León, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de León fue de 98 al año; los cuales recolectaron cerca de 1,265 toneladas de residuos anuales

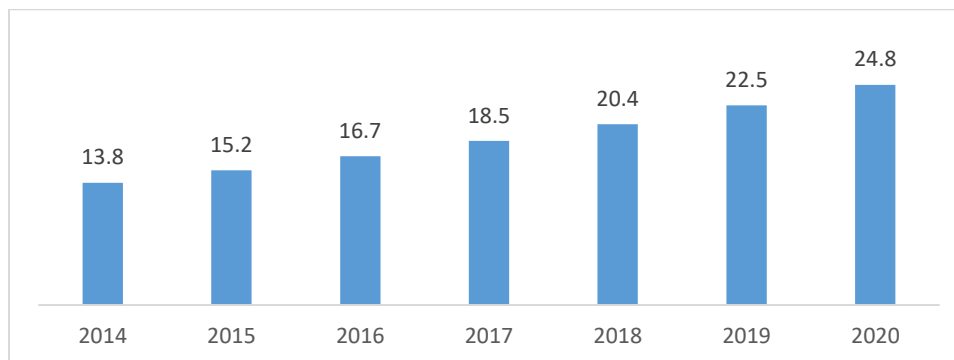
Gráfica 83. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de León, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 18.8 millones al año.

Gráfica 84. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de León, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

De 2014 a 2020, la ZM de León logró escalar dos posiciones en el ranking del IPCCI, pasando del noveno al séptimo sitio. Lo anterior es reflejo de las políticas diseñadas por las autoridades estatales para promover a Guanajuato como un destino atractivo a la inversión extranjera; dichas medidas han propiciado que León aloje 8 parques industriales.

Por otro lado, el gobierno de Guanajuato ha impulsado en los últimos años la adopción de las TIC en diversos sectores productivos; prueba de ello es la realización de los eventos Industrial Transformation México y Hannover Messe.

4.2.1.8 Fortalezas de la ZM de Toluca que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de México

El Plan de Desarrollo del Estado de México 2017 – 2023 está estructurado por cuatro pilares de acción (social, económico, territorial y seguridad) y tres ejes estratégicos (igualdad de género, gobierno capaz y responsable, conectividad y tecnología para el buen gobierno); cada uno de éstos se encuentra delimitado por una serie de líneas de acción e indicadores, mismos que dan origen a la definición de proyectos estratégicos. Entre dichos proyectos, vale la pena destacar el siguiente por su afinidad con el concepto de ciudades inteligentes:

Cuadro 26. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno del Estado de México para el periodo 2017-2023

Estrategia	Línea de acción
Promover una mayor diversificación de la actividad económica estatal, especialmente aquella intensiva en la generación de empleo.	Impulsar el desarrollo de clústeres empresariales en los que la entidad tiene mayor dinamismo.
	Adoptar esquemas de producción sostenible para las empresas de la entidad.
	Elevar las posibilidades para establecer unidades productivas con componentes de innovación y tecnología.
	Impulsar la especialización productiva del sector manufacturero y de alta tecnología.
Reorientar el desarrollo industrial.	Reestructurar los programas de promoción económica y desarrollo industrial hacia aquellas actividades que reportan una mayor generación de valor agregado.
	Fomentar la incubación de empresas de alta tecnología y desarrollo de software.
Fomentar la investigación científica y tecnológica aplicada	Ampliar la infraestructura académica y de investigación que permita acrecentar la formación de recursos humanos e incrementar el personal docente y de investigación en la entidad.
	Atraer y apoyar el desarrollo de nuevos centros de investigación y desarrollo tecnológico.
	Integrar la academia con la iniciativa privada en tareas de investigación aplicada que redunden en mejoras de los procesos productivos.
	Impulsar la creatividad y el emprendimiento científico y tecnológico de los jóvenes mexiquenses.
	Establecer un fondo para impulsar el desarrollo tecnológico del estado.
Vincular a las instituciones de educación superior y a los centros de investigación con el sector privado.	Apoyar que las instituciones de educación superior y los centros de investigación favorezcan el desarrollo local.
	Incentivar la inversión del sector productivo en investigación científica y el establecimiento de parques científico-tecnológicos, así como apoyar el desarrollo tecnológico.
	Desarrollar programas de fomento a la vinculación y transferencia de conocimiento.
	Impulsar el desarrollo emprendedor en las instituciones de educación superior y en los centros de investigación para fomentar la innovación tecnológica y el autoempleo.
	Promover la generación de empresas de alta tecnología.
	Apoyar los proyectos científicos y tecnológicos que incidan en el progreso de los sectores productivos del estado.
Incentivar la formación de capital humano especializado.	Incrementar el número de becas de posgrado en carreras científicas y tecnológicas.
	Aumentar el número de científicos y técnicos incorporados al Sistema Nacional de Investigadores.

Estrategia	Línea de acción
	Apoyar a los centros de investigación existentes y fomentar la creación de nuevos en áreas estratégicas para el estado
	Incentivar la cooperación nacional e internacional en los temas de investigación científica y desarrollo tecnológico.
	Fomentar la adopción de modelos educativos que combinen la parte teórica con la práctica con la finalidad de contar con egresados capacitados de acuerdo a lo que demandan las empresas.
	Atraer empresas de alto valor agregado para estimular la creación de empleos de mano de obra altamente especializada.
	Establecer una agenda de trabajo conjunta entre el gobierno y las empresas para generar condiciones que permitan acelerar el desarrollo económico estatal y la creación de empleos.
	Impulsar la alfabetización digital desde la educación primaria.
Impulsar una plataforma de información en materia de ciencia y tecnología.	Desarrollar estrategias de comunicación y difusión para fomentar la investigación científica y tecnológica en el Estado.
	Gestionar la ampliación y mejora de la infraestructura de las tecnologías de la información.
	Apoyar la ampliación de cobertura de la red de internet.
Implementar el Sistema Mexiquense de Innovación.	Definir una agenda de innovación estatal.
	Fomentar la cultura de la innovación entre estudiantes, empresas y centros de investigación.
	Establecer estímulos atractivos para la investigación y desarrollo productivos.
	Contribuir al establecimiento de espacios propicios para la generación de conocimiento y la innovación.
	Diseñar estímulos que fomenten la investigación, el desarrollo y la aplicación de la ciencia y la tecnología para el mejoramiento de los procesos productivos.
	Promover en las empresas mexiquenses la adopción de técnicas y tecnologías innovadoras en sus procesos productivos.
	Fortalecer las cadenas productivas locales y regionales con énfasis en innovación.
Fomentar la innovación y desarrollo tecnológico	Fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico para posicionar al Estado de México como uno de los principales polos de innovación tecnológica a nivel nacional.
	Fomentar el desarrollo y la adopción de tecnologías limpias en las empresas establecidas en la entidad.
	Identificar y atender los aspectos más significativos que limitan la innovación y el desarrollo de tecnologías e instrumentar programas y acciones que impulsen su crecimiento.
	Identificar las necesidades científicas, tecnológicas y de innovación de los sectores estratégicos del estado.

Estrategia	Línea de acción
	<p>Definir y dar seguimiento a compromisos con los participantes del Sistema Mexiquense de Innovación.</p> <p>Promover la transferencia y apropiación del conocimiento entre los participantes del Sistema Mexiquense de Innovación.</p> <p>Establecer esquemas que favorezcan la generación y la transferencia del conocimiento y de la tecnología.</p>
Fomentar una mayor conectividad en el estado.	<p>Ofertar a prestadores de servicios espacios para la instalación de infraestructura de conectividad que incremente la cobertura el servicio de internet a un mayor número de comunidades y usuarios.</p> <p>Ampliar el acceso a internet en espacios públicos, a través de alianzas con la iniciativa privada para brindar servicios de banda ancha o superiores.</p> <p>Promover la ampliación de la cobertura de telefonía móvil, radio y televisión a todas las regiones del estado.</p>
Incrementar el suministro de energía eléctrica y promover el desarrollo de energías limpias en los hogares mexiquenses.	<p>Gestionar ante la Comisión Federal de Electricidad y con proveedores privados proyectos específicos de electrificación en el estado.</p> <p>Promover el uso de energías limpias en edificios gubernamentales, así como construcciones actuales y nuevas.</p>
Difundir el ahorro de energía en la población.	<p>Impulsar programas de difusión sobre los mecanismos de ahorro de energía en los hogares.</p> <p>Ampliar el programa de sustitución de luminarias en los municipios del estado.</p> <p>Colaborar con las instituciones a cargo de normativas para promover la eficiencia energética de edificios públicos y comerciales en las ciudades.</p> <p>Promover ciudades compactas que sean menos intensivas en el consumo de energía, en particular de combustibles fósiles.</p>
Contribuir a la mejora de la calidad del aire.	<p>Ampliar la cobertura del monitoreo de la calidad del aire.</p> <p>Promover medidas que permitan mantener un parque vehicular más limpio.</p> <p>Coadyuvar a reducir la dependencia en medios motorizados de transporte, con proyectos como los sistemas Bus Rapid Transit (BRTs).</p>
Fomentar la reducción, reciclaje y reutilización de desechos urbanos, industriales y agropecuarios, así como mejorar su gestión.	<p>Promover una cultura de reciclaje y reducción de desechos entre los diferentes sectores de la sociedad.</p> <p>Fomentar la separación de residuos desde la fuente para su reutilización o reciclaje.</p> <p>Impulsar el saneamiento de tiraderos clandestinos en apego a la normatividad ambiental.</p> <p>Aprovechar los residuos sólidos urbanos y agropecuarios para la generación de biogás como fuente de energía.</p> <p>Establecer una visión metropolitana en la gestión de residuos sólidos urbanos.</p>

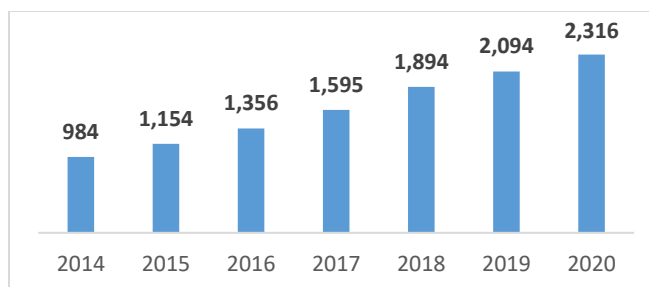
Estrategia	Línea de acción
Fortalecer el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación para la Seguridad.	Fomentar la construcción e implementación del Sistema de Información Oportuna en Seguridad.
	Digitalizar la cartografía de unidades territoriales y sectores policiales para el análisis espacial del delito.
	Fortalecer el esquema automatizado del control de tránsito.
	Crear el Sistema Único de Registro de Servidores Públicos Policiacos con elementos biométricos de vanguardia.
	Incrementar el número de Centros de Control, Comando, Comunicación, Cómputo y Calidad (C5).
	Ampliar el número de cámaras de video vigilancia instaladas en la entidad, priorizando las zonas de mayor incidencia delictiva.
	Mejorar la capacidad del Sistema de Llamadas de Emergencia y Denuncias Ciudadanas.
	Enriquecer la calidad de los procesos en el Sistema de Información Estatal.
	Consolidar la red de radiocomunicación en función de los avances tecnológicos y de normatividad vigentes.
	Equipar a las corporaciones policiales con tecnología e insumos de investigación, vigilancia y control.

Fuente: Gobierno del Estado de México (2018).

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Toluca concentró más de 2 mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 15% respecto al número de unidades económicas en 2014.

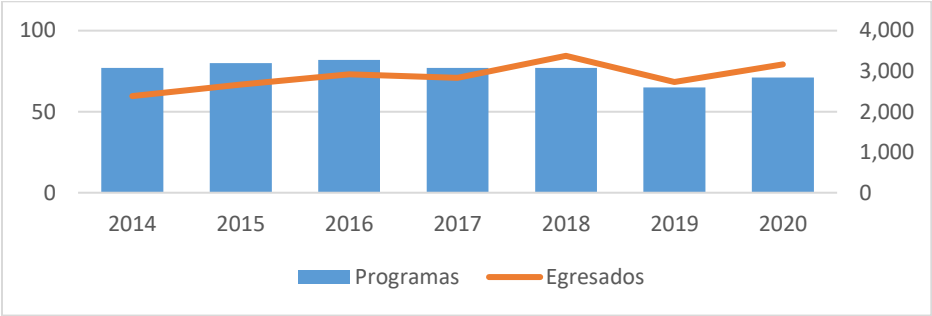
Gráfica 85. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Toluca, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Toluca se ofrecieron en promedio, 76 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron 2,870 estudiantes cada año.

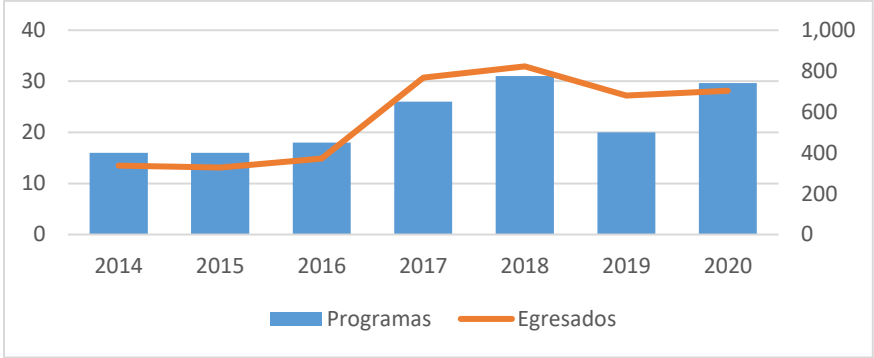
Gráfica 86. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Toluca, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Toluca se ofrecieron en promedio, 22 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 573 estudiantes cada año.

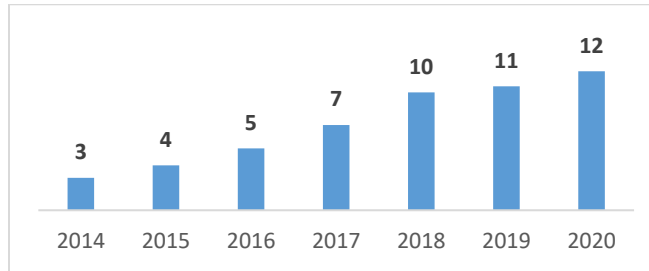
Gráfica 87. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Toluca, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Toluca concentró 12 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 27% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 88. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Toluca, 2014-2020

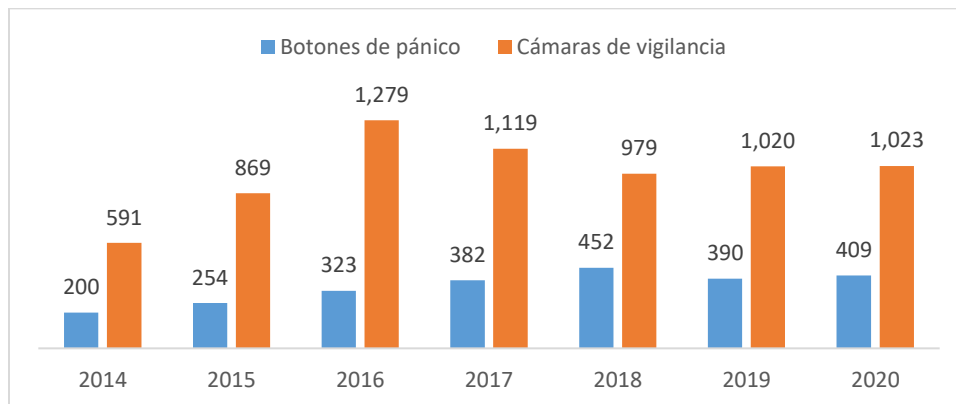


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Toluca había 409 botones de pánico y 1,023 cámaras de vigilancia.

Gráfica 89. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Toluca, 2014-2020

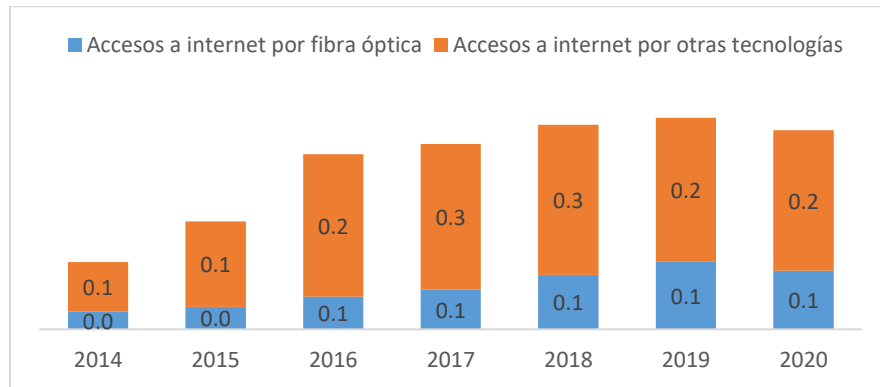


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían cerca de 400 viviendas verticales en la ZM de Toluca; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 19 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Toluca, en el año 2020 esta ciudad contaba con cerca de 300 mil accesos, de los cuales, 29% utiliza tecnología de fibra óptica y el 71% restante otras tecnologías

Gráfica 90. Número de accesos a internet en la ZM de Toluca, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

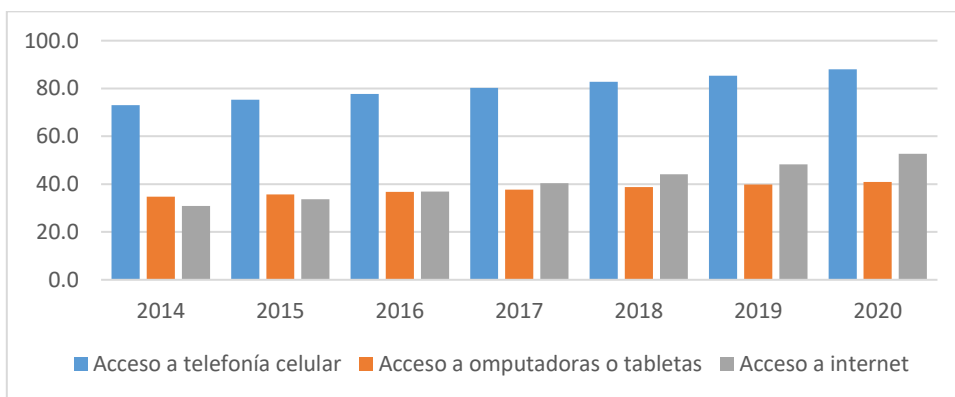
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Toluca, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 80% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Toluca tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 41% a servicio de internet; y 38% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 91. Acceso a servicios digitales en la ZM de Toluca, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

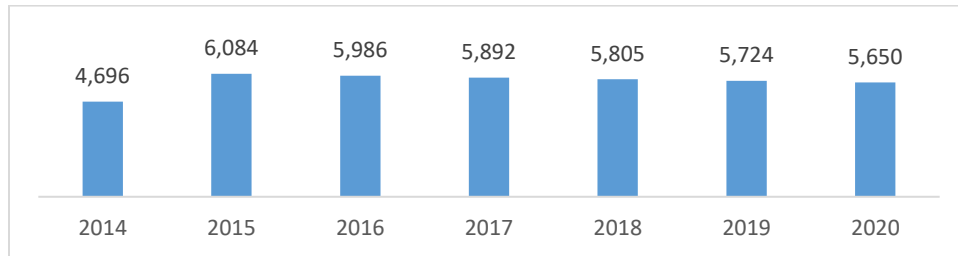


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Toluca por cada 100 mil habitantes fue de 5,691.

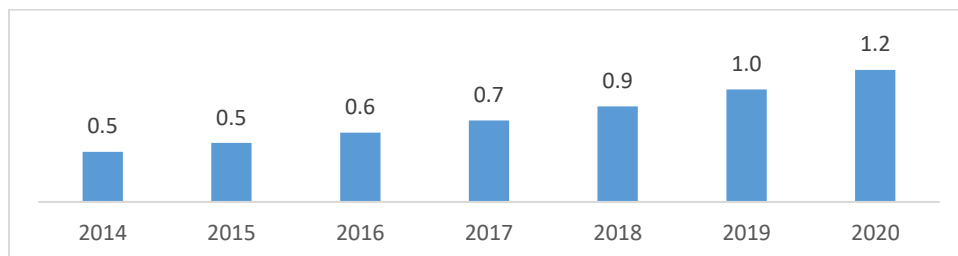
Gráfica 92. Incidencia delictiva en la ZM de Toluca, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Toluca fue de 800 mil al año.

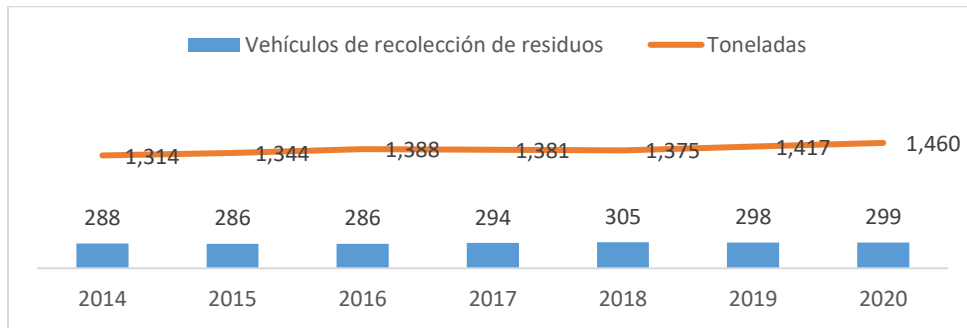
Gráfica 93. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Toluca, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Toluca fue de 294 al año; los cuales recolectaron cerca de 1,400 toneladas de residuos anuales

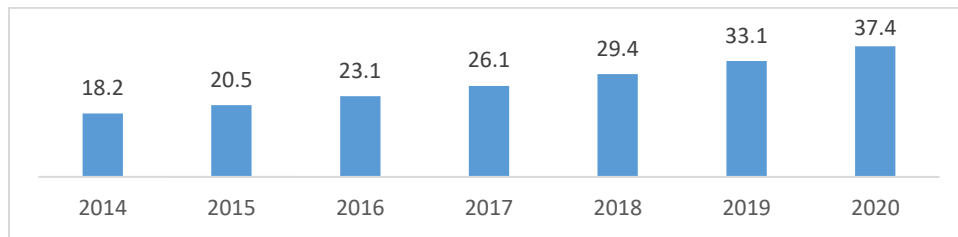
Gráfica 94. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Toluca, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 26.8 millones al año.

Gráfica 95. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Toluca, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Para el caso de la ZM de Toluca, vale la pena destacar que:

- Tan solo 4 de los 16 municipios que conforman la ZM de Toluca concentra 81% de las unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC.
- En cuanto al número de egresados de programas de licenciatura afines a Administración, Negocios y TIC, el 85% de éstos se concentra en 3 municipios.
- Cerca de 77% de los botones de pánico se concentran en 1 municipio; mientras que, 83% de las cámaras de vigilancia se concentran en 4 municipios.
- En cuanto a los accesos a internet mediante fibra óptica disponibles en la ZM de Toluca, 70% de éstos se concentra en 1 municipio.

Tomando en cuenta lo anterior, puede inferirse que Toluca, Lerma y Metepec son los municipios que lideran las ventajas que ofrece esta Zona Metropolitana para implementar una política de conversión a ciudad inteligente.

4.2.1.9 Fortalezas de la ZM de Juárez que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Chihuahua

El Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2017 – 2021 está estructurado por cinco ejes estratégicos: Desarrollo Humano y Social; Economía, Innovación, Desarrollo Sustentable y Equilibrio Regional; Infraestructura, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente; Justicia y Seguridad; Gobierno Responsable. Cada uno de éstos se encuentra delimitado por una serie de líneas de acción e indicadores, mismos que dan origen a la definición de proyectos estratégicos. Entre dichos proyectos, vale la pena destacar el siguiente por su afinidad con el concepto de ciudades inteligentes:

Cuadro 27. Estrategias y líneas de acción afines al concepto de ciudades inteligentes definidas por el Gobierno de Chihuahua para el periodo 2017-2021

Estrategia	Línea de acción
Fortalecer la vinculación escuela-empresa a través de la transferencia y aprovechamiento del conocimiento y el uso de tecnología.	Impulsar el emprendimiento de las y los jóvenes por medio del involucramiento de las instituciones de educación superior y centros de investigación en su desarrollo.
	Promover el registro de patentes para motivar el interés en la innovación entre el estudiantado, cuerpo académico y las y los investigadores del estado.
	Apoyar proyectos científicos y tecnológicos aplicables a nuestro entorno, lo que abonará al desarrollo económico y social de las y los chihuahuenses.
	Vincular las instituciones de educación superior con los centros de investigación de los sectores público, social y privado.
	Realizar alianzas nacionales e internacionales para optimizar las capacidades tecnológicas necesarias que responden a los diversos requerimientos locales.
Impulsar la innovación científica, el desarrollo tecnológico y la formación de capital humano de alto nivel en el sector educativo para transitar hacia una sociedad del conocimiento.	Impulsar la incorporación del personal académico investigador chihuahuense al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), a fin de impulsar la generación de conocimiento y atraer mayores recursos para la investigación.
	Fomentar la calidad y la acreditación de instituciones de educación superior ante órganos nacionales e internacionales para propiciar la mejora continua de las mismas.

Estrategia	Línea de acción
	Formar y consolidar grupos colegiados de investigación en instituciones de educación superior.
	Promover convenios de cooperación nacional e internacional en temas de investigación científica y desarrollo tecnológico.
	Impulsar la participación de las y los estudiantes y las y los investigadores chihuahuenses en la comunidad internacional del conocimiento, con el propósito de incrementar la producción del mismo y la generación de conocimiento científico.
Desarrollar las vocaciones científicas y tecnológicas en las y los estudiantes de las diferentes regiones del estado.	Operar un programa para favorecer las vocaciones científicas y tecnológicas en las diferentes regiones del estado, con la finalidad de impulsar nuevos polos de desarrollo.
	Incrementar la inversión en ciencia y tecnología a nivel regional con la concurrencia de fondos mixtos entre Estado y Federación.
Mejorar la infraestructura científica y tecnológica en las instituciones de educación superior, a fin de impulsar la investigación aplicada.	Construir y mejorar la infraestructura de las instituciones públicas de investigación científica y tecnológica para impulsar las vocaciones productivas de cada región del estado.
	Promover convenios entre instituciones e investigadores para el uso compartido de la infraestructura científica.
	Formar profesionistas con mayores oportunidades en el sector económico acordes al constante cambio del mismo.
Fomentar la investigación aplicada y la formación y desarrollo del talento especializado.	Establecer centros para la innovación y desarrollo tecnológico aplicados a la solución de problemas en procesos de producción y administración del sector productivo.
	Formular convenios de colaboración y coordinación entre empresas, sector productivo, instituciones de educación superior y/o gobierno para el desarrollo de investigación científica aplicada al desarrollo económico del estado.
	Impulsar el registro de propiedad intelectual sobre desarrollo tecnológico e investigación científica.
	Promover la cultura de la investigación aplicada e innovación científica en diferentes niveles educativos.
	Integrar equipos especializados de jóvenes investigadores y desarrolladores de tecnologías que favorezcan el fortalecimiento de áreas como la biotecnología, inteligencia artificial, aeroespacial, biomedicina, nanotecnología, materiales avanzados, procesos de automatización y robotización, entre otras.
	Generar el programa de fomento y capacitación en innovación denominado Chihuahua Innova.
Fomentar la adopción de nuevas tecnologías.	Desarrollar y operar programas de transferencia de tecnología.
	Implementar proyectos de inversión en infraestructura, maquinaria y equipo para las unidades de producción rural, con el objetivo de elevar la eficiencia productiva y facilitar la comercialización.

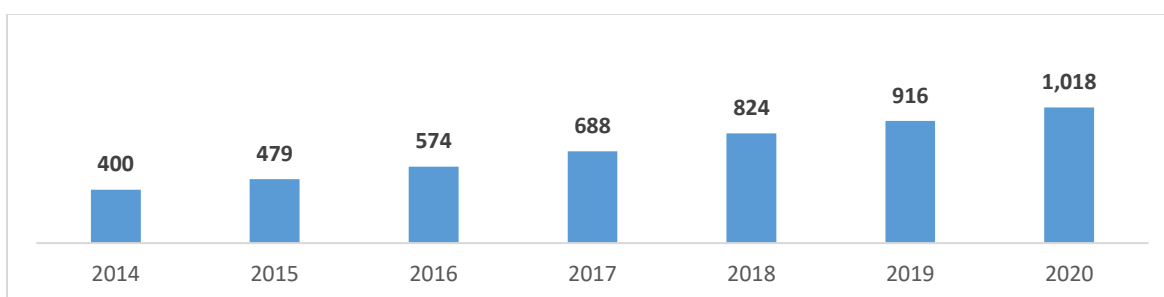
Estrategia	Línea de acción
Incrementar y modernizar la infraestructura de telecomunicaciones, principalmente en comunidades rurales del estado.	Instalar y/o conservar los equipos del sistema de telecomunicaciones del Gobierno del Estado.
	Asesorar a los entes públicos estatales, municipales y particulares, para la implementación de nuevos servicios de telecomunicaciones de acuerdo a sus necesidades.
Incrementar espacios públicos con acceso a Internet gratuito, con el fin de promover una cultura digital en el estado.	Consolidar la red estatal de Internet ofrecida por el Gobierno, para permitir el acceso en lugares públicos y de interés para la ciudadanía.
	Celebrar convenios con diversos sectores de la sociedad para la modernización tecnológica estatal.
	Implementar acciones que desarrollen las capacidades de la ciudadanía en el uso de Tecnologías de la Información.
	Crear puntos de acceso digital en el estado con el fin de acercar la información a la población chihuahuense.

Fuente: Gobierno de Chihuahua (2017).

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Juárez concentró más de mil unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 17% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 96. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Juárez, 2014-2020

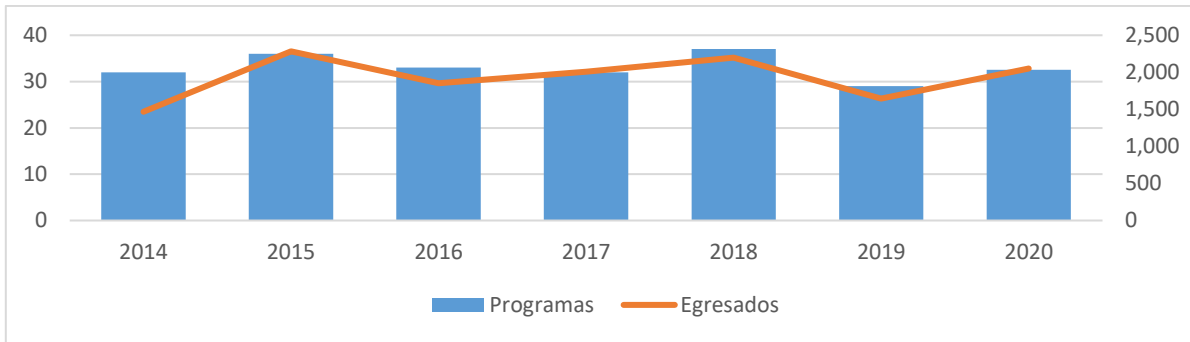


Fuente: Elaboración propia con información del DENU.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que la ZM de Juárez, cuenta con la presencia de una oficina de representación regional de CANIETI.

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Juárez se ofrecieron en promedio, 33 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron cerca de 2 mil estudiantes cada año.

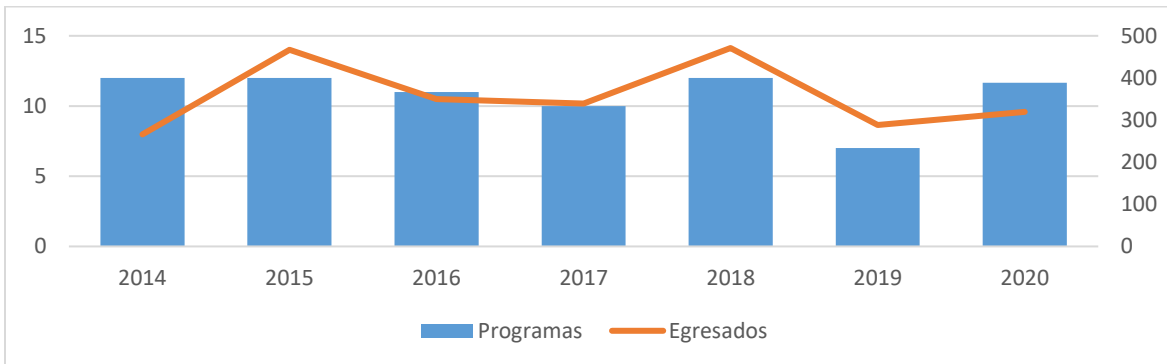
Gráfica 97. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Juárez, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Juárez se ofrecieron en promedio, 11 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 360 estudiantes cada año.

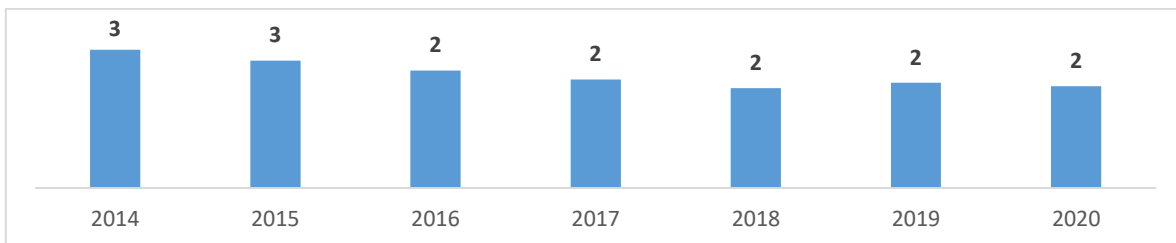
Gráfica 98. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Juárez, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Juárez concentró 2 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de -5% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 99. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Juárez, 2014-2020

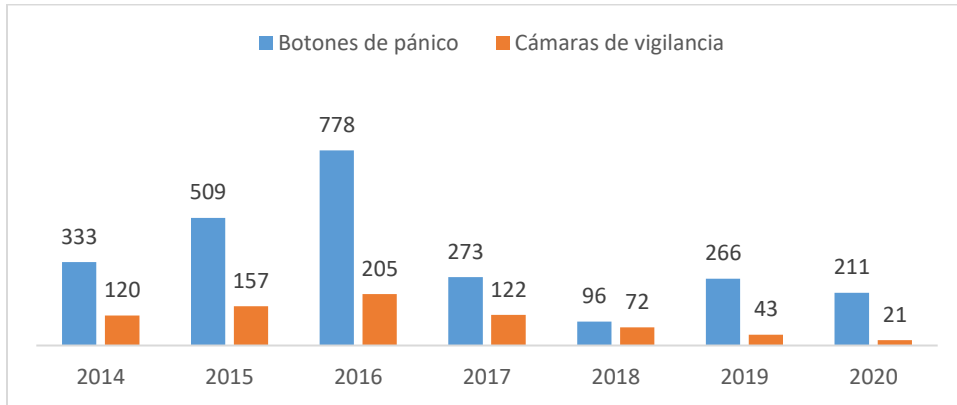


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Juárez había 211 botones de pánico y 21 cámaras de vigilancia.

Gráfica 100. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Juárez, 2014-2020

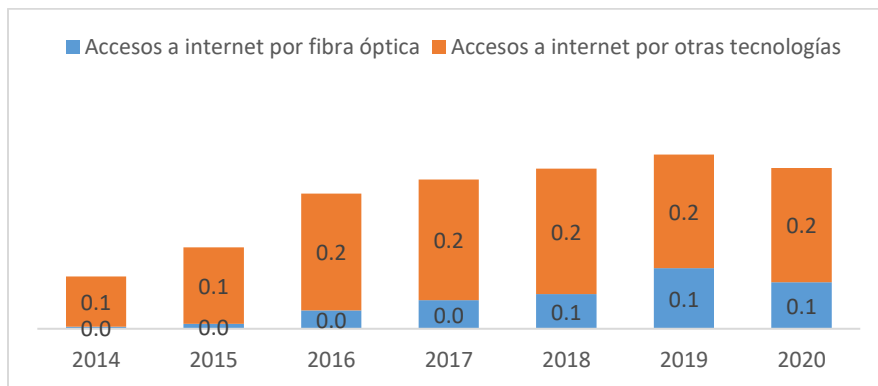


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

En 2020, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 7 rascacielos.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Juárez, en el año 2020 esta ciudad contaba con cerca de 300 mil accesos, de los cuales, 29% utiliza tecnología de fibra óptica y el 71% restante otras tecnologías

Gráfica 101. Número de accesos de internet en la ZM de Juárez, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

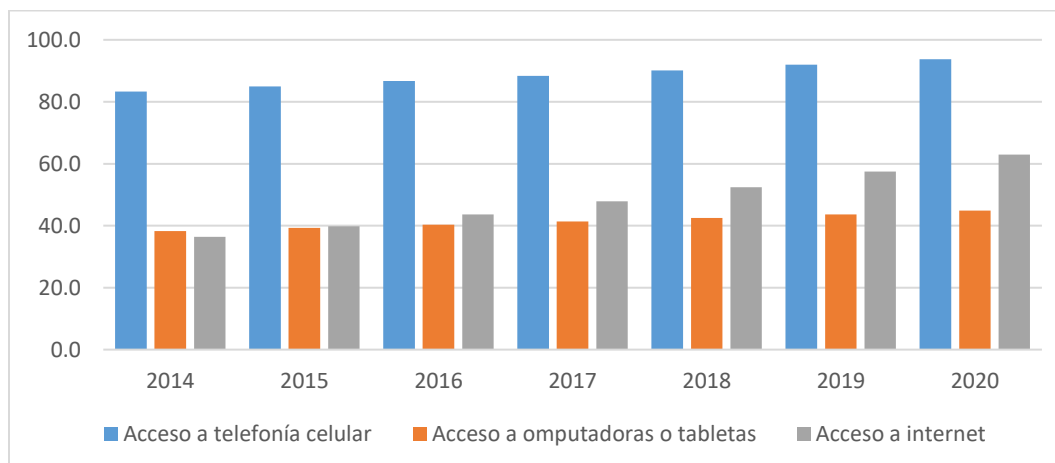
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Juárez, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 89% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Juárez tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 49% a servicio de internet; y 42% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 102. Acceso a servicios digitales en la ZM de Juárez, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

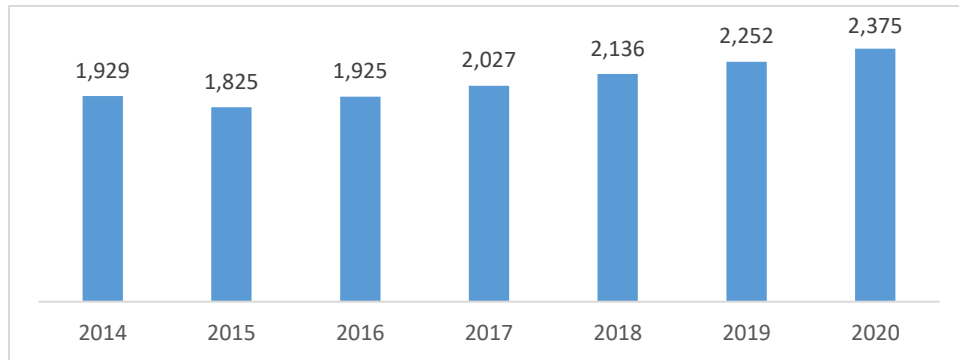


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Juárez por cada 100 mil habitantes fue de 2,067.

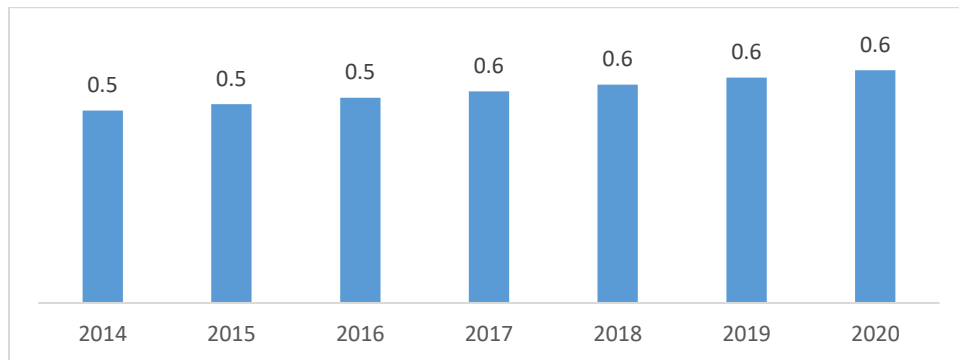
Gráfica 103. Incidencia delictiva en la ZM de Juárez, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Juárez fue de 600 mil al año.

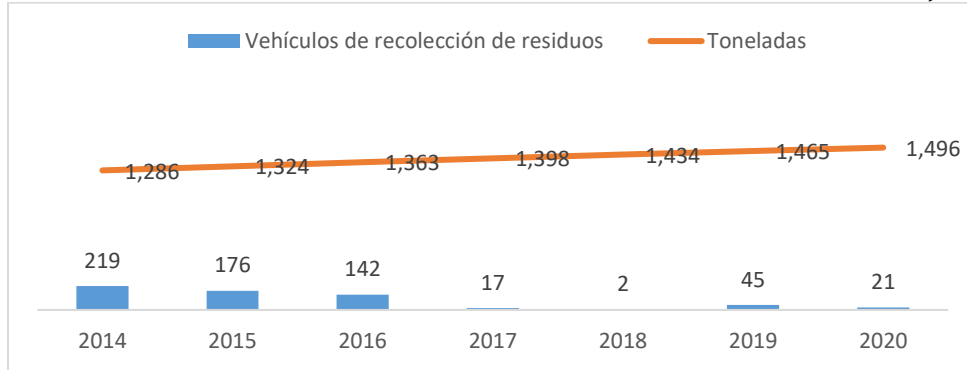
Gráfica 104. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Juárez, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Juárez fue de 89 al año; los cuales recolectaron cerca de 1,395 toneladas de residuos anuales

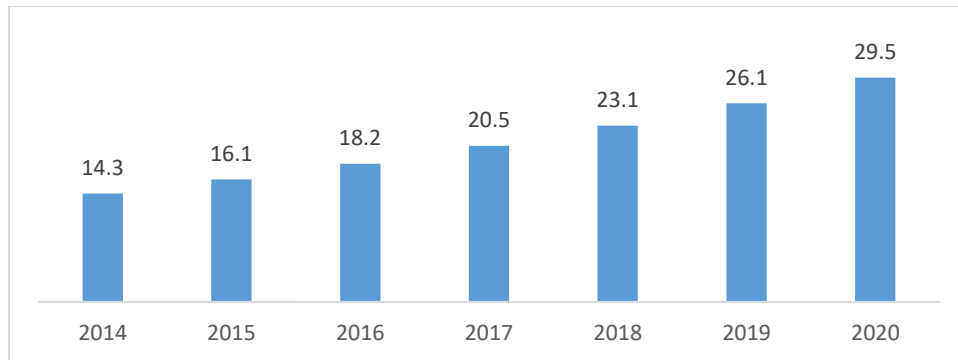
Gráfica 105. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Juárez, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 21.1 millones al año.

Gráfica 106. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Juárez, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Durante el periodo de análisis, la ZM de Juárez ha ocupado diversas posiciones en el ranking del IPCCI, estando en la mayoría de las veces dentro de los primeros diez puestos. Ciudad Juárez, innegablemente es uno de los sitios más atractivos para la inversión extranjera directa, tan solo en la ciudad hay 37 parques industriales disponibles para la instalación de empresas extranjeras.

4.2.1.10 Fortalezas de la ZM de Aguascalientes que propician su conversión en una ciudad inteligente

Diseño de políticas regionales en el estado de Aguascalientes

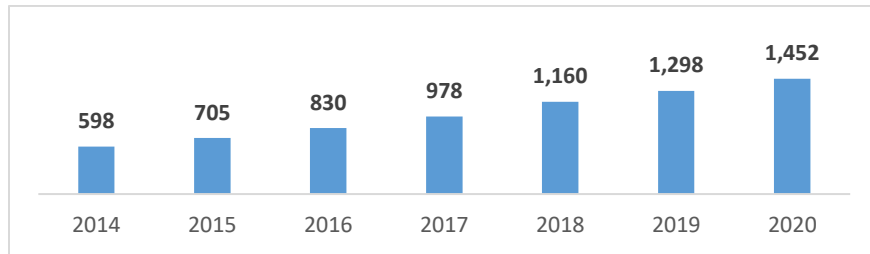
El Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2022 está estructurado por cinco ejes estratégicos: 1) Aguascalientes educado, integrado y equitativo; 2) Aguascalientes derecho, seguro y libre; 3) Aguascalientes con gobierno íntegro, austero y abierto; 4) Aguascalientes competitivo, diversificado y próspero; y 5) Aguascalientes responsable, sostenible y limpio. Cada uno de éstos se encuentra delimitado por una serie de líneas de acción e indicadores, mismos que dan origen a la definición de proyectos estratégicos. Entre dichos proyectos, vale la pena destacar el siguiente por su afinidad con el concepto de ciudades inteligentes:

- Lograr que 75% de las escuelas en la entidad utilicen las TIC.
- Lograr que el 80% de los docentes utilice TIC.
- Construir una nueva relación entre la ciudadanía y el gobierno del estado para mejorar los servicios públicos, reducir la brecha digital e impulsar la utilización de plataformas innovadoras.
- Otorgar 504 becas para estudiantes de licenciatura y posgrado en carreras relacionadas con la educación científica, tecnológica y la innovación.
- Implementar 30 proyectos y programas articulados orientados a fortalecer la I+D+i en sectores estratégicos.
- Aumentar a 180 el número de investigadores en el SNI.
- Alcanzar la meta de 600 solicitudes de registro de marcas y patentes anuales.
- Alcanzar la meta de 262 registros de empresas científicas y tecnológicas en el RENIECYT.
- Alcanzar la meta de 781 mil usuarios de aplicaciones tecnológicas para el desarrollo y planeación de servicios turísticos de la entidad.

Emprendedurismo e innovación

En 2020, la ZM de Aguascalientes concentró cerca de 1,500 unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC, lo que representa un crecimiento promedio anual de 16% respecto al número de unidades económicas en 2014.

Gráfica 107. Unidades económicas relacionadas con la industria de las TIC en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020

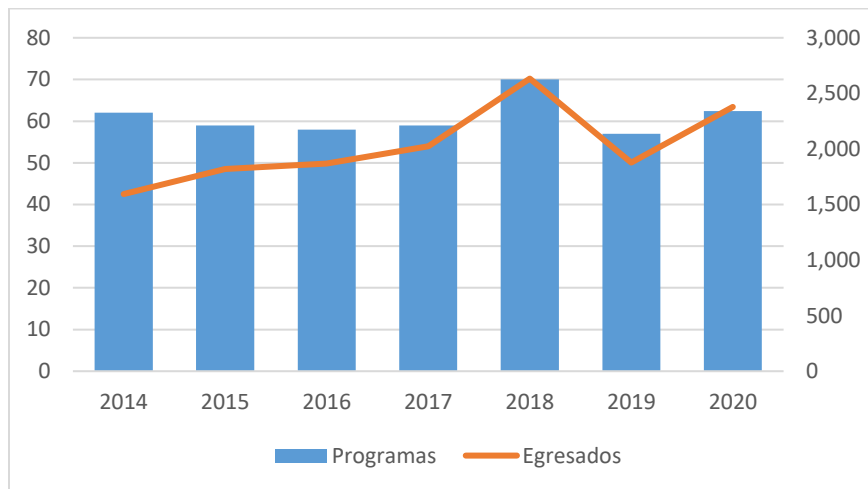


Fuente: Elaboración propia con información del DENUÉ.

En cuanto a asociaciones industriales afines a las TIC en México, es importante destacar que la ZM de Aguascalientes, cuenta con la presencia de una oficina de representación estatal de CANIETI, así como del Clúster de Tecnologías de la Información de Aguascalientes (InnovaTia).

Durante el periodo 2014-2020, en la ZM de Aguascalientes se ofrecieron en promedio, 61 programas anuales de licenciatura afines a Administración, de los cuales egresaron 2,028 estudiantes cada año.

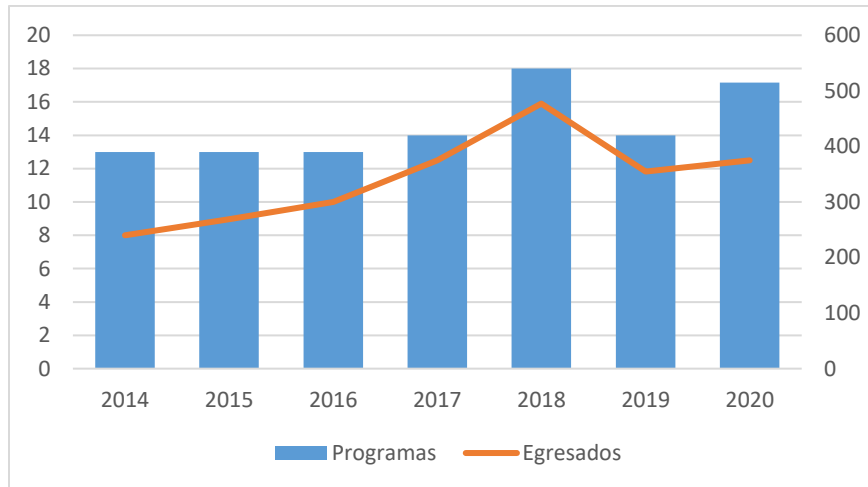
Gráfica 108. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a Administración y Negocios en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

Durante el mismo periodo, en la ZM de Aguascalientes se ofrecieron en promedio, 15 programas anuales de licenciatura afines a TIC, de los cuales egresaron cerca de 342 estudiantes cada año.

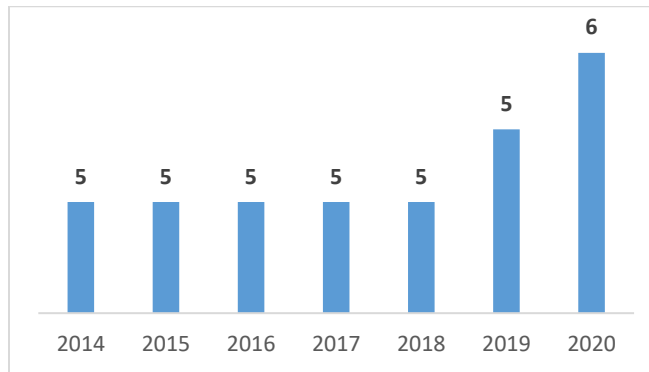
Gráfica 109. Programas y egresados a nivel licenciatura afines a TIC en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información de ANUIES.

En 2020, la ZM de Aguascalientes concentró 6 oficinas de investigación y tecnología, lo que representa un crecimiento promedio anual de 2% respecto al número registrado para 2014.

Gráfica 110. Oficinas de investigación y tecnología en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020

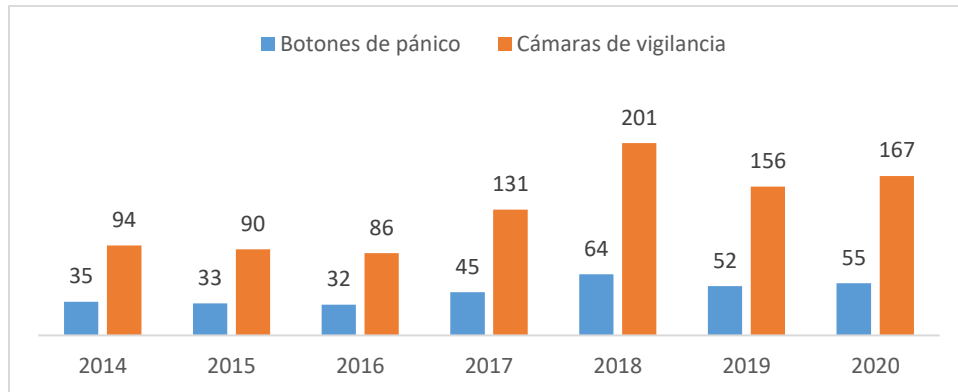


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE.

Infraestructura inteligente

A partir de las cifras reportadas por el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (CNGMDT), se estima que en 2020 en la ZM de Aguascalientes había 55 botones de pánico y 167 cámaras de vigilancia.

Gráfica 111. Botones de pánico y cámaras de vigilancia en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020

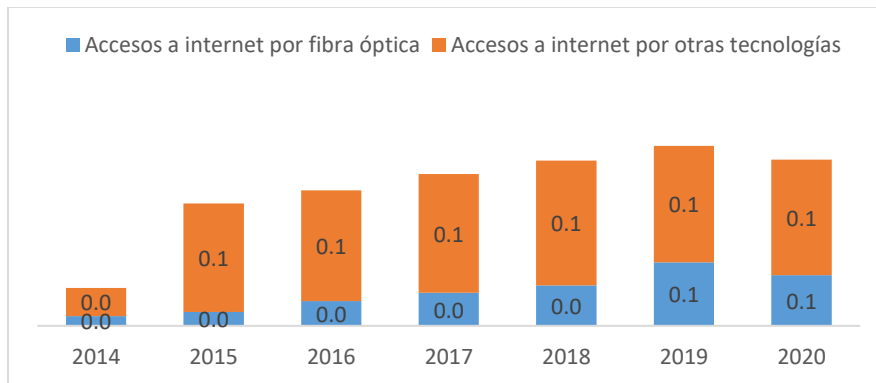


Fuente: Elaboración propia con información del CNGMDT.

De acuerdo con cifras del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV), en 2020 existían más de 189 viviendas verticales en la ZM de Aguascalientes; por otro lado, de acuerdo con el sitio Skyscraper, en la ciudad había 12 rascacielos para el mismo año.

Ahora bien, en cuanto a puntos de acceso a internet disponibles en la ZM de Aguascalientes, en el año 2020 esta ciudad contaba con cerca de 200 mil accesos, de los cuales, 31% utiliza tecnología de fibra óptica y el 69% restante otras tecnologías

Gráfica 112. Número de accesos de internet en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del IFT.

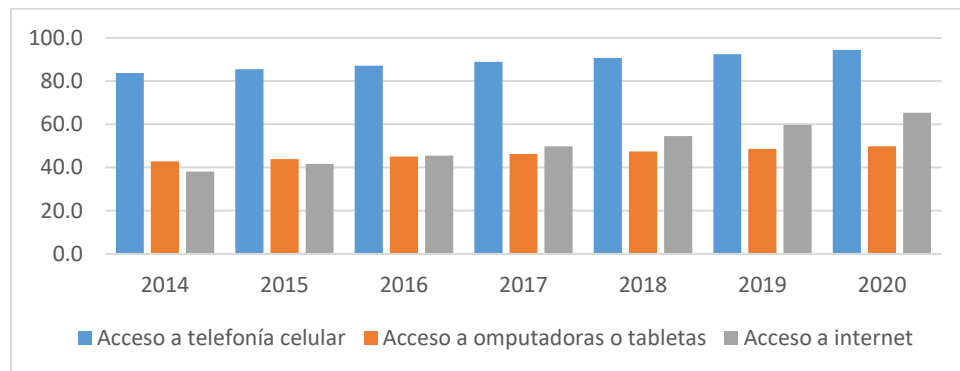
Gobierno electrónico

Para el caso de la ZM de Aguascalientes, a lo largo del periodo en análisis, los ciudadanos tienen acceso a servicios interactivos y/o transaccionales provistos por las autoridades locales.

Sociedad conectada

De acuerdo con los resultados de los Censos de Población y Vivienda, en promedio, durante el periodo 2014-2020, 89% de las viviendas particulares habitadas de la ZM de Aguascalientes tuvieron acceso a servicios de telefonía celular; 51% a servicio de internet; y 46% disponían de alguna computadora o tableta.

Gráfica 113. Acceso a servicios digitales en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (Porcentaje de viviendas particulares)

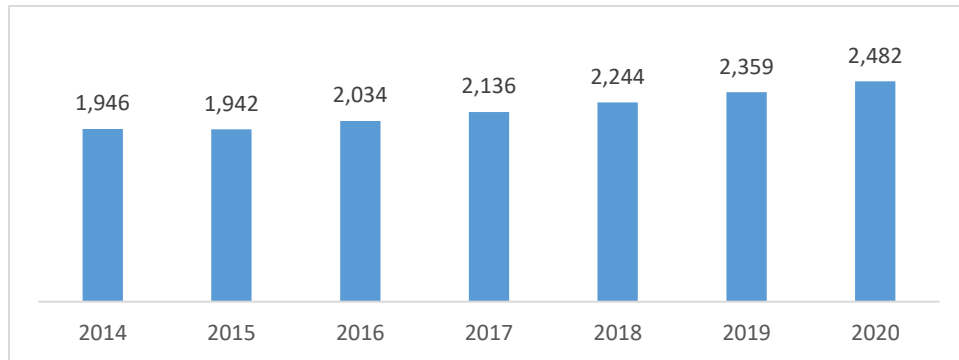


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Atención a problemas urbanos

De acuerdo con cifras del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, en promedio, durante el periodo 2014-2020, la razón de delitos cometidos en la ZM de Aguascalientes por cada 100 mil habitantes fue de 2,163.

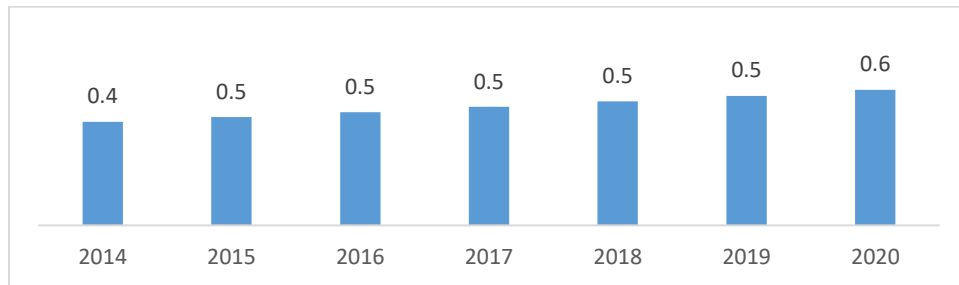
Gráfica 114. Incidencia delictiva en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (Delitos cometidos por cada 100 mil habitantes)



Fuente: Elaboración propia con información del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos de motor registrados en circulación en la ZM de Aguascalientes fue de 500 mil al año.

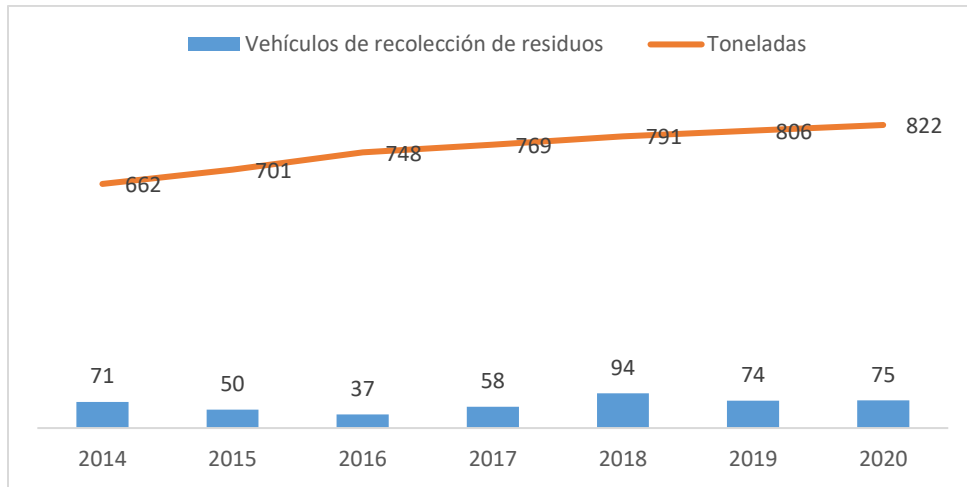
Gráfica 115. Vehículos motorizados en circulación en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Aguascalientes fue de 66 al año; los cuales recolectaron cerca de 757 toneladas de residuos anuales

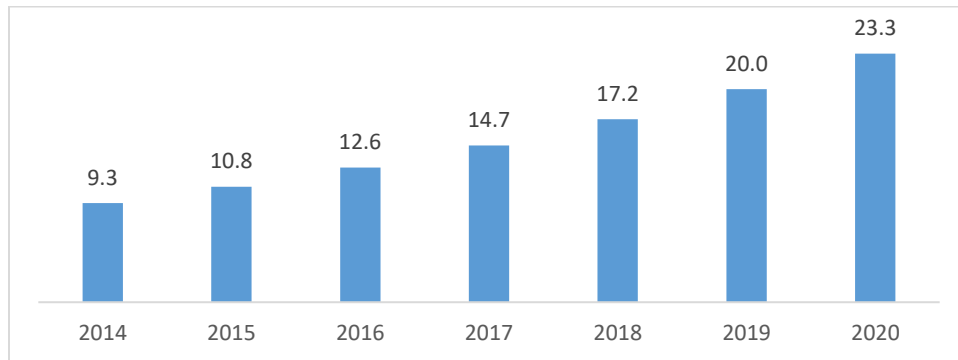
Gráfica 116. Recolección de residuos sólidos urbanos en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en promedio, durante el periodo 2014-2020, el número de transacciones realizadas mediante terminales punto de venta fue de 15.4 millones al año.

Gráfica 117. Transacciones realizadas mediante terminales de punto venta en la ZM de Aguascalientes, 2014-2020 (millones)



Fuente: Elaboración propia con información de la CNBV.

Aguascalientes es otro claro ejemplo de cómo las ciudades mexicanas pueden atraer inversiones relacionadas en tecnología. Capgemini, empresa de origen francés dedicada a ofrecer servicios de consultoría tecnológica, lleva operando en la entidad desde 2012; sus operaciones han sido tan exitosas que el año pasado se anunció una inversión adicional para la apertura de un *Delivery Center*, el cual la empresa ofrece a sus clientes un amplio portafolio de servicios como son: desarrollo y mantenimiento de sistemas de información,

ingeniería de pruebas de software, gestión de servicios en la nube, proyectos de transformación digital, y automatización de procesos..

4.2.2 Recomendaciones de política pública

“Las regiones compiten entre sí para crear una serie de ventajas en un mundo en el que la habilidad de atraer y retener capital requiere la atención en temas como el desarrollo de infraestructura, instituciones, políticas e innumerables detalles.” (Malecki, 2021; p. 830) Esta idea refleja que el diseño de políticas de innovación para una región es una tarea compleja que requiere de instrumentos igualmente complejos.

Los resultados observados al estimar el IPCCI permiten verificar que en México no se ha impulsado lo suficiente la adopción de soluciones de TIC en el resto de los sectores productivos; por ende, de las 74 ZM del país, solo 6 han mostrado un potencial alto para implementar estrategias de migración hacia una ciudad inteligente; mientras que 1 ZMVM tiene potencial muy alto.

Las recomendaciones en materia de política pública que se puedan emitir en cada ZM dependen en gran medida del estrato al que pertenecen en función de su potencial de conversión en ciudades inteligentes.

Zonas Metropolitanas con potencial Muy Alto y Alto

Las ZM pertenecientes a este estrato se han caracterizado por dar un peso importante al papel de la adopción de la tecnología en diversos ámbitos de la actividad económica, esto explicado en gran parte por los procesos de concentración económica espacial que se dan en su interior.

“Generalmente se asume que la presencia de centros de investigación, tanto públicos como privados, así como de universidades y laboratorios de empresas multinacionales, tiene un gran impacto en la innovación urbana gracias a su capacidad de atraer mano de obra altamente calificada, así como de generar derramas de conocimiento localizadas.” (van Oort y Lamboy, 2021; p.920)

No obstante, estas ciudades son las que deben enfrentar una mayor carga de problemas urbanos; por lo tanto, su prioridad al implementar una estrategia de conversión a ciudad inteligente debe radicar en hacer un uso eficiente de las soluciones de TIC para alcanzar los siguientes objetivos:

- Garantizar el mercado de la comunidad de empresas que conforman la industria de las TIC en la zona metropolitana; lo que implica incentivar la demanda de soluciones tecnológicas con aplicación para diversas índoles.
- Promover que los servicios digitales sean accesibles para toda la población.
- Atraer la participación de inversionistas privados en el diseño y desarrollo de proyectos que requieran un elevado grado de sofisticación tecnológica.
- Mejorar los niveles de eficacia y eficiencia en la prestación de servicios públicos promoviendo la utilización de TIC; para ello, se deben sugerir indicadores que demuestren dichos niveles, así como el menor gasto asociado a ellos.
- Garantizar la disminución en los niveles de incidencia delictiva promoviendo mecanismos de denuncia remota, así como de vigilancia en tiempo real.
- Fomentar la realización de trámites públicos en línea, y hacer uso de la información recabada en el seguimiento de dichos trámites para mejorar la experiencia de los ciudadanos.
- Diseñar planes de movilidad que integren la oferta de soluciones de transporte público brindado a través de plataformas digitales.
- Garantizar el acceso a internet por todos los habitantes de la zona metropolitana.
- Incentivar el uso de energías sostenibles tanto en hogares como en empresas.
- Impulsar modelos de capacitación dual para jóvenes a punto de terminar sus estudios.
- Diseñar un sistema de movilidad eficiente.
- Definición de un equipo de trabajo multidisciplinario encargado de ejecutar y coordinar iniciativas y proyectos específicos; además de concretar alianzas y asociaciones con organismos nacionales e internacionales.

Zonas Metropolitanas con potencial Alto-medio

Las Zonas Metropolitanas con potencial Alto-medio para implementar estrategias de conversión en ciudades inteligentes también han propiciado procesos de concentración

económica espacial y economías de aglomeración, aunque en menor medida que las ZM con potencial Alto.

- Garantizar el mercado de la comunidad de empresas que conforman la industria de las TIC en la zona metropolitana; lo que implica incentivar la demanda de soluciones tecnológicas con aplicación para diversas índoles.
- Instrumentar políticas dirigidas al desarrollo de inversiones públicas y privadas en materia de dotar al espacio urbano de soluciones tecnológicas aplicables a diversos ámbitos.
- Fomentar la realización de trámites públicos en línea, y hacer uso de la información recabada en el seguimiento de dichos trámites para mejorar la experiencia de los ciudadanos.
- Diseñar planes de movilidad que integren la oferta de soluciones de transporte público brindado a través de plataformas digitales.
- Garantizar el acceso a internet por todos los habitantes de la zona metropolitana.

Zonas Metropolitanas con potencial Medio y Medio-bajo

Este grupo de Zonas Metropolitanas, como fue mencionado anteriormente, no refleja la existencia de procesos típicos de concentración económica espacial y economías de aglomeración; es por tal razón, que las políticas públicas que se pueden recomendar para su aplicación en dichas ciudades deben obedecer a lograr la realización de estos procesos.

- Promover el desarrollo de una comunidad de empresas pertenecientes a la industria de las TIC.
- Promover entre el resto de las industrias presentes en las Zonas Metropolitanas pertenecientes a este estrato la adopción de soluciones tecnológicas en sus procesos productivos.
- Fomentar la creación de programas de capacitación de capital humano especializado en el desarrollo y manejo de soluciones TIC, así como en habilidades gerenciales.
- Instrumentar políticas dirigidas al desarrollo de inversiones públicas y privadas en materia de dotar al espacio urbano de soluciones tecnológicas aplicables a diversos ámbitos.

- Diseñar una política agresiva que persiga garantizar mayores niveles de conectividad a Internet a los habitantes de las Zonas Metropolitanas de este estrato.
- Fomentar la realización de trámites públicos en línea, y hacer uso de la información recabada en el seguimiento de dichos trámites para mejorar la experiencia de los ciudadanos.
- Promover en estas Zonas Metropolitanas la digitalización de los servicios de transporte público.
- Garantizar el acceso a internet por todos los habitantes de la zona metropolitana.

Zonas Metropolitanas con potencial Bajo

Las carencias de las Zonas Metropolitanas pertenecientes a este estrato son aún más acentuadas que el grupo anterior; por lo tanto, requieren de igual manera de una serie de políticas agresivas que persigan mitigarlas.

Conclusiones

El fenómeno de urbanización no es ajeno al espacio mexicano; dicho proceso conlleva la necesidad de atender una mayor carga de problemas urbanos como lo pueden ser los mayores niveles de contaminación, la necesidad de eficientizar el consumo energético, entre otros factores. El modelo de ciudades inteligentes es una alternativa interesante para atender este tipo de problemáticas mediante el uso de las TIC; a nivel mundial se pueden explorar diversos casos exitosos que han seguido esta línea, como lo es el caso español.

Si bien, el concepto de ciudades inteligentes no es tan nuevo, la coyuntura que se vive actualmente a raíz de la pandemia de COVID-19 ha reforzado la discusión en torno a la importancia de las TIC y su utilización tanto en cotidianos como productivos, y por ende, aquellos relativos a las ciudades.

Lograr que una ciudad sea inteligente implica una labor titánica y a la vez ambiciosa en cuanto al diseño de políticas urbanas; requiriendo además de la participación del sector privado, así como de la academia. El modelo de ciudades inteligentes ha sido pocas veces estudiado en México, aunque se han llevado a cabo algunas iniciativas que bien podrían

servir de experiencia para impulsar una estrategia de carácter nacional que persiga que existiera por lo menos una ciudad inteligente en cada región del país.

A finales de mayo de 2021, la Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN) creó una comisión para desarrollar ciudades inteligentes en el país; específicamente, esta comisión busca atraer y promover la inversión en proyectos afines al concepto de ciudades inteligentes.

Un mes después de la creación de esta comisión, se publicó una lista de 13 ciudades que podrían encabezar la Agenda Estratégica para el Desarrollo de Smart Cities Mexicanas, misma que está conformada por: Aguascalientes, Chetumal, Coahuila de Zaragoza, Cuernavaca, León, Mérida, Mexicali, Morelia, Oaxaca de Juárez, Pachuca, Salina Cruz, Tuxtla Gutiérrez y Xalapa. Estas ciudades serán promovidas por CONCAMIN mediante un proceso de consultoría, diagnóstico y propuesta de soluciones. Los criterios de selección que CONCAMIN empleó para definir esta lista fueron los siguientes: a) que fueran ciudades con una población de medio millón a 1 millón de habitantes; b) economía y gobernanza; y c) ubicación estratégica.

Si bien los criterios y la metodología empleada en la selección de estas 13 ciudades no ha sido expuesta del todo, vale la pena destacar que de las mismas, Aguascalientes, Cuernavaca, León, Mérida, Mexicali, Morelia y Oaxaca fueron calificadas por el IPCCI como ciudades con potencial Alto o Alto-medio para implementar estrategias de conversión a ciudades inteligentes.

En ese sentido, el presente proyecto de investigación representa un valioso ejercicio de diagnóstico que se alinea a una de las necesidades más imperantes a nivel nacional; la digitalización de las ciudades. Sin embargo, como ha sido evidenciado por los resultados del IPCCI, no todas las ciudades del país cuentan con las mismas capacidades para su implementación.

Los resultados del IPCCI permiten identificar seis tipos de ciudades en función de su potencial para implementar estrategias de conversión a ciudades inteligentes: 1) ciudades con potencial Muy Alto; 2) ciudades con potencial Alto; 3) ciudades con potencial Alto-

medio; 4) ciudades con potencial Medio; 5) ciudades con potencial Medio-bajo; y 6) ciudades con potencial Bajo.

En el Capítulo 1 de esta investigación se planteó que en México no se ha impulsado lo suficiente la adopción de soluciones de TIC en el resto de los sectores productivos; por tanto, el modelo de ciudades inteligentes ha sido pocas veces estudiado y existe poca claridad en torno a su significado. Derivado de lo anterior, en contados casos los gobiernos locales han buscado implementar este modelo; y como tal, no existe una estrategia nacional que contemple su aplicación.

Los resultados del IPCCI son reflejo de esta situación; y es que, de las 74 ZM evaluadas por el IPCCI, 52 ZM fueron estratificadas como ciudades con potencial Medio, Medio-Bajo o Bajo para implementar estrategias de migración hacia una ciudad inteligente. Las ciudades mexicanas tienen un largo camino que recorrer para poner en práctica el modelo de ciudades inteligentes.

En función de su potencial de conversión a ciudad inteligente, las Zonas Metropolitanas deben definir una serie de estrategias y planes de acciones que contemplen el aprovechamiento intensivo de las TIC en la resolución de problemas urbanos, a través de la participación tanto del sector público, de la iniciativa privada, del sector académico, y por supuesto de los residentes.

En México se han llevado a cabo algunas iniciativas que centran su atención en el desarrollo de ciudades inteligentes, lamentablemente éstas no han logrado concretarse por una u otra razón. Para ilustrar lo anterior, puede mencionarse que, a la fecha de la realización de esta investigación, la última publicación de la AMMECI en redes sociales data de diciembre de 2020.

El caso de Puebla, por ejemplo, en donde la plataforma Smart Puebla no logró consolidarse, es un ejemplo de cómo en algunas ocasiones las políticas urbanas en el país fallan en su definición y ejecución. En parte, esto podría deberse a que la visión de largo plazo en la planeación regional no forma parte de la cultura de los hacedores de política pública del país.

Por otro lado, las preferencias electorales reflejadas por los habitantes del país en la jornada llevada a cabo el pasado 6 de junio de 2021 guiaron a una alternancia de poder en 12 de las 15 gubernaturas estatales que estaban en juego; esta situación complica aún más la viabilidad de poder diseñar políticas con un enfoque de largo plazo; y por lo tanto, el pronóstico para saber si las ciudades con menor potencial podrían avanzar en ser ciudades con potencial alto de conversión a ciudades inteligentes es incierto.

El éxito de una política depende en gran medida de que en su ejecución se involucren los actores adecuados, los cuales deben provenir de diversas esferas, sean éstas el sector público, privado, la academia y la sociedad civil. Las asociaciones o cúpulas empresariales son uno de los actores que debe asumir un papel clave en la implementación de las estrategias dirigidas al desarrollo de ciudades inteligentes en México.

Desde la perspectiva territorial, las cúpulas empresariales son capaces de hacer uso de sus recursos para generar estrategias de desarrollo que beneficien a sus afiliados y a las localidades donde se ubican. Al crear una comisión de Smart Cities, la CONCAMIN ha dado un paso importante en la definición de una agenda de trabajo que permita consolidar la creación de ciudades inteligentes en México.

Tomando en consideración los resultados del IPCCI y la propuesta de CONCAMIN, se sugiere entonces la definición de cuatro agendas de trabajo para comenzar a desarrollar ciudades inteligentes en México en las Zonas Metropolitanas que fueron clasificadas con potencial Alto y Alto-Medio:

a) Agenda estratégica para el desarrollo de ciudades inteligentes en la región Centro: En esta agenda se consideran las Zonas Metropolitanas de Aguascalientes, Cuernavaca, León, Morelia, Puebla-Tlaxcala, Querétaro, San Luis Potosí y Toluca.

b) Agenda estratégica para el desarrollo de ciudades inteligentes en la región Norte: En esta agenda se consideran las Zonas Metropolitanas de Chihuahua, Hermosillo, Juárez, La Laguna, Mexicali, Saltillo y Tijuana.

c) Agenda estratégica para el desarrollo de ciudades inteligentes en la región Sureste: En esta agenda se consideran las Zonas Metropolitanas de Cancún, Mérida, Oaxaca y Villahermosa.

d) Agenda estratégica para la consolidación de ciudades inteligentes en las metrópolis más importantes del país: En esta agenda se consideran la ZMVM, la Zona Metropolitana de Guadalajara y la Zona Metropolitana de Monterrey.

Agenda de investigación

El diseño de una propuesta de desarrollo de ciudades inteligentes en México no puede ser abordado en un solo proyecto de investigación, existen muchos temas que bien vale la pena ser analizados en otros proyectos; a continuación, se enumeran algunas propuestas de los próximos pasos que merecen la atención:

¿Cómo las ciudades con mayor potencial tecnológico afrontan las pandemias como Covid-19 frente al resto?

El año 2020 marca sin duda un antes y un después en cuanto muchos aspectos de política pública. “El mundo está experimentando una crisis sistémica sin precedentes de grandes dimensiones derivada de la pandemia de COVID-19, la cual, además de ser una emergencia ecosanitaria de origen zoonótico, ha tenido repercusiones en términos económicos, sociales, culturales y ambientales. Esto ha afectado también negativamente el acceso al empleo, la educación, la salud, el desarrollo humano en todos los países y sus territorios.” (Arnold et al., 2020; p. 10)

Por otro lado, esta pandemia también ha definido dos grandes tendencias que involucran el aprovechamiento de las TIC: a) la aceleración del proceso de digitalización de servicios, como puede ser el aprendizaje en línea o la telemedicina; y b) el pronunciamiento de la brecha digital, tanto a nivel regional como local.

Ahora bien, vale la pena cuestionarse cómo las ciudades con mayor potencial tecnológico pueden estar preparadas para nuevas pandemias en el futuro. Para ilustrar esta idea, podría pensarse en que contar con un sistema inteligente de recolección de residuos sólidos

podría ayudar a mitigar riesgos biológicos asociados con la incorrecta disposición de cubrebocas u otros insumos médicos. Otro ejemplo se encuentra en el acceso a Internet, el cual ha permitido la continuidad de diversas actividades que solían realizarse de manera presencial.

No cabe duda de que los efectos de la pandemia han sido devastadores, tanto en términos de pérdidas humanas como en cuanto a implicaciones socioeconómicas refiere; sin embargo, representa una gran oportunidad para idear mecanismos que contribuyan al proceso de aceleración digital, y a la vez, buscar que éste sea inclusivo.

Desafíos de las ciudades inteligentes I: La privacidad de datos

El pasado 16 de abril se publicó en el Diario Oficial de la Federación un Decreto por el que se reforma la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, cuya principal modificación recae en la instalación del Padrón Nacional de Usuarios de Telefonía Móvil, el cual consiste en una base de datos conformada por la información de las personas físicas o morales titulares de cada línea telefónica móvil operativas en el país.

El principal propósito de este padrón consiste en contar con un sistema capaz de mitigar el uso de líneas telefónicas para actos ilícitos, como pueden ser llamadas telefónicas de extorsión, entre otros. Evidentemente, este decreto se trata de un claro ejemplo de cómo las TIC pueden ayudar a atender un problema urbano como lo es el de la inseguridad.

Sin embargo, ha generado opiniones divididas en torno al grado de privacidad de los datos personales y biométricos de los usuarios de las líneas telefónicas. Si bien una ciudad inteligente debe ser capaz de aprovechar la información generada por sus habitantes para agilizar y eficientizar los procesos de toma de decisiones, también debe garantizar la protección de estos datos.

Desafíos de las ciudades inteligentes II: Acceso desigual a servicios digitales

Es frecuente escuchar la frase '*Información es poder*' para hacer referencia a la importancia de ésta en el proceso de toma de decisiones. En la actualidad, las tecnologías disponibles permiten contar con innumerables cantidades de información sobre todo tipo de actividades

realizadas por un ciudadano promedio, desde patrones de consumo hasta rutas utilizadas en el día a día.

Sin embargo, al pensar en una ciudad inteligente, no se trata exclusivamente de impulsar la adopción de las TIC, sino de que éstas sean capaces de dotar a los ciudadanos de una mejor oferta de servicios; para que esto suceda, es importante que las TIC sean accesibles para todos.

La propuesta metodológica detrás del IPCCI permite contar con un instrumento capaz de medir las condiciones de una ciudad de implementar estrategias de conversión a una ciudad inteligente; sin embargo, el siguiente ejercicio implica medir cómo los beneficios de una ciudad inteligente pueden ser disfrutados por todos los ciudadanos sin excepción,

Hacia una movilidad inteligente en México

La urbanización suele ser concebida como un fenómeno positivo para el crecimiento y el desarrollo económico; como se ha ilustrado en los resultados del IPCCI, es en las grandes ciudades en las que el emprendimiento y la innovación tecnológica pueden prosperar.

Sin embargo, es innegable que el crecimiento de las ciudades también está acompañado de múltiples aspectos negativos que impactan en la calidad de vida de sus habitantes. De acuerdo con cifras del INEGI, en 2019 se registraron más de 362 mil accidentes de tránsito a nivel nacional, de los cuales, el número de víctimas que perdieron la vida fue mayor a 4 mil.

En urbes como la Ciudad de México, los habitantes invierten demasiado tiempo en sus traslados, aspecto que impacta negativamente en la productividad de los trabajadores, e incluso en su salud mental. De hecho, la Ciudad de México, de acuerdo con el análisis de tráfico Tom Tom, ocupa el lugar número 29 entre las ciudades más congestionadas del mundo.

La tecnología puede jugar un papel clave en el diseño de una política de movilidad, en la que, incluso se pueda promover la producción y consumo de vehículos eléctricos en lugar de aquellos basados en motores de combustión interna.

Referencias bibliográficas

- Adriazola, Ysabel; Cárdenas, Ana María; Solano, Olga; Peche, Carlos y García, Víctor. (2010). *Construcción y gestión de índices multivariantes para caracterizar la calidad del medio marino costero peruano*. PESQUIMAT, Revista de la F.C.M. de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Vol. XIII, N° 2, pp. 95-104, Lima, Perú.
- Alawadhi, Suha; Aldama-Nalda, Armando; Chourabi, Hafedh; Gil-Garcia Ramón; Leung, Sofia; Mellouli, Sehl; Nam, Taewoo; Pardo, Theresa; Scholl, Hans y Walker, Shawn (2012). *Building Understanding of Smart City Initiatives*. Lecture Notes in Computer Science 7443, pp. 40–53.
- Albino, Vito et. al. (2015). *Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives*. Journal of Urban Technology.
- Alcaldía Mayor de Bogotá (2018). *Bogotá. Ciudad Inteligente*.
- Angelidou Margarita (2014), *Smart city policies: a spatial approach*, en Cities, 41, S3-S11.
- Alvarado López Raúl Arturo (2018), *Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva*, Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad, año 7, número 13, Universidad de Guadalajara.
- Anzaldo Gómez, Carlos (2016). *Funcionalidad territorial y delimitación de la zona metropolitana de la Ciudad de México desde la perspectiva de flujos laborales*. En Mohar Ponce, Alejandro (Coordinador) "Tendencias territoriales determinantes del future de la Ciudad de México", pp. 23-37. Ciudad de México, México: Consejo Económico y Social de la Ciudad de México.
- Arnold, Pierre; Lazarte, Alfredo y Arredondo, Sergio (2020). *Guía metodológica de Recuperación Socioeconómica Municipal en contexto de COVID-19*. Paso a paso hacia la resiliencia municipal. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Habitat.
- [ANUIES] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. *Anuarios Estadísticos de Educación Superior*.
- Asuad Sanén, Normand Eduardo (2001), *Glosario de conceptos básicos y explicaciones complementarias sobre el Desarrollo metropolitano mexicano*. Material elaborado para el Módulo III del diplomado a distancia "El Fenómeno Metropolitano: Enfoques, desafíos y soluciones", PUEC-UNAM.
- Asuad Sanén, Normand Eduardo (2002). *Importancia actual del estudio de la economía regional y el desarrollo urbano*. El economista mexicano, pp. 19-38.

- Asuad Sanén, Normand Eduardo (2014). *Pensamiento económico y espacio*. Colección economía regional y urbana. Volumen Primero.
- Ayuntamiento de Barcelona (2013). *Smart Cities: Informe sectorial 2013*. Barcelona Activa.
- Ayuntamiento de Barcelona (2019). *Plan Barcelona Ciudad Digital: 2015-2019*
- Baillargeon, Sophie y Rivest, Louis-Paul (2011). *The construction of stratified designs in R with the package stratification*. Survey Methodology, Vol. 37, No. 1, pp. 53-65.
- Baron, Marcin (2012). *Do we need smart cities for resilience*. Journal of Economics & Management, Vol.10, University of Economics in Katowice.
- Barrionuevo, Juan; Berrone, Pascual y Ricart, Joan (2012). *Smart Cities, Sustainable Progress*. IESE Insight 14, pp. 50–57.
- Berrone, Pascual; Ricart, Joan Eric; Carrasco, Carlos y Ricart, Roger (2014), *IESE Cities in Motion. Metodología y modelización*, IESE Business School, Universidad de Navarra.
- Berrone, Pascual; Ricart, Joan Eric (2020), *Cities in motion index 2020*, IESE Business School, Universidad de Navarra.
- Borsboom-van Beurden, Judith; Kallaos, James; Gindroz, Bernard; Costa, S y Riegler, J (2019). *Smart city guidance package: a roadmap for integrated planning and implementations of Smart city projects*. European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities & Norwegian University of Science and Technology.
- Bouskela, Mauricio et. al. (2016). *La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. Monografía del Banco Interamericano de Desarrollo; 454.
- Cabrero, Enrique; Orihuela, Isela y Ziccardi, Alicia (2009). *Competitividad urbana en México: una propuesta de medición*. Revista Eure, Vol. XXXV, No. 106, pp.79-99.
- Capello, Roberta (2015). *Regional Economics*. Routledge. Taylor & Francis Group.
- Caragliu, Andrea; Del Bo, Chiara y Nijkamp, Peter (2009). *Smart Cities in Europe*. Journal of Urban Technology, Vol. 18, no. 2, pp. 45–59.
- Carrillo Guajardo-Fajardo, Francisco Javier (2018). *“El nuevo rol de las ciudades” La Smart City: el verdadero reto del S.XXI Desarrollo y Planificación Estratégica de la Ciudad Inteligente*. Documentos de trabajo, IAES-Instituto Universitario de Análisis Económico y Social, Universidad de Alcalá, no. 9, 2018.
- Chen, Thomas. (2010). *Smart Grids, Smart Cities Need Better Networks [Editor’s Note]*, IEEE Network 24:2 pp.2–3.
- Cisco (2014). *La iniciativa Barcelona, ciudad inteligente impulsada por IoT reduce las facturas de agua, aumenta los ingresos de estacionamiento, genera empleo y más*.

- Clarke, Ruthbea Yesner (2013). *Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-Generation Citizen Services*, en IDC Government Insights. Framingham, MA: IDC.
- Cohen, Boyd (2015). *The 3 generations of smart cities*. Disponible en: <https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities>
- Comisión Europea (2012). *Smart cities and communities – European innovation partnership*. Comunicado publicado el 10 de julio de 2012, Bruselas, Bélgica.
- Consejo Nacional de Población (2018). *Sistema Urbano Nacional*.
- CIU [The Competitive Intelligence Unit] (2020). *Plataformas de transporte y comida: adopción y preferencia*. Recuperado de: <https://www.theciu.com/publicaciones-2/2020/1/20/plataformas-de-transporte-y-comida-adopcion-y-preferencia>.
- CONCAMIN [Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos] (2021). *Emite CONCAMIN lista de 13 ciudades que serán promovidas como “Smart Cities”*. Recuperado de: <https://res.cloudinary.com/concamin/image/upload/v1624635781/kk9fqjldzm3wex0qllw6.pdf>
- Cretu, Liviu-Gabril (2012). *Smart Cities Design Using Event-driven Paradigm and Semantic Web*. *Informatica Economica*, Vol. 16, no. 4, pp. 57–67.
- Dalenius T. y Hodges J. (1959). *Minimum Variance Stratification*. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 54, No. 285, pp. 88-101.
- Deloitte (2016). *Ciudades inteligentes: El papel de México*.
- Dirks, Susanne y Keeling, Mary (2009). *A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustainable future*, IBM Global Business Services.
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2021). *Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radidifusión*. (Publicadas en el DOF el 16 de abril de 2021).
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2021). *Acuerdo por el cual se expide la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024*. (Publicadas en el DOF el 9 de abril de 2021).
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2019). *Reglas de operación del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT) y la Innovación para el ejercicio fiscal 2020*. (Publicadas en el DOF el 31 de diciembre de 2019).

- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2020). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. (Última reforma publicada DOF 06-03-2020).
- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2016). *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*. (Ley publicada en el DOF el 28 de noviembre de 2016).
- Dunteman, George H. (1989). *Principal Components Analysis*. SAGE University Papers Series num. 69, SAGE Publications.
- Finnovista (2020). *El número de startups Fintech en México creció más de un 14% en un año, hasta las 441*.
- Florida, Richard (2009). *Las ciudades creativas: Por qué donde vives puede ser la decisión más importante de tu vida*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Frey, William y Zimmer, Zachary (2001). *Defining the city*, en Paddison, Ronan. "Handbook of urban studies", SAGE Knowledge, pp. 14-35.
- Fromhold-Eisebith, Martina (2017). *Cyber-Physical Systems in Smart Cities – Mastering Technological, Economic, and Social Challenges*. En Song, Houbing; Srinivasan, Ravi; Sookoor, Tamim y Jeschke, Sabina, *Smart cities. Foundations, principles, and applications* (pp. 1-22).
- Fundación Telefónica (2011). *Smart cities: un primer paso hacia la internet de las cosas*. Editorial Ariel, Barcelona, España.
- Giffinger, Rudolf; Fertner, Christian; Kramar, Hans; Kalasek, Robert; Pichler-Milanović, Nataša y Meijers, Evert (2007). *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities*. Centre of Regional Science, Vienna University of Technology.
- Gobierno de Chihuahua (2017). *Plan Estatal de Desarrollo 2017 – 2021*.
- Gobierno de la Ciudad de México (2019). *Programa de Gobierno 2019-2024*.
- Gobierno del Estado de Baja California (2020). *Plan Estatal de Desarrollo 2020-2024*. Secretaría de Planeación y Participación Ciudadana. Secretaría General de Gobierno.
- Gobierno del Estado de Guanajuato (2018). *Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040*.
- Gobierno del Estado de Jalisco (2019). *Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo de Jalisco 2018-2014*. Secretaría de Planeación y Participación Ciudadana. Secretaría General de Gobierno.
- Gobierno del Estado de México (2018). *Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023*.
- Gobierno del Estado de Nuevo León (2016). *Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021*.
- Gobierno del Estado de Puebla (2019). *Plan Estatal de Desarrollo, 2019-2024*.

- Gobierno del Estado de Querétaro (2016). *Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021*.
- Gobierno del Estado de Tlaxcala (2017). *Plan Estatal de Desarrollo, 2017-2021*.
- Gómez Zaldívar, Manuel de Jesús; Chávez Martín del Campo, Juan Carlos y Mosqueda Chávez, Marco Tulio (2016). *Complejidad económica y crecimiento regional, evidencia de la economía Mexicana*. Documentos de Investigación, Banco de México, No. 2016-2017.
- González Arellano, Salomón y Larralde Corona, Adriana Helia (2019). *La forma urbana actual de las Zonas Metropolitanas en México: indicadores y dimensiones morfológicas*. Estudios Demográficos y Urbanos, Vol. 34, Núm 1 (100)
- Gutiérrez Bayo, Jaime (2016). *Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes: Santander, España*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Hernández, Antonio María (2016). *Derecho municipal*. Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 199-224.
- Herrera, Manuel; Izquierdo, Joaquín y Ayala-Cabrera, David (2012). *El sistema de abastecimiento de agua en ciudades inteligentes*. IX Seminario Iberoamericano de Redes de Agua y Drenaje – SEREA, Coimbra, Portugal.
- Hillier, Frederick y Lieberman, Gerald (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Ed. McGraw-Hill, 9a ed.
- Hollands, Robert G. (2008). *Will the real smart city please stand up?* City, Vol. 12, No. 3, pp. 303-320
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2010). *Nota técnica: Estratificación multivariada. Sistema para la Consulta de Información Censal 2010*.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2020a). *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019: marco conceptual*.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2020b). *En México hay 80.6 millones de usuarios de internet y 86.5 millones de usuarios de teléfonos celulares: ENDUTIH 2019*. Comunicado de Prensa Núm. 103/20, 17 de febrero.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2020c). *Censos Económicos 2019*.
- IMCO [Instituto Mexicano para la Competitividad] (2018). *Índice de Competitividad Urbana 2018. Califica a tu alcalde: Manual urbano para ciudadanos exigentes*.

- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México (2016). *Movilidad inteligente, diagnóstico de la situación actual en México*. Investigación auspiciada por la Embajada Británica en México y el Fondo de Prosperidad en México.
 - IMD [International Institute for Management Development] (2020). *Smart City Index 2020*.
 - Komninos, Nicos (2008). *Intelligent cities and globalization of innovation networks*, Routledge, Taylor & Francis Group.
 - Komninos, Nicos (2018), *Smart cities*, en Warf, B. (ed.) *The SAGE Encyclopedia of the internet*, 783-789. Sage Publications.
- Disponible en: <http://sk.sagepub.com/reference/the-sage-encyclopedia-of-the-internet-3v/i8183.xml>
- KPMG (2017). *Hacia la ciudad 4.0. Análisis y perspectivas de las Smart Cities españolas*.
 - Lacinák, Maroš y Ristvej, Jozef (2017). *Smart city, Safety and Security*. *Procedia Engineering* 192, pp. 522-527.
 - Lazaroiu, George y Roscia, Mariacristina (2012). *Definition Methodology for the Smart Cities Model*. *Energy*, Vol. 47, no 1, pp. 326–332.
 - Malecki, Edward (2021). *The Geography of Innovation*. En Fischer, Manfred y Nijkamp, Peter, “Handbook of Regional Science”, Springer, pp. 819-834.
 - Manville, Catriona; Cochrane, Gavin; Cave, Jonathan; Millard, Jeremy; Pederson, Jimmy; Thaarup, Rasmus; Liebe, Andrea; Wissner, Matthias; Massink, Roel y Kotterink, Bas (2014). *Mapping smart cities in the EU*. European Parliament, Directorate-General for Internal Policies.
 - Martínez Gil, Pablo (2009). *El municipio, la ciudad y el urbanismo*, en “Régimen Jurídico del Urbanismo: Memoria del Primer Congreso de Derecho Administrativo Mexicano”, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 199-224.
 - Matus Ruiz, Maximino y Ramírez Autrán, Rodrigo (2016). *Introducción: breve historia de las ciudades inteligentes, la polifonía de su definición e implementación*. En Matus Ruiz, Maximino y Ramírez Autrán, Rodrigo (coordinadores) “Ciudades inteligentes en Iberoamérica; ejemplos de iniciativas desde el sector privado, la sociedad civil, el gobierno y la academia” (pp.7-40). Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación.
 - Matus Ruiz, Maximino y Ramírez Autrán, Rodrigo (2016). *Las interfaces de conocimiento en el impulso de una ciudad inteligente: la IQ Smart City – Ciudad Maderas, México*. En Matus Ruiz, Maximino y Ramírez Autrán, Rodrigo (coordinadores) “Ciudades inteligentes

en Iberoamérica; ejemplos de iniciativas desde el sector privado, la sociedad civil, el gobierno y la academia” (pp.213-248). Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación.

- Mejía Trejo, Juan (2017). *Las ciencias de la administración y el análisis multivariante. Proyectos de investigación, análisis y discusión de resultados*. Tomo II: Las técnicas interdependientes. Universidad de Guadalajara, pp. 6-73.

- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes*.

- Ministerio de Industria, Energía y Turismo; Red.es; Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas; Escuela de organización industrial; e Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (2015), *Plan Nacional de Ciudades Inteligentes*.

- Murillo, Juan (2015). Ciudades inteligentes y desarrollo de nuevos modelos de negocio. *Economía industrial*, No. 395, pp.53-59.

- Nam, T. y Pardo, T. (2011). *Conceptualizing Smart city with dimensions of technology, people, and institutions*. Proc. 12th conference on Digital Government Research, College Park, MD, June 12-15.

- OCDE [Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos] (2020). *Smart Cities and Inclusive Growth*.

- OMC [Organización Mundial del Comercio] (2020). *El comercio se contrae de forma acusada en la primera mitad de 2020*. Comunicado de Prensa 858. Junio. Disponible en: https://www.wto.org/spanish/news_s/pres20_s/pr858_s.htm

- Ontiveros, Emilio; Vizcaíno, Diego y López, Verónica (2016). *Las ciudades del futuro: inteligentes, digitales y sostenibles*. Fundación Telefónica y Editorial Ariel.

- ONU [Organización de las Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población] (2018). *The world's cities in 2018 – Data Booklet*, (ST/ESA/SER.A/417)

- ONU [Organización de las Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población] (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*, (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.

- van Oort, Frank y Lambooy, Jan (2021). *Cities, Knowledge, and Innovation*. En Fischer, Manfred y Nijkamp, Peter, “Handbook of Regional Science”, Springer, pp. 913-927.

- Pacheco Rocha, Nelson; Dias, Ana; Santinha, Gonçalo; Rodrigues, Mário; Queirós, Alexandra y Rodrigues, Carlos (2019). *Smart Cities and Public Health: A Systematic Review*. *Procedia Computer Service* 164, pp. 516-523.

- Pérez, Fiamma; Velázquez, Guillermo; Fernández, Victoria; Dorao, Javier (2011). *Movilidad inteligente*. Economía Industrial, No. 395, pp. 111-121.
- Pérez Useche, Marco y Matus Ruiz, Maximino (2016). *Evolución y perspectivas de las Ciudades Inteligentes en América Latina*. En Matus Ruiz, Maximino y Ramírez Autrán, Rodrigo (coordinadores) "Ciudades inteligentes en Iberoamérica; ejemplos de iniciativas desde el sector privado, la sociedad civil, el gobierno y la academia" (pp.42-83). Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2007). *Informe sobre Desarrollo Humano. México 2006-2007. Migración y desarrollo humano*.
- Ramírez Hernández, Roberto (2016). *Crecimiento urbano policéntrico y expansión de la zona metropolitana de la Ciudad de México y sus impactos en el desarrollo urbano, 1990-2040: Aplicación de un modelo de simulación para prospectiva territorial* (tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía, México.
- Ramírez Autrán, Rodrigo (2014). *Ciudades inteligentes: el ensamblaje del iQ Smart City en Querétaro*. En Basail Rodríguez, Alain y Contreras Montellano, Óscar (Coordinadores), La construcción del futuro: los retos de las Ciencias Sociales en México. Memorias del 4º Congreso Nacional de Ciencias Sociales, CESMECA-UNICACH / COMESCO.
- Rózga Luter Ryszard E. (2018), *Modelos de ciudad inteligente (Smart city) y estrategias de su implementación* en Perspectivas teóricas, globalización en intervenciones públicas para el desarrollo regional, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C., México.
- Sancino, Alessandro y Hudson, Lorraine (2020). *Leadership in, of, and for smart cities – case studies from Europe, America and Australia*. Public Management Review, Vol. 22, No. 5, pp.701-725.
- Sassen, Saskia (1998), *Ciudades en la economía global: enfoques teóricos y metodológicos*, Eure, Marzo, año/vol. 24, número 071, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Sassen, Saskia (2002). *Towards a sociology of information technology*, en Current Sociology, vol. 50(3), pp. 365-388.
- Schumpeter, Joseph (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 72-75.
- Schuschny, Andrés y Soto, Humberto (2009). *Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano; Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2015*.
- Secretaría de Economía (2018). *Centros de desarrollo certificados / verificados vigentes en modelos de calidad*. Subsecretaría de Industria y Comercio.
- Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (2020). *Incidencia delictiva nacional*.
- Select Estrategia (2014). *Estado actual y perspectivas del capital humano en el sector TI y servicios relacionados*. Estudio elaborado para la Secretaría de Economía.
- Sikora-Fernández, Dorota (2017). *Factores de desarrollo de las ciudades inteligentes*. Revista Universitaria de Geografía, Vol.26, No.1, Universidad Nacional del Sur, Argentina.
- Stawasz, Danuta y Dorota Sikora-Fernández (Coords.) (2015), *Zarządzanie w polskich miastach zgodnie z koncepcją smart city* (Administración en ciudades polacas de acuerdo con la concepción smart city) Varsovia, Polonia, Editorial Placet.
- Stimmel, Carol (2016). *Building Smart cities. Analytics, ICT, and Design Thinking*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Thite, Mohan (2011). *Smart cities: implications of urban planning for human resource development*. Human Resource Development International 14:5, pp. 623-631.
- Timeus, Krista; Vinaixa, Jordi y Pardo-Bosch, Francesc (2020). *Creating business models for smart cities: a practical framework*. Public Management Review, Vol. 2, No. 5, pp.726-745.
- Tom Tom International BV. *TomTom Traffic Index 2020*.
- Townsend, Anthony (2013). *Smart cities. Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*. W.W. Norton & Company, Inc.
- Turečková, Kamila y Nevima, Jan (2020). *The cost benefit analysis for the concept of a smart city: How to measure the efficiency of smart solutions?* Sustainability, Vol. 12, No. 7.
- UIT [Unión Internacional de las Telecomunicaciones] (2016). *Shaping smarter and more sustainable cities. Striving for sustainable development goals*. Disponible en: https://www.itu.int/wftp3/pub/epub_shared/TSB/ITUT-Tech-Report-Specs/2016/en/flipviewerxpress.html
- United Nations Human Settlements Programme (2012), *State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities*.
- Valdivia López, Rafael (2020). *Modelo de capacidad de carga urbana para la ciudad de Morelia, Michoacán*.

- Woetzel, Jonathan; Remes, Jaana; Boland, Brodie; Lv, Katrina; Sinha, Suveer; Strube, Gernot; Means, John; Law, Jonathan; Cadena, Andrés y von der Tann, Valerie (2018). *Smart cities: digital solutions for a more livable future*. McKinsey Global Institute.
- Zaldívar-Colado, Aníbal; Aguilar-Tirado, Melissa; Moyeda-Flores, Diana; y Osuna-Sánchez, Jorge Andrés (2018). *Factores sociales que influyen en el diseño de ciudades inteligentes*. RITI Journal, Vol. 6, 12 (Julio-Diciembre).

Anexos

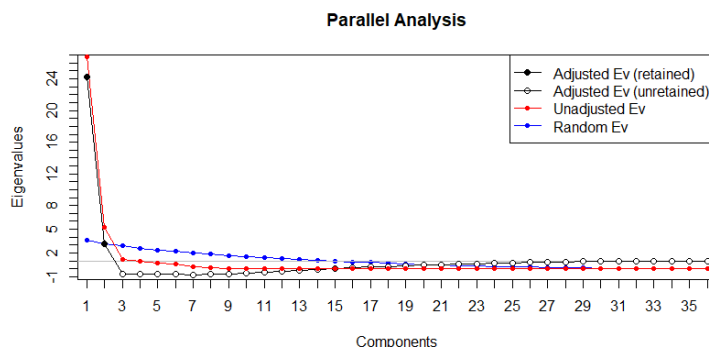
A. Estimación del IPCCi usando RStudio.

Como ha sido referido en el Capítulo 4 de este documento, el cálculo del IPCCi para cada uno de los años que comprende el periodo de estudio se llevó a cabo mediante la técnica de análisis factorial, haciéndose uso del software RStudio.

Previo a hacer este cálculo, se construyó un archivo Excel con la información de cada una de las variables para las 74 ZM del país para cada año del periodo de estudio; para los cuales se lleva a cabo una rutina en RStudio. Esta metodología puede ser ejecutada a través de las funciones *paran* y *factanal* de las paqueterías “paran” y “stats”. A continuación, se revisan brevemente los pasos seguidos para la estimación del IPCCi para el año 2020.

- Paso 1: Importar la base de datos que contiene la información de las variables para cada una de las ZM del país correspondiente al año 2020.
- Paso 2: Estandarización de valores.
- Paso 3: Cálculo de matriz de correlaciones entre las variables.
- Paso 4: Determinación del número óptimo de factores a considerar para la estimación del índice mediante análisis factorial

Figura A-1. Determinación del número de factores a considerar para la estimación del IPCCI para el año 2020



Fuente: Elaboración propia.

- Paso 5: Ejecutar la función *factanal*, la cual recibe los siguientes argumentos: a) *x*: base de datos con las variables estandarizadas que se utilizarán para la estimación del IPCCI; b) *factors*: número de factores a considerar, en este caso 2; y c) *rotation*: se refiere al método de rotación de los factores, el cual será “varimax”.
- Paso 6: Se calcula el IPCCI multiplicando todas y cada una de las variables estandarizadas por cada uno de los valores correspondientes a los factores obtenidos; posteriormente estos valores se suman para cada observación.

Tanto los archivos que contienen la información de las variables para cada una de las ZM en los años que conforman el periodo de análisis, así como los archivos utilizados para las estimaciones en RStudio pueden ser consultados en el siguiente enlace de Github: https://github.com/omarmglz89/IPPCI_ZM_2014-2020.git³⁰

B. Estratificación del IPCCI mediante la técnica de Dalenius-Hodges en RStudio

En el software R Studio, la técnica Dalenius-Hodges puede ser ejecutada a través de la función *strata.cumrootf* de la paquetería “stratification”.³¹ Esta función realiza la operación a partir de los siguientes argumentos:

³⁰ En caso de hacer uso de las bases de datos, favor de hacer referencia a este proyecto de investigación.

³¹ Esta paquetería fue desarrollada por Sophie Baillargeon y Louis-Paul Rivest (2011), académicos del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Laval (Quebec, Canadá).

- x : Corresponde al vector de valores que serán estratificados mediante el método Dalenius-Hodges para cada una de las observaciones de la población. En este caso, x corresponde a los resultados estandarizados del IPCCi para el año 2020.
- n : Corresponde al número de observaciones; en este caso, $n = 74$.
- Ls : Corresponde al número de estratos que se desea calcular; en este caso, $Ls = 5$.

Incorporando estos argumentos en la función, se obtienen los siguientes resultados para la estratificación; donde la columna Nh determina el número de elementos pertenecientes a cada estrato definido.

Figura B-1. Estratificación del IPCCi mediante la técnica Dalenius-Hodges en RStudio

```
> strata
Given arguments:
x = ipcci$ind_est
nclass = 74, n = 74, Ls = 5
allocation: q1 = 0.5, q2 = 0, q3 = 0.5
model = none

Strata information:
  |         type rh |      bh E(Y) Var(Y) Nh nh fh
stratum 1 | take-some  1 |   5.41  3.29   1.90  8  8  1
stratum 2 | take-all  1 |   8.11  6.80   0.46 24 24  1
stratum 3 | take-all  1 |  10.81  9.34   0.49 20 20  1
stratum 4 | take-all  1 |  14.86 12.27   1.34 15 15  1
stratum 5 | take-all  1 | 101.00 30.92 803.51  7  7  1
Total                |                |                | 74 74  1

Total sample size: 74
Anticipated population mean: 10.49946
Anticipated CV: 0
```

Fuente: Elaboración propia.