



**BUAP**  
**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**Facultad de Ingeniería**

**Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado**

**ANÁLISIS SOCIOESPACIAL DE LA CICLOVÍA: PARQUE  
LINEAL UNIVERSITARIO, UNA EXPERIENCIA EN LA  
MOVILIDAD SUSTENTABLE NARRADA POR LOS  
USUARIOS.**

**TESIS**

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN INGENIERÍA  
OPCIÓN TERMINAL EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE**

**Asesor de tesis**

José Luís Stefanoni Minutti

**Co-asesor**

Dr. Enrique Montiel Piña

**Presenta:**

José Abraham Torres Méndez

Puebla, Pue.

Junio 2020



**BUAP**

Oficio No. 2842/2019

**C. José Abraham Torres Méndez**  
Pasante de la Maestría en Ingeniería  
con opción terminal en Tránsito y Transporte  
Facultad de Ingeniería, BUAP.  
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Análisis socioespacial de la ciclovía: Parque Lineal universitario, una experiencia en la movilidad sustentable narrada por los usuarios**. Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte. Asignándose como Director al M.I. José Luis Stefanoni Minutti y Co-director al Dr. Enrique Montiel Piña.

Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
"Pensar bien, para vivir mejor"  
H. Puebla de Zaragoza, noviembre 15 de 2019

**M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández**  
Director

C.c.p. M.I. José Luis Stefanoni Minutti y Dr. Enrique Montiel Piña, Director y Co-director del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

ABH/JLSM/sco\*

Facultad  
de Ingeniería

Bld. Valsequillo y Av. San Claudio  
s/n, edif. ING 4, Col. San Manuel,  
Ciudad Universitaria,  
Puebla, Pue. C.P. 72570  
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

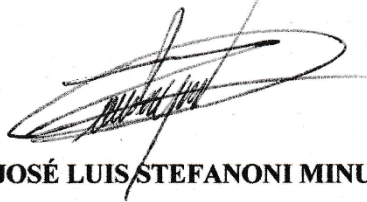
**M. I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ**  
**DIRECTOR DE LA FACULTAD DE**  
**INGENIERIA DE LA B. U. A. P.**  
**P R E S E N T E**

El que suscribe M. I. José Luis Stefanoni Minutti, asesor del Tema de Tesis denominado: “ANÁLISIS SOCIO ESPACIAL DE LA CICLO VÍA: PARQUE LINEAL UNIVERSITARIO, UNA EXPERIENCIA EN LA MOVILIDAD SUSTENTABLE NARRADA POR LOS USUARIOS” que presenta la Ing. José Abraham Torres Méndez, egresado de la Maestría en Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte de la facultad de Ingeniería de la B. U. A. P; y autorizada con el oficio No. 2842/2019, de fecha 15 de noviembre de 2019, siendo requisito para su defensa en el examen de grado; informo a usted, que después de haber procedido a revisar la tesis correspondiente, verificando que se han atendido las observaciones y recomendaciones por un servidor, no existe inconveniente alguno de mi parte, en autorizar la impresión de la misma, por lo que se extiende la presente para los efectos legales a que haya lugar.

Sin otro particular, queda de usted.

Puebla, Pue., a 13 de junio de 2020

**A T E N T A M E N T E**



**M. I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI**

C.c.p. Dr. Alejandro Hernández Bautista.- Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado

C.c.p. Archivo

## Dedicatorias

A mis padres, por cuidarse en su salud y darme un ejemplo de trabajo y tenacidad a lo largo de toda la vida, además del amor que siempre me han brindado.

A mi esposa, por acompañarme en este nuevo proyecto y ser la más hermosa inspiración en mi vida.

A mis hijas, las cuales me enseñan que nunca se deja de aprender y las cuales las amo con todo mi corazón.

A mis abuelos, suegros, hermana, tías, cuñados y amigos cercanos, por ser un ejemplo en mi vida y aprender de cada uno de ustedes.

## Agradecimientos

A Dios por permitirme llegar a este momento de mi vida en compañía de los seres que amo y poder compartir con ellos este momento.

A la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por permitirme seguir formándome en tan prestigiada institución y ser parte de la comunidad universitaria para representarla dignamente.

A mi director de Tesis. M.I. José Luis Stefanoni Minutti por sus tiempo, atención, conocimientos y dedicación, al ser un guía para orientarme en la realización del presente trabajo.

A mi co-asesor Dr. Enrique Montiel Piña, por ser para mí un ejemplo en su compromiso institucional, experiencia y formación académica, pero sobre todo la calidez humana que le caracteriza y apoyarme en la realización del trabajo de tesis.

## Índice

Introducción. ....	1
Objetivo General .....	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis .....	3
Justificación .....	3
CAPITULO I. La movilidad desde una visión de lo sustentable: La Bicicleta. ....	4
1.1 Aproximaciones conceptuales de la movilidad .....	4
1.1.1 El espacio geográfico .....	4
1.1.2 Sociedad en Movimiento .....	5
1.1.3 Entre el espacio y la movilidad .....	7
1.2 En busca de la cultura de la movilidad sustentable .....	10
1.2.1 Una mirada ante el cambio climático y su relación con la agenda 2030 .....	11
1.2.2 La movilidad urbana sostenible .....	14
1.3 Factores que inciden en la elección modal: Uso de la Bicicleta. ....	19
1.3.1 Las ciclociudades más importantes en el mundo y América Latina .....	20
1.3.2 La bicicleta como alternativa de movilidad sostenible .....	22
CAPITULO II Análisis socioespacial del Parque Lineal Universitario utilizando Tecnologías de la Información Geográfica. ....	29
2.1 El análisis espacial geográfico aplicado a estudios sociales.....	29
2.2 Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) .....	31
2.3 Análisis socioespacial del Parque Lineal Universitario con TIG .....	33
2.3.1 Localización del Parque Lineal Universitario. ....	35
2.3.2 Proyecto Geométrico del Parque Lineal Universitario .....	37
CAPITULO III. Experiencias de viaje de los usuarios del Parque Lineal Universitario. .....	55

3.1 Las experiencias de viaje de los usuarios en el marco de las ciudades colaborativas. ....	55
3.2 Los estudios en movilidad sostenible y los trabajos de campo en la zona de estudio.....	57
3.3 Metodología de campo y muestreo de la zona de estudio. ....	61
3.4.2 Generalidades en los viajes del Parque Lineal Universitario.....	74
3.4.3 La percepción de la infraestructura ciclista narrada por el usuario.....	78
3.5 Cartografía Temática del Parque Lineal Universitario a partir de las experiencias de los usuarios. ....	84
Conclusiones .....	92
Bibliografía.....	97

## Índice de Tablas

Tabla 1. TIG aplicadas al estudio del parque lineal universitario .....	34
Tabla 2. Localización de principales sitios en el Parque Lineal Universitario.....	37
Tabla 3. Sentidos de recorrido en el Parque Lineal Universitario. ....	38
Tabla 4. Datos del diseño geométrico de los puentes elevados del Parque Lineal Universitario.....	40
Tabla 5. Tipos de pavimentos en el Parque Lineal Universitario .....	50
Tabla 6. Elementos Urbanos en el Parque Lineal Universitario.....	52
Tabla 7. Análisis de Intersecciones del Parque Lineal Universitario - Sentido 1.....	53
Tabla 8. Análisis de Intersecciones del Parque Lineal Universitario - Sentido 2.....	54
Tabla 9. Análisis general de cruces del Parque Lineal Universitario .....	55

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Sociedad en Movimiento .....	6
Ilustración 2. La humanización del espacio público. ....	6
Ilustración 3. Elementos constitutivos de una sociedad. ....	8
Ilustración 4. Población residente en metrópolis. 1985,2015,2030.....	10
Ilustración 5. América Latina y el Caribe: especies amenazadas por grupo taxonómico. .	11
Ilustración 6. Resumen de efectos y dinámicas costeras como consecuencia del cambio climático.....	12
Ilustración 7. Emisiones de gases de efecto invernadero por regiones.....	13
Ilustración 8. Principios rectores para el cumplimiento de la Agenda 2030.....	14
Ilustración 9. Zonas Metropolitanas, México 2015. ....	15
Ilustración 10. Tasa de crecimiento de automóviles, Kilómetros Vehículo Recorrido, Motorización. ....	16
Ilustración 11. Externalidades asociadas al uso del automóvil y su influencia respecto al PIB en millones de pesos.....	17
Ilustración 12. La accesibilidad y sus componentes esenciales. ....	19
Ilustración 13. Evolución de la bicicleta. ....	20
Ilustración 14. Ranking 20 ciudades más amigables para andar en bici. ....	21
Ilustración 15. Ranking de ciudades de América Latina que promueven el uso de la bicicleta. ....	22
Ilustración 16. Diez principios de transporte y desarrollo urbano. ....	23
Ilustración 17. Principales factores que inciden en la elección del uso de la bicicleta. ....	24
Ilustración 18. Relación Tiempo-Distancia de acuerdo a la elección modal.....	25
Ilustración 19. Pirámide de movilidad sustentable. ....	27
Ilustración 20. Emisión de gases de efecto invernadero en relación pasajero - km.....	28
Ilustración 21. Herramientas técnicas para el análisis espacial. ....	30
Ilustración 22. Principales herramientas para las TIG. ....	32
Ilustración 23. Inauguración del Parque Lineal Universitario. ....	33
Ilustración 24. TIG aplicadas en el Parque Lineal Universitario.....	35
Ilustración 25. Levantamiento Topográfico del Parque Lineal Universitario. ....	36
Ilustración 26. Perfil Topográfico del Parque Lineal Universitario.....	38
Ilustración 27. Planos del Parque Lineal Universitario. ....	39
Ilustración 28. Clasificación de Infraestructura Ciclista en el Municipio de Puebla .....	41
Ilustración 29. Sección transversal para usuario de bicicleta.....	42
Ilustración 30. Secciones tipo de la infraestructura ciclista. ....	43

Ilustración 31. Vialidad compartida ciclista - Zona 30 km/h .....	44
Ilustración 32. Vialidad compartida ciclista - Av. 3 oriente esquina 4 sur .....	44
Ilustración 33. Ciclovía o vía ciclista segregadas. ....	45
Ilustración 34. Inicio de ciclovía o vía ciclista segregada - Av. 11 oriente esquina 4 sur. ...	46
Ilustración 35. Carril compartido ciclista. Av. 7 oriente esquina 4 sur. ....	47
Ilustración 36. Ciclovía o vía ciclista segregada – Av. 31 oriente esquina 14 sur y calle 14 sur esquina Av. San Claudio. ....	47
Ilustración 37. Vía ciclista de trazo independiente – Av. 31 oriente esquina 6B sur. ....	48
Ilustración 38. Vía ciclista de trazo independiente - Av.31 oriente esquina calle 12 sur. ...	49
Ilustración 39. Ciclovía elevada en los 3 puentes del Parque Lineal Universitario. ....	49
Ilustración 40. Elementos de diseño para infraestructura ciclista .....	51
Ilustración 41. Miradas de referencia en las ciudades colaborativas. ....	56
Ilustración 42. Dimensiones de análisis en movilidad sostenible para el Parque Lineal Universitario. ....	59
Ilustración 43. Encuesta O-D On-line usuarios del Parque Lineal Universitario. ....	60
Ilustración 44. Zonificación para el estudio de movilidad del Parque Lineal Universitario. ....	62
Ilustración 45. Puntos de Levantamiento en el Parque Lineal Universitario. ....	63
Ilustración 46. Aplicación de Encuestas y Aforos en el Parque Lineal Universitario. ....	64
Ilustración 47. Instrumento para realizar aforos para vehículos no motorizados. ....	65
Ilustración 48. Usuarios por sexo en el Parque Lineal Universitario. ....	66
Ilustración 49. Rango de edad de los usuarios. ....	67
Ilustración 50. Edad a la que empezaron a usar la bicicleta. ....	68
Ilustración 51. Motivos de Viaje .....	68
Ilustración 52. Ocupación de los usuarios. ....	69
Ilustración 53. Usuarios de la Comunidad BUAP. ....	69
Ilustración 54. Estado de salud. ....	70
Ilustración 55. Malestar físico - Lesiones en los usuarios. ....	71
Ilustración 56. Accidentes en el Parque Lineal Universitario. ....	72
Ilustración 57. Motivación en el uso de la bicicleta. ....	73
Ilustración 58. Tipo de Bicicleta que emplea el usuario. ....	75
Ilustración 59. Finalidad del viaje de los usuarios. ....	76
Ilustración 60. Frecuencia de Viajes. ....	76
Ilustración 61. Tipo de recorrido en el PLU. ....	77
Ilustración 62. Duración del viaje. ....	78
Ilustración 63. ¿Desde cuándo utiliza el Parque Lineal Universitario? .....	79

Ilustración 64. Otras ciclovías que utilizan los usuarios. ....	80
Ilustración 65. Uso del sistema multimodal. ....	81
Ilustración 66. Principales impedancias en el PLU.....	82
Ilustración 67. Percepción de seguridad vial. ....	83
Ilustración 68. Percepción de Seguridad en el Parque Lineal Universitario. ....	83
Ilustración 69. Elementos que componen a un SIG. ....	85
Ilustración 70. Mapa de Localización - uso del suelo. ....	86
Ilustración 71. Mapa de Accidentes-Impedancias-Seguridad Pública. ....	87
Ilustración 72. Mapa: Red de infraestructura ciclista en el municipio de Puebla .....	88
Ilustración 73. Geodatabase de Infraestructura ciclista.....	89
Ilustración 74. Mapa de Conectividad.....	90
Ilustración 75. Mapa Origen-Destino de los usuarios.....	91
Ilustración 76. Propuestas de nueva infraestructura ciclista que se conecta con el PLU. .	94
Ilustración 77. Mapa: Propuestas de conectividad del Parque Lineal Universitario. ....	94
Ilustración 78. Collage actividades que promueve el Observatorio de Movilidad Sustentable. .....	96

## **Introducción.**

Se inicia este documento desde una postura reflexiva sobre los últimos acontecimientos trascendentales respecto al desarrollo urbano y las consecuencias que esto no ha traído a aquellos que habitamos en entornos de denominados metropolitanos.

Por primera vez en el 2007, la población urbana fue mayor que la población rural a nivel mundial, además que 2 de cada 3 ciudades en el mundo reconocen que no cuentan con los instrumentos y mecanismos para saber cómo y hacia donde crece la huella urbana (Organización de las Naciones Unidas , 2018) esto nos hace pensar respecto a los problemas que este tipo de fenómenos generan y la importancia de proponer soluciones integrales y de alto impacto para preservar y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Retomando el concepto que propone la ONU en el 2012, a partir de índices de ciudades prosperas (CPI), los cuales permitieron medir la calidad de vida que ofrecen este tipo de entornos urbanos a sus habitantes y organizados en 6 dimensiones que a continuación se enuncian: Productividad, Infraestructura de desarrollo, Calidad de Vida, Equidad e inclusión Social, Sostenibilidad Ambiental y Gobernanza y Legislación Urbana. (ONU, 2018), la presente investigación considera importante retomarlos para diseñar programas estratégicos que promuevan el cuidado del medio ambiente, la conciencia del daño que ejercemos en la calidad del aire a partir del uso excesivo del automóvil, la seguridad de los ciudadanos, la eficiencia en la movilidad, el grado de convivencia social en los habitantes de un determinado espacio geográfico y en este caso particular; la ciudad de Puebla.

Respecto a la zona metropolitana de Puebla, se menciona que ha crecido un 500% entre las décadas de 1980 a 2010, (H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, 2017), por lo que la movilidad en la zona conurbada se ha vuelto un problema que perjudica a los ciudadanos analizada desde diferentes perspectivas por ejemplo: las demoras

ocasionadas por congestionamientos, incremento en los accidentes de tránsito, mayor consumo de combustible provocado por las velocidades promedio que se desarrollan en la Angelópolis y la ineficiencia del transporte público y la calidad de servicio que ofrece.

Para fines de la investigación se vuelve relevante el aprovechar de forma eficiente la infraestructura para vehículos no motorizados, que se ha generado en los últimos años en la ciudad de Puebla según cifras del Ayuntamiento publicadas en el 2017 se cuenta con 21.17 km de infraestructura ciclista (H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, 2017, pág. 123), lo cual nos permite vislumbrar una oportunidad para realizar estudios relativos al tema y la importancia de fomentarla en su uso cotidiano, como una estrategia en la movilidad sustentable, pretendiendo haciendo propuestas de mejora a partir de las experiencias de viaje que realicen los usuarios, con un enfoque basado en la interacción socio espacial en comunidades colaborativas.

## **Objetivo General**

Valorar la percepción del usuario en la experiencia de viaje en el Parque Lineal Universitario, para desarrollar propuestas de mejora en este tipo de infraestructura, a partir de estudios socio espaciales enfocada a la movilidad urbana sustentable

## **Objetivos específicos**

- Identificar conceptual y técnicamente la importancia de la movilidad sustentable, como una elección modal en las zonas conurbadas, en particular el uso de la bicicleta y valorar los retos y perspectivas en el municipio de Puebla.
- Analizar las experiencias de viaje de los usuarios del Parque Lineal Universitario para reconocer, las condiciones físicas, ambientales y sociales de los viajes que se realizan en él.
- Aplicar las Tecnologías de la Información Geográfica para identificar la infraestructura, seguridad, confort, equipamiento urbano y la densificación de las redes de ciclovías en el municipio de Puebla y en particular la ciclo-vía denominada: Parque Lineal Universitario en la Ciudad de Puebla.

- Diseñar propuestas de mejora que fortalezcan a la movilidad urbana sustentable desde los parámetros que las normas señalen.

## **Hipótesis**

¿Se podrán aprovechar las experiencias de viaje de los usuarios de la ciclo-vía del Parque Lineal Universitario, ubicado en la ciudad de Puebla, para generar propuestas de mejora en el servicio a este tipo de infraestructura y fomentar la movilidad urbana sustentable?

## **Justificación**

El pasado 14 de mayo de 2019, por primera vez la ciudad de Puebla estaba declarando su primera contingencia ambiental por la mala calidad del aire dicho por la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), lo que llevo a los ciudadanos a suspender clases en instituciones de educación básica y media superior y superior y no realizar actividades cívicas, culturales, recreativas o de deporte al aire libre. (El Sol de Puebla, 2019)

De acuerdo al censo de conteo 2010 del INEGI, Puebla ocupa el 5º lugar nacional de acuerdo al número de habitantes que tiene la entidad con un total de 6,168,883 habitantes, de los cuales en Puebla capital están, 1,576,259 habitantes lo que significa el 25% de la población de la entidad, lo que marca definitivamente una explosión demográfica grave en los últimos años. (INEGI, 2019).

De ahí que el presente trabajo de investigación pretenda concientizar a la sociedad sobre una propuesta que permita fomentar la movilidad sustentable en zonas metropolitanas, a partir de la experiencia de los usuarios y aprovechar sus saberes desde un enfoque holístico como lo es el enfoque basado en la actividad (Mc Nally, 2008),

# **CAPITULO I. La movilidad desde una visión de lo sustentable: La Bicicleta.**

## **1.1 Aproximaciones conceptuales de la movilidad**

Actualmente la sociedad del siglo XXI se enfrenta como nunca antes a un conjunto de problemas de carácter, social, económicos, culturales, políticos y ambientales que en cada una de ellos se caracterizan algunas particularidades, se vuelve fundamental el intentar reconocer e interpretar lo que sucede en cada región geográfica en la que nos desenvolvemos, cuestionándonos ¿cómo la percibimos?, ¿por qué suceden estos fenómenos?, ¿a qué se deben los sucesos que en él se presentan?, ¿cómo los ven?, ¿cómo los oyen?, ¿cómo los palpan?, ¿cómo los recuerdan? e inclusive ¿cómo los imaginan? (Delgado, 2003, pág. 107).

### **1.1.1 El espacio geográfico**

Que mejor que la geografía como ciencia para poder generar interpretaciones que permitan dar respuestas a estos fenómenos y las posible causas y consecuencias que los generan, analizadas desde sus cuatro tradiciones fundamentales por las que ha evolucionado que son; la geografía regional, geografía ambiental, geografía espacial y geografía humanista, las cuales han permitido a lo largo de los tiempos construir un pensamiento geográfico con la finalidad de analizar las interacciones que en él entorno suceden.

Si nos remontamos entre los siglos IV a. C. – V a.C., cuando en la cultura griega surgía el concepto de Geografía, ellos le dan la interpretación desde sus raíces etimológicas, geo: Tierra y graphos: Descripción, nace un arte, una técnica y una ciencia para intentar analizar el entorno geográfico desde una visión holística, que igual y nos remonta a pensadores del mundo antiguo (Herodoto, Eratostenes, Tolomeo, Estrabón) como a aquellos exploradores, navegantes y geógrafos de la edad media, que se encargaron de mapear el mundo conocido en aquellos días.

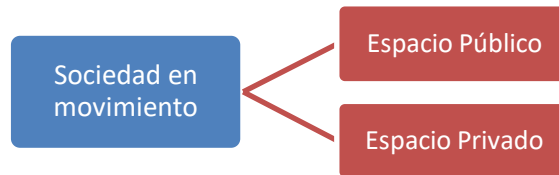
(Marco Polo, Ortelius, Varenio, Vespuccio, Magallanes, Humboldt). Pasando por los geógrafos que dan a la geografía un carácter más científico que solo descriptivo, este suceso nos remonta a geógrafos desde el siglo XV hasta nuestros días (Mercator, Wright, Lambert, Laplace, Krugger, Chuvieco, etc.).

El presente trabajo intenta analizar a la movilidad, como un fenómeno que se presenta en la vida cotidiana de toda sociedad y son los habitantes los que definen bajo qué características; políticas, económicas, culturales y ambientales como se genera y las interacciones en el espacio geográfico donde este suceso se desarrolla.

Así cuando se intenta definir ¿Qué es el espacio geográfico?, se debe entender como el conjunto indisociable en el que participan, cierta combinación de objetos geográficos, objetos naturales y objetos sociales, donde se reconocen los patrones de la vida que colma y anima, es decir la sociedad entendida como el espacio integrado como un conjunto de formas donde cada una de ellas contiene fracciones que producen la sociedad en movimiento. (Milton, 1995, pág. 167)

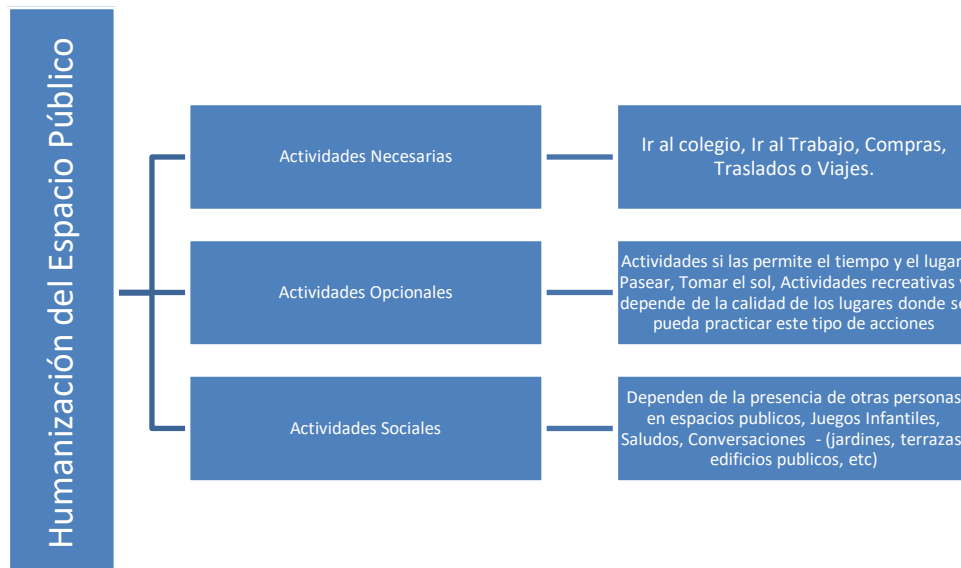
### **1.1.2 Sociedad en Movimiento**

Una de las características esenciales de este tipo de sociedades en movimiento son el tipo de espacios que se generan en ellas, donde se puede organizar en dos principales categorías; en primer lugar, el espacio privado, entendió como aquel donde el sujeto guarda con recelo para su vida privada y sus necesidades básicas y fundamentales. En segundo lugar, el del espacio público, que, en palabras de diversos urbanistas, arquitectos, geógrafos e ingenieros, se entiende como aquel espacio donde se desarrollan las principales interacciones sociales de una sociedad respecto a su convivencia en interacciones sociales del trabajo, estudio, ocio o recreación y la satisfacción de demandas económicas, sociales y de divulgación cultural entre otras más.



*Ilustración 1. Sociedad en Movimiento*  
 Fuente: J. Gehl 2006

De lo anterior resulta relevante preguntarse ¿en qué tipo de espacios se desplaza cotidianamente un habitante de una determinada comunidad? y ¿la necesidad de desenvolverse en un espacio urbano y público al cual tiene derecho? y que le deberá permitir mejorar su calidad de vida. Retomando a Gehl, (2006), a partir de lo que recomienda para humanizar el espacio urbano y de las actividades que se desarrollan cotidianamente en él, las clasifica en tres tipos de actividades denominadas: necesarias, opcionales y sociales. (Gehl, 2006, pág. 20)



*Ilustración 2. La humanización del espacio público.*  
 Fuente: J. Gehl, 2006.

Es importante analizar a los espacios urbanos desde la perspectiva que promuevan la relación de contacto que establece el habitante con otros sujetos como: amigos, conocidos, contactos casuales y reconocer si las calles son transitadas de forma confortable en torno a la casa, el trabajo, los espacios públicos. Si hay espacios

suficientes para convivir de forma cotidiana en función a los tipos de infraestructura con los que está equipada la ciudad y si esa infraestructura se encuentra en buen estado, por ejemplo; bancas, alumbrado, jardines, áreas de juegos, etc., lo que en conjunto dan vida a la calle y permite que la sociedad se integre y se humanice.

### **1.1.3 Entre el espacio y la movilidad**

A diferencia del panorama de aislamiento de los habitantes al toparse con escenarios desolados por la inseguridad, el escaso o nulo equipamiento urbano que dignifique el transitar por las calles, la cordialidad entre colonos o vecinos y por ende el aislamiento de los habitantes en sus espacios privados (casa) y perderse de la realidad que en conjunto debería de re-construirse cotidianamente.

Es esto lo que genera nuevos retos para aquellos profesionistas, gestores privados o públicos que pretendan desarrollar nuevos modelos de ciudades más seguras, más confortables, pero sobre todo inclusivas.

Por este motivo se invita a reflexionar desde este trabajo lo complejo que es el principio de moverse y que de acuerdo a las necesidades actuales no deberemos pensar en cualquier tipo de movilidad sino identificar y promover a través de esta investigación la relevancia que ha adquirido la movilidad sustentable como una herramienta para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de una determinada comunidad.

Si para la Real Academia de la Lengua Española moverse significa;

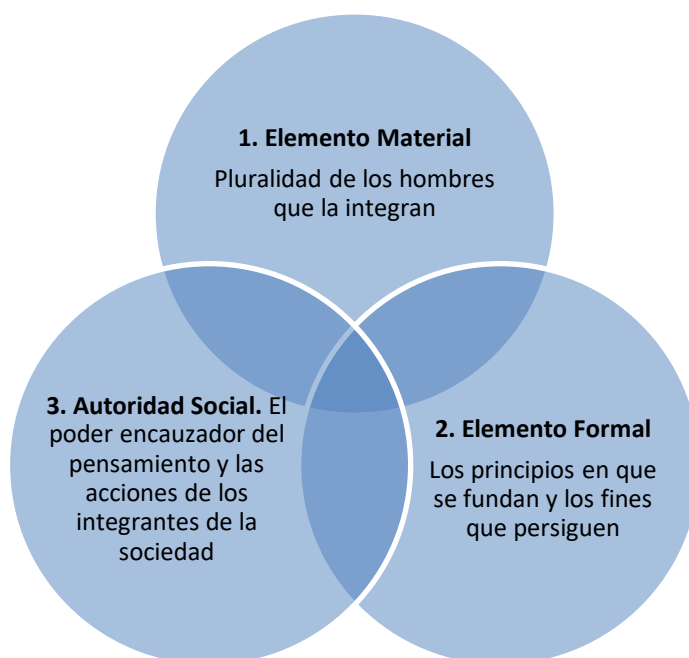
“La capacidad que tiene un cuerpo para dejar un lugar o espacio que ocupa y pasar a otro espacio” (DRAE, 2019)

Debe entenderse, por lo tanto, que desde la geografía se genera en principio un binomio fundamental para la interpretación de los fenómenos geográficos de

movilidad donde interactúan dos elementos fundamentales que son: sociedad - espacio.

Cuando se quiere definir ¿Qué es la sociedad? Debe interpretarse como...

“Un conjunto de seres humanos, unidos moral, material, espiritual y culturalmente para la satisfacción de comunes necesidades, recíprocos beneficios, aspiraciones semejantes y fines iguales” (Moreira, 2003).



*Ilustración 3. Elementos constitutivos de una sociedad.  
Fuente: Moreira, 2003.*

Por otra parte, el espacio es un concepto polisemántico que ha sido abordado desde la antigüedad hasta nuestros días, en diferentes áreas del conocimiento como la filosofía, física, geografía, plástica, etc. Sin embargo, para poder definirlo de forma parcial o al menos para los fines del presente trabajo será importante partir de la siguiente interpretación entendido como...

“El espacio es equivalente a un área o porción de la superficie terrestre, esta perspectiva implica considerar al espacio como una especie de plataforma donde se ubican objetos, sujetos y fenómenos; una especie de contenedor de la materia

presenta sobre la Tierra. Desde el punto de vista de la geografía implica en un primer nivel definir la localización, por un lugar de coordenadas específicas, en donde la ubicación y la posición relativa son importantes en relación con los elementos que lo rodean. (Velazquez, 2015, pág. 19)

Por esta razón el presente trabajo intenta analizar espacialmente la relación de los elementos que se interrelacionan respecto a estudios de movilidad vistos desde la ingeniería de tránsito y transporte como podrán ser: población, elementos generadores de viaje, infraestructura, características geográficas del sitio, modalidades de transporte, parque vehicular, tiempos de viajes, número de viajes, entre otros.

Para el estado de Puebla y en particular en la ley de vialidad del Estado de Puebla se entiende por movilidad...

“La capacidad, facilidad y eficiencia de tránsito o desplazamiento de las personas y bienes en el territorio, priorizando la accesibilidad universal, así como la sustentabilidad de la misma.” (Honorable Congreso del Estado de Puebla, 2018).

Con todo lo citado con anterioridad puede apreciarse que la movilidad es un fenómeno al que se enfrenta cualquier grupo de individuos que se desenvuelve un determinado lugar y que las causas que originan ese movimiento puede ser multifactorial, en este primer apartado se intenta demostrar que este fenómeno es uno de los principales retos a los que se enfrentan actualmente los gobiernos de cualquier población, pues de ella dependen varios aspectos como la eficiencia y productividad en el rendimiento laboral, las horas de descanso entre el trabajo y el hogar, la satisfacción de la optimización de tiempos para necesidades sociales como la convivencia, la diversión, que tanto el habitante de un determinado lugar reconoce el entorno donde se desarrolla, entre otras muchas acciones, y en su conjunto la movilidad es un elemento esencial que puede elevar la calidad de vida de quienes viven en comunidades donde existe una planeación integral desarrollada hacia esta disciplina.

## 1.2 En busca de la cultura de la movilidad sustentable

Por primera vez en 2008 la mayoría de la población mundial se asentaba en zonas urbanas, reconociendo a las megaciudades que se componen a aquellos asentamientos con más de 10 millones de habitantes y a ciudades de gran tamaño con más de un millón de habitantes, llamadas también ciudades millonarias.

En 1950, existían solo 2 megaciudades (Tokio, New York) y 77 ciudades millonarias, actualmente se tienen 29 megaciudades a nivel mundial, y 501 ciudades millonarias. Lo que demuestra claramente que cada vez más los individuos se asientan en las grandes urbes.

América Latina y el Caribe son ejemplo de ello en 1985 el 25% de la población vivía en ciudades con más de un millón de habitantes, actualmente la cifra es de 36% y para el 2030 se proyectan que será del 40%

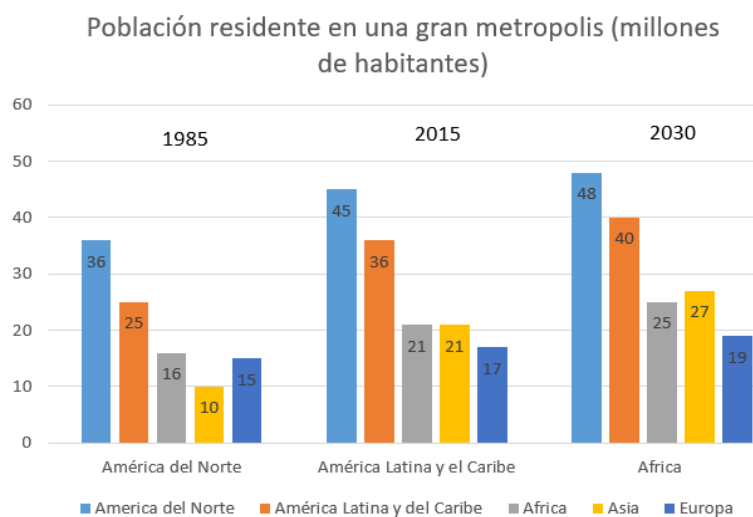


Ilustración 4. Población residente en metrópolis. 1985,2015,2030.

Fuente: CEPAL, 2014.

## 1.2.1 Una mirada ante el cambio climático y su relación con la agenda 2030

Definitivamente la humanidad se encuentra en un punto sin retorno respecto al deterioro ambiental, el cual pone en riesgo la supervivencia de él y de otras especies, la destrucción de recursos como la atmosfera, océanos, biodiversidad y el impacto que se vislumbra no se ve de forma local sino es un mal que aqueja a todo el planeta, de ahí que con anterioridad se proyecta una población que seguirá creciendo de forma exponencial en tanto los recursos cada día son menores por la afectación al entorno.

En la ilustración 5, se muestra el número de especies entre aves y peces que han sido afectados tan solo en América Latina, como puede observarse México es uno de los principales países que más afectación a sufrido en la pérdida de especies endémicas y hábitat, lo cual es muestra de las consecuencias del cambio climático y del mal manejo de sus habitantes.

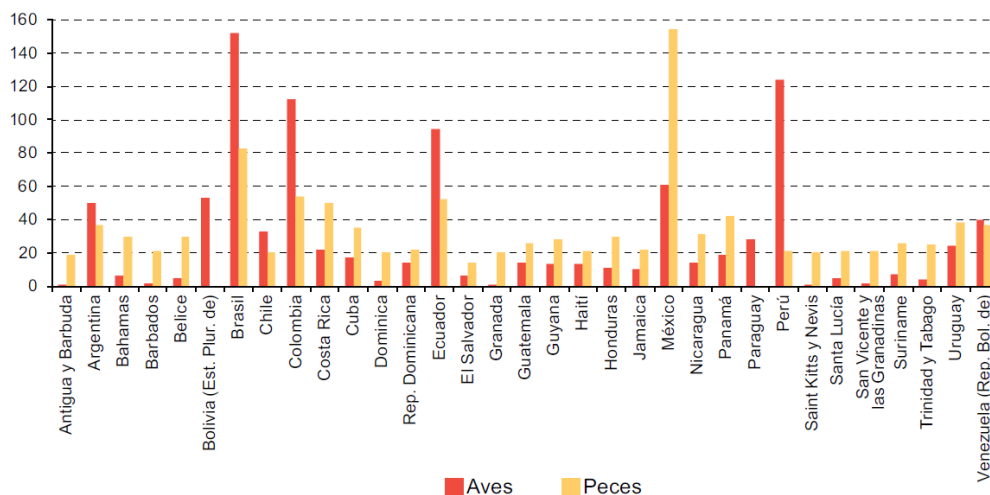


Ilustración 5. América Latina y el Caribe: especies amenazadas por grupo taxonómico.  
Fuente: CEPAL - Banco Mundial - UICN 2013.

Este panorama ya era conocido por la sociedad en 1972 en la conferencia de la Organización de las Naciones Unidas celebrada en Estocolmo, se reconocía como las actividades antropomórficas causarían daños irreparables, pronosticando en futuros años una crisis ambiental de gran escala, denominada calentamiento global.

El grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático IPCC por sus siglas en inglés (Intergovernmental Panel on Climate Change). Publica en conjunto con la Organización meteorológica mundial que la década que acabamos de concluir 2010-2019, es considerada la más caliente de los últimos años, el aumento en la concentración de emisiones de gases de efecto invernadero han contribuido a las variaciones del cambio climático en los últimos 100 años.

Respecto a América Latina y el Caribe las temperaturas aumentaron progresivamente entre 1.6°C y 4°C en Centroamérica y 1.7°C y 6.7°C en América del Sur. Esto vislumbra una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos principalmente en México y Centroamérica. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2016, pág. 54).

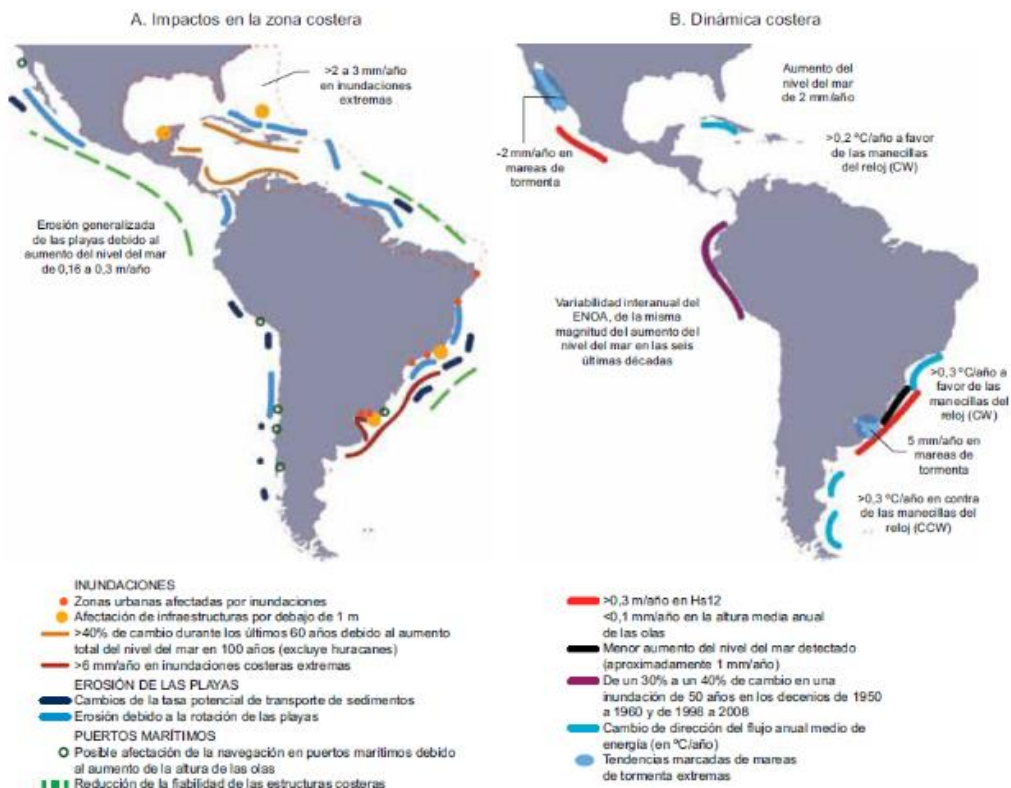
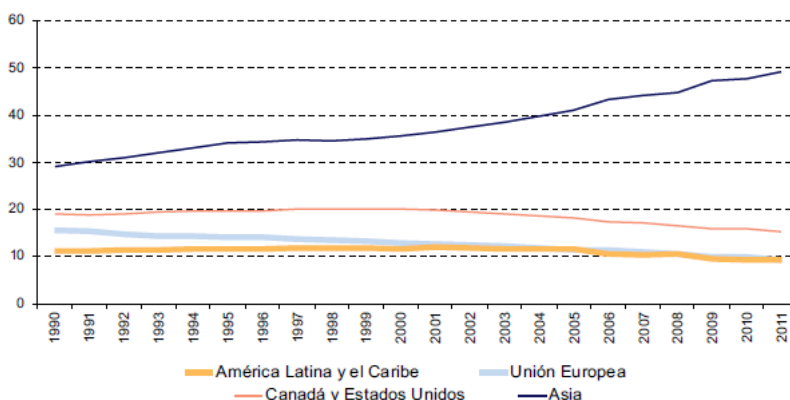


Ilustración 6. Resumen de efectos y dinámicas costeras como consecuencia del cambio climático. Fuente: CEPAL, 2016.

La comunidad científica respecto al cambio climático propone, reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero que actualmente están cercanas a las 40 giga toneladas anuales, equivalente a un promedio de emisiones mundiales de 7 toneladas per cápita, a un mundo de 2 toneladas per cápita en 2050 y de esta forma no rebasar el umbral del aumento de 2°C de calentamiento global y todas las consecuencias que esto conllevaría.

América Latina y el Caribe se mueve en la dirección opuesta a la deseable, ya que elevó las emisiones a una tasa del 0.6% se producen 4.6 toneladas de emisiones per cápita, casi igual de la Unión Europea, con la diferencia que allá se están tomando medidas para desacoplar las emisiones a un ritmo de -0.9% anual.



*Ilustración 7. Emisiones de gases de efecto invernadero por regiones.*  
Fuente: CEPAL, 2016

El desequilibrio social, económico y ambiental en el que vivimos es innegable, la agenda 2030 para el desarrollo sostenible de la ONU, establece 17 objetivos de desarrollo sostenible que 193 países aprobaron en septiembre de 2015, que lo que pretende es reconocer a la igualdad y a la sostenibilidad como los principios rectores, compartidos y universales en los que se debe basar las políticas globales, regionales o locales de acuerdo a los cambios que se deberán afrontar ante esta problemática. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2016, pág. 9)



*Ilustración 8. Principios rectores para el cumplimiento de la Agenda 2030.  
Fuente: Propia de la Investigación.*

### **1.2.2 La movilidad urbana sostenible**

El concepto de sostenibilidad tiene sus orígenes en las últimas décadas del siglo XX, como consecuencia de las preocupaciones que se perciben en un desequilibrio entre lo económico, social y su impacto sobre todo en el medio ambiente. En 1983 se crea la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente, para 1987 esta comisión publicó y dio a conocer su informe titulado “Nuestro futuro común”, en el cual se introduce el concepto de desarrollo sostenible, que menciona...

“Está en manos de la humanidad asegurar que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias.” (Cambio climático y desarrollo sostenible. Bases conceptuales para la educación en Cuba, 2014, pág. 91).

Actualmente la ONU establece en la agenda 2030 de la ONU aprobada en Quito, Ecuador, en el 2015, en su objetivo 11. El lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Este objetivo se vuelve un eje rector para el presente trabajo al ser claro cuando describe tópicos como: accesibilidad, sistemas de transporte seguro, salvaguardar el patrimonio cultural y natural, reducción de muertes causadas en zonas de desastres, reducción del impacto ambiental, atención al cuidado del aire,

accesibilidad universal a zonas verdes y espacios públicos seguros y construcción de infraestructura sostenible y resiliente. (ONU, 2016, págs. 51-54)

Si se parte de datos como los que brinda el INEGI en el documento; Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015, en el que señala a México como una nación integrada por 59 zonas metropolitanas y una población de 63.8 millones de mexicanos durante el 2010. En tanto para el 2015 se incrementaron a 74 zonas metropolitanas con una población estimada de 75.1 millones de mexicanos, lo cual representa indudablemente un conjunto de problemas ante un crecimiento demográfico que ha impactado en fenómenos como: servicios, conectividad, vivienda, empleo, seguridad, movilidad y medioambiente solo por citar los más representativos. (Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015, 2018, pág. 8) y que desde la ingeniería de tránsito y transporte se deberá de abordar este tipo de problemas.



Ilustración 9. Zonas Metropolitanas, México 2015.  
Fuente: INEGI, 2016.

México ocupa el décimo lugar más poblado del planeta con un total de 119, 530, 753 habitantes según el censo de población 2015 elaborado por el INEGI, de los

cuales 99, 245, 000 de los habitantes viven en zonas urbanas lo que lo vuelve el 8º país con mayor población urbana a nivel mundial.

Por si fuera poco en las dos últimas décadas el incremento del auto ha pasado de 6.5 millones en 1990 a 20.8 millones para 2010 este fenómeno ha ido de la mano con el incremento de Kilómetros Vehículos Recorridos (KVR) que se han triplicado al pasar de 106 millones en 1990, a 339 millones en 2010, lo que significa una tasa de crecimiento de 5.3% anual, lo que nos lleva a pensar en los efectos negativos generados por el uso abusivo del automóvil como: incremento de gases invernadero, contaminación, obesidad, accidentes, congestión y ruido, esto le cuesta a la nación cerca del 4% del PIB en las 5 zonas metropolitanas más importantes del país entre las que se ubica Puebla, algo así como 173,000 millones de pesos cada año. (Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo - ITDP, 2014, pág. 4)

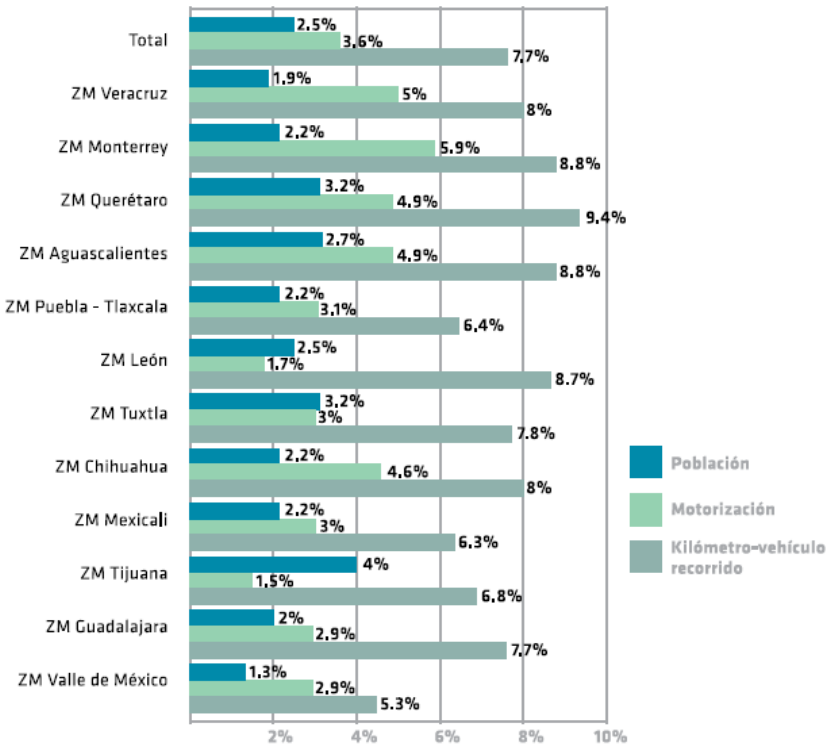


Ilustración 10. Tasa de crecimiento de automóviles, Kilómetros Vehículo Recorrido, Motorización.  
Fuente: ITDP 2010.

No es casual que el 30% de la población urbana en el país crea que su casa se encuentra lejos o muy lejos de donde trabaja de acuerdo a lo que menciona la Comisión Nacional de Vivienda. CONAVI (Informe Anual de Vivienda, 2014). Estos datos han permitido estimar una pérdida diaria de 3.3 millones de horas hombre en los congestionamientos de la ciudad de México, lo que equivale a unos 33 millones de pesos anuales, por lo que el modelo actual de movilidad urbana, sigue representando un obstáculo más que una solución.

A continuación, les mostramos las externalidades asociadas al uso del automóvil en las zonas metropolitanas de mayor influencia en México y lo que representan como pérdida económica ante el PIB citado en millones de pesos.

Zona	Contaminación local	Cambio Climático	Accidentes viales	Congestión	Ruido	Total	% del PIB
Valle de México	14,396	6,718	10,332	82,163	8,320	121,930	4.6%
Monterrey	2,282	1,065	5,843	11,485	1,319	21,994	2.8%
Guadalajara	2,795	1,304	4,970	10,635	1,615	21,319	4.7%
Puebla - Tlaxcala	996	465	1,317	1,894	575	5,247	1.8%
León	506	236	1,250	321	293	2,606	1.6%
<b>Total</b>	<b>20,975</b>	<b>9,787</b>	<b>23,712</b>	<b>106,498</b>	<b>12,123</b>	<b>173,05</b>	<b>4.0%</b>

*Ilustración 11. Externalidades asociadas al uso del automóvil y su influencia respecto al PIB en millones de pesos. Fuente: SEDATU, 2014.*

En México se entiende que la movilidad sustentable es un modelo de traslado de bajo consumo de carbono que además de ser saludable, privilegia el elevar la calidad de vida urbana y el bienestar colectivo, así como la creación de espacios públicos confortables que favorezcan la convivencia ciudadana y es aquella capaz de satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, acceder, comunicar, comercializar o establecer relaciones sin sacrificar otros valores humanos o ecológicos básicos actuales o del futuro. (Comisión Ambiental de la Megalopolis, 2020).

En tanto para la Organización de la Naciones Unidas, se entiende por movilidad urbana sostenible...

“El objetivo de todo el transporte es crear un acceso universal al transporte seguro, limpio y asequible para todos los que a su vez puede facilitar el acceso a las oportunidades, servicios, mercancías y servicios. La accesibilidad y la movilidad sostenible es que ver con la calidad y la eficiencia de llegar a destinos cuyas distancias se reducen más que el hardware asociado con el transporte. En consecuencia, la movilidad urbana sostenible está determinada por el grado en que la ciudad en su conjunto es accesible a todos sus residentes, incluidos los pobres, los ancianos, los jóvenes, las personas con discapacidad, las mujeres y los niños.”  
(ONU, 2016, pág. 1)

Sin embargo, la movilidad urbana sustentable, debe ser entendida de forma compleja y no solo tratar de definirlo como un concepto, será mejor definirlo como un cambio de paradigma el cual se vuelve poli-semántico al mismo tiempo que deberá ser holístico al estar integrada por diversos fenómenos y dimensiones que van desde lo social, ambiental, económico y de gobernanza.

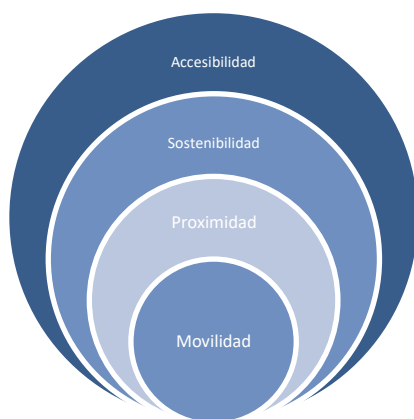
Actualmente nos preocupamos por problemas como la hipermovilidad, entendida como la velocidad con la que las personas viajan más rápido en distancias largas y que generar mayor prosperidad económica, por ser una característica de las zonas urbanas, sin embargo, las políticas actuales de planificación en zonas urbanas deberían de centrarse en como brindar mayor accesibilidad a sus residentes, a partir de utilizar sistemas integrados de transporte, contar con calles completas, reducir el número de viajes en función a una mejor planeación del uso del suelo, además de incentivar el uso de vehículos no motorizados.

Y no caer en el error que se han cometido durante las últimas décadas el ensanchar avenidas o en su caso alargar nuevas vialidades, que de fondo no han ayudado a resolver el problema de movilidad. (ONU-HABITAT, 2013)

Si realmente deseamos desarrollar una movilidad urbana sustentable debemos de entender que el transporte y la movilidad son solo un medio, en tanto que la

accesibilidad será nuestro principal fin, teniendo como factores esenciales a la proximidad de servicios, la sustentabilidad para acceder a ellos y la diversificación de transportes y la integración del entorno y de los ciudadanos.

Hay 3 elementos esenciales que ayudaran al desarrollo de este tipo de acciones y que fluyen como un ente sistémico integrado por un fin primordial denominado la accesibilidad, la movilidad, proximidad y sostenibilidad.



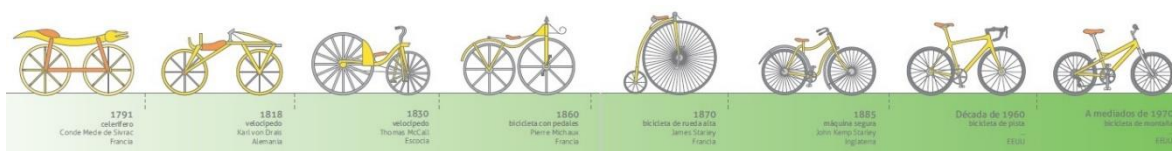
*Ilustración 12. La accesibilidad y sus componentes esenciales.  
Fuente: ONU 2013*

Esto debe poner a pensar a los planificadores, ¿cómo se mueven los usuarios?, pero mejor aún ¿cómo hacer que necesiten moverse lo menos posible?, es aquí donde el paradigma invita al cambio y poner en juego una nueva visión para reorganizar el espacio donde cotidianamente convivimos, hacerlo más eficiente, armónico y sostenible.

### **1.3 Factores que inciden en la elección modal: Uso de la Bicicleta.**

La bicicleta definitivamente es uno de los inventos más innovadores y eficientes en las diferentes épocas en las que se ha ido incorporando a la vida social desde su aparición la cual fue con bocetos de Leonardo Da Vinci, en 1490. Es hasta 1791 que el conde Mede De Sivrac, invento el celerífero, que consistía en un bastidor de madera al que se le añadían ruedas e impulsado por tracción humana a partir de

las piernas estando sentado, el diseño actual de lo que hoy identificamos como bicicleta se presentó a finales del siglo XIX en Europa, en su evolución la bicicleta ha tenido cambio en la dimensión de las ruedas, la posición de los pedales, la incorporación de materiales menos pesados en lo que se le denomina cuadro de la bicicleta, neumáticos o llantas, así como al sistema de frenos que ocupan este tipo de vehículo. John Kemp Starley, en 1885, se considera el precursor de la forma y modelo de la bicicleta moderna. (ITDP, 2011, pág. 59)



*Ilustración 13. Evolución de la bicicleta.*  
Fuente: Ciclociudades 2011

A largo de la historia, este vehículo ha sido empleado con tres finalidades esenciales; recreación, deporte y transporte.

### 1.3.1 Las ciclociudades más importantes en el mundo y América Latina

Los mejores casos de éxito que han implementado el uso de la bicicleta como un modelo de movilidad sustentable además de entornos competitivos están citados en ciudades como: Ámsterdam, Copenhague, Utrecht, Burdeos, Paris, Barcelona, Berlín, Londres, New York, Bogotá, Tokio, Montreal, Vancouver, etc., son ciudades que se han caracterizado por atender elementos de una ciudad competitiva como la formación de capital humano, brindar mejora en la calidad de vida, cuidado de la imagen urbana y mejoras en la conectividad de su sistema de transporte.

Como datos relevantes se puede mencionar que Holanda es el paraíso de los ciclistas, se calcula que hay más de 18 millones de bicicletas lo que significa que hay más bicis que pobladores, la población actual del país se estima en 17 millones de personas, Tan solo en Ámsterdam hay alrededor de 800,000 bicicletas y se calcula que un 63% de sus habitantes usan este tipo de medio de transporte a diario. Lo que hace que signifique el 32% de desplazamientos en bici, y el coche se utiliza

solo el 22%, el 16% transporte público, tiene aproximadamente 500 km de carriles para bicis. Por lo que respecta a Copenhague se realizan el 62% de los viajes al trabajo en bici, mientras en Berlín se cuenta con 800 kilómetros de carriles para bicis incluso superando a Ámsterdam, mientras en Montreal se cuenta con 5000 bicicletas de alquiler público y 1,800 km de infraestructura para el uso de la bicicleta, Tokio se caracteriza por tener aceras perfectamente delimitadas para los peatones y ciclistas lo que la vuelve una pionera en este tipo de infraestructura, Buenos Aires cuenta con casi 320 kilómetros de carriles para bici, Liubliana es una de las ciudades más renacentistas ubicada en Eslovenia y ofrece cerca de 240 kilómetros de carril bici y tiene más de 20 estaciones tan solo en el centro y la primera media hora es gratuita, San Francisco en EU, ofrece a sus habitantes más de 320 kilómetros de ciclovías tan solo de 2010 a la fecha. Paris, aunque su infraestructura no es tan grande en lo que respecta carriles para bicis como otras partes del mundo, sin embargo, es una de las ciudades que más se disfruta en este tipo de modalidades para observar campos Elíseos y los museos más famosos del mundo. Rio de Janeiro cuenta con 440 kilómetros de carriles para bicicletas, lo que la hace una ciudad muy hermosa para explorarla de esta forma por apenas un euro puedes alquilar una de las 4000 bicicletas públicas. En los últimos años Bogotá paso al ranking tenido una gran inversión en este tipo de infraestructura con un total de 392 kilómetros de cicloramas. (National Geographic, 2020)

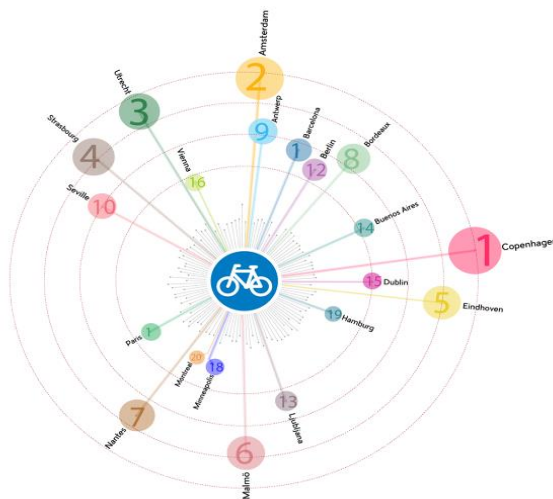


Ilustración 14. Ranking 20 ciudades más amigables para andar en bici. Fuente: Copenhagenize-2019.

En América Latina el ranking de ciudades amigables para el uso de la bicicleta en función a los kilómetros de infraestructura ciclista y de porcentaje de viajes realizados en esta modalidad está integrado en primer lugar Bogotá, seguidos por Rio de Janeiro, San Paulo , Santiago, Lima, Buenos Aires, Ciudad de México que ocupa el 5º lugar a nivel de América Latina en función a la infraestructura ciclista construida y Guadalajara ocupa el mayor número de viajes en bicicletas a nivel nacional por arriba de la ciudad de México con un 2.5% de viajes, mientras que en ciudad de México se realizan 2% de viajes diarios en bicicletas. Puebla aparece en el lugar 21 respecto a la infraestructura creada y el lugar 14 de acuerdo al porcentaje de viajes realizados en bicis, (1.9%).

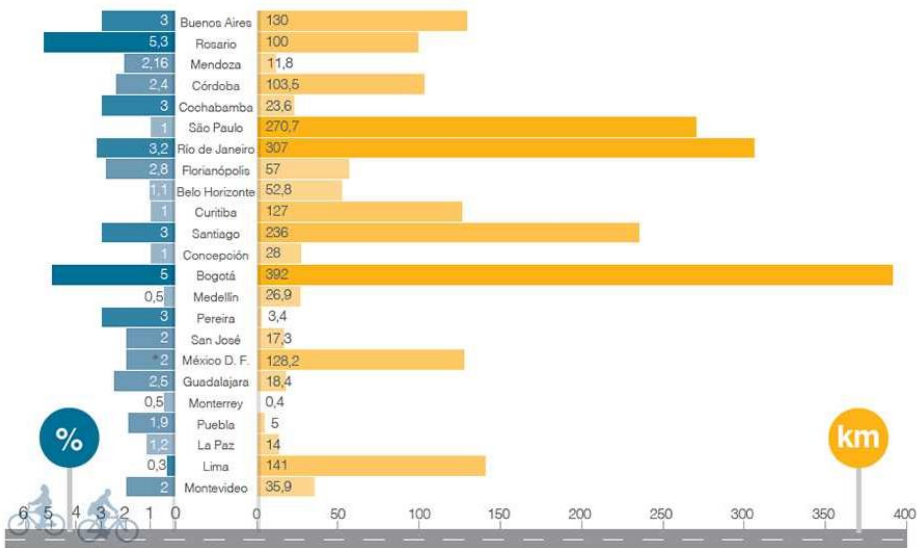
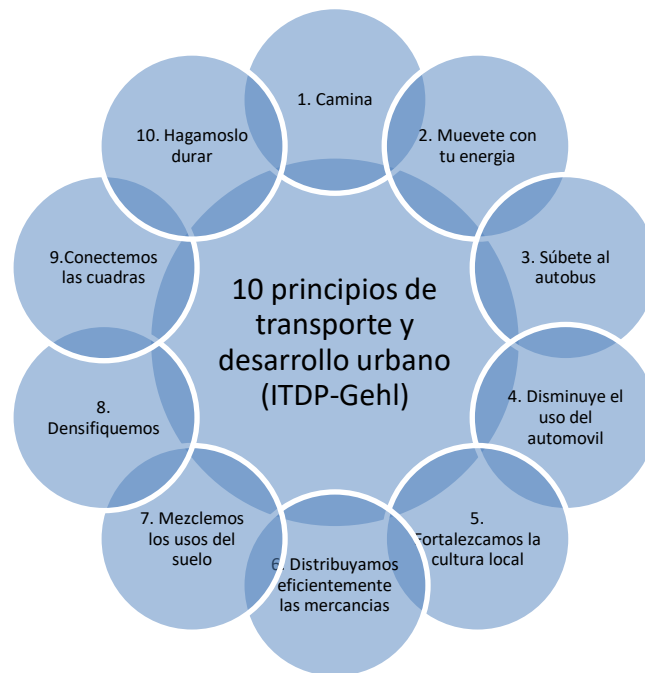


Ilustración 15. Ranking de ciudades de América Latina que promueven el uso de la bicicleta. Fuente: Banco Mundial 2015

### 1.3.2 La bicicleta como alternativa de movilidad sostenible

Debe quedar claro que en la actualidad la bicicleta tiene un reconocimiento internacional como vehículo sustentable, confiriéndole derechos y obligaciones, que existe toda una metodología para evaluar su pertinencia y que elementos son esenciales atender para que sea elegida por el usuario como un medio de transporte en zonas metropolitanas.

De acuerdo al ITDP en su manual integral de movilidad ciclista, cita 10 principios de transporte y desarrollo urbano para ciudades sostenibles que ayudaran a integrar ciudades más humanas y que permite tener como modelo el moverse a partir de su propia energía. (ITDP, 2011, pág. 30).



*Ilustración 16. Diez principios de transporte y desarrollo urbano.  
Fuente: ITDP-Gehl 2010*

Como se puede apreciar en estos 10 principios se debe interpretar a la movilidad como un sistema que permite generar a los habitantes de cualquier ciudad una diversidad de alternativas que le permita desplazarse de diferentes formas es decir fomentar el estilo de vida intermodal, para ello las grandes ciudades deben ir preparándose para tener listas estas alternativas, que van desde tener espacios adecuados para caminar o desplazarse en bicicletas, poder acceder a una red de transporte de autobuses inteligente (BRT), disminuir el uso del automóvil, promover los recorridos culturales, sociales e históricos del entorno, distribuir mercancías a partir de vehículos que emitan la menor cantidad de partículas de carbono, aprovechar los espacios públicos y privados respecto a su densificación y promover el uso del suelo de forma mixta (habitationales, comerciales e industriales), sin

olvidarnos de promover el cuidado de la infraestructura existente y del medio ambiente y lograr hacer ciudades más humanas e incluyentes.

Por lo que respecta a los factores que inciden en la elección modal del uso de la bicicleta podemos citar que en México se ha ido construyendo una cultura del uso de la bicicleta desde hace más de un siglo.



*Ilustración 17. Principales factores que inciden en la elección del uso de la bicicleta. Fuente: ITDP. 2017.*

A mediados del siglo XIX, la bicicleta era empleada por personas económicamente con un status alto, a diferencia de lo que se piensa actualmente en México los primeros vehículos de tracción humana llegaron al país alrededor de 1888 se conocían como bicislos. Para inicios del siglo XX, ya había casi 4000 bicislos tan solo en la ciudad de México y el éxito de este tipo de vehículo disminuyó con la comercialización masiva del automóvil en las primeras décadas del siglo pasado y dejando a la bicicleta como un transporte para aquellos de clases trabajadoras que no podían adquirir un auto.

En el imaginario actual la mayoría de la población de nuestro país, hay personas que perciben a la bicicleta como un vehículo preferentemente usado por hombres y para gente de status económico bajo, lo que ocasiona que gran parte de la sociedad aun no perciba la oportunidad que se tiene de usarlo como un vehículo eficiente

respecto a los aspectos ambientales y de accesibilidad además que ayuda a promover el cuidado de la salud.

Con trabajos académicos como este se invita a no estigmatizar el uso de la bicicleta y en los albores del siglo XXI mejor retomar su importancia como una modalidad para desplazarse en zonas altamente urbanizadas, partiendo de factores que hacen de su elección un conjunto de alternativas eficientes en los espacios urbanos.

En gran parte del país se cuenta con un clima templado en gran parte del año y las principales ciudades del país están asentadas en una topografía semiplana, lo que las hace ideales para implementar este tipo de políticas para implementar el uso de la bicicleta, lo que incentiva a los potenciales usuarios a emplear este tipo de vehículo.

La velocidad media de recorrido en bicicleta es una de las grandes ventajas que ofrece este tipo de vehículo con respecto a cualquier otro, entendiendo el viaje de puerta a puerta entre el origen y el destino, de lo que se tiene registrado como velocidad promedio de 16.4 km/hr lo que la convierte en la mejor opción de movilidad en una zona urbana, superando por mucho al automóvil y al transporte público.

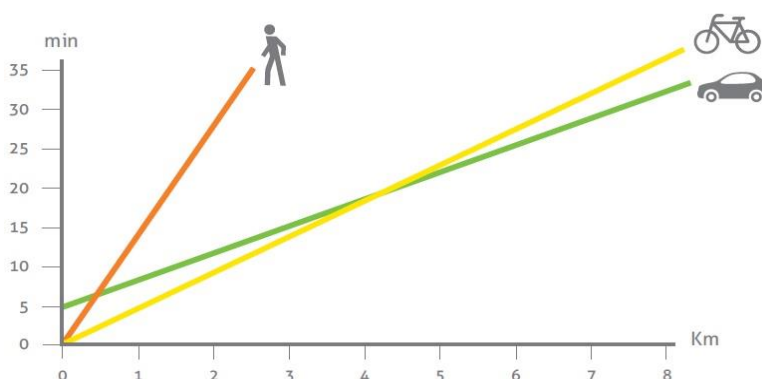


Ilustración 18. Relación Tiempo-Distancia de acuerdo a la elección modal.  
Fuente: ITDP 2015

Se recomienda que se utilice este tipo de vehículo en distancias no mayores a 5 km, para acceder al hogar, trabajo, escuela, esparcimiento, compras, etc., y hacer de

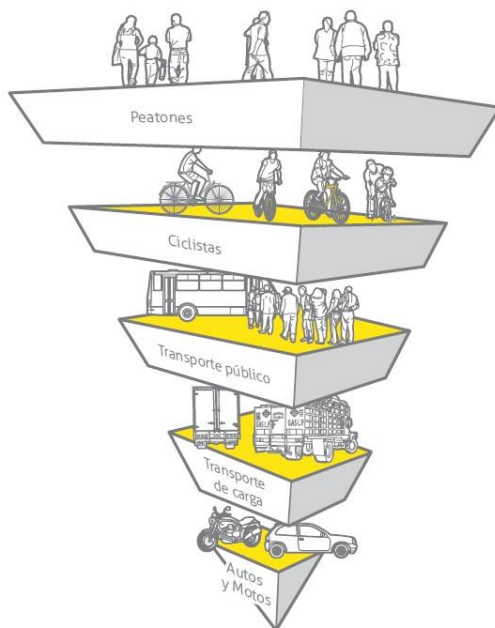
los viajes no desgastantes para el usuario, la cadena: caminar - esperar autobús – caminar, genera más demoras al momento de realizar un viaje al igual que subir al auto – sacarlos de aparcamiento – iniciar y terminar viaje.

La bicicleta es entendida como un vehículo que promueve el cuidado de la salud física y ayuda a prevenir problemas de obesidad, enfermedades cardiovasculares, el utilizarla en promedio cada hora hombre en un auto corresponde a un 6% de posibilidades de padecer obesidad, un ciudadano que utilice la bicicleta cotidianamente puede llegar a perder hasta 5 kg de peso corporal durante el primer año, aunque mantenga sus hábitos alimenticios. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda que el ser humano debería de practicar diariamente 30 minutos de actividad física cardiovascular, lo cual la bicicleta podría reducir en un 11% el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y de contraer cáncer de mama en mujeres (ITDP, 2011)

El ahorro económico que genera el uso de la bicicleta es uno de los factores más relevantes para decidir utilizarla, en un país como México, donde en los últimos años ha habido un alza importante en los costos de los combustibles (gasolina), retoma su importancia, además la proporción de comprarse una bicicleta respecto a un automóvil compacto, significa un gasto del 2% del costo total de un automóvil motorizado, sin contar lo que generaría pagar impuestos, mantenimiento y seguro, por lo que la bicicleta demuestra una vez más la pertinencia que tiene como vehículo de transporte cotidiano.

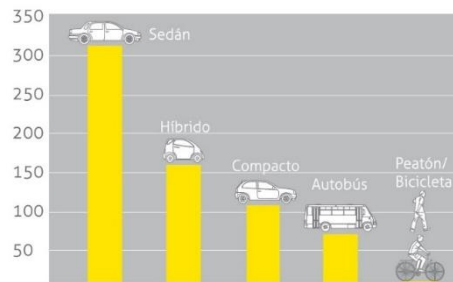
Si a esto le sumamos la accesibilidad que brinda la bicicleta en el espacio público, partiendo que solo se necesitan 3m<sup>2</sup> de espacio público para mantenerse en circulación a diferencia de un auto que requiere de 20 m<sup>2</sup> a 60m<sup>2</sup>. Demuestra su eficacia en función a los desplazamientos que se tengan que realizar sin importar las horas pico, por otro lado, permite revalorar y sensibilizar cultural y socialmente el paisaje por donde se transita.

Respecto a la seguridad vial, la bicicleta se convierte en un medio para sensibilizar la convivencia en términos viales, partiendo del principio de la pirámide de movilidad sustentable donde primero serán los peatones, ciclistas, y al final los automovilistas. Lo que significa simplemente aprender a convivir en el espacio público y con ello lograr reducir índices de mortalidad generados por accidentes de tránsito, donde en México actualmente ocupan la primera causa de muerte en niños y jóvenes.



*Ilustración 19. Pirámide de movilidad sustentable.  
Fuente: ITDP, 2011*

Actualmente como se ha mencionado con anterioridad, el cuidado al medio ambiente se vuelve un elemento fundamental que se deberá atender en la agenda de la ONU en lo relativo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el 2030 y la bicicleta retoma un papel fundamental al ser entendido como un vehículo totalmente sostenible, al no emitir emisiones de gases contaminantes, además de no generar contaminación acústica o ruido, en otras partes del mundo se ha logrado disminuir considerablemente alrededor del 36% de emisiones de gases contaminantes, en países emergentes como el nuestro es una meta a lograr, al estarnos enfrentando a contingencias ambientales en los últimos años como la última suscitada en mayo de 2019 en la zona metropolitana de Puebla-Tlaxcala.



*Ilustración 20. Emisión de gases de efecto invernadero en relación pasajero - km.  
Fuente: ITDP. 2011*

Definitivamente se requiere de un cambio de paradigma respecto a la accesibilidad y por ende a la movilidad, dejar a tras el paradigma de mantener el flujo vehicular inducido; que por décadas se ha caracterizado por incrementar infraestructura vial, o ampliarlas, lo cual en lugar de mejorar la demanda solo la incrementa, son soluciones que resuelven a costo muy alto y su solución solo sirve a poco tiempo, la bicicleta deja de ser un vehículo para convertirse en un instrumento que ayudara a la reconstrucción del tejido social, en este primer capítulo concluye en que es mejor pensar en un paradigma de movilidad basado en las personas y no en los vehículos.

Donde es importante recordar que las personas se mueven por necesidades específicas, si entendemos que accesibilidad es la habilidad de llegar a los bienes, servicios, actividades y destinos, deseados. (Litman, 2003, pág. 28). Esta visión permitirá reduciría el número de desplazamientos cotidianos y promover la cultura de utilizar menos el automóvil y cambiarlos por caminar o desplazarse en bicicleta siempre y cuando acercamos el grupo de servicios que la gente necesita, por lo que se vuelve trascendental tener ciudades inclusivas donde se escuche la opinión de los habitantes y no solo de los tomadores de decisiones.

Actualmente las zonas metropolitanas en México y en varias partes del mundo se enfrentan a retos como: mejorar la calidad de vida de sus habitantes, cuidar el medio ambiente, optimizar los recursos económicos y la preservación de la salud, reducir la emisión de gases contaminantes, congestionamientos y contaminación de ruido, entre otros, con todo lo que se ha citado durante este apartado la bicicleta se

convierte en una buena alternativa de movilidad para disminuir los problemas a los que nos enfrentamos en el siglo XXI y por ende se convierte en un punto nodal en las agendas de trabajo en las políticas públicas, organizaciones civiles, espacios académicos como universidades o centros de investigación y la ciudadanía en lo general.

## **CAPITULO II Análisis socioespacial del Parque Lineal Universitario utilizando Tecnologías de la Información Geográfica.**

### **2.1 El análisis espacial geográfico aplicado a estudios sociales**

¿Quiénes podrían asegurar que la computación y la informática no está presente en nuestra vida?, pensadores como Dormito y Mellado (1984), aseguraban desde finales del siglo pasado, la inserción de estas disciplinas en nuestra vida cotidiana y de la cual los tópicos en geográfica no serían la excepción, es así como surge el concepto de “geoinformática” que en un sentido amplio la podemos definir como; todo tipo de aplicación computacional e informática destinada al manejo de la información geográfica. (Buzai G. , 1992, pág. 11).

Actualmente se puede hablar de la aplicación de la geoinformática como ciencia, a partir del uso masivo de diversas Tecnologías de la Información Geográfica o también llamada – TIG. La cual producen día a día una cantidad infinitesimal de datos como nunca antes se habían tenido gracias a la portabilidad de artefactos que permiten recolectar datos masivos y a su vez estos datos dan origen a la denominada sociedad de la información.

Esto supone que, con la ayuda de este tipo de tecnologías de la información geográfica, se podrán identificar de forma ágil y oportuna problemas espaciales desde una perspectiva: social, ambiental y espacial e intentar interpretar al territorio desde la tradición ecologista que centra su estudio en promover el cuidado a los

componentes: humanos – físicos – naturales en los que interactúa el individuo en toda sociedad.

Por este motivo es importante definir qué implica realizar un análisis espacial en un determinado territorio; citando a la Real Academia de la Lengua, el análisis se define como la distinción y la separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.

En tanto para Bosque (1992), define el análisis espacial como. “el conjunto de procedimientos de estudios de los datos geográficos, en los que se considera de alguna manera sus características espaciales”.

El análisis espacial se centra en dos objetivos fundamentales:

- a) Identificar los componentes del espacio y
- b) Utilizar un procedimiento o un conjunto de procedimientos que permitan comprender, en parte, la funcionalidad de algunos de estos componentes espaciales.

Es así que el análisis espacial se apoya en herramientas y técnicas que le va a permitir organizar al investigador los datos del espacio geográfico que sea del interés en forma cuantitativa, cualitativa y/o mixta.

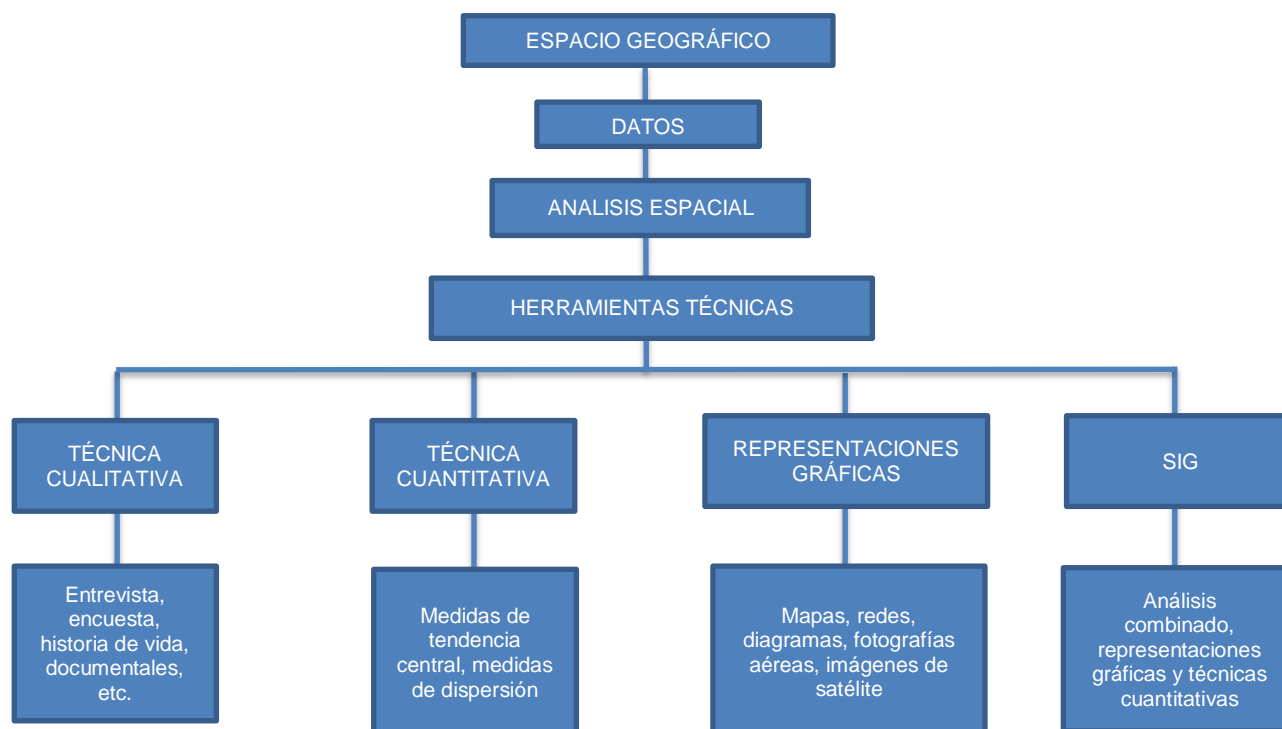


Ilustración 21. Herramientas técnicas para el análisis espacial.  
Fuente: Madrid, Ortiz, 2005.

Por lo tanto, el análisis espacial constituye una serie de técnicas matemáticas y estadísticas aplicadas a los datos distribuidos sobre el espacio geográfico.

Desde el siglo XIX el geógrafo Emmanuel de Martone (1873-1955), propuso los principios geográficos para la delimitación de estudios a los que cito como: localización, conexión, extensión, complejidad, dinamismo, globalidad territorial. Actualmente y basándose en esas aportaciones la geografía global cita 5 conceptos fundamentales del análisis espacial: Localización, Distribución espacial, Asociación espacial, Interacción Espacial y Evolución espacial. (Buzai G. , 1992)

## **2.2 Tecnologías de la Información Geográfica (TIG)**

Por otra parte, y complementando la relevancia del análisis espacial en nuestros días actualmente se considera relevante comprender que son las Tecnologías de la Información Geográfica, (TIG), entendidas como ese conjunto de herramientas que permitirán realizar estudios de análisis espacial en cualquier parte del mundo y atendiendo temas desde el ámbito del ordenamiento territorial, medio ambiente, urbanismo, oceanografía, cryosfera, migraciones, movilidad y otros.

Puede definirse que las TIG son aquellas disciplinas que permiten generar, procesar o representar información geográfica, que esté susceptible de ser georeferenciada en el espacio por coordenadas (x,y,z), apoyada por disciplinas como como la cartografía, el sistema de posicionamiento global o GPS, teledetección, Sistemas de Información Geográfica o SIG y el internet, entendida como la red en la que se interconecta la información que se va generando en diversas plataformas, software, apps, etc. (Chuvieco, 2005, pág. 35)



*Ilustración 22. Principales herramientas para las TIG.  
Fuente: Focus, 2007.*

Las TIG también son entendidas como el conjunto de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), especializadas que ayudan en la recolección, manejo y análisis espaciotemporal de datos relacionados con los recursos, las características de los espacios naturales y los aspectos socioeconómicos de una zona. (Focus info resource, 2007, pág. 3)

Esto permite entender un nuevo paradigma en los inicios del siglo XXI donde se ha consolidado un paradigma denominado geo-tecnológico y el cual pretende que con la ayuda de este tipo de herramientas se puedan tomar decisiones y soluciones integrales ante los diversos problemas a los que actualmente se enfrenta la sociedad.

Por ende, implica el desarrollar habilidades digitales en el saber geográfico centrándose en conceptos de valor social como la: calidad de vida y bienestar, equilibrio espacial, eficiencia y competitividad (económica y territorial), sostenibilidad (ambiental, económica y sociodemográfica), cohesión social y territorial, equidad espacial, justicia ambiental, libertades y corresponsabilidad, entre otros.

Definitivamente el uso y la aplicación de este tipo de tecnologías de forma adecuada depende de diversos factores entre los que destacan: el contexto en que se desea

aplicar la implementación de las mismas, la accesibilidad que se tiene a este tipo de tecnologías, la utilidad de diversos hardware y software dependiendo de las necesidades del usuario y una última recomendación es como integrar herramientas con manejo de datos robustos en tiempo real y de forma participativa, hoy el internet permite estar presente en la sociedad de la información como usuario y a su vez como administrados o generador de información, esto denominado dentro del paradigma conocido como la era del Big Data y la explosión de la generación de metadatos.

### 2.3 Análisis socioespacial del Parque Lineal Universitario con TIG

El Parque Lineal Universitario es un proyecto del municipio de Puebla, Pue., el cual fue convocado mediante la licitación pública oficial: PO-921069958-N2-2015: sustentado por fondos federales, y perteneciente a un proyecto que formo parte de la red de movilidad sustentable del municipio, durante el gobierno del Lic. Rafael Moreno Valle, publicado el 30 de marzo de 2015, la obra tuvo un costo de: 43 millones 649 mil 330 pesos y donde se pretendía beneficiar aproximadamente a 1 millón 539 mil usuarios y de la cual fue inaugurada el 21 de septiembre de 2015.



*Ilustración 23. Inauguración del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: El sol de Puebla, 2015 y propias de la investigación.*

El objetivo fue crear infraestructura ciclista entre el Edificio Carolino sede de las oficinas centrales de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y el campus de Ciudad Universitaria de la misma máxima casa de estudios en la entidad y fomentar el uso de la bicicleta como un vehículo de transporte en la movilidad sustentable, a lo largo de un corredor de 4.8 kilómetros por cada sentido y que tiene la ventaja de cruzar durante su recorrido por una importante zona de la ciudad de

Puebla, para el análisis socioespacial del presente proyecto se utilizaron TIG como las que continuación se describen.

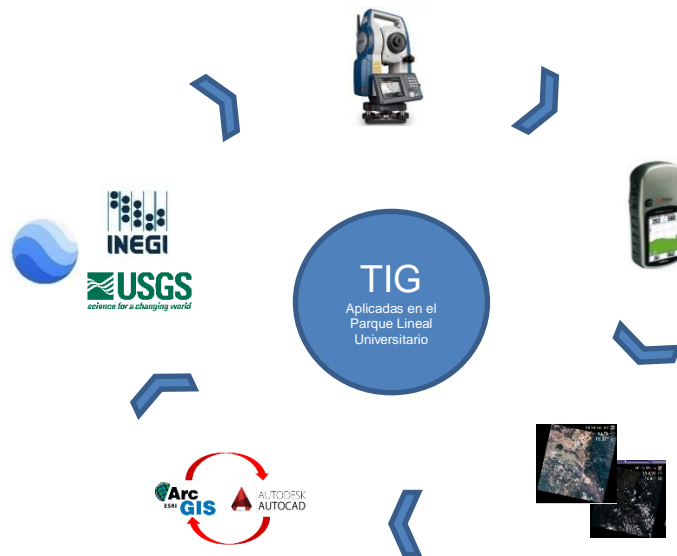
Disciplina	Tecnología para la Información Geográfica (TIG)
Topografía	Estación Total, GPS navegador, Vehículo Aéreo no Tripulado.
Cartografía	Software CAD y Software SIG
Geodesia	GPS navegador
Teledetección	Imágenes SAT (Landsat)
Sistemas de Información Geográfica	Generación de Geodatabases – Shapes – MDT en ambientes SIG
Geo portales	INEGI – USGS – Google Earth, etc.

*Tabla 1. TIG aplicadas al estudio del parque lineal universitario*

*Fuente: Propia de la Investigación.*

Como puede observarse en la presente investigación se utilizaron 3 tipos de equipos especializados para la recolección de datos geoespaciales destacando. Una Estación Total marca Sokkia modelo CX-105, con una precisión angular de 1” segundo, la cual mide sin prisma hasta 500 metros y hasta 5 km con ayuda de su distanciómetro electrónico y prisma, también cuenta con una plomada laser para él centrado y nivelado del equipo.

Otro equipo de medición terrestre en el proyecto fue un GPS marca Garmin, modelo e-trex VISTA-HCx, ayudo a la recolección de waypoints con nombre y gráfico, tracks o rutas de interés, procesador de alturas, determinación de rumbo, velocidad promedio de recorrido, su precisión de georreferencia empleando los sistemas de navegación en el sistema NAVSTAR son de aproximadamente +/- 3 metros de error en (x, y), definiendo de forma adecuada los parámetros cartográficos para su uso y teniendo buena señal de la constelación de los satélites.



*Ilustración 24. TIG aplicadas en el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación.*

Desde la teledetección se emplearon imágenes satelitales de las generaciones Landsat 7 y Landsat 8 con una resolución espacial de 30 y 10 metros para la clasificación de usos del suelo y respecto al software para generar la cartografía del proyecto se recurrió al uso de AutoCAD para formato vectorial en formatos .DWG y .DXF en su versión académica y gratuita que ofrece Autodesk y así poder generar los planos del proyecto.

En tanto para la modelación de datos recolectados en formatos shape, se hizo uso del Sistema de Información Geográfica de ArcGIS y ArcView con licencias académicas y demo en el que se pudo generar cartografía temática que más adelante se podrá describir, sin olvidarse de la importancia de consulta en sitios denominados geoportales como; INEGI, CONABIO, USGS, COESPO, Google Earth Pro, entre otros.

### **2.3.1 Localización del Parque Lineal Universitario.**

El Parque Lineal Universitario es un corredor de infraestructura ciclista que se ubica en el municipio de Puebla y tiene como punto de origen el edificio Carolino de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y ubicado en la calle 4 sur

#104, del centro histórico y siendo el destino del corredor; el campus de Ciudad Universitaria de la misma institución ubicada en, Avenida San Claudio, esquina con calle 14 sur, en la Colonia San Manuel del municipio de Puebla.

Durante esta etapa del proyecto se procedió a realizar una serie de trabajos de campo para recolectar datos espaciales que permitieron identificar la localización geográfica, las características del proyecto geométrico y el estado de conservación y mantenimiento de la infraestructura citada.



Ilustración 25. Levantamiento Topográfico del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación

Iniciando con los datos obtenidos respecto a la localización geográfica del corredor se utilizó el sistema de referencia geodésico WGS-84 (World Geodesic System de 1984), el cual a su vez permitió obtener coordenadas cartesianas conocidas como Universal Transversal de Mercator – UTM, y así poder georreferenciar la infraestructura existente en el corredor ciclista, a continuación se describen algunos sitios de relevancia en el circuito.

Infraestructura (lo más relevante)	Georreferencia en coordenadas UTM	Descripción	Clave uso del suelo
Edificio Carolino	X=603092.34 Y=2170869.51	Arquitectura que data del siglo XVI, estilo Neoclásico. Fundada en 1578	CHC
Catedral metropolitana	X=584374.07 Y=2105748.26	Arquitectura que data del año 1649, estilo barroco herreriano, museo de arte novohispano.	CHC
Casa del que mato al animal	X=584442.24 Y=2105757.62	Arquitectura que data del siglo XVI, y destaca su arquitectura con dinteles estilos platerescos y rasetas.	CHC
Edificio María	X= 584395.63 Y=2105673.29	Edificio construido en el siglo XX en la década de los años 30's con influencia del estilo arquitectónico arte Noveau.	CHC
Benemérita Escuela Primaria Oficial José María Lafragua	X=584368.47 Y=2105598.40	Primera escuela primaria establecida en la Angelópolis	EC
Templo de San Juan de Letrán	X=584353.09 Y= 2105582.69	Templo que actuó como templo anexo al denominado hospitalito fundado durante los años 1534-1537.	CHC
Museo Amparo	X=584318.96 Y= 2105518.21	Museo que fue el antiguo hospital de la ciudad actualmente exhibe, divulga e investiga el arte prehispánico, virreinal, moderno y contemporáneo.	EC
Templo de Nuestra Señora de la Soledad	X=584237.35 Y=2105347.61	Templo que fue consagrado en 1749, donde destacan 4 retablos de estilo barroco y un altorrelieve sobre mármol	CHC
Policía Municipal Sector No. 5	X=584024.13 Y=2105039.38	Servicios públicos	CU

Mercado del Carmen	X=584025.76 Y=2104984.18	Famoso por la gastronomía poblana en particular las cemitas poblanas.	C
Gasolinera	X=583984.56 Y=2104906.08	Servicios públicos	CU
Banco HSBC	X=583923.41 Y=2104838.98	Comercio	C
Colegio Benavente	X=583881.69 Y=2104807.71	Espacios educativos	EC
Fiscalía General del Estado	X=583995.86 Y=2104464.91	Servicios públicos	CU
Puente 1 (Fiscalía General 31 oriente y Blvd. 5 de mayo)	X=584005.08 Y=2104390.37	Infraestructura ciclista elevada	CT
Parque Juárez	X=583902.21 Y=2104364.15	Espacios Públicos	RD
Plaza Dorada	X= 583967.56 Y=2104306.77	Servicios públicos	C
Clínica 21 IMSS	X=584549.06 Y=2104096.36	Espacios del cuidado para la salud publica	SA
Banco Santander	X=584420.56 Y=2103718.80	Comercio	CU
Gasolinera	X=584379.68 Y=2103724.45	Comercio	CU
Plaza Comercial Sn Manuel	X=584325.04 Y=2103388.69	Comercio	C
Puente 2 (14 sur y Diagonal Ignacio Zaragoza)	X=584239.32 Y= 2103273.08	Infraestructura ciclista elevada	CT
ISSSTE Hospital Regional Puebla	X=584304.89 Y=2103317.64	Salud y asistencia pública	SA
Walmart Sn Manuel	X=584285.47 Y=2103240.22	Comercio	C
BUAP Preparatoria Benito Juárez	X=584095.45 Y=2103122.53	Espacios educativos	EC
Instituto Oriente	X=583919.61 Y=2102239.87	Espacios educativos	EC
Puente 3 (14 sur y Ciudad Universitaria)	X=583649.71 Y=2101625.44	Infraestructura ciclista elevada	CT
Ciudad Universitaria	X=583662.73 Y=2101532.92	Espacios Educativos	EC

*Tabla 2. Localización de principales sitios en el Parque Lineal Universitario.*

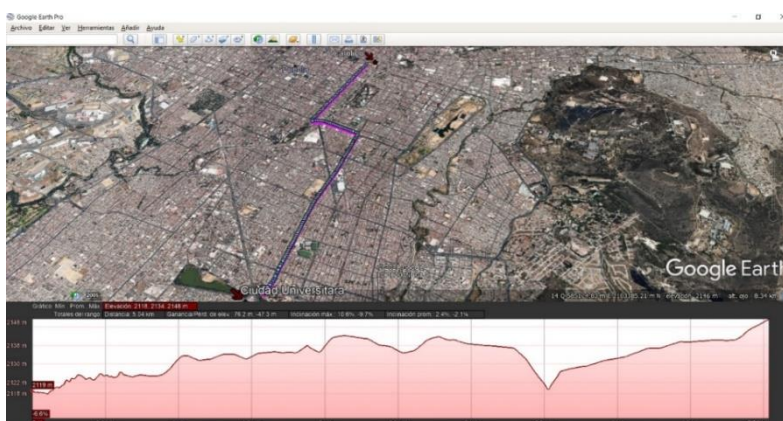
*Fuente: Propia de la Investigación.*

La clasificación del uso del suelo que se utilizó en la descripción anterior se apega a las recomendaciones de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI, 2019), donde explica las siguientes claves para el uso del suelo: CHC = Centro Histórico Cultural, EC = Educación y Cultura, CU = Centro Urbano, C = Comercio, CT = Comunicación y Transporte, SA = Salud y Asistencia, H = Habitacional y en su caso puede mencionarse el uso del suelo mixto.

### **2.3.2 Proyecto Geométrico del Parque Lineal Universitario**

De acuerdo al manual de ciclociudades, en su tomo IV, Infraestructura elaborado por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP, 2011, pág. 62) el proyecto geométrico de toda obra ciclista se centra en tres elementos básicos como; el alineamiento vertical (altimetría), alineamiento horizontal (planimetría) y la sección transversal.

Para el caso del Parque Lineal Universitario, podemos decir que, respecto a su altimetría o alineamiento vertical, el tipo de terreno en el que se diseñó, es considerado de una topografía semiplana, siendo esto una de las ventajas con las que cuenta la zona metropolitana de la ciudad de Puebla para fomentar este tipo de movilidad. A lo largo del recorrido se pudo comprobar un desnivel total de 29 metros, con una elevación mínima de 2119 m.s.n.m. y hasta 2148 m.s.n.m. como cota máxima, justo como se apreciar en el perfil topográfico obtenido con ayuda de un GPS marca Garmin, modelo e-trex VISTA HCx y modelado en Google Earth Pro.



*Ilustración 26. Perfil Topográfico del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la investigación.*

Por lo que respecta al alineamiento horizontal también denominada planimetría del proyecto, se puede citar que el presente corredor ciclista cuenta con una longitud total de recorrido de 9.4 km, con una orientación de norte a sur y viceversa considerando ambos sentidos del circuito organizados de la siguiente forma.

Sentidos de recorrido en el Parque Lineal Universitario	Longitud
Sentido 1. Edificio Carolino - Ciudad Universitaria	4.8 Km
Sentido 2. Ciudad Universitaria – Edificio Carolino	4.6 Km
Total de recorrido en ambos sentidos.	9.4 km

*Tabla 3. Sentidos de recorrido en el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación*

Con la aplicación del software AutoCAD 2020 en su versión académica y después de la recolección de datos planimétricos en campo se pudieron generar 2 planos generales del proyecto, como a continuación se muestra.

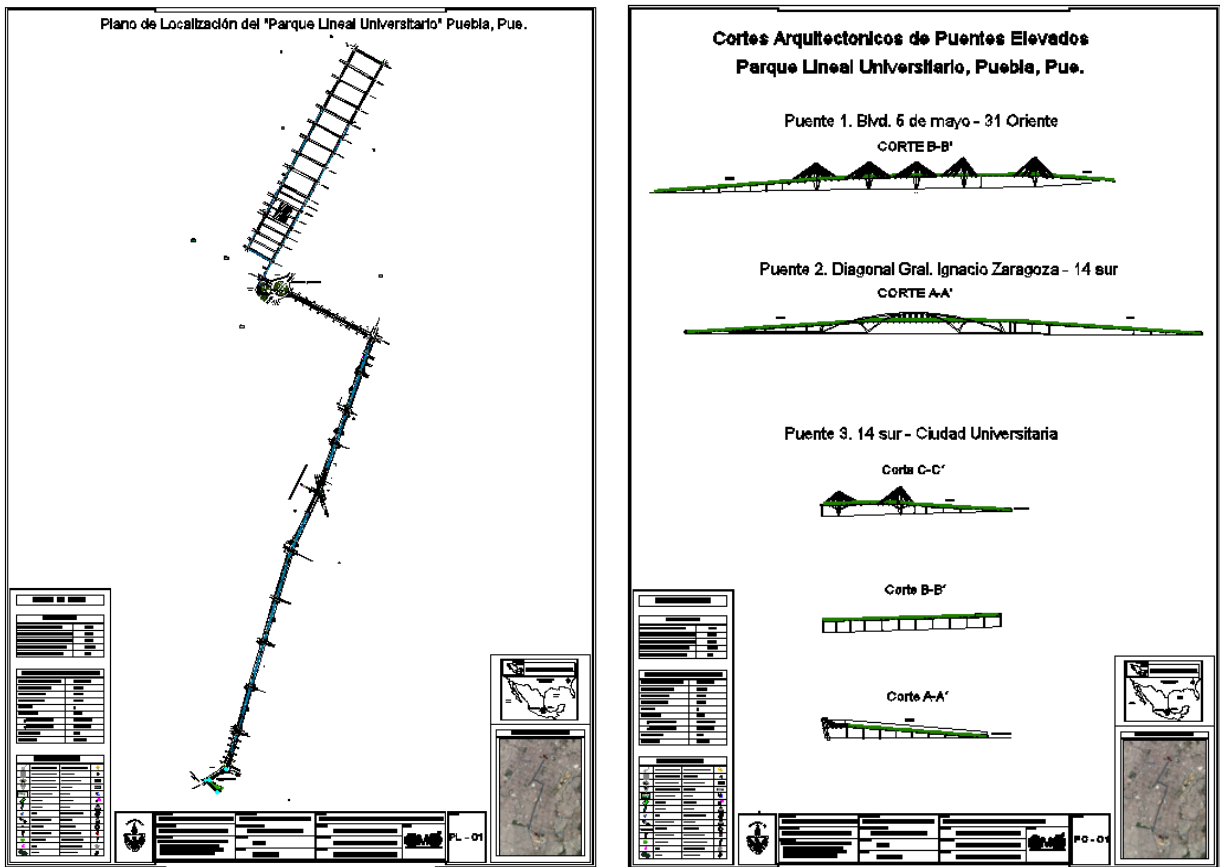


Ilustración 27. Planos del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación.

El primero denominado: Plano de Localización del Parque Lineal Universitario (PL-01) y un segundo plano denominado: Plano de cortes arquitectónicos de puentes del Parque Lineal Universitario (PC-01), ambos productos, permitieron identificar las características geométricas del proyecto y reconocer si cubre con las condiciones que los parámetros de diseño de infraestructura ciclista que se recomiendan.

Como se observa el Parque Lineal Universitario cuenta con 3 puentes elevados de estructura metálica y atirantados, que integran parte del corredor ciclista y que representan un total de 790 metros de longitud en el recorrido de este circuito, dentro de las características geométricas del trazo se ha podido determinar conceptos como: pendientes gobernadoras, pendiente de ascenso y descenso del proyecto y velocidad de diseño contrastada con las velocidades promedio del viaje.

<b>Puente estructurales y atirantados del parque lineal universitario</b>	<b>Características de Diseño Geométrico de los puentes</b>	<b>Longitud de rampas (sentido: Carolino – C.U.)</b>	<b>Velocidad de Diseño</b>	<b>Velocidad Media de recorrido en los puentes</b>
Puente 1 – Ubicado en la Av. 31 oriente y Boulevard 5 de mayo	Longitud Total: 245.70 m Altura Máxima: 6.35 m Pendiente ascenso: m=7% Pendiente descenso m=8% Función Mixta: Peatonal y Ciclista	Longitud de Ascenso: 88.12 m  Longitud de Descenso: 41.84 m	Velocidad de Ascenso: 15 km/h  Velocidad de Descenso: 40 km/h	Vm= 27.5 km/h
Puente 2 – Ubicado en calle 14 sur y Diagonal Gral. Ignacio Zaragoza	Longitud Total: 273.40 m Altura Máxima: 6.00 m Pendiente ascenso: m=6% Pendiente descenso: m=7% Función Mixta: Peatonal y Ciclista	Longitud de Ascenso: 97.37 m  Longitud de Descenso: 98.96 m	Velocidad de Ascenso: 15 km/h  Velocidad de Descenso: 50 km/h	Vm= 32.5 km/h
Puente 3 – Ubicado en calle 14 sur y arribo a Ciudad Universitaria	Longitud Total: 278.50 m Altura Máxima: 6.00 m Pendiente ascenso: m=7% Pendiente descenso: m=8% Función Mixta: Peatonal y Ciclista	Longitud de Ascenso: 74.94 m  Longitud de Descenso: 59.70 m	Velocidad de Ascenso: 10 km/h  Velocidad de Descenso: 40 km/h	Vm=25 km/h

*Tabla 4. Datos del diseño geométrico de los puentes elevados del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación.*

Para poder describir la tercera característica destacada del proyecto geométrico de la infraestructura ciclista del Parque Lineal Universitario, fue importante revisar la literatura correspondiente en términos legales y vigente para diseño geométrico en el municipio de Puebla estas características técnicas se lograron ubicar en el documento oficial denominado: “Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla”, quien define en su capítulo primero, apartado 2. Diseño de Calles y en su inciso 2.2. Infraestructura Ciclista que establece la siguiente clasificación. (2015, pág. 66)



*Ilustración 28. Clasificación de Infraestructura Ciclista en el Municipio de Puebla  
Fuente: Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla. (2015)*

La Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el municipio de Puebla después de atender las recomendaciones de leyes, reglamentos, códigos y organismos, fue aprobada el 18 de septiembre de 2015 con fundamento en:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su Artículo 115 fracción II.
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla y fracción III.
- Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla en sus artículos: 2, 13, 51, 52, artículo 67 y 70.
- Ley de Fraccionamientos y Acciones Urbanísticas del Estado Libre y Soberano de Puebla en sus artículos; 25, 26.
- Ley de Obra Pública y Servicios del Estado de Puebla en sus artículos 13, 14, 16.
- La Ley Orgánica Municipal en base a sus artículos 77, 78 en su fracción IV, 78 bis y artículos 79, 84, 94 y 96 fracción IV.
- Código Reglamentario para el Municipio de Puebla artículos 27, 29

- Programa de la Organización de la Naciones Unidas, ONU en su eje Asentamientos Humanos que promueve la urbanización sustentable que impulsa la Nueva Agenda Urbana.
- Comisiones Unidas de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y Movilidad Urbana del Honorable Ayuntamiento de Puebla.

## Secciones Tipo de Infraestructura Ciclista

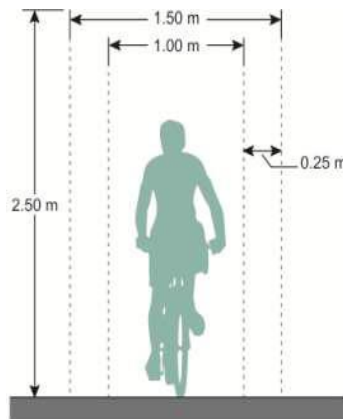
Definiendo la sección transversal para la infraestructura ciclista con los siguientes estándares mínimos de diseño para el ciclista.

Espacio requerido para mantener el equilibrio del ciclista = 1.00 m

Espacio para movimientos evasivos = 0.25 m

Espacio total mínimo requerido para la operación del ciclista = 1.50 m

Espacio vertical libre = 2.50 m



*Ilustración 29. Sección transversal para usuario de bicicleta.*

*Fuente: Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana del municipio de Puebla (2015)*

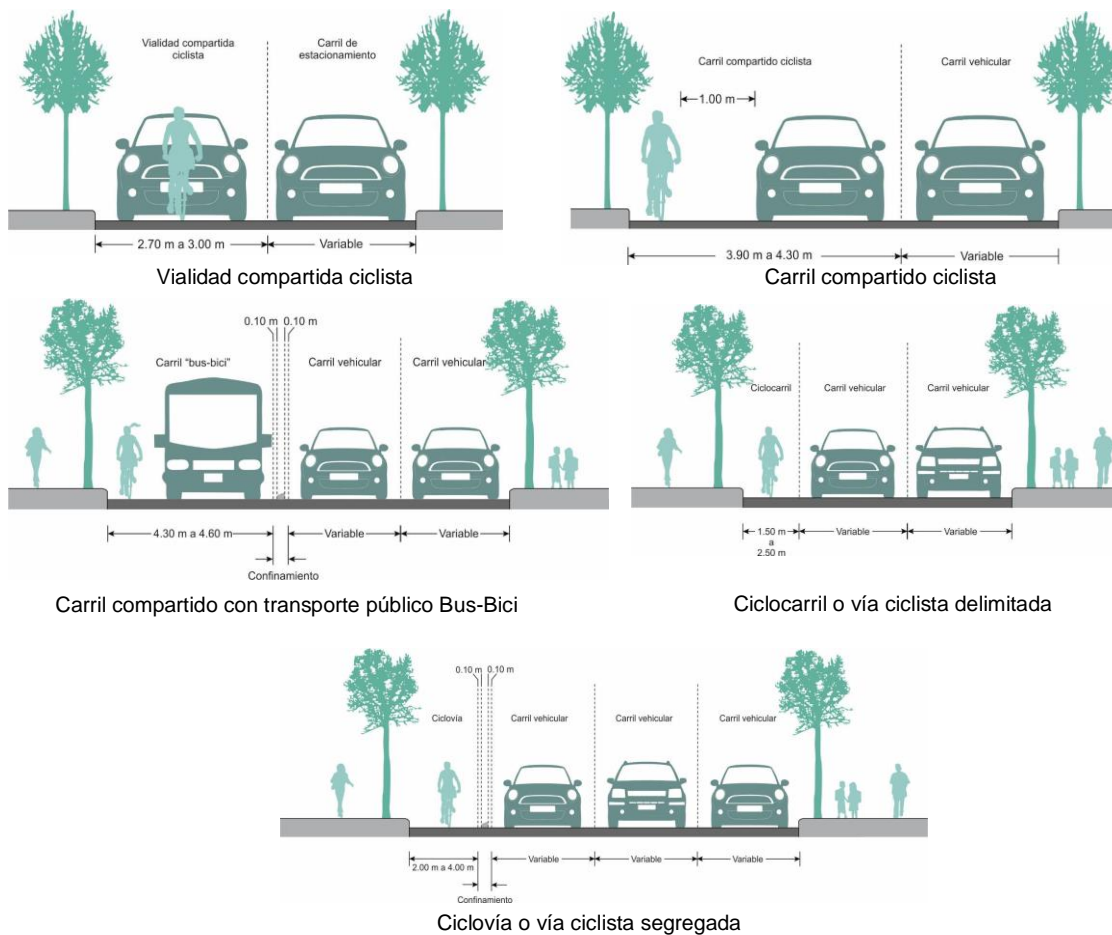
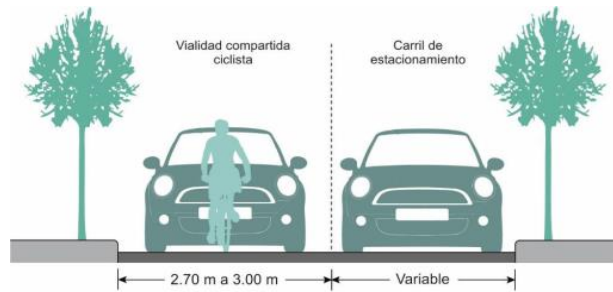


Ilustración 30. Secciones tipo de la infraestructura ciclista.  
 Fuente: Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana del municipio de Puebla (2015)

## Tipología de infraestructura ciclista existente en el Parque Lineal Universitario.

**Vialidad compartida ciclista:** Vialidad con velocidades de hasta 30 km/h, se preferirá que cuente con un solo carril efectivo de circulación por sentido, la sección de los carriles deberán ser menores de 3.00 m de ancho y mínimo de 2.70 m para permitir que el ciclista controle el carril, el sentido de circulación deberá ser el mismo que la circulación de automóviles y deberá contar con la señalética vertical (señal informativa SS-1 Infraestructura ciclista compartida) y señalética horizontal (MP-8 Marca para identificar infraestructura ciclista compartida en el pavimento) para indicar la preferencia ciclista estipulada por la norma técnica, deberá contar con dispositivos de control de tránsito para tratamiento de las intersecciones. (Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, 2015, pág. 67)



*Ilustración 31. Vialidad compartida ciclista - Zona 30 km/h  
Fuente: Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana (2015)*

Este tipo de vialidades se localizan en el circuito del Parque Lineal Universitario en el centro histórico que se caracteriza por tener las siguientes características técnicas; carril compartido de 2.70 m, banquetas de 2.15 m a 2.9 m y con velocidad permitidas de hasta 30 km/h o también denomina zona 30.



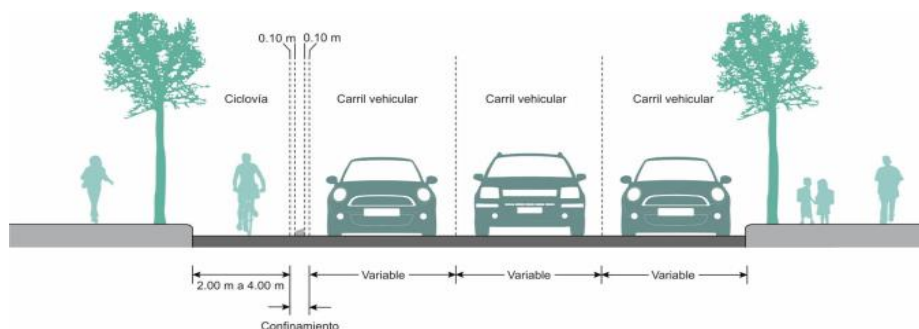
*Ilustración 32. Vialidad compartida ciclista - Av. 3 oriente esquina 4 sur  
Fuente: Google Maps (2020)*

**Ciclovías o vías ciclistas segregadas:** Vía exclusiva para la circulación ciclista físicamente confinada del tránsito automotor, puede ser unidireccional o bidireccional. (Codigo Reglamentario para el Municipio de Puebla, 2017, pág. 96). Las velocidades permitidas son de 50 km/h hasta 70 km/h, respecto a su sección deberá medir entre 2.00 m y hasta 4.00 m de ancho. Podrán implementarse en el lado izquierdo de la vía siempre y cuando las velocidades vehiculares permitidas sean igual o menor a 50 km/h y solo en caso de que:

- La vialidad cuente con camellón y existan paradas de transporte público frecuentes en el lado derecho de la misma.

- Exista estacionamiento vehicular del lado derecho con una alta rotación de vehículos.
- Exista un número significativo de ciclistas que giran a la izquierda.
- Quedará prohibido implementar ciclovías sobre camellones y banquetas.

Relativo a su sentido de dirección, deberá ser unidireccional con el mismo sentido de circulación de la vialidad, quedará prohibido implementar ciclovías bidireccionales, respecto a su señalamiento vertical se instalará; la señal denominada SS-2 infraestructura ciclista delimitada o segregada para indicar la existencia de ciclovía, también el señalamiento restrictivo SR-12, prohibido el paso a motociclistas. En tanto respecto a elementos de confinamiento deberán colocarse con reflectante con un ancho mínimo de 0.50 m, la señalética horizontal deberá instalarse la marca MP-2 raya separadora de carriles exclusivos, continua doble y la marca MP-10 marca para identificar infraestructura ciclista exclusiva, quedara prohibido colocar bolardos para delimitar ciclovías, en caso de que exista estacionamiento en el costado izquierdo de la ciclovía, se podrá utilizar cordón de estacionamiento y una MP-11, para identificar zonas de amortiguamiento de puertas, también se utilizara la marca MP-6.2 Rayas para cruce de ciclistas. El tratamiento de las intersecciones se hará con ayuda de la señal MP-13 que indica áreas de espera para ciclista y ajustar la redistribución del espacio vial según las recomendaciones establecidas. (Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, 2015, pág. 73)



*Ilustración 33. Ciclovía o vía ciclista segregadas.*

*Fuente: Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana del municipio de Puebla (2015)*

Este tipo de vialidades a lo largo del circuito del Parque Lineal Universitario se presentan en recorridos que van sobre las calles 2 sur y 4 sur, que a cruzan las avenidas que comprenden de la Av. 11 oriente hasta la Av. 31 oriente. La velocidad permitida en esta vialidad es de 30 km/h y 40 km/h, se caracteriza por tener una sección transversal de 1.20 m, diseñado sobre el carril derecho de la vía, con una superficie de rodamiento de 3 cm de espesor, 3 carriles para vehículos motorizados con una dimensión de 2.50 m, el sentido de la vía es unidireccional, cuenta con el señalamiento horizontal y vertical que la norma señala y con reductores de tipo trapezoidal colocados cada 4 metros que permite regular la velocidad en el carril.



*Ilustración 34. Inicio de ciclovía o vía ciclista segregada - Av. 11 oriente esquina 4 sur.  
Fuente: Google Maps (2020)*

También hay este tipo de infraestructura ciclista en la Av. 7 Oriente entre las calles 4 sur y 2 sur del centro histórico, tiene un ancho de carril compartido de 1.20 m inicialmente sin embargo cuando pasa junto al Templo de San Jerónimo se reduce a 0.70 m, lo cual se vuelve un peligro para el ciclista por lo reducido con posibilidad de sufrir caídas desde su propia altura, respecto a los bolardos son de concreto que no cumplen con el diámetro de 4" con 0.20 m de anclaje y 0.60 m el área libre del bolardo, como sugiere la norma técnica.



*Ilustración 35. Carril compartido ciclista. Av. 7 oriente esquina 4 sur.  
Fuente: Google Maps (2020).*

A partir de la Av. 31 oriente sobre la calle 14 sur y llegando hasta la Av. Sn. Claudio, para su arribo a Ciudad Universitaria, se ubican 2 cuerpos de ciclovías uno sobre cada sentido de la vialidad bajo las siguientes características técnicas.

La velocidad permitida en esta vialidad es 40 km/h, al ser un boulevard cada sentido de la vialidad presenta 3 carriles por cada cuerpo, cada uno de 2.60 m, la ciclovía esta trazada sobre el lado izquierdo de la vialidad (fuera de lo que establece la norma técnica) con una sección tipo de 1.20 m (por debajo de lo que recomiendan los manuales o normas en diseño de infraestructura ciclista). Cuenta con señalética horizontal y vertical como señala la norma y presenta un confinamiento en la superficie de rodamiento de 3 cm de espesor, existen reductores de tipo trapezoidal colocado cada 4 metros que actúan como pacificadores de tránsito para regular la velocidad en el carril.



*Ilustración 36. Ciclovía o vía ciclista segregada – Av. 31 oriente esquina 14 sur y calle 14 sur esquina Av. San Claudio.  
Fuente: Google Maps (2020).*

**Vías ciclistas de trazo independiente.** Vialidad que se puede intervenir en áreas verde, parques, derechos de vías, cauces o zonas federales, áreas naturales protegidas y áreas interurbanas, en caso de se bidireccionales. Se deberá garantizar un área de amortiguamiento de 1.00 m de ancho en cada costado de la vía ciclista. En caso de existir un área de circulación peatonal al constado de la vía la primera deberá medir 2.00 m y distinguirse de la vía ciclista por medio de una textura de piso diferente. Podrán ser unidireccional o bidireccional, se colocará señalética vertical como la SS-2 Infraestructura ciclista delimitada o segregada, SR-12, prohibido el paso a motocicletas, se colocarán señalamientos informativos de destinos y dispositivos de control de tránsito. De señalamiento horizontal contarán con la marca MP-1.1 raya continua sencilla o MP-1.2, raya discontinua sencilla para separar los sentidos de circulación, también la MP-10, marca para identificar la infraestructura ciclista exclusiva. Para el tratamiento de las intersecciones se colocarán la marca MP-6.2, rayas de cruce ciclista en todas las intersecciones de la vía. (Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla, 2015, pág. 74)

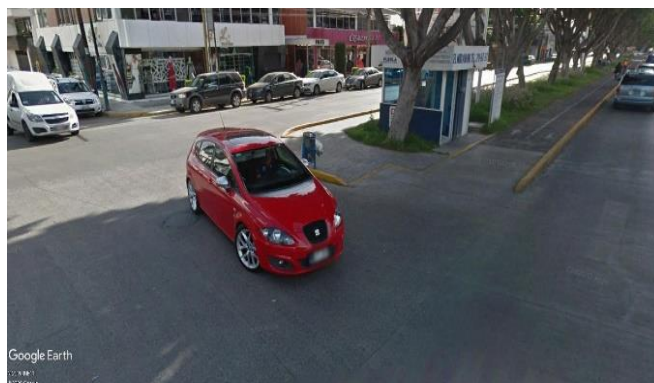


*Ilustración 37. Vía ciclista de trazo independiente – Av. 31 oriente esquina 6B sur.  
Fuente: Google Maps (2020)*

Respecto a este tipo de infraestructura el parque lineal cuenta con una vía ciclista de trazo independiente, conocida como Ciclovía Bicentenario con sentido bidireccional y con carriles de 1.20 por sentido de cada carril ciclista, teniendo una pendiente del 3%, se localiza en la Av. 31 oriente que recorre desde la calle 6B sur

hasta la 14 sur como parte de este circuito. La velocidad promedio de esta vialidad es de 20 km/h con pendiente negativa y de 10 km/h en pendiente positiva.

Cuenta con la señalética horizontal y vertical que la norma técnica señala, con la salvedad que en las cinco intersecciones que tiene a lo largo de 473 m de longitud, solo en una se colocó la marca MP-6.2 rayas de cruce ciclista.



*Ilustración 38. Vía ciclista de trazo independiente - Av.31 oriente esquina calle 12 sur.  
Fuente: Google Maps (2020)*

**Ciclovía Elevada:** Vía exclusiva para la circulación ciclista físicamente confinada del tránsito automotor, puede ser unidireccional o bidireccional que está diseñada sobre una estructura elevada respecto a la superficie de rodamiento a nivel de piso.



*Ilustración 39. Ciclovía elevada en los 3 puentes del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación.*

La sección tipo de este tipo de infraestructura tiene un ancho de vía que va de los 1.70 m hasta los 2.10 m, las pendientes gobernadoras que presentan son de 6% -

8% en longitudes de rampa que ya se describieron con anterioridad, dependiendo el cadenamiento del proyecto, cuenta con la señalética horizontal y vertical que describe la norma técnica y el confinamiento de la superficie de rodamiento es de concreto.

### **Pavimento del Parque Lineal Universitario**

La superficie de rodamiento a lo largo de los 9.4 km de longitud del circuito en sus 2 sentidos presenta dos tipos de pavimentos elaborados con los siguientes materiales.

<b>Tipo de Pavimento</b>	<b>Materiales</b>	<b>Longitud</b>
Flexible	PC-5 a base de caucho	7.1 km
	Adoquín de hormigón macizo	1.0 km
Rígido	Concreto o hormigón drenante	1.3 km

*Tabla 5. Tipos de pavimentos en el Parque Lineal Universitario  
Fuente: Manual de elementos sustentables. Tomo II Pavimentos. (2016).*

**El pavimento a base de caucho:** esta con compuesto de caucho estireno-butadieno es un pavimento inocuo, compuesto de una capa de caucho estireno-butadieno (SBR) y otra de caucho etileno propileno dieno tipo M (EPDM), las cuales están mezcladas con un ligante de poliuretano monocomponente. Es ideal usarlo para disminuir impacto por caídas de los usuarios por ser flexible y absorbe vibraciones e impactos, destaca por su resistencia al calor, aislante de ruido y alta durabilidad, desventajas su vida útil disminuye en lugares muy húmedos, una mala instalación produce bordes salientes en las juntas.

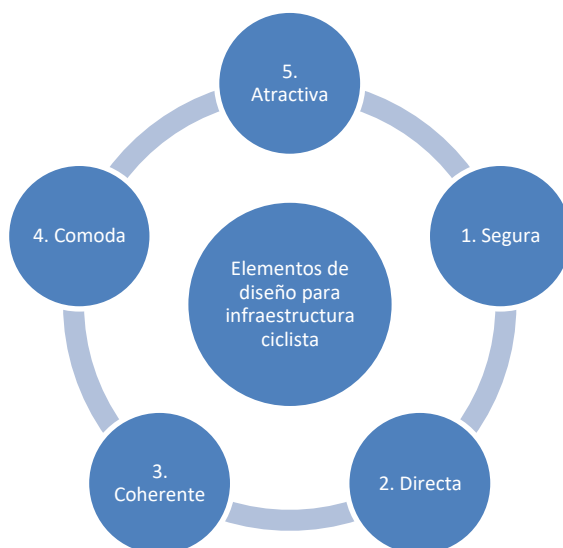
**Adoquines de hormigón macizo o poroso:** resultan muy compatible con criterios de sustentabilidad, ya que genera plataformas de circulación peatonal y vehicular del orden de un 40% más permeables al paso de las aguas lluvias, que los pavimentos de hormigón de cemento hidráulico o de asfalto. Sin embargo, este diseño no está hechos para infraestructura ciclista por la vibración e impacto que producen en articulaciones para los ciclistas.

**El pavimento rígido de concreto u hormigón drenante:** son utilizados en áreas de circulación peatonal, espacios deportivos, estacionamientos, tazas de árboles,

ciclovías, drenes longitudinales y laterales, dentro de las ventajas que ofrece es la recolección de aguas de lluvias reduce el caudal máximo de aguas de lluvia y al ser poroso disminuye su conductividad de calor, desventaja necesita mantenimiento adecuado para prevenir la aparición de vegetación y desmoronamiento de acuerdo al curado en el proceso constructivo.

### **Elementos Urbanos en el Parque Lineal Universitario**

Las obras de infraestructura vial en lo general deben estar acompañada de infraestructura y equipamiento urbano, que permita favorecer la movilidad en forma eficiente y mejor aun cuando nos referimos a infraestructura para vehículos de tracción humana, donde se busca promover que sea; segura, directa, coherente, cómoda y atractiva.



*Ilustración 40. Elementos de diseño para infraestructura ciclista  
Fuente: Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana del municipio de Puebla (2015)*

Realizando una inspección directa en campo y con ayuda de las TIG, se pudo documentar la siguiente información del circuito.

Elementos Urbanos en el Parque Lineal Universitario	Descripción
13 estacionamientos para bicicletas sobre el circuito metálicos y en forma de U invertida	8 estacionamientos parte del proyecto 5 instalados por la ciudadanía y tiendas OXXO
13 paraderos de bicicletas públicas circuito (Urban Bici) a menos de 100 metros de distancia.	Estación 101. Zócalo esquina 2 sur Estación 102. Zócalo esquina 16 septiembre Estación 103. Los Sapos, Calle 5 Oriente esquina 4 sur Estación 105. San Jerónimo, Calle 4 sur esquina 7 oriente Estación 107. El Carmen. Priv. 16 de septiembre y 15 Oriente Estación 226. Av. 31 Oriente esquina 2 sur Estación 227. Procuraduría 31 Oriente y Blvd 5 de mayo Estación 237. Av. 31 oriente esquina 6C sur Estación 236. Av. 31 oriente esquina 10B sur Estación 306. Av 39 oriente y 14 sur Estación 307. Av. Cue Merlo esquina 14 sur Estación 304 Av San Francisco y 14 sur Estación. 301 Av. San Claudio y 14 sur
24 paraderos de transporte público sobre el circuito.	Instalados en vialidades secundarias principalmente sobre las calles 2 sur y 4 sur respectivamente.
6 rampas peatonales (de uso mixto)	Se aprecian 6 rampas en los tres puentes elevados que cuenta el circuito, en vías primarias y secundarias no se observa ninguna rampa peatonal a nivel de piso.
5 tótems informativos (0.60 x 0.60 x 2.40)	Se ubican en el centro histórico principalmente localizados en: Edificio Carolino, Catedral, Casa del Sol de Puebla, El Hospitalito y Museo Amparo.
Semáforos Vehiculares	Ubicados en cada uno de los cruceros a lo largo del circuito a excepción de la esquina de la 4 sur y 29 oriente y los 4 cruceros sobre la 31 oriente entre 6B sur y 14 sur.
4 semáforos Peatonales	Ubicados en: Calle 2 sur esquina 11 oriente y en Calle 14 sur y Av. San Claudio
Semáforos Ciclistas	Ninguno
2 monitores electrónicos para control de velocidad en zona 30 km/h	Localizados en: Calle 2 sur entre la 3 y 5 oriente Calle 2 sur entre 7 y 9 oriente.
42 bancas	A largo del circuito, aunque no distribuidas de forma homogénea, 4 enfrente del edificio Carolino 4 en Parque Juárez aledaño a la ciclovía 17 en el corredor del parque bicentenario, 31 oriente entre boulevard 5 de mayo y 14 sur. 17 en el corredor de la 14 sur entre la 31 oriente y Av. San Claudio.
2 casetas	Ubicadas en el corredor de la 31 oriente del parque bicentenario para fines de seguridad municipal pero desgraciadamente abandonas.
Botes papeleros, casetas telefónicas y anuncios	Distribuidos a lo largo del corredor como lo señala la norma técnica.
Arboles: Jacarandas Acacias Encino Colorín Palmera Datilera Palmera Mexicana Trueno Laurel de la India Pino  Arbustos: Clavo enano Duranta Buganvilia  Cubresuelos: Pasto liriopé Acanto	Se logro ubicar diferentes tipos de vegetación a lo largo del corredor  Cualidad ambiental: La vegetación instalada en corredor ayuda a amortiguar el sol y la lluvia, también reduce la velocidad del viento y apoya en mejorar la calidad del aire.  Cualidad Social: La mayoría de la vegetación instalada en el corredor propicia un mejor paisaje durante el recorrido, sin embargo, hay algunos tramos que requieren mayor mantenimiento al estar abandonados.  Cualidad en el Diseño Urbano: Desde esta perspectiva la vegetación sirve para evitar deslumbramiento de las luces de vehículos, sobre todo en las vías principales del circuito, sin embargo, también se vuelven barreras que quitan visibilidad por falta de mantenimiento.  Cualidad Económica: la parte en la que mejor se conserva la vegetación es en el tramo del parque Juárez y de la 31 oriente a la 14 sur y casualmente es la que más plusvalía presenta en el uso del suelo.
Registros rejillas y escotillas	Solo en 2 intersecciones de todo el corredor existen colocados sobre la ciclovía, todo lo demás esta fuera para evitar algún accidente
Alumbrado Publico	A lo largo de todo el corredor con lumbreras que señala la norma técnica, eléctricas y solares, sobre los puentes elevados, colocada lámparas led a cada 4 metros de distancia.

Tabla 6. Elementos Urbanos en el Parque Lineal Universitario.

Fuente: Propia de la Investigación (2020)

En las propuestas de diseño de la infraestructura ciclista se procura evitar la demoras a lo largo del recorrido por lo cual para la presente investigación se realizó el análisis de las intersecciones del circuito, en función de 3 elementos, el tipo de

vialidad, el tipo de infraestructura ciclista y el número de paraderos de transporte Público, siguiendo las recomendaciones del ITDP y a la norma vigente en movilidad sustentable del municipio de Puebla, este análisis se realizó en ambos sentidos.

PARQUE LINEAL UNIVERSITARIO – SENTIDO 1				
ORIGEN: Carolino	DESTINO: Ciudad Universitaria	Cadenamiento: 4.8 km		
CRUCEROS	UBICACIÓN	Tipo de vialidad	Tipo de infraestructura ciclista	Paradero Trans. Público
1	Av. 3 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No
2	Av. 3 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No
3	Av. 5 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No
4	Av. 7 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No
5	Av. 9 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No
6	Av. 11 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
7	Av. 13 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
8	Av. 15 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
9	Av. 17 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
10	Av. 19 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
11	Av. 21 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
12	Av. 23 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
13	Av. 25 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria intersección con Vía primaria	Ciclovia	Si
14	Av. 27 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
15	Av. 29 oriente esquina 2 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
16	Av. 29 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovia	Si
17	Av. 31 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria intersección con Vía primaria	Ciclovia	Si
18	Av. 31 oriente esquina 8 B sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
19	Av. 31 oriente esquina 10 sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
20	Av. 31 oriente esquina 12 sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
21	Av. 31 oriente esquina 14 sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
22	14 sur esquina 35 oriente	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
23	14 sur esquina 39 oriente	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
24	14 sur esquina 43 oriente	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
25	14 sur esquina Circuito Juan Pablo II	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
26	14 sur esquina calle San Manuel	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
27	14 sur esquina calle San Francisco	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
28	14 sur esquina calle San Ignacio	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
29	14 sur esquina Blvd. Circunvalación	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No
30	14 sur arribo a Ciudad Universitaria	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovia	No

Tabla 7. Análisis de Intersecciones del Parque Lineal Universitario - Sentido 1.  
Fuente: Propia de la Investigación.

El sentido uno del circuito cuenta con 30 cruces de los cuales 12 tienen paradero de transporte público y 18 son intersecciones sin influencia de paraderos públicos al estar colocada como vía ciclista de trazo independiente y en el carril de extrema izquierda, sobre vías principales lo cual pone en alto riesgo al ciclista.

PARQUE LINEAL UNIVERSITARIO – SENTIDO 2				
ORIGEN: Ciudad Universitaria	DESTINO: Edificio Carolino	Cadenamiento: 4.6 km		
CRUCEROS Sentido 1	UBICACIÓN	Tipo de Vialidad	Tipo de infraestructura ciclista	Paraderos de Transporte Público
1	14 sur esquina Blvd. Circunvalación	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
2	14 sur esquina calle San Ignacio	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
3	14 sur esquina calle San Francisco	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
4	14 sur esquina calle San Manuel	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
5	14 sur esquina Circuito Juan Pablo II	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
6	14 sur esquina 43 oriente	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
7	14 sur esquina 39 oriente	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
8	14 sur esquina 35 oriente	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	No
9	Av. 31 oriente esquina 14 sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
10	Av. 31 oriente esquina 12 sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
11	Av. 31 oriente esquina 10 sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
12	Av. 31 oriente esquina 8 B sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Vía ciclista de trazo independiente	No
13	Av. 31 oriente esquina 4 sur	Vía Primaria de 3 carriles por sentido con camellón	Ciclovía	Si
14	Av. 29 oriente esquina 4 sur	Vía secundaria	Ciclovía	Si
15	Av. 27 oriente esquina 4 sur	Vía secundaria	Ciclovía	Si
16	Av. 25 oriente esquina 4 sur	Vía secundaria intersección con Vía Primaria	Ciclovía	Si
17	Av. 23 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovía	Si
18	Av. 21 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovía	Si
19	Av. 19 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovía	Si
20	Av. 17 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovía	Si
21	Av. 15 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovía	Si
22	Av. 13 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovía	Si
23	Av. 11 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Ciclovía	Si
24	Av. 9 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	Si
25	Av. 7 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No
26	Av. 5 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No
27	Av. 3 oriente esquina 4 sur	Vía Secundaria	Carril compartido	No

Tabla 8. Análisis de Intersecciones del Parque Lineal Universitario - Sentido 2.

Fuente: Propia de la Investigación.

En tanto para el sentido 2 del circuito se tienen en total 27 cruces de los cuales 12 tienen paradero de transporte público y 15 cruces no tienen influencia de estos

paraderos al estar colocados en el carril de extrema izquierda y vía ciclista de trazo independiente.

<b>Parque Lineal Universitario análisis general de sus cruceros</b>			
Cruceros	Afectado con paraderos públicos	Sin paraderos públicos, pero en carril de extrema izquierda	Sin paradero de transporte público en vías ciclista de trazo independiente
57	24	25	8

*Tabla 9. Análisis general de cruceros del Parque Lineal Universitario*

*Fuente: Propia de la Investigación.*

Con todo lo que se ha mencionado puede observarse que el parque lineal universitario está instalado sobre vialidades con una importante carga vehicular que de acuerdo a los datos abiertos en el municipio de Puebla que se calculan alrededor de los 4200 a los 5743 vehículos diarios en las vialidades primarias del proyecto.

A estas alturas de la investigación y reconociendo la importancia de haber aplicado el análisis espacial en la zona de estudio, ahora se puede identificar las características geométricas del diseño, ubicar los elementos urbanos esenciales para saber si se cumple con los parámetros que toda infraestructura ciclista debería de contar y también reconocer desde lo social la diversidad del paisaje y la riqueza cultural y arquitectónica del entorno.

## **CAPITULO III. Experiencias de viaje de los usuarios del Parque Lineal Universitario.**

### **3.1 Las experiencias de viaje de los usuarios en el marco de las ciudades colaborativas.**

Actualmente considerar que la ciudad es planeada por solo un grupo de expertos, nos lleva a reflexionar en posturas obsoletas que se centraban en actuar de manera jerárquica, centralizada y univoca lo cual no permite rescatar los saberes que se adquieren con la cotidianidad de los que realmente la habitan, los que reconocen las virtudes y también las carencias que puede tener el espacio público.

Esto nos hace pensar en nuevos modelos de ciudades que propicien la participación de los ciudadanos en las denominadas ciudades colaborativas, donde son ellos los que, en su conjunto, construyen y transforman la ciudad con una visión de mejora colectiva de cooperación mixta y centrada en cuatro miradas de referencia.

Los cuatro tipos de ciudades son fundamentales para poder en conjunto co-crearla y articular una organización a las necesidades del siglo XXI, (Canigueral, 2016) se definen de la siguiente manera.

1. Ciudad productiva (Fab City): en busca de una mayor autosuficiencia local en la producción energética, la alimentación de proximidad, los bienes de consumo, la economía circular, etc. Ciudades que se conectan globalmente para compartir conocimiento global acerca de las mejores prácticas de producción en local.



*Ilustración 41. Miradas de referencia en las ciudades colaborativas.  
Fuente: Diputación de Barcelona, (2016)*

2. Ciudad compartida (Sharing City): inclusiva y eficiente en el uso de los recursos disponibles y a menudo infrautilizados en las ciudades (bienes, conocimiento, ideas, financiación, etc.). Los agentes que forman parte van desde las grandes compañías

emergentes (startups) multinacionales hasta los grupos de barrio que se organizan a través de Facebook.

3. Ciudad participativa (Co-City): aprovechando la inteligencia colectiva para una mejor gestión de la ciudad considerando a sus ciudadanos como adultos y responsables. Es clave también la recolección masiva de datos con los ciudadanos.

4. Ciudad contributiva (Contribute City): reconoce el derecho de sus ciudadanos a contribuir y para ello articula los mecanismos necesarios para que lo puedan hacer. También es aquella que comparte sus aprendizajes y herramientas con el resto de ciudades co-creando un procomún de datos y soluciones a retos urbanos.

Como puede observarse, las cuatro miradas son relevantes sin embargo por la naturaleza de la investigación nos enfocaremos principalmente en las ciudades participativas y ciudades contributivas, lo cual permitirá retomar las experiencias de los usuarios del Parque Lineal Universitario en los viajes ciclistas que realizado.

Si partimos que el vocablo; experiencia, según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española se interpreta como. El hecho de haber sentido, conocido o presenciado algo. (DRAE). Permite entender la relevancia de aprovechar este nivel de conocimientos de cada uno de los usuarios e identificar el nivel de servicio que ellos perciben al transitar sobre este tipo de infraestructura ciclista.

En otras palabras, el retomar la experiencia del viaje del usuario nos permite reflexionar entorno a la metodología UX Design, que en otras partes del mundo ha pasado del marketing, a la planeación y la reingeniería en la movilidad urbana, como sucede en algunas alcaldías de España, donde la voz del usuario, ha dejado de ser solo una percepción, para convertirse en un colaborador de planeación en ciudades inteligentes, a través de las organizaciones sociales, grupos académicos o asociaciones civiles.

### **3.2 Los estudios en movilidad sostenible y los trabajos de campo en la zona de estudio.**

Como en todo proyecto, es indispensable aludir a la parte científica y técnica de la especialidad, con el objetivo primordial de poder recopilar información, veraz y oportuna que permita modelar el problema y a su vez plantear posibles soluciones.

Si partimos que la Ingeniería de Transito es entendida como:

“La aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable conveniente, económica y compatible con el medio ambiente,” (Cal, 2018)

Podremos comprender la importancia de realizar estudios de tránsito, como la aplicación de encuestas, aforos, modelación espacial del problema en SIG, entre otras muchas técnicas o herramientas propias de la disciplina.

Para la presente investigación en el afán de indagar de forma técnica y científica el nivel de servicio que ofrece la infraestructura ciclista: Parque Lineal Universitario, a los usuarios, se elaboró una encuesta de Origen – Destino, tomando en cuenta las siguientes etapas metodológicas para su diseño.

1. Identificación de las dimensiones conceptual que debería de contener el instrumento en función al interés de la investigación y el estado del arte revisado.
2. Determinación del entorno en el que se debería de generar el instrumento (formato análogo o digital).
3. Diseño de un primer borrador del instrumento y la eficiencia de su aplicación para un futuro proceso de mejora.
4. Socializar en grupos focales con expertos de la materia de Movilidad y Transporte, para recibir propuestas de mejora. (maestros y alumnos de la maestría en Ingeniería de Tránsito y Transporte de la BUAP).
5. Definir los puntos para encuestar físicamente en función a la carga de tránsito en el circuito.

## 6. Aplicación del instrumento

## 7. Evaluación de los resultados

Dando seguimientos a las etapas de elaboración del instrumento en primer lugar se pudo identificar las dimensiones, categorías y variables de análisis para el estudio de movilidad del parque lineal universitario quedando organizados de la siguiente manera.

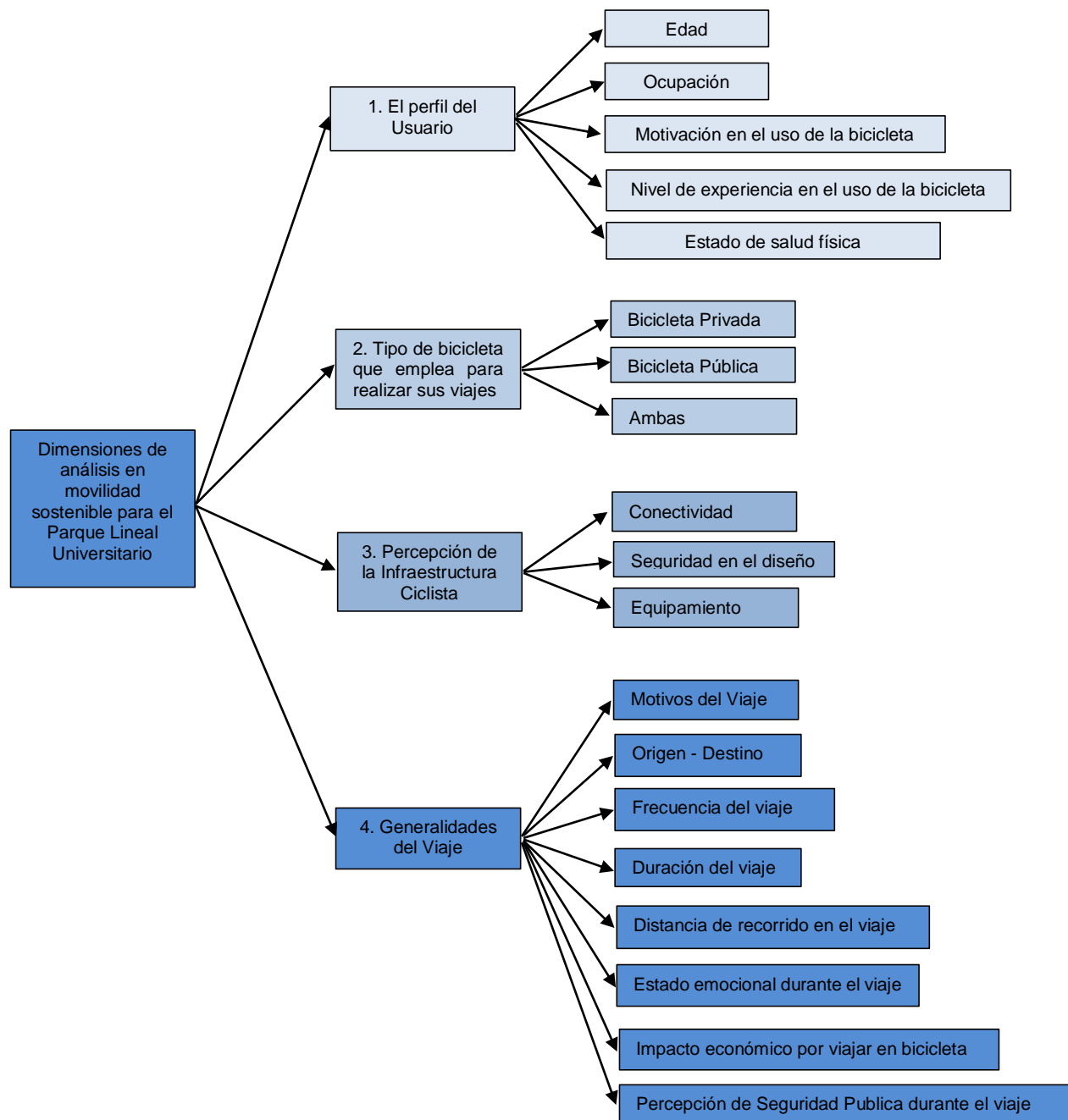


Ilustración 42. Dimensiones de análisis en movilidad sostenible para el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020).

Una vez que se definieron las dimensiones de análisis para el estudio: 1) Perfil del usuario, 2) Tipo de bicicleta que se emplea para realizar sus viajes, 3) Percepción de la Infraestructura Ciclista y 4) Generalidades del Viaje, se procedió a definir 38 reactivos que integrarían la encuesta Origen-Destino para el estudio de movilidad organizadas en; reactivos de escalamiento, reactivos de jerarquización y reactivos de elección como lo proponen los estudios bajo encuestas de movilidad urbana, (Sartori, 2006), entendiendo por:

- a) Reactivos de Escalamiento (rating): aquellos que se organizan en escala numérica o semántica según interese en el estudio.
- b) Reactivos de Jerarquización (ranking): El encuestado compara y ordena todas las alternativas de los reactivos según su preferencia.
- c) Reactivos de Elección (choice): El encuestado simplemente debe seleccionar la alternativa que mejor considere donde solo existen 2 opciones, (cierto-falso, o, si-no, considerar – no considerar, etc.)

Una vez que se tuvo integrado el instrumento se decidió generar la encuesta en formato electrónico y aprovechar el uso de las TIC, para la aplicación del instrumento y la manipulación de los datos a posteriori.



*Ilustración 43. Encuesta O-D On-line usuarios del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación. (2019)*

### **3.3 Metodología de campo y muestreo de la zona de estudio.**

Atendiendo las recomendaciones que citan los estudios en materia de movilidad sostenible, elaborado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), financiado por el Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) y en el marco del programa Ciudades & Cambio Climático (CiClim), auspiciadas por la ONU y el Banco Mundial y basado bajo la consultoría continua del Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP). Surgió la propuesta de emplear herramientas para elaborar estudios metodológicos que permitan conocer el Perfil Ciclista de una determinada ciudad en el territorio nacional, (ITDP, 2019).

#### **Población Objetivo**

Son aquellas personas encuestadas mayores de 12 años que usan la bicicleta como medio de transporte y han realizado sus viajes en el Parque Lineal Universitario.

#### **Zonas y puntos de levantamientos**

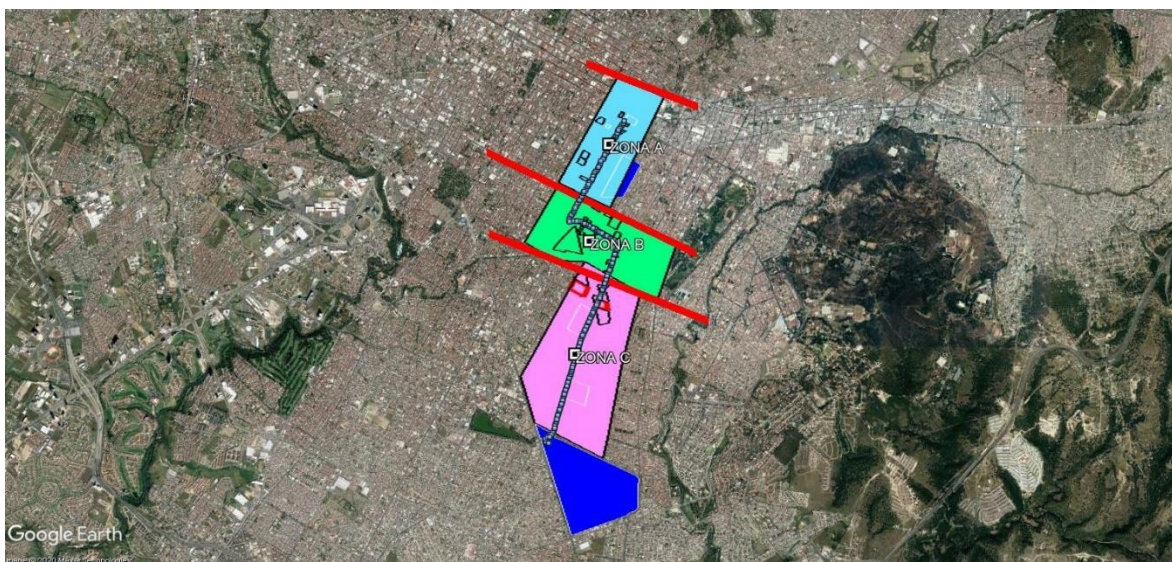
Para poder tener la diversidad de personas que utilizan transporte no motorizado (bicicletas, triciclos, monopatines o patines), se establecieron 3 zonas de estudio durante el corredor del Parque Lineal Universitario clasificado por su afectación por vías primarias que intersecan esta vialidad ciclista y por uso del suelo que componen el corredor, organizados de la siguiente manera a la par de la Carta Urbana del Municipio de Puebla elaborada por el IMPLAN, (2017)

Zona A: se considera desde el Edificio Carolino y hasta la 31 oriente esquina 4 sur, y alrededores, donde de acuerdo al uso del suelo se caracteriza por ser considerado, Centro Histórico cultural (CHC), Comercial (C) y Habitacional (H).

Zona B: Inicia en el Parque Juárez y termina aproximadamente en esquina de la Avenida 31 oriente y calle 14 Sur de la colonia Anzures, esta zona se caracteriza por tener un uso del suelo: Comercial (C) sobre la vía ciclista y de forma aledaña,

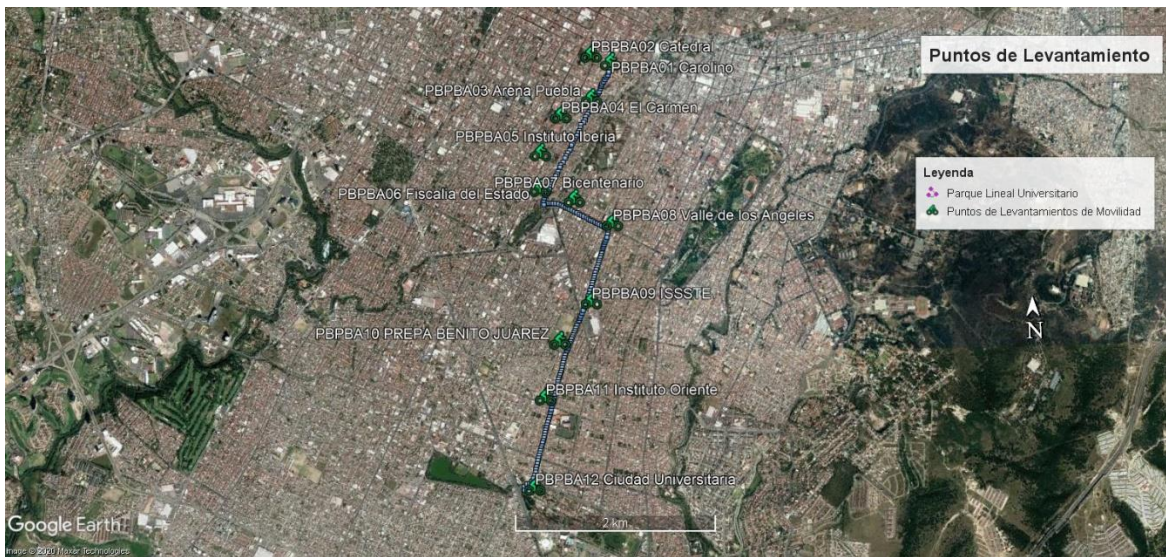
uso del suelo habitacional de tipo residencial, lo que la hace la zona con mayor plusvalía sobre el circuito.

Zona C: Parte desde la calle 14 sur, a la altura de la colonia Anzures, pasando por diversos puntos atractores de viaje importantes como; centros de atención médica, Instituciones educativas, Plazas Comerciales, sin dejar de lado la parte dedicada al uso habitacional, se puede considerar que parte de la Av. 35 oriente hasta su arribo a Ciudad Universitaria sobre la 14 sur, esta zona es la de mayor tamaño de todo el circuito y por lo mismo la hace la más compleja respecto al uso del suelo al estar integrada por, Habitacional (H), Comercial (C), Salud y Asistencia (SA), Educación y Cultura (EC).



*Ilustración 44. Zonificación para el estudio de movilidad del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación (2019)*

Con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica y en particular con ayuda de Google Earth Pro, se representó espacialmente los 12 puntos de levantamiento a lo largo del circuito, apoyándose en el conocimiento del circuito por parte de los usuarios de la vía (los ciclistas) y los planeadores de movilidad como a continuación se muestra.



*Ilustración 45. Puntos de Levantamiento en el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

## Muestra poblacional para el estudio

El tamaño de la muestra poblacional para el estudio fue determinado por el método estadístico para muestra aleatoria, de acuerdo a la siguiente expresión matemática.

$$\frac{\frac{N}{N-1} \times p \times (1-p)}{(CV^2 \times p^2) + (p \times (1-p)) / (N-1)}$$

Donde:

- p: porcentaje del total de viajes realizados en bicicleta estimados a partir de los viajes del hogar o trabajo de la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI.
- N: población ciclista estimada, a partir de p y del número de habitantes de la ciudad, obtenidos de la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI.
- CV: margen de error de 0.05

Con este método estadístico, el tamaño máximo de la muestra poblacional para el presente estudio es de 187 encuestas para el caso específico de la Ciudad de Puebla, sitio donde está localizada la zona de estudio.

## Periodo de Levantamiento

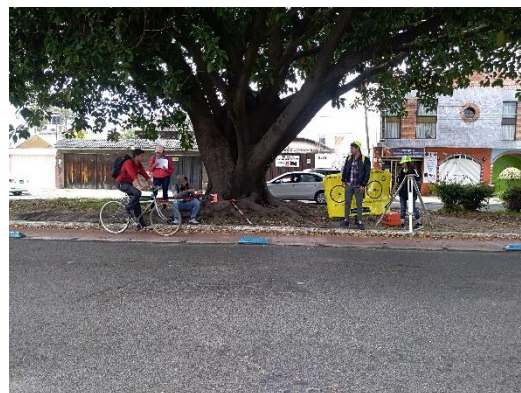
Para garantizar la calidad de los datos, el periodo de levantamiento y digitalización de los mismos se programó en 60 días durante los meses de octubre a noviembre, del 2019, considerando que hay menos lluvias meteorológicas y por lo tanto el índice de ciclistas no se ve afectado por este tipo de fenómenos.

## Aplicación de encuesta en campo

Primero se realizó la capacitación a los encuestadores, a partir de 3 reuniones de trabajo, después de emitir la convocatoria para reclutar encuestadores en la página de servicio social de la BUAP, se tuvo la participación de 10 encuestadores, alumnos de la Facultad de Ingeniería, de las licenciaturas de: Ingeniería Topográfica y Geodésica (7), Ingeniería Civil (2) y de Arquitectura (1), que estuvieron interesados en el proyecto al tiempo que realizaban su servicio social o práctica profesional.

En las reuniones de trabajo se explicó la importancia de:

- Las características del instrumento y su llenado en campo
- El protocolo para presentarse e identificarse con las personas encuestadas y ser claro en explicarles la finalidad del trabajo.
- Portar gafete, gorra y lona alusiva al punto de aforo que identifica a los encuestadores.
- Y también se realizó un reconocimiento de campo en el Parque Lineal Universitario antes de realizar su primera encuesta o aforo.



*Ilustración 46. Aplicación de Encuestas y Aforos en el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

## Aforos de Vehículos no Motorizados.

Como se sabe uno de los estudios de mayor relevancia en la Ingeniería de Tránsito son la realización de aforos, que permiten determinar un conjunto de parámetros relevantes para el estudio. Por ejemplo: el volumen del tránsito, la hora de máxima demanda, la variación del volumen, características de los vehículos, el usuario.

Para el presente estudio se elaboró un instrumento denominado. Aforo para vehículos no motorizados, donde se delimitaron las siguientes dimensiones de análisis.

1) Perfil del Usuario

2) Tipo de Vehículo no motorizado (Bicicleta, Triciclo, Monopatín, Patineta, Patines) y considerando el tipo de rodada: R14, R20, R24, R26, R27.5, R29

3) Accesorios de seguridad del usuario (Luces delantera y trasera, Casco, Prenda antirreflejante, Gafas, Guantes).

4) El horario con el que está diseñado el instrumento para su aplicación es de 12 horas consideradas de las 6:00 de la mañana y hasta las 22:00 de la noche, aunque en la práctica se aplicaron en horarios escalonados de acuerdo a la disponibilidad de los estudiantes.



OBSEVATORIO DE MOVIMIENTOS SUSTENTABLES (OMO S)

BIENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
OBSERVATORIO DE MOVIMIENTOS SUSTENTABLES (OMO S)  
AFORO PARA VEHICULOS NO MOTORIZADOS



FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL AFORADOR: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA CALLE (E-W): \_\_\_\_\_

CODIGO AFORADOR: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA CALLE (N-S): \_\_\_\_\_

CONDICIÓN CLIMÁTICA

Clima húmedo (A) Caldo 22°C (C) Semicaldo 18°C - 22°C (E) Frío entre -2° y 9°C (H) Caldo sobre 22°C (M) Semicaldo 18°C y 22°C

Clima seco (D) Templado entre 12° y 18°C (F) Semifrío entre 7° y 12° C (G) Frío entre -2° y 9°C (N) Templado 12°C y 18°C (P) entre 9°C y 12°C

HORA	USUARIO		TIPO DE VEHICULOS NO MOTORIZADOS	ACCESORIOS																
	GENERO	EDAD		LUCES	CASCO	GAFAS	GUANTES													
CADA / 15 MIN	HOMBRE	MUJER	URBAN BIC (Bicicleta Publica) 6-26	BICICLETA TURISMO	BICICLETA DE RUTA	BICICLETA MONTAÑA	BICICLETA CROSS	BICICLETA HIBRIDA	BICICLETA ELECTRICA	BICICLETA PLEGABLE	TRICICLO	MONOPATIN	PATINETA	PATINES	FRONTAL	TRASERA	CASCO	PRENDA ANTIREFLEJANTE	GAFAS	GUANTES
	06:00 - 06:15																			
06:15 - 06:30																				
06:30 - 06:45																				
06:45 - 07:00																				
07:00 - 07:15																				
07:15 - 07:30																				
07:30 - 07:45																				
07:45 - 08:00																				
08:00 - 08:15																				
08:15 - 08:30																				

Ilustración 47. Instrumento para realizar aforos para vehículos no motorizados.

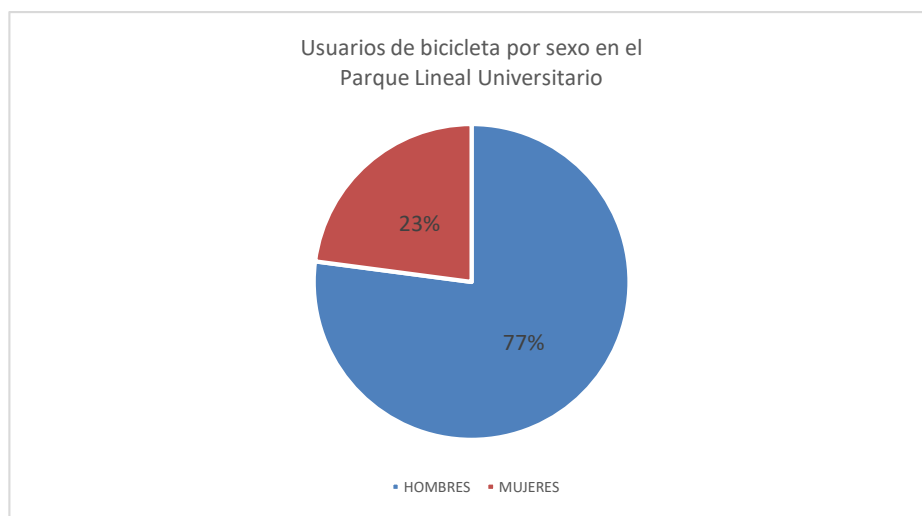
Fuente: Propia de la Investigación (2019)

### 3.4 Análisis de la Información.

Toda vez que se obtuvieron las bases de datos de la información de las 184 encuestas recolectada se procedió a organizar la información de acuerdo a las categorías de análisis definidas con anterioridad, donde se obtuvo lo siguiente.

#### 3.4.1 ¿Quiénes son los usuarios del Parque Lineal Universitario?

Relativo al perfil de los usuarios de Parque Lineal Universitario se puede mostrar que es mayor el uso de los hombres en comparación que de las mujeres en una proporción de 77% para los hombres y 23 % para mujeres, lo cual contrastándolo con lo que cita el Programa de Transporte No Motorizado en el Municipio de Puebla realizado en el 2014, que menciona el 88.5% son usuarios Hombres y el 11.5% son mujeres, al menos sobre este corredor pareciera haber una mayor participación de la mujer en el uso de este tipo de vehículo.

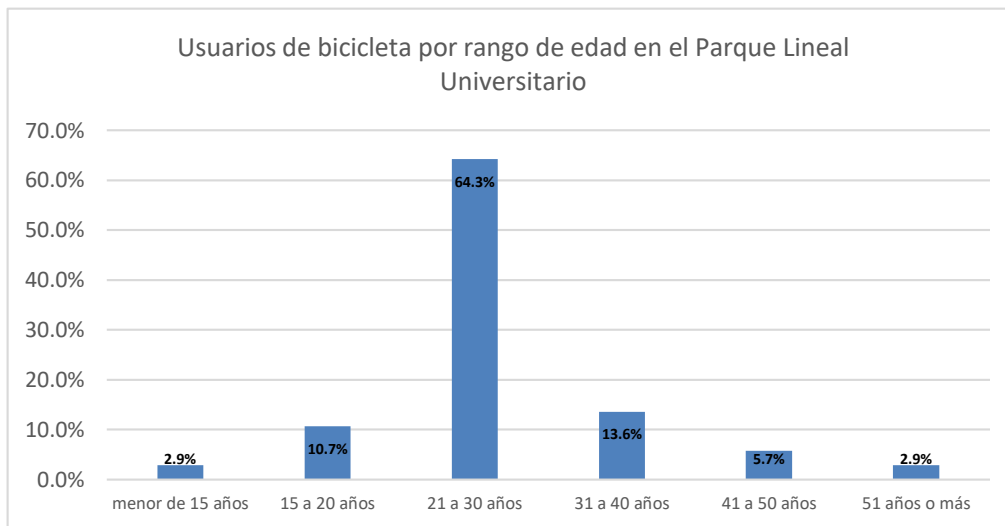


*Ilustración 48. Usuarios por sexo en el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

De acuerdo al rango de edad los usuarios del Parque Lineal Universitario se comportan; en primer lugar aparecen los usuarios con edad entre los 21 a 30 años con un total del 64.3%, en segundo lugar los usuarios entre los rangos de edad de 31 a 40 años con un porcentaje de 13.6%, ligeramente por arriba del grupo de 15 a 20 años de edad con un porcentaje de 10.7%, seguidos en cuarto lugar el grupo de

41 a 50 años con un porcentaje de 5.7% y empatados con 2.9% los menores de 15 años y el grupo de 51 años o más.

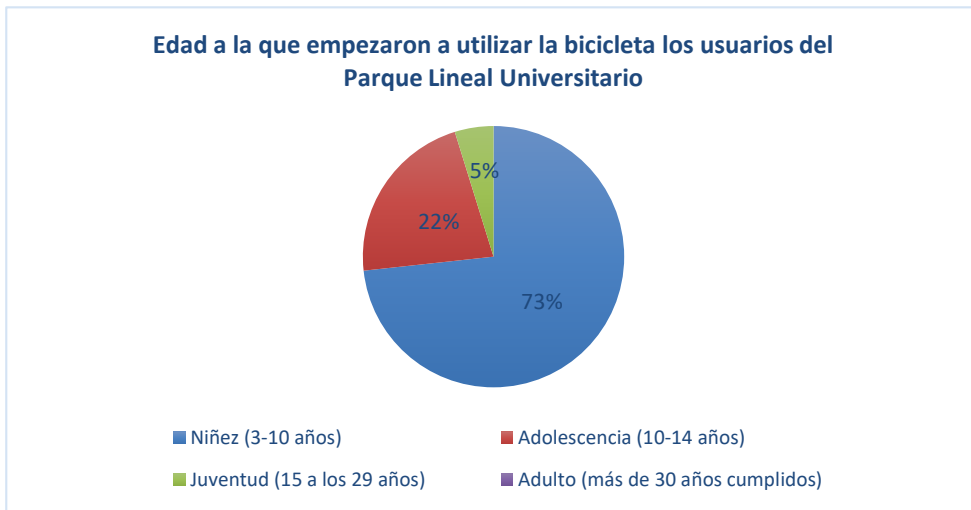
Lo cual nos hace reflexionar que los jóvenes son los que en mayor parte utilizan este tipo de infraestructura, sobresaliendo considerablemente de los demás grupos de edad.



*Ilustración 49. Rango de edad de los usuarios.  
Fuente: Propia de la investigación (2020)*

La edad a la que empezaron a utilizar la bicicleta los usuarios del Parque Lineal Universitario, fue en primer lugar, durante la niñez comprendida entre los 3 a 10 años de edad al ser un 73%, seguida muy por debajo la adolescencia comprendida entre los 10 a los 14 años, con un total del 22% y solo el 5% durante la juventud, llama la atención que ninguno de los encuestados respondió haber aprendido a andar en bicicleta en la edad adulta.

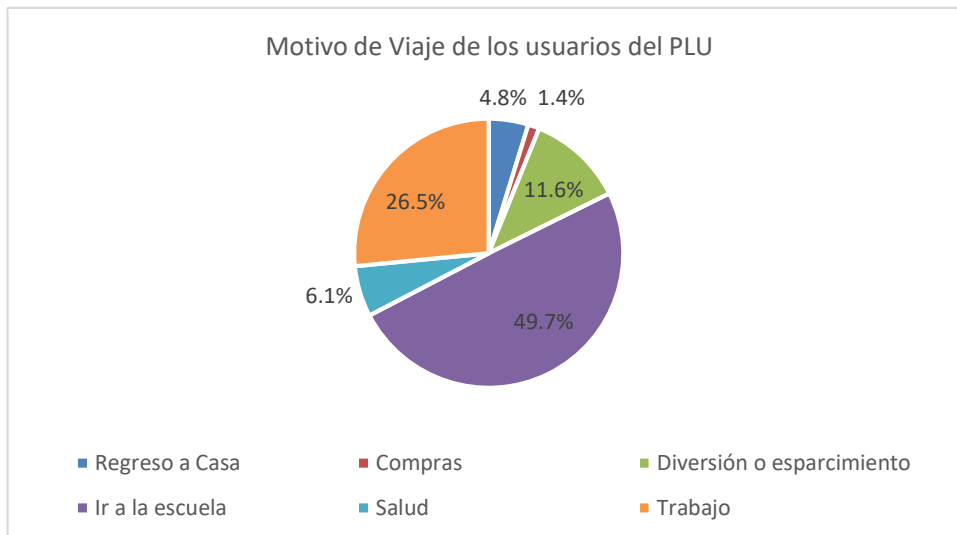
Este indicador demuestra la importancia de reconocer en que momentos la sociedad en su conjunto debería de educar en la movilidad sostenible para fomentar la práctica de este tipo de transporte y la educación vial al respecto, de ahí la importancia de incentivar el uso de la bicicleta desde edades tempranas.



*Ilustración 50. Edad a la que empezaron a usar la bicicleta.  
Fuente: Propia de la investigación (2020)*

Estos resultados también nos permiten interpretar que por lo menos el 60% de la población ciclista deberá tener por lo menos 11 años de experiencia en el manejo de bicicletas.

Por otra parte, se indagó los motivos de viaje de los usuarios que utilizan esta infraestructura, obteniendo, que el 49.7%, lo emplean para ir a la escuela, mientras el 26.5 lo usa para ir al trabajo, seguido por quien la utiliza por cuestiones de diversión y esparcimiento 11.6%, y el restante por salud, regreso a casa y compras.



*Ilustración 51. Motivos de Viaje  
Fuente: Propia de la Investigación*

Los ciclistas que se desplazan en el Parque Lineal Universitario se caracterizan por tener las siguientes ocupaciones; estudiantes BUAP un 48.6%, trabajadores en general o servicios el 19.9%, Profesionistas 11.6%, Estudiantes en general 11.0, Repartidores de APPS (Ubert eat, Rapid, etc.) 6.2%, Trabajadores BUAP 2.7%.

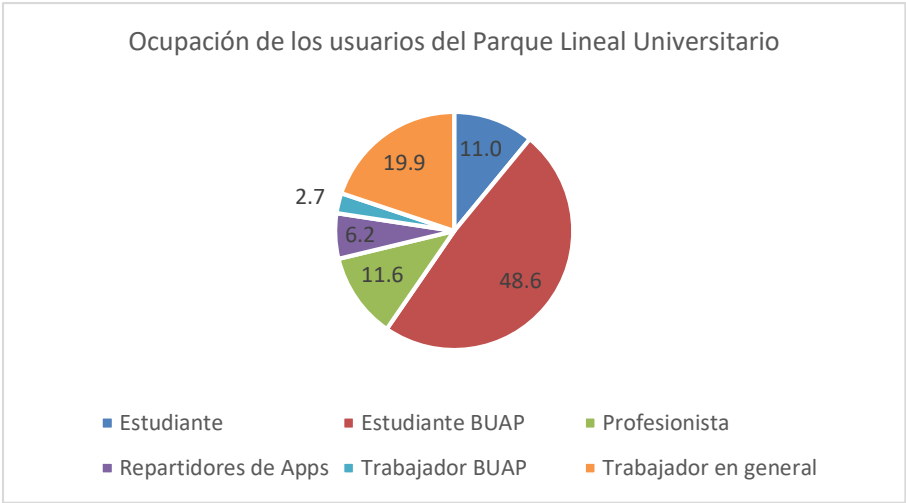


Ilustración 52. Ocupación de los usuarios.  
Fuente: Propia de la Investigación

Respecto a los usuarios de la Comunidad BUAP, las unidades académicas que más aportan usuarios al circuito del Parque Lineal Universitario son las facultades de: Ingeniería, Química, Electrónica, Ciencias de la Computación, Administración y Cultura Física, principalmente, vale la pena señalar que este es el comportamiento sobre este corredor, lo cual no significa que así se comporte para toda la comunidad universitaria.

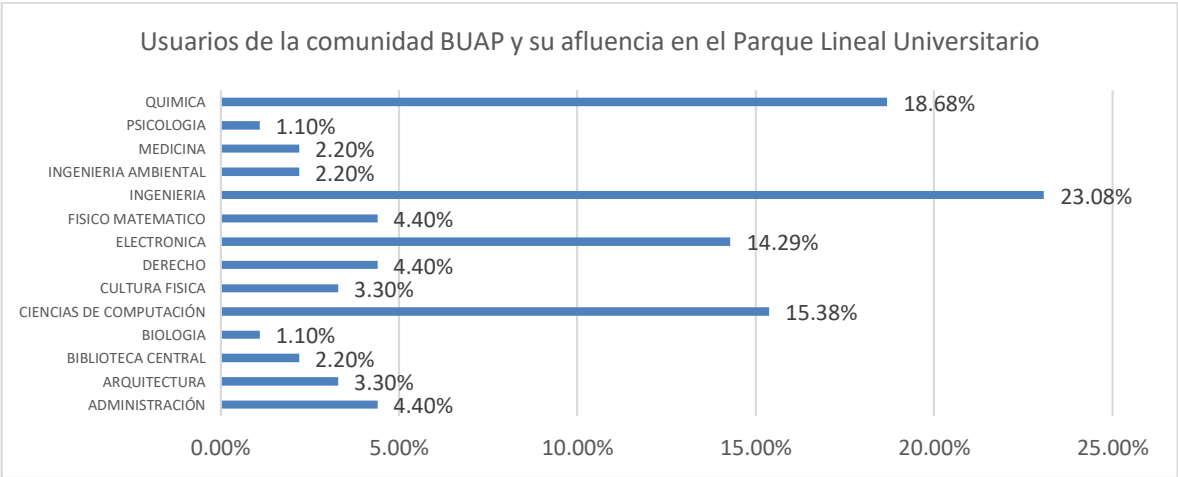
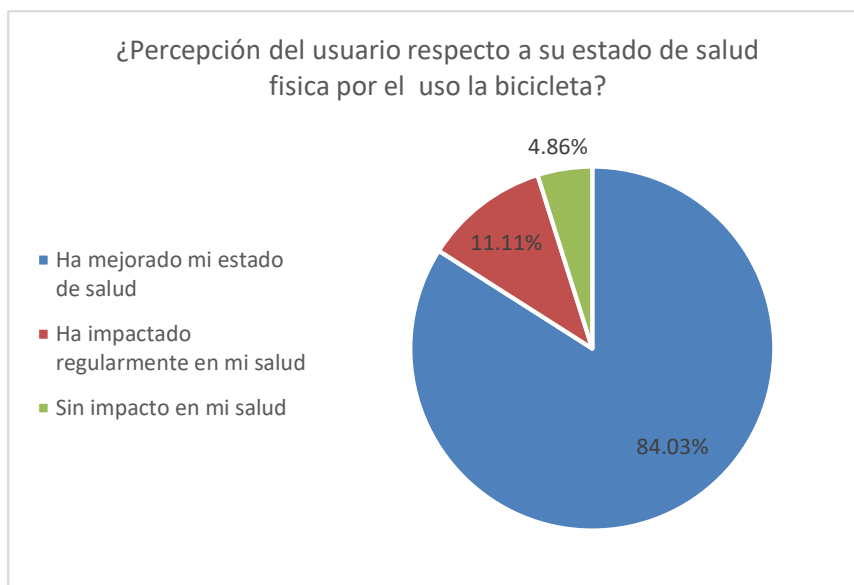


Ilustración 53. Usuarios de la Comunidad BUAP.  
Fuente: Propia de la investigación (2019)

Se pregunto a los encuestados ¿cuál era la percepción del uso de la bicicleta respecto a su estado de salud física?, a lo que se obtuvo los siguientes datos.



*Ilustración 54. Estado de salud.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

Un 84.03% consideran que, si ha repercutido en su actual de salud, en tanto un 11,17% percibe que le a ayudado de forma regular y solo el 4.86% consideran que no ha impactado en su estado de salud. Recordar que la OMS define al uso de la bicicleta como una de las actividades físicas aeróbicas, que permiten movilizar músculos de gran tamaño y mejora la capacidad cardiorrespiratoria del usuario (Organización Mundial de la Salud, 2010).

También se preguntó si ha sufrido algún tipo de malestar físico por el uso de la bicicleta a lo que respondieron que el 82.19% no ha presentado ningún problema, en tanto 17.81% si ha presentado algún malestar.

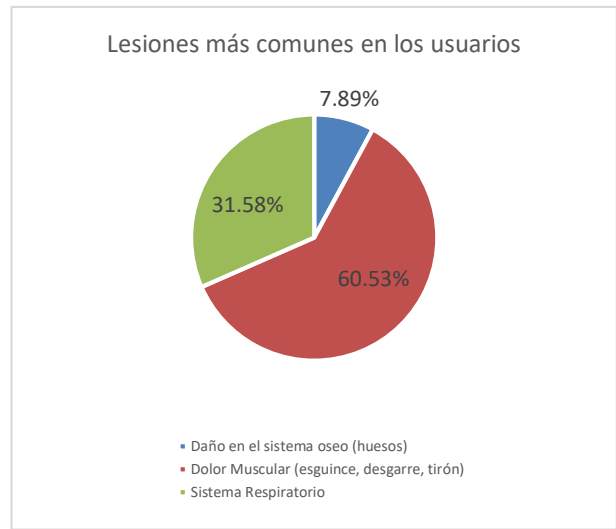
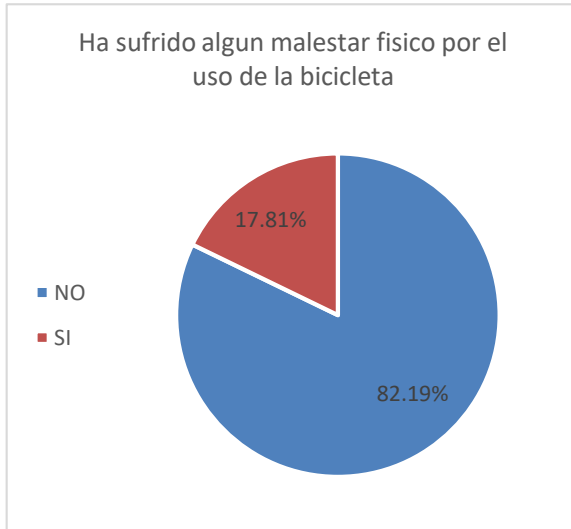
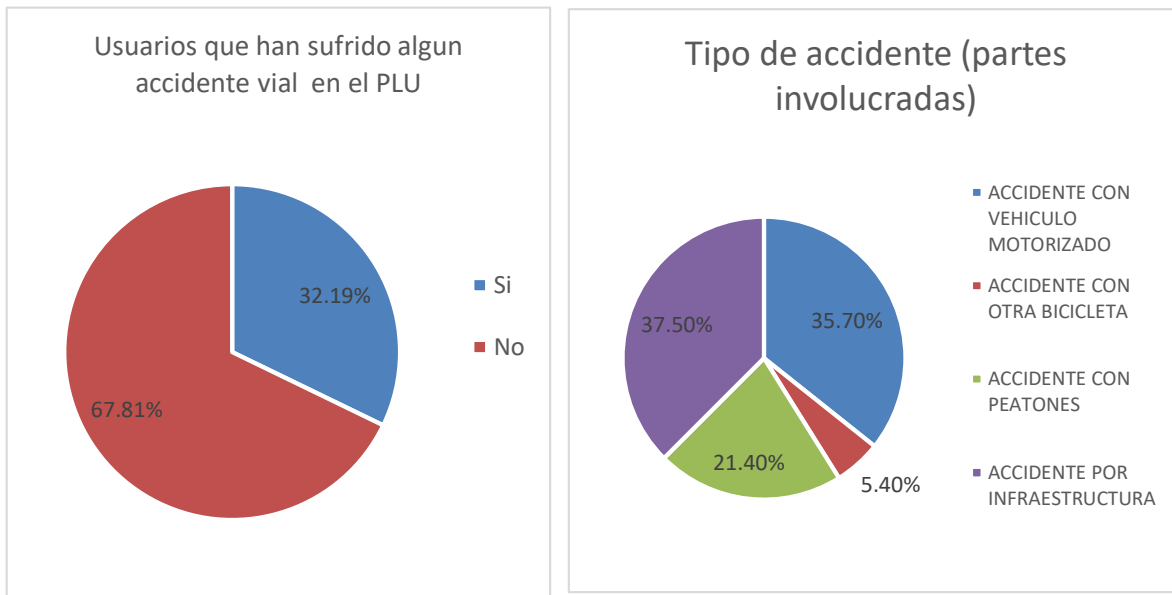


Ilustración 55. Malestar físico - Lesiones en los usuarios.  
Fuente: Propia de la investigación (2020)

De la población que si ha presentado algún tipo de molestia se les cuestiono que tipo de malestar es el que han presentado y se obtuvo que el 60.53% presentan molestias musculares (esguince, desgarre, tirón), 31.58% ha presentado molestias del sistema respiratorio y el 7.89% Daño en el sistema óseo (dislocación de hueso, fisura o fractura). Seguramente este tipo de malestares se podrían reducir, si al usuario se le educara en temas como, técnica de pedaleo, utilizar adecuadamente el equipo de protección y respetar los límites de velocidad y las zonas de circulación donde debe circular.

En relación a los accidentes de tránsito que han sufrido los usuarios, sobre el Parque Lineal Universitario se logró obtener la siguiente información. 67.81% de los usuarios no ha sufrido ningún incidente vial, en tanto el 32.19% si se han visto involucrados en algún tipo de accidente de tránsito.

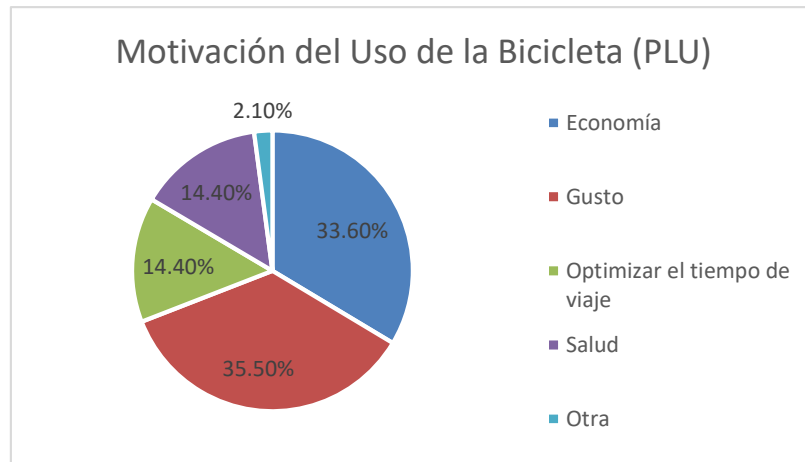


*Ilustración 56. Accidentes en el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

El 35.7% tuvo un accidente con un vehículo motorizado, el 35.5% sufrió accidente por las condiciones físicas, geométricas y de mantenimiento de la infraestructura, en tanto 21.4%, tuvo accidente con peatones y el 5.4% con otro ciclista.

Recordemos que un accidente de tránsito se define como aquella colisión no deseada con cierta intensidad en cierto sitio y momento determinado que puede ocurrir entre 2 o más vehículos (motorizados o no motorizados), peatones o infraestructura física. También puede ser definido como un evento repentino fortuito y azaroso. (Ricárdez, 2000).

Respecto a que es lo que motivo a utilizar la bicicleta como medio de transporte a los usuarios del Parque Lineal Universitario respondieron. 35.50% la utiliza por gusto, 33.60% aprovecha emplearlo por economía, vale la pena señalar que los usuarios reportaron un ahorro económico de \$70 pesos a \$350 semanalmente y el 14.40% la emplea para optimizar el tiempo de viaje, 14.40% por salud y 2.1% otras causas



*Ilustración 57. Motivación en el uso de la bicicleta.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

Es importante señalar que justo como lo señala el Banco Mundial Internacional existen 4 tipos de usuarios para la bicicleta. (Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad, 2017, pág. 60).

1. Usuario por Obligación, (sin automóvil, sin acceso al transporte público y rutas de transporte publico poco accesibles a su economía).
2. Usuario por recreación, (lo realiza por salud, esparcimiento, liberar estrés urbano)
3. Usuario por decisión propia, (Ahorro económico, Ahorro en tiempo, Cohesión social, Conciencia social para desincentivar la motorización).
4. Usuarios potenciales, (Mayor grado de estudios, Afectado desde edades tempranas por los grandes problemas de movilidad urbana y segmentos de población de menor edad).

Con el estudio realizado corroboramos esta clasificación de la cual están presentes los cuatro tipos de perfil del usuario que interactúan cotidianamente en el Parque Lineal Universitario.

### 3.4.2 Generalidades en los viajes del Parque Lineal Universitario.

Partamos que viajar se interpreta como aquel desplazamiento material de las personas y sus bienes, entre lugares que requieren superar una distancia física en el territorio.

Esto pone de manifiesto que, para el presente estudio, se intentó rescatar la información recolectada en la encuesta de O-D realizadas a los usuarios y a los aforos que se realizaron sobre la vialidad y que permitieran identificar el índice de satisfacción del usuario, así como las motivaciones para transitar sobre este tipo de corredor como se describe a continuación.

De acuerdo a la encuesta Origen - Destino realizada para los usuarios del Parque Lineal Universitario, logro obtener que la mayoría de los viajes se originaban con las siguientes principales líneas de deseo.

Línea de Deseo de Viaje	Origen	Destino	Generadores de Viaje
1	Centro Histórico	Huexotitla	-Catedral -Carolino -Mercado del Carmen Plaza Dorada
2	Barrios del centro histórico: Santiago, El Carmen, , Analco	Plaza Dorada Ciudad Universitaria Jardines de San Manuel	Zona comercial del Carmen -Colegio Benavente -ISSSTE, -ISSSTEP
3	Volcanes, La Paz,	Col el mirador	Facultad de Medicina Plaza Dorada Comercios de la 31 oriente. Parque Ecológico
4	Loma Linda, Col. Universidades San Baltazar, Sn Manuel	Xonaca, Xanenetla, el Refugio, Humbold	Centro Histórico Ciudad Universitaria Facultad de Lenguas

Al estar ubicado el parque lineal universitario en la zona metropolitana de Puebla Tlaxcala, llega a tener usuarios, aunque en menor grado de poblaciones como: San Andrés Cholula, Momoxpan, San Francisco Teotimehuacan y Chachapa.

Partiendo de datos recolectados por la Asociación Mexicana del Transporte y Movilidad en Puebla en 2017, donde cita que en la ciudad de Puebla se realizan alrededor de 67mil viajes diarios lo equivalente al 1.88% de la movilidad urbana y de lo cual se sabe que en 50% de los hogares poblanos no cuentan con una bicicleta, 30% cuentan con una y en el 20% tienen 2 o más bicicletas.

Resultado oportuno preguntar a los encuestados que tipo de bicicleta emplean, para realizar sus traslados, en el entendido que desde hace casi 3 años se tiene en la ciudad de Puebla el servicio de bicis públicas de la empresa UrbanBICI Bike Sharing, que ofrece una cobertura de 17.5 km a la redonda del centro histórico, con un total de 72 cicloestaciones y 1100 bicicletas públicas, lo cual significa que tiene la capacidad de atender a 25000 potenciales usuarios. (UrbanBici Bike Sharing, 2020).

Relativo a lo anterior se pudo obtener lo siguiente 82.1% de los usuarios realizan sus viajes en bicicletas privadas o propia, 4.1% lo realizan en bicicletas públicas y el 13.7% realizan sus viajes utilizando ambas modalidades.

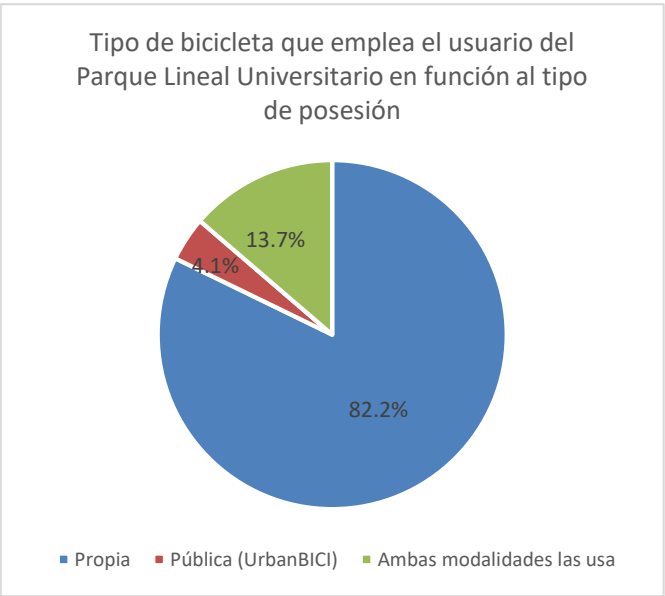


Ilustración 58. Tipo de Bicicleta que emplea el usuario.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)

De acuerdo a que finalidad tiene al realizar sus viajes en bicicleta los usuarios comentaron lo siguiente.

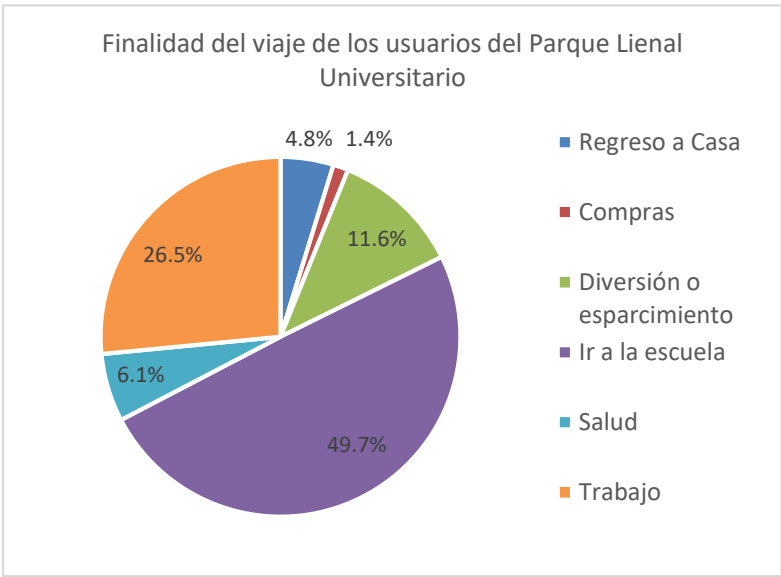


Ilustración 59. Finalidad del viaje de los usuarios.  
Fuente: Propia de la Investigación

49.7% de los usuarios lo realizan para ir a la escuela, 26.5% para ir al trabajo, 11.6% por diversión o esparcimiento, 6.1 por salud, 4.8% regreso a casa y 1.4% compras.

Relativo a con qué frecuencia utiliza la infraestructura del Parque Lineal Universitario, para realizar sus viajes respondieron lo siguiente.

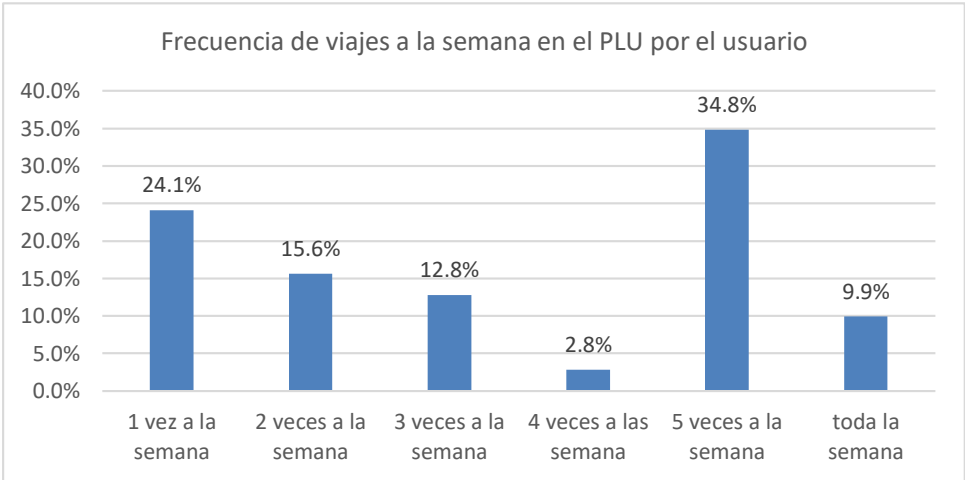
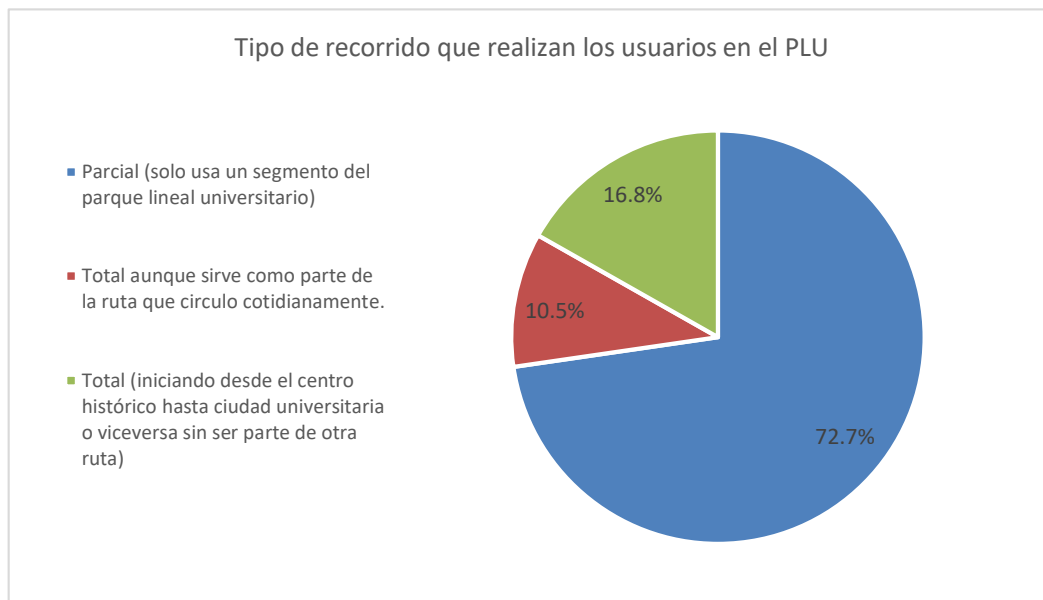


Ilustración 60. Frecuencia de Viajes.  
Fuente: Propia de la Investigación.

34.8% la utilizan los 5 días laborales de la semana y el 15.6% de los usuarios la emplean 2 veces a la semana y solo el 2.8% la ocupan 4 veces a la semana.

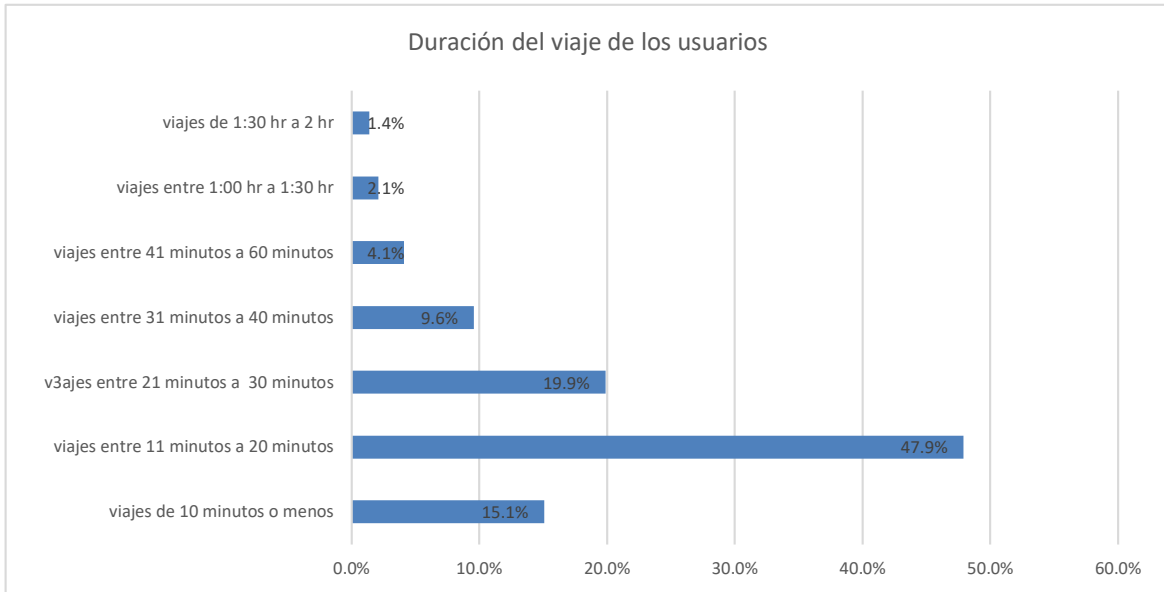
Por lo que respecta al tipo de recorrido que realizan los usuarios sobre la infraestructura ciclista, se cuestionó si su recorrido era total o parcial del circuito a lo que respondieron.



*Ilustración 61. Tipo de recorrido en el PLU.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

Como puede apreciarse el 72.7%, utiliza este corredor de forma parcial es decir se incorporan en diferentes nodos y la emplean para llegar a sus diversos destinos. En tanto 16.8%, si recorren la totalidad de la vía pero no es lo único que recorren sino que hay otras vías que tendrán que circular para completar su viaje y por ultimo solo el 10.5% utilizan la totalidad del circuito para realizar sus viajes.

Respecto a la duración del viaje en bicicleta, recomiendan los expertos en la materia que no excedan de más de 30 a 40 minutos, para que realmente sea una experiencia grata y satisfactoria, considerando que en promedio la velocidad de marcha es de 15km/h, para el presente estudio se obtuvieron los siguientes tiempos en la duración del viaje.



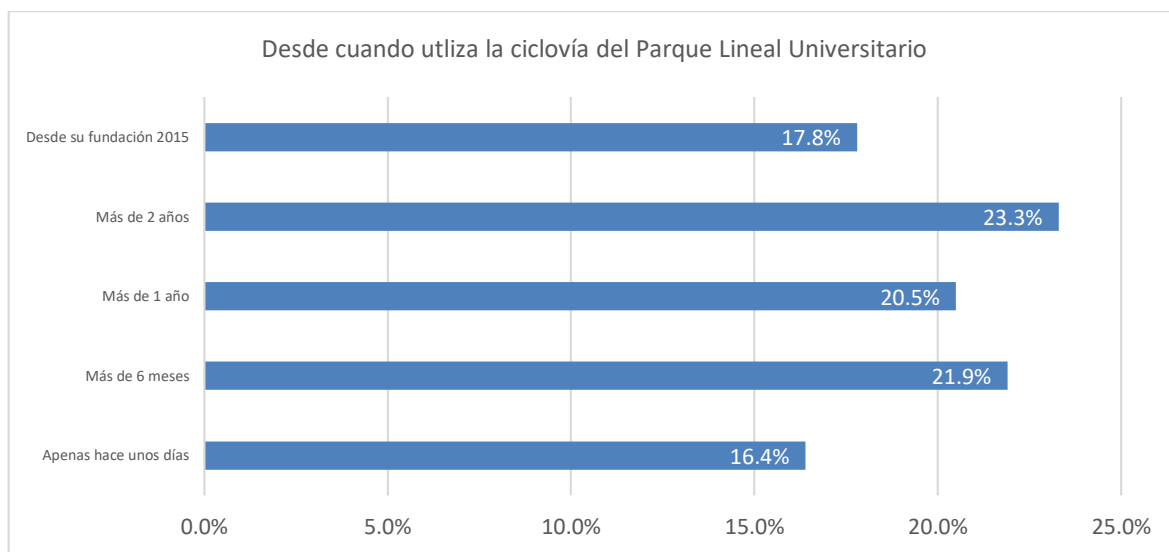
*Ilustración 62. Duración del viaje.  
Fuente: Propia de la investigación (2020)*

Como se puede observar 47.9% su viaje dura máximo 20 minutos lo que hace suponer que sus recorridos oscilan entre los 5 km de distancia. En seguida están los que recorren entre 21 y 30 minutos, que podría interpretarse realizan un recorrido de 7.5 km de distancia y en tercer lugar los usuarios que hacen viajes no mayores a 10 minutos de tiempo, es decir los que recorren distancias no superiores a 2.5 km aproximadamente. El restante 17.1% se entiende realizan viajes por arriba de la media hora de viajes y a distancias de mayores de 8 km.

### **3.4.3 La percepción de la infraestructura ciclista narrada por el usuario.**

Como ya se ha mencionado con anterioridad en otro apartado de este trabajo, el Parque Lineal Universitario fue inaugurado en septiembre de 2015, desde esa época hasta la fecha se ha convertido en un referente de las primeras infraestructuras ciclistas realizadas en el municipio. Lo cual ha generado en la sociedad un sinnúmero de opiniones al respecto de este tipo de obras, por este motivo que mejor que los usuarios primarios (ciclistas) para describir lo que perciben respecto a su infraestructura cuando la transitan durante sus viajes.

El primer cuestionamiento que se realizó a los ciclistas fue, desde cuando hace uso de este corredor ciclista, por lo que se obtuvo lo siguiente.

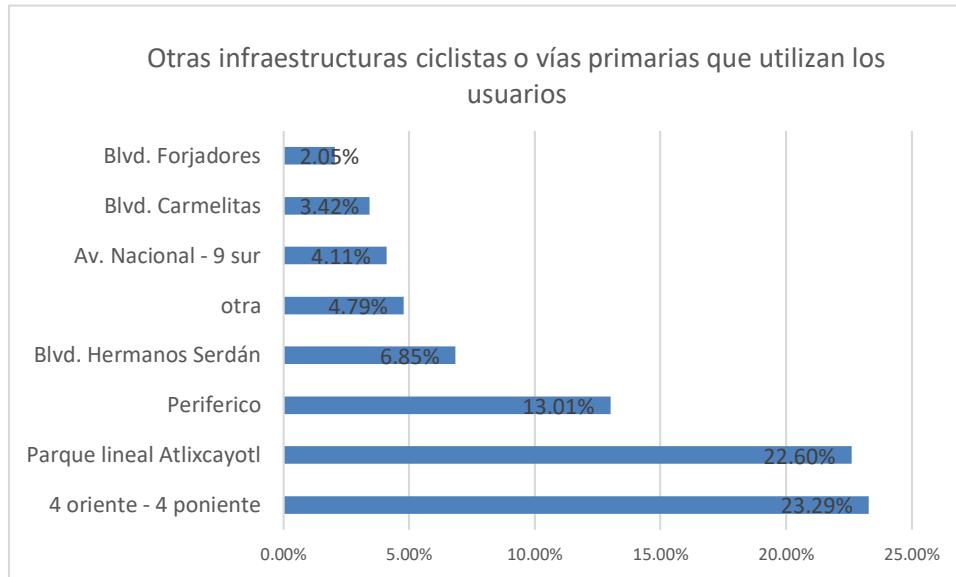


*Ilustración 63. ¿Desde cuándo utiliza el Parque Lineal Universitario?  
Fuente: Propia de la Investigación. (2020)*

El 17.8% la utilizan desde su fundación en 2015, en tanto, el 23.3% la recorren desde hace 2 años, el 20.5% la emplean hace más de un año, el 21.9% con más de 6 meses y el 16.4% la ha empezado a utilizar en los últimos días.

Con estos datos se puede percibir que es una infraestructura que capta las diversas necesidades de movilidad en la localidad y que está ubicada estratégicamente, lo cual ha permitido dar servicio a diferentes tipos de usuarios desde su creación y hasta la fecha y por este motivo está considerada entre una de las principales infraestructuras ciclistas del municipio.

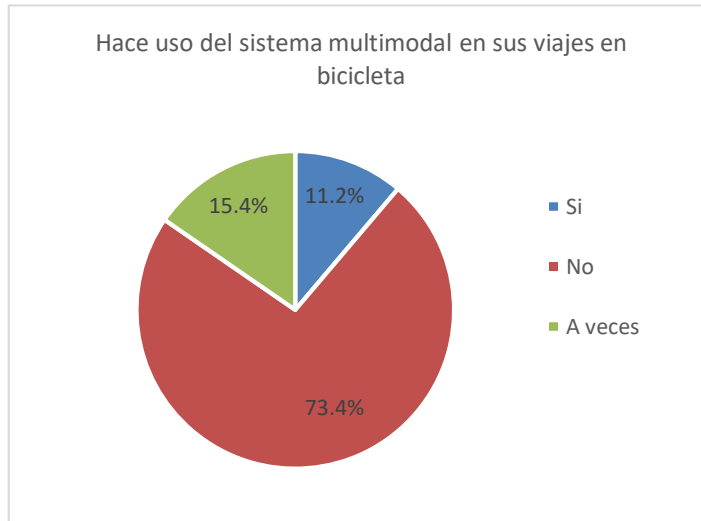
En otro orden de ideas, se cuestionó a los usuarios que otras infraestructuras ciclistas utiliza cotidianamente al realizar sus viajes y de esta forma poder valorar el concepto de conectividad.



*Ilustración 64. Otras ciclovías que utilizan los usuarios.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

Como puede observarse las ciclovías que más emplean los usuarios son: La ciclovía de la 4 oriente – 4 poniente, ubicada en el centro histórico, en segundo lugar, destaca el parque lineal Atlixcáyotl, seguido por la ciclovía del Periférico y la ciclovía elevada del Blvd. Hermanos Serdán, algo importante es que los usuarios hacen alusión en quinto lugar a vialidades primarias que también emplean cotidianamente como la av. 25 poniente - oriente, 31 oriente – poniente, carriles del sistema RUTA sobre la 11 sur – norte y Boulevard Valsequillo, además de las otras ciclovías como la Av. Nacional y 9 sur, Carmelitas y Forjadores.

La idea de la integración de diversas modalidades de sistemas de transporte, (caminatas, bicicletas, paraderos de Transporte Publico y BRT) es uno de los retos a los que se enfrentan actualmente las planeadores en movilidad. En Puebla se estan dando los primeros pasos desde hace algunos años, por lo que se cuestiono a los usuarios del parque lineal universitario, si ellos hace uso de este tipo de sistema multimodal y se obtuvo lo siguiente.

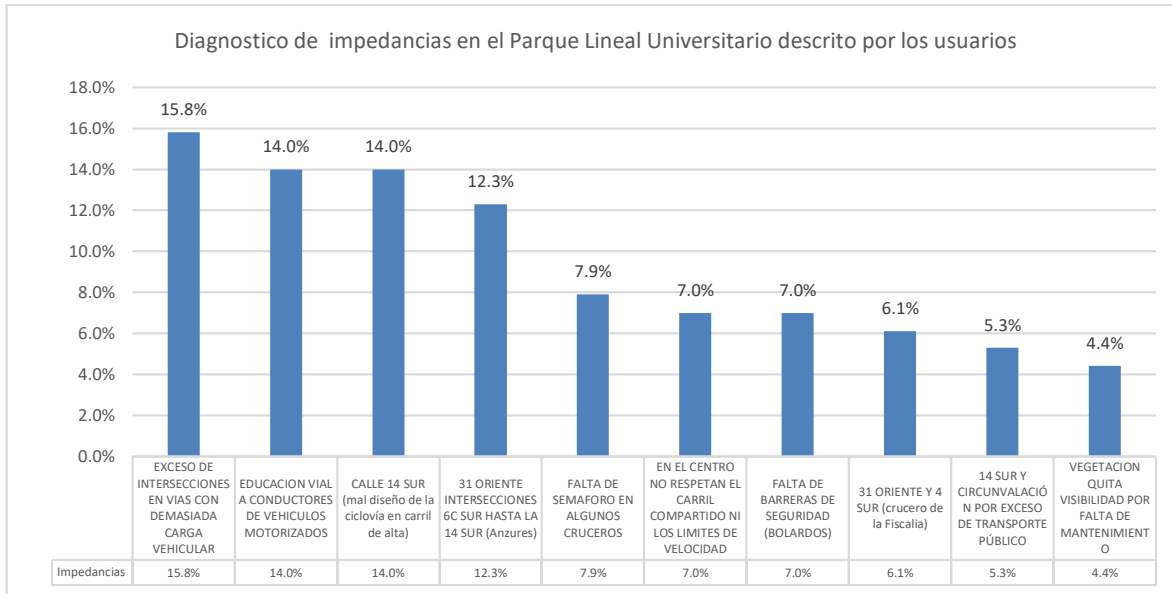


*Ilustración 65. Uso del sistema multimodal.  
Fuente: Propia de la investigación (2020)*

73.3% de los usuarios no realizan ningún cambio de sistema de movilidad, 11.2% si lo realizan sobre todo aquellos que recorren más de 15 km de distancia en bicicleta. Y por último un 15.4% que en algunas ocasiones han realizado esta integración de transportes.

Otro de los aspectos que se les cuestionó a los usuarios fue cuales eran las principales impedancias que identificaba en sus viajes ocasionadas por la infraestructura o conductas de los usuarios en el parque lineal universitario, a lo que respondieron lo siguiente.

El principal problema que perciben los usuarios son el exceso de intersecciones en vías principales por las que está diseñado el Parque Lineal Universitario (15.8%), un segundo factor que ocasiona impedancias es la poca educación vial que existe en el entorno al no respetar el paso del ciclista sobre todo en zonas de carril compartido (14%), Los usuarios hacen una crítica fuerte al diseño de la ciclovía instalada en el carril de extrema izquierda sobre toda la 14 sur y la perciben como un factor de inseguridad aparte de impedancia por el exceso de transporte público que circula sobre esta vialidad. (14%).



*Ilustración 66. Principales impedancias en el PLU.  
Fuente: Propia de la investigación (2020)*

La existencia de cruceiros con poca o nula señalética que permita dar preferencia a peatones y ciclistas, particularmente en la vía ciclista de la 31 oriente, donde no hay semáforos y existe vuelta continua en ambos sentidos, (12.3%).

Falta de equipamiento urbano para pacificar el tránsito local de la vía, el cruceiro de la 31 oriente y esquina de la 4 sur o conocido como el de la Fiscalía se percibe la necesidad de colocar semáforo para peatones y ciclistas, (12.3%).

Los usuarios también hacen un énfasis en el poco mantenimiento que tiene la infraestructura y los problemas que conlleva, por ejemplo, el mal estado de los reductores trapezoidales o inclusive la ausencia de los mismos que son dañados por los vehículos motorizados, principalmente el transporte público y de carga y la poca visibilidad que ocasiona la vegetación cuando no se le da el mantenimiento pertinente.

A continuación, se presentan los resultados de la opinión de los usuarios respecto a la percepción de seguridad vial que les ofrece la infraestructura ciclista donde se obtuvo lo siguiente.

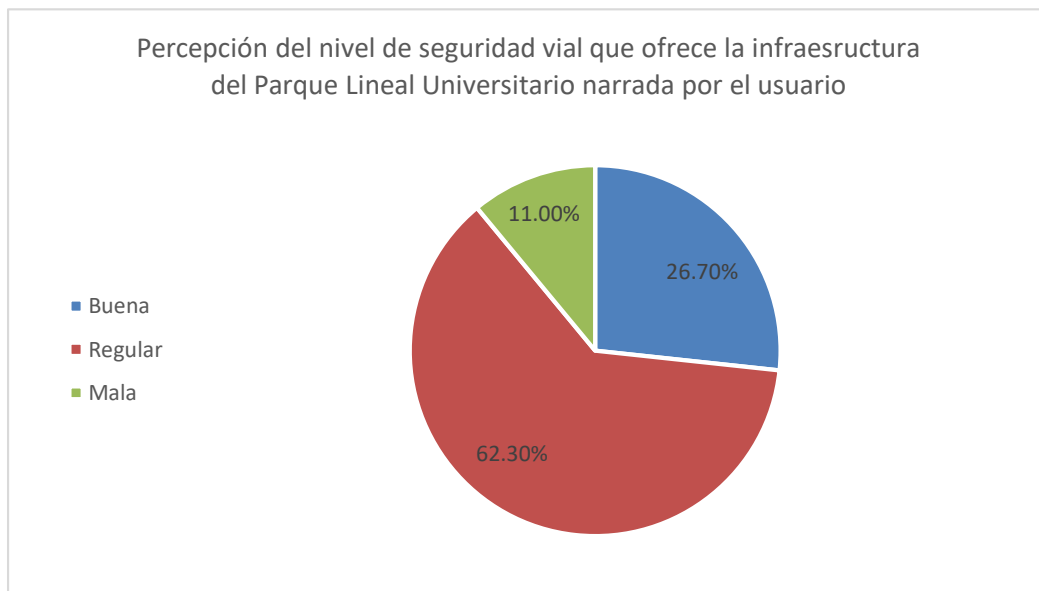


Ilustración 67. Percepción de seguridad vial.  
Fuente: Propia de la Investigación.

62.30% consideran que es regular, 26.7 dicen que es buena y solo el 11% comenta que es bueno.

Por ultimo y no menos importante se logró documentar la opinión de los usuarios respecto a la percepción de la seguridad pública que perciben durante su recorrido.

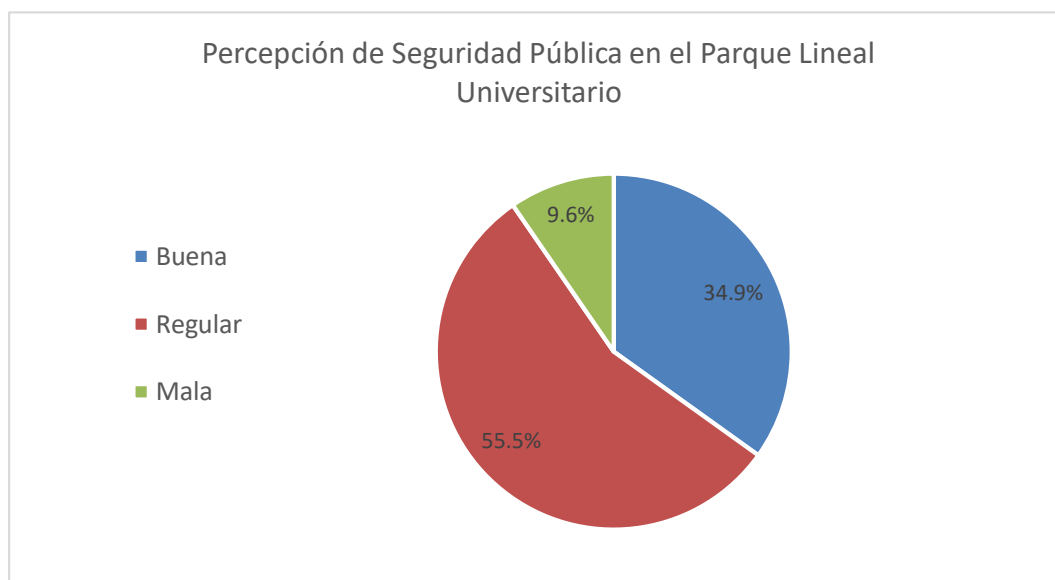


Ilustración 68. Percepción de Seguridad en el Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación.

A lo que se obtuvo el 55.5% de los usuarios considera regular el servicio de la seguridad pública que se tiene durante su viaje, el 34.9% menciona que es buena y solo el 9.6% menciona que es mala. Los usuarios hacen énfasis en que falta mejorar la luminaria a lo largo del circuito y que hay nula presencia de policías agentes viales para resguardar la seguridad de los usuarios, además que cada vez se notan mas huellas de la delincuencia en la infraestructura de la ciclovía y en sus puentes. Rayones de pintura, robo de luminaria en los puentes y ausencia de cámaras de vigilancia en puntos de mayor vulnerabilidad.

### **3.5 Cartografía Temática del Parque Lineal Universitario a partir de las experiencias de los usuarios.**

Se considera cartografía a la ciencia, técnica y arte de hacer mapas y al estudio de estos como documentos científicos sin embargo para la Asociación Internacional de Cartografía (ICA), define que es la disciplina que trata sobre la concepción, producción difusión y estudio de los mapas.

En tanto se deberá entender por mapa...

“Al documento de información gráfica relativa a toda o una parte de la superficie real o ideal, que contiene información, seleccionada, generalizada, organizada y simbolizada sobre una cierta distribución espacial de un área grande; usualmente, la superficie terrestre y se presenta en escalas relativamente reducidas con referencia a un sistema de coordenadas universal.

Para e caso del presente proyecto se generó la cartografía en el sistema de referencia WGS84, por su condición de ser un sistema de referencia internacional y de los más utilizados en temas de movilidad terrestre, aérea o marítima.

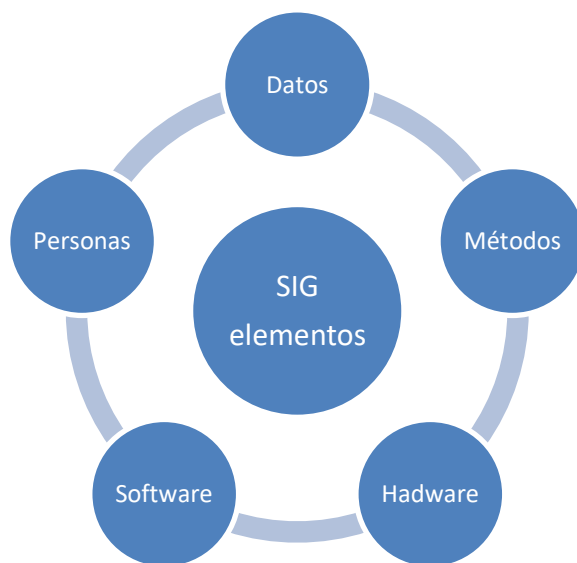
Para el presente proyecto se decidió realizar mapas temáticos alusivos al problema, abordando los siguientes tópicos.

- 1) Mapa de localización y uso del suelo del Parque Lineal Universitario
- 2) Mapa de seguridad vial en el Parque Lineal Universitario
- 3) Mapa de la red de infraestructura ciclista en el Municipio de Puebla
- 4) Mapa de conectividad del Parque Lineal Universitario
- 5) Mapa de Origen Destino de los usuarios del Parque Lineal Universitario.

Para poder elaborar estos productos cartográficos, se utilizó la ayuda de los SIG, como una de las tecnologías informáticas geográficas que nos permiten, organizar, analizar e interpretar datos de algún problema en específico.

Peña, define como “Sistemas de Información” la unión de la información y herramientas informáticas (programas o software) para su análisis con unos objetivos concretos donde se asume que la información es espacialmente explícita, respecto a su posición en el espacio. (Peña J, 2006, pág. 3).

Es importante señalar que los SIG se basan en cinco elementos para su funcionalidad y los cuales van interrelacionados como a continuación se muestra.



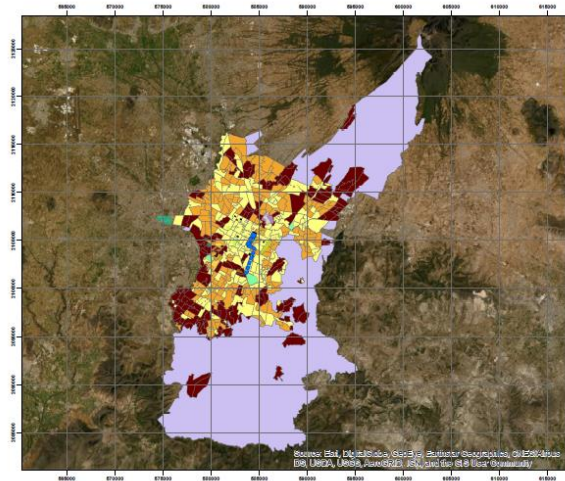
*Ilustración 69. Elementos que componen a un SIG.  
Fuente: Olaya, 2017.*

Y serán los datos los que alimentan principalmente al SIG, sin embargo, gracias al personal calificado en su manejo y a una poderosa arquitectura del sistema computacional, es como se logra manipular las geodatabase para convertirlas en información de salida, que permita modelar, posibles soluciones del problema que se esté abordando.

El primer producto cartográfico que se generó para este trabajo, fue el mapa de localización y asociación espacial entre el Parque Lineal Universitario y el uso del suelo en el que está asentado.

La información se obtuvo gracias al uso de las AGEB de localidades urbanas del INEGI (2015), con la finalidad de identificar la distribución del nivel socioeconómico en la población, también se hizo uso de las imágenes satelitales de la plataforma Geo-Eye, en colaboración con el servicio geológico de los Estados Unidos (USGS), para emplearlo como mapa base y poder digitalizar algunos rasgos relevantes en el entorno e identificar los principales generadores de viaje.

Parque Lineal Universitario - Localización - Uso del Suelo



1:300,000

**Legenda**

- Parque Lineal Universitario
- Parques y Jardines (PJ)
- Uso de Suelo Comercial (C)
- Uso de Suelo Educativo (E)
- Uso de Suelo Centro Histórico - Cultura (CHC)
- Uso de Suelo Salud y Asistencia (SA)
- COV<sub>2</sub>
- 10442 - 10608
- 10609 - 10775
- 10776 - 11022

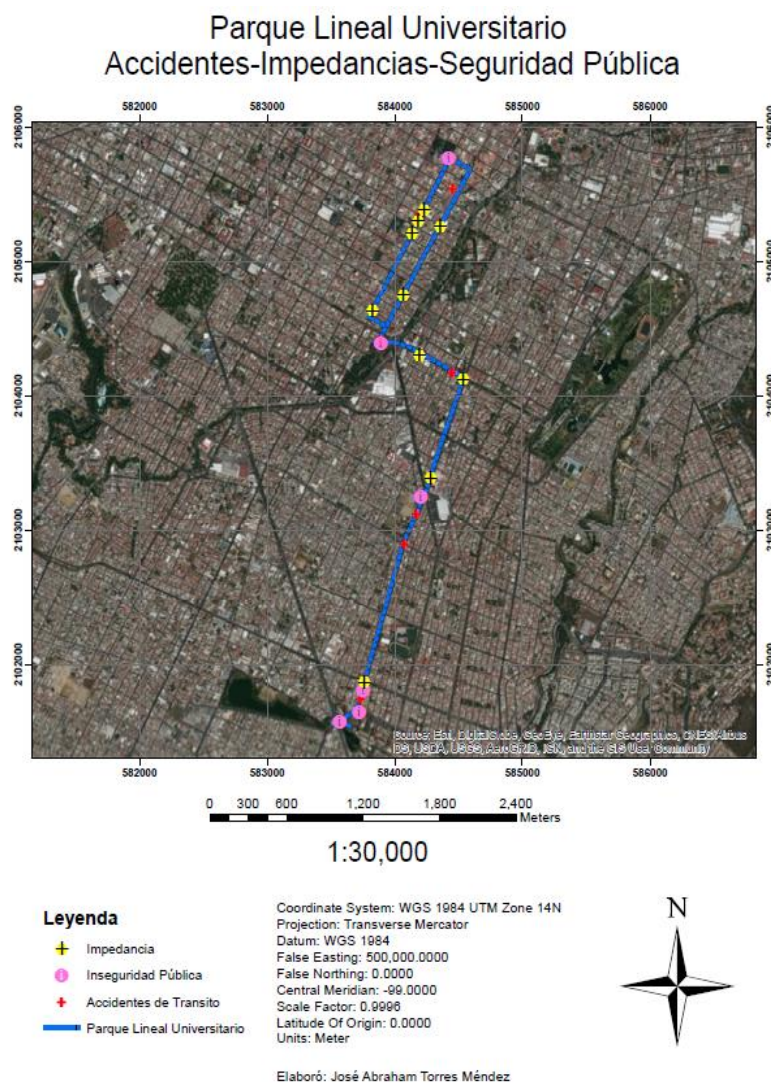
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 14N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 False Easting: 500,000.0000  
 False Northing: 0.0000  
 Central Meridian: -99.0000  
 Scale Factor: 0.9996  
 Latitude Of Origin: 0.0000  
 Units: Meter



Elaboró: José Abraham Torres Méndez

*Ilustración 70. Mapa de Localización - uso del suelo.  
 Fuente: Propia de la Investigación (2020).*

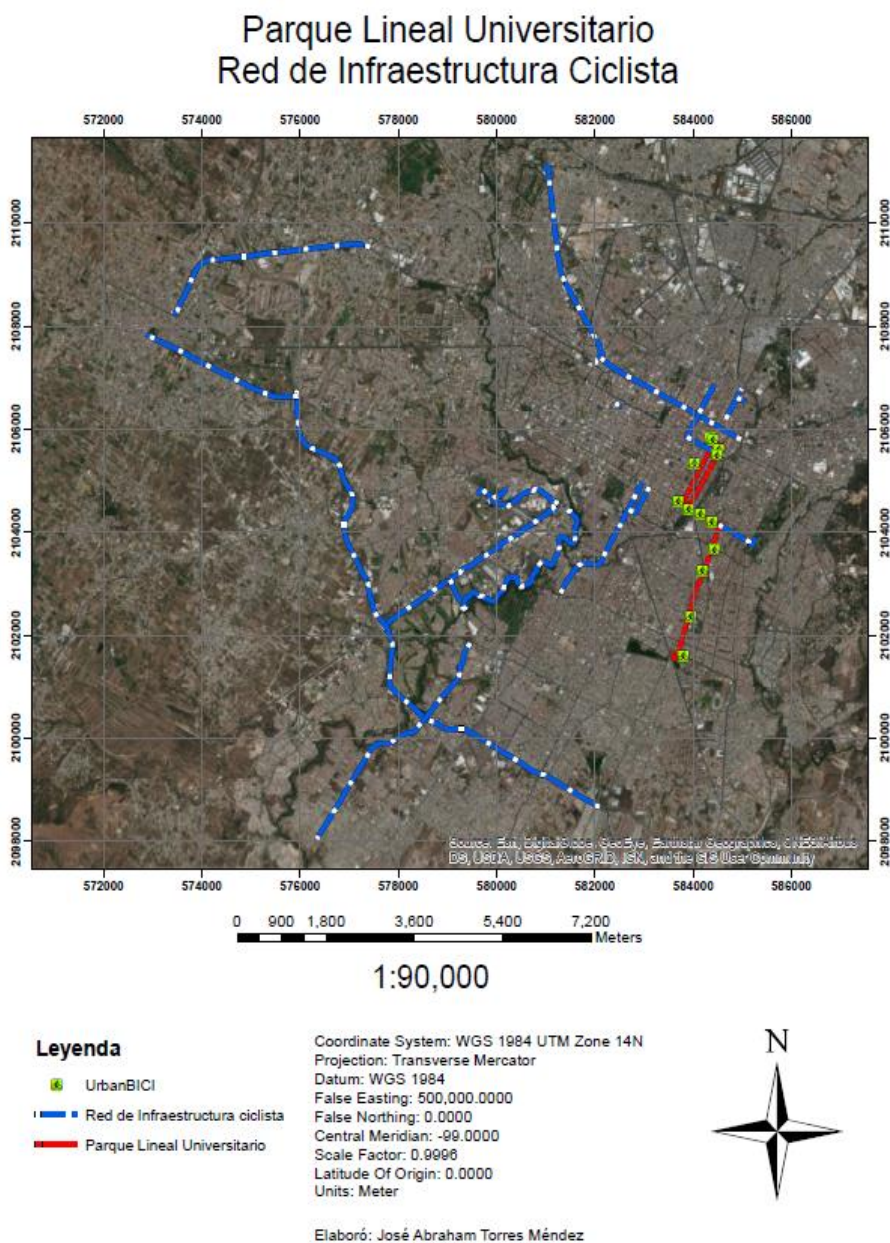
El segundo mapa que se genero fue el relativo a la percepción de la seguridad pública y vial, se modelo gracias a la información descrita por los usuarios respecto a sus experiencias de viaje, donde se representan espacialmente las zonas reportadas donde se suscitan con mayor frecuencia accidentes viales, impedancias y por ultima la percepción de la mayor inseguridad en el corredor vial.



*Ilustración 71. Mapa de Accidentes-Impedancias-Seguridad Pública.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020)*

El siguiente mapa temático tuvo por interés, el poder modelar la red de infraestructura ciclista más importante del municipio de Puebla y zonas aledañas, con la finalidad de analizar la distribución espacial de la infraestructura y

comprender la complejidad de la misma, para después analizar el tema de conectividad, distribución, etc.



*Ilustración 72. Mapa: Red de infraestructura ciclista en el municipio de Puebla  
Fuente: Propia de la investigación.*

Este mapa permitió reconocer la infraestructura ciclista existente en la ciudad de Puebla y municipios aledaños, donde destacan las siguientes ciclovías.

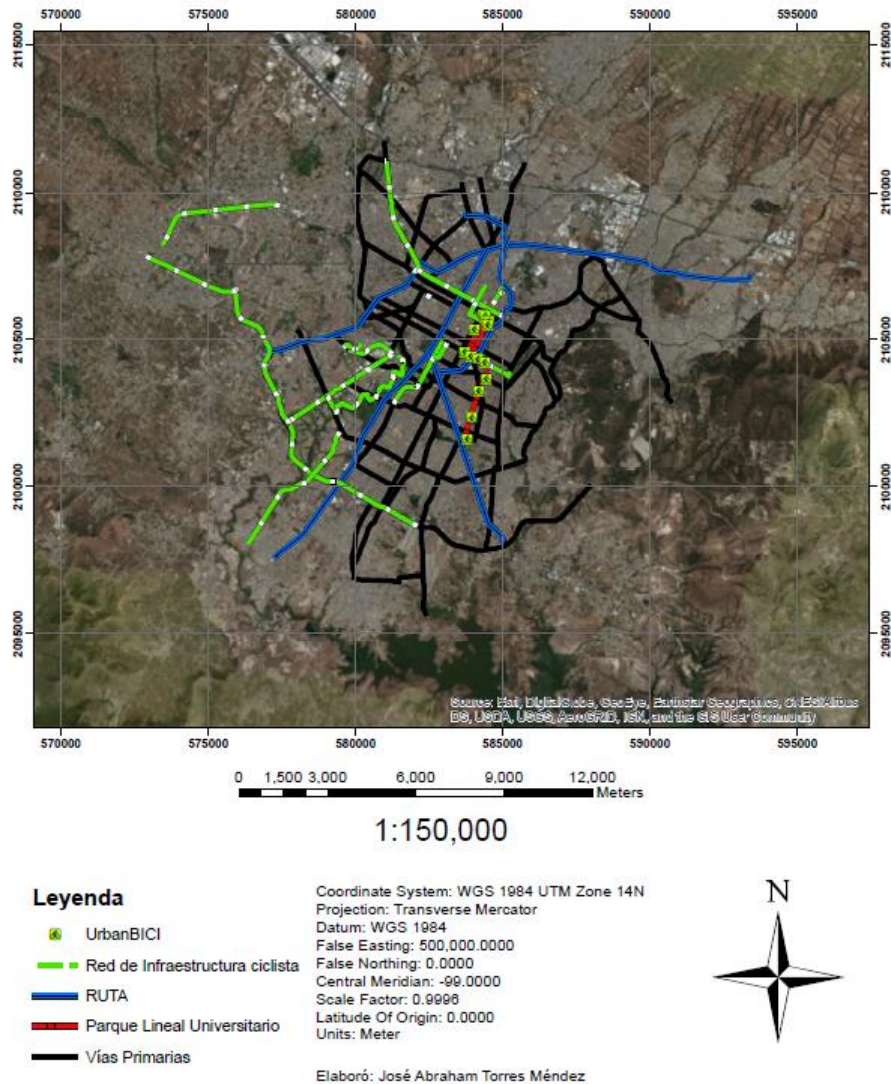
Red de Infraestructura ciclista	
Shape *	Name
Polyline	Ciclovía Parque Lineal Atlixcoytl
Polyline	Ciclovía Parque Lineal Universitario
Polyline	Ciclovía Periferico - Parque Lineal Atlixcoytl
Polyline	Ciclovía Periferico - Cholula
Polyline	Ciclovía Parque Rivereño Atoyac
Polyline	Ciclovía Blvd Carmelitas
Polyline	Ciclovía Boulevard Hermanos Serdan
Polyline	Ciclovía Forjadores
Polyline	Ciclovía Parque Ecologico
Polyline	Ciclovía UDLA-Portal Cholula
Polyline	Ciclovía 4 poniente - 4 oriente
Polyline	Ciclovía Av Nacional - Calle 9 sur
Polyline	Ciclovía 7 oriente - 7 poniente - 5 sur
Polyline	Ciclovía CCU
Polyline	Ciclovía Bicentenario
Polyline	Ciclovía Parque Paseo de Gigantes
Polyline	Ciclovía 7 sur y Blvd 43 poniente
Polyline	Ciclovía 2 sur
Polyline	Ciclovía Esteban de Antuñaño - Fabricas
Polyline	Ciclovía Estaban de Antuñaño - Constanca
Polyline	Ciclovía de la Av. de las Torres
Polyline	Ciclovía 16 oriente (incompleta)
Polyline	Ciclovía UPAEP

*Ilustración 73. Geodatabase de Infraestructura ciclista.  
Fuente: Propia de la investigación.*

Gracias a la creación de la Geodatabase se logró calcular una longitud aproximada de 64.7 km de ciclovías existente en la ciudad de Puebla y municipios aledaños como San Andrés Cholula y Momoxpan, este dato nos da una referencia de cómo ha evolucionado la política pública ante la inserción de este tipo de infraestructura y la oportunidad que tenemos los ciudadanos de aprovechar adecuadamente.

Por otro parte el mapa que a continuación se presenta se denomina mapa de conectividad, que intenta generar una representación espacial de los diversos modos de transporte inteligente que hoy cuenta el municipio de Puebla entre ellos; el sistema RUTA, infraestructura ciclista, una pequeña parte del sistema de bicicletas públicas biciURBAN además de las vías principales de la ciudad de Puebla, esto permite identificar las características geométricas y espaciales de la traza.

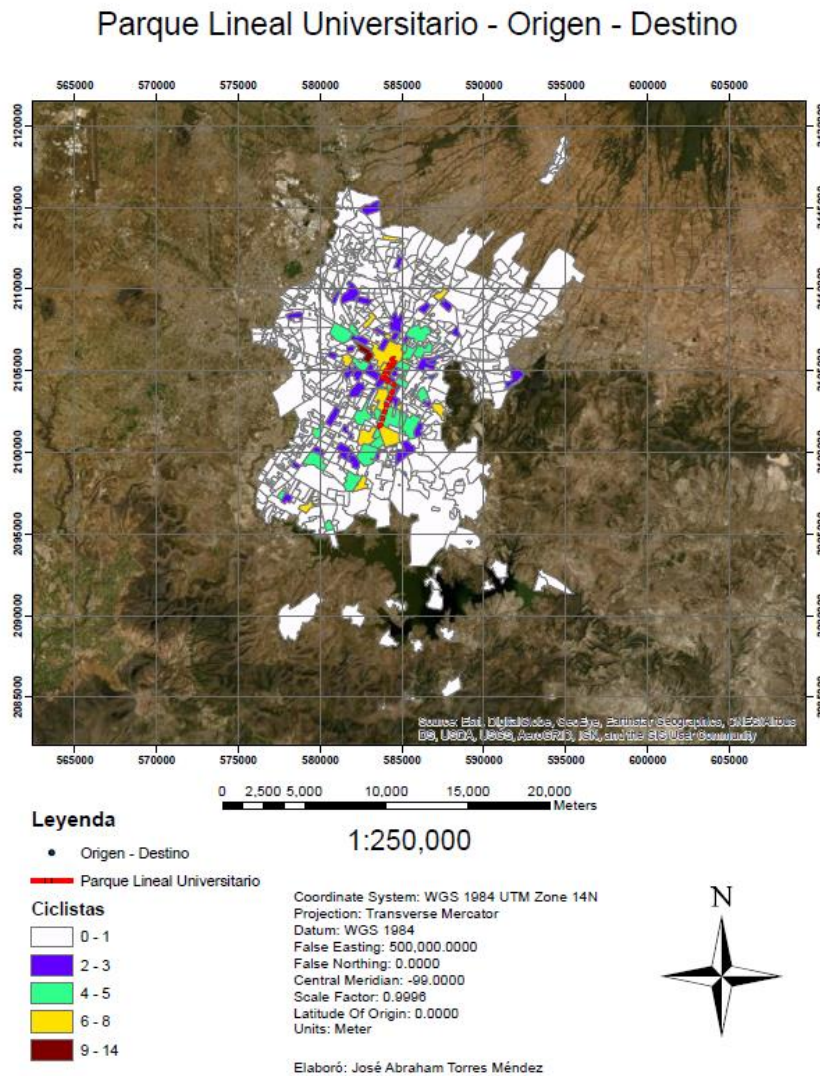
## Parque Lineal Universitario - Conectividad



*Ilustración 74. Mapa de Conectividad*  
 Fuente: Propia de la Investigación (2020).

Como puede apreciarse la red de conectividad que existe en el municipio está integrada por aproximadamente 47 km de la Red Urbana de Transporte Articulado, con sus 3 líneas activas, recorriendo diversas zonas de la metrópoli poblana de norte a sur y de oriente a poniente, respecto a la infraestructura ciclista se tiene 64 km los cuales se ubican en diversas zonas de ciudad, destacando un poco más su ubicación hacia el sur. Respecto al sistema de bicicletas publicas recordemos que se tiene 17.5 km<sup>2</sup> de cobertura periférica.

Toda vez que se realizaron la encuesta de Origen Destino a los usuarios y después de clasificarlas en una base de datos por colonia y número de viajes que se produjeron en cada una de ellas como muestra representativa, se logró generar el mapa denominado Origen-Destino de los usuarios del Parque Lineal Universitario.



*Ilustración 75. Mapa Origen-Destino de los usuarios.  
 Fuente: Propia de la Investigación (2020).*

Como puede observarse la mayoría de los usuarios se generan en colonias o barrios ubicados al centro de la ciudad o en la periferia del primer cuadro histórico, sin embargo, otra muestra representativa importante de usuarios está centrada al sur

de la ciudad, esta distribución nos ayudara para poder realizar propuestas de ampliación de la red de infraestructura ciclista en el municipio.

## **Conclusiones**

La movilidad como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, es compleja y al mismo tiempo, nos permite valorar la relevancia que tiene en la sociedad y más aún si partimos de los fenómenos que en últimos días nos ha tocado presenciar, por ejemplo: en mayo de 2019 nos tocó vivir la primera contingencia de la zona metropolitana de Puebla. Actualmente nos encontramos confinados en la campaña de #quedateencasa, originada por la pandemia del COVID-19, y lo que se nos avecina partir de la nueva normalidad, que básicamente se refiera en palabras dichas por los expertos en saber cómo desplazarnos en el espacio público y promover el cuidado de nuestra salud física y emocional.

Es por este motivo, que me permito asegurar que esta disciplina seguirá consolidándose ante la pertinencia que el mundo actual le demanda, sin embargo, para poder atender estos llamados, me queda claro que es necesario formarse con una base teórico metodológica que permita tener criterios científicos para la toma de decisiones de forma objetiva y con una visión integral.

En el presente trabajo uno de los métodos que se utilizó a lo largo de esta investigación, fue el revalora la experiencia de viaje de los usuarios justo como lo cita la hipótesis de investigación del presente trabajo y poder aprovechar este conocimiento para poder generar propuestas de mejora en el servicio de este tipo de infraestructura.

Por este motivo a continuación se muestran las propuestas de mejora en el proyecto a partir de las recomendaciones de lo que establecen organismos como el ITDP y el ayuntamiento de Puebla desde la secretaria de movilidad centrados en la Norma

Técnica de Diseño e Imagen Urbana del municipio de Puebla como a continuación se señala.

Si evaluamos el nivel de servicio con el que fue calificada el parque lineal universitario nos daremos cuenta a partir de los datos presentados que la evaluación considera una calificación de: Regular.

Por lo que se sugiere se realicen las siguientes propuestas de mejora.

### **1. Propuestas de mejora en la Seguridad Vial**

- Mejorar en el diseño del ancho de carril a lo largo de la ciclovía al no cumplir con la especificación técnica en la materia al tener físicamente solo 1.20 m en la gran mayoría del trayecto, lo cual pone en riesgo a los usuarios.
- Reubicar la ciclovía en su tramo de la 14 sur en su extrema derecha como corresponde de acuerdo a la norma técnica.
- Instalar semáforos para peatones y ciclistas, en el cruce de la 31 oriente esquina 4 sur y en el cruce de la 31 oriente y 14 sur.
- Reinstalar barreras de seguridad en las calles donde se han quitado reductores de tipo trapezoidal por mal uso del transporte motorizado.
- Hacer campañas continuas de educación vial a la sociedad en su conjunto, al igual a conductores de vehículos motorizados, como a ciclistas y peatones para una mejor convivencia del espacio público, es aquí donde considero que la universidad tiene una gran responsabilidad en colaborar con talleres, campañas, paseos, publicaciones para poder difundir este tipo de acciones.

### **2. Propuestas de mejoras para que sea Directa**

En este apartado se presenta la propuesta obtenida respecto a los datos modelados en el SIG y donde surgen 5 propuestas de nuevas ciclovías o corredores ciclistas que se podrían ir cumpliendo en función a la demanda de los usuarios y a las políticas del municipio para seguir fomentando este tipo de movilidad, las propuestas son:

FID	Name	Longitud
0	Ciclovía Circuito Juan Pablo II	4.35355
1	Ciclovía Av. 31 poniente - Av. 31 Oriente	3.749499
2	Ciclovía Prolongación de la 24 sur - Heroes	4.851908
3	Ciclovía - Cumulo de Virgo - Ciudad Universitaria	3.554857
4	Ciclovía 24 sur - Av Sn Claudio - Parque Ecologic	2.751836

Ilustración 76. Propuestas de nueva infraestructura ciclista que se conecta con el PLU.  
Fuente: Propia de la Investigación. (2020).

Se considero que estas propuestas son altamente viables y factibles en función a los viajes que se generar cotidianamente y que se pudieron representar en el mapa de origen destino y también considerando elementos como la traza urbana.

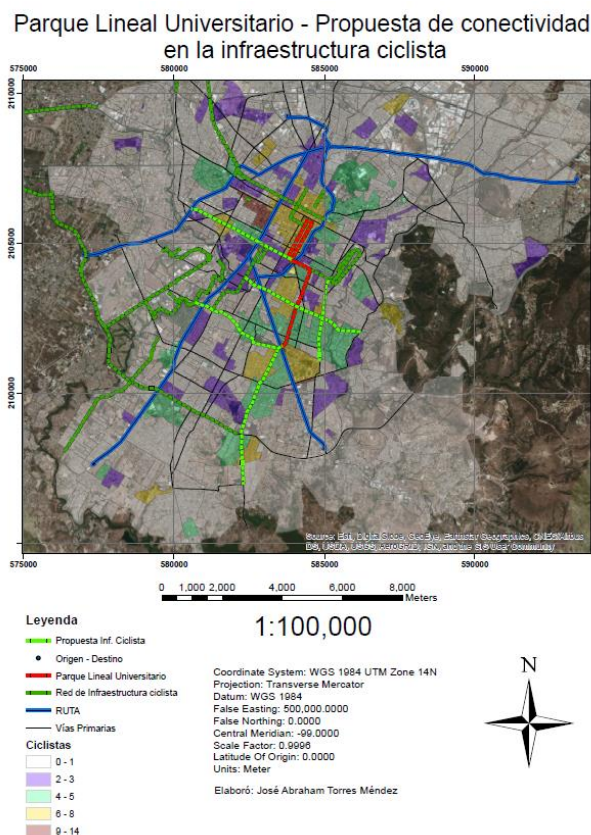


Ilustración 77. Mapa: Propuestas de conectividad del Parque Lineal Universitario.  
Fuente: Propia de la Investigación. (2020).

### **3. Propuesta de mejora para que sea Coherente**

Justo como puede apreciarse en el mapa anterior se percibe que conforme se vaya implementando el diseño y creación de cada una de las nuevas ciclovías, se ira mejorando la densificación de la red al tiempo que se mejorara en la conectividad y por ende generara rutas directas y más seguras, cuando se habla de coherencia se debe de aprovechar el espacio urbano, el equipamiento ya existente y que permita motivar al usuario a utilizarla por lo que consideramos que la propuesta anterior es viable.

### **4. Propuesta de mejora para que sea Cómoda**

El parque lineal universitario presenta varios problemas con respecto al confort, los usuarios hicieron varias recomendaciones a lo que sintetizando se puede expresar de la siguiente manera.

- Dar mantenimiento al cuidado de la vegetación la cual obstruye la visibilidad.
- Nivelar cruces con respecto a la superficie de rodamiento de la ciclovía al tener desniveles que producen impactos durante el viaje de forma continua sobre todo en la 2 y 4 sur.
- Colocar más luminarias, sobre todo en los puentes de forma que estén mejor iluminados ya que en la noche a parte de hacer más incomodo y peligroso el viaje, también lo hace más inseguro.
- Diseñar pasos peatonales de bajo de los puentes de la ciclovía para que esta no segregue al usuario que no puede por edad o condición física subir ese tipo de infraestructura.

### **5. Propuesta de mejora para que sea Atractiva**

- Se propone realizar viajes culturales sobre la el circuito del Parque Lineal Universitario, sobre todo en la parte que este asentado sobre el centro histórico.
- Generar actividades para reforestar jardines que se localizan sobre la ciclovía y asignarlos por parte del municipio a una empresa o a instituciones educativas (entre ellas la BUAP). Y dar una mejor visión al paisaje urbano.

-Hacer campañas de limpieza y mantenimiento a la infraestructura ciclista con la sociedad en general con apoyo de la autoridad municipal y estatal. Buscar la colaboración de las ORG, A.C. y clubs de ciclistas.

Por ultimo y no menos importante desde hace unos meses se ha considerado integrar un grupo de colaboración académica al interior de la Facultad de Ingeniería que funcione como Observatorio de Movilidad Sostenible (OMOS).



*Ilustración 78. Collage actividades que promueve el Observatorio de Movilidad Sustentable.  
Fuente: Propia de la Investigación (2020).*

El cual pretende como único fin el promover en estudiantes y docentes a realizar estudios sobre esta temática, para producción de tesis, artículos de producción académica, ponencias en congreso, impartición de talleres, entre otras actividades propias de la disciplina. Hasta la fecha han colaborado un total de 9 estudiantes realizando prácticas profesionales y servicio social y los cuales empiezan a interesarse de mayor forma al tema de la movilidad.

Con todo lo citado consideramos definitivamente que, si se cumplió la hipótesis de la investigación al retomar las experiencias del usuario y retomar los conceptos fundamentales propios de la ingeniería de tránsito y transporte, además en estos tiempos de pandemia la bicicleta después de su creación hace más de dos siglos sigue demostrando su pertinencia y viabilidad.

## Bibliografía

- Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad. (2017). *Origen y destino de la Movilidad. Guía práctica para la movilidad cotidiana*. Puebla: Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad - Capitulo Puebla.
- Buzai, B. (2015). Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica marco conceptual basado en la teoría de la geografía. *Revista Ciencias Espaciales No. 2* , 391.
- Buzai, G. (1992). *Anales de la Sociedad Argentina 19*. Buenos Aires: GAEA.
- Cal, C. (2018). *Ingeniería de Transito*. Cd. de México: Alfaomega.
- Canigual. (2016). *Ciudades colaborativas, Ciudades más humanas y sostenibles*. Barcelona: Diputación de Barcelona.
- Chuvienco, B. P. (2005). ¿Son las tecnologías de la información geográfica (TIG) parte del núcleo de la geografía? *Boletín de la A.G.E No. 40*, 35.
- Comisión Ambiental de la Megalopolis. (26 de Enero de 2020). *Comisión Ambiental de la Megalopolis*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/que-es-la-movilidad-sustentable?idiom=es>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. (2016). *Horizontes 2030, la igualdad en el centro del desarrollo sostenible*. Ciudad de México: ONU, CEPAL.
- Comisión Nacional de Vivienda - CONAVI. (2014). *Informe Anual de Vivienda*. Cd. de México: CONAVI.
- Delgado. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea* . Bogotá: Red de Estudios de espacio y Territorio, Universidad Nacional de Colombia.
- DRAE. (15 de Noviembre de 2019). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/mover?m=&e=>
- El Sol de Puebla. (14 de Mayo de 2019). *elsoldepuebla.com.mx*. Obtenido de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/vive-puebla-alerta-por-contingencia-ambiental-3618310.html>
- Fernández, R. (1998). *La ciudad verde. Manual de gestión ambiental urbana*. Mar de la Plata: CIAM Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Universidad Autónoma de la Plata.
- Focus info resource. (2007). Tecnologías de la Información Geográfica para el manejo de recursos naturales. *Focus*, 3.
- Gehl, J. (2006). *La humanización del espacio urbano*. Barcelona: Reverté.

- H. Ayuntamiento de Puebla, Instituto Municipal de Planeación. (2017). *Programa de Movilidad urbana sustentable*. Puebla: H. Ayuntamiento de Puebla.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla. (2017). *Código Reglamentario para el Municipio de Puebla*. Puebla: H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla. (2017). *Programa de Movilidad Urbana Sustentable para el Municipio de Puebla*. Puebla, Pue.: H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla.
- Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla. (2015). *Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana para el Municipio de Puebla*. Puebla: Honorable Ayuntamiento del Municipio de Puebla.
- Honorable Congreso del Estado de Puebla. (2018). *Ley de vialidad para el estado libre y soberano de Puebla*. Puebla.
- INEGI. (2019 de Agosto de 2019). *cuentame.inegi.org*. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/Pue/Poblacion/default.aspx?tema=ME>
- Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo - ITDP. (2014). *Hacia una estrategia nacional integral de movilidad urbana*. Cd. de México: ITDP.
- ITDP. (2011). *I. La movilidad en bicicleta como política pública*. Cd. de México: Ciclociudades.
- ITDP. (2011). *Infraestructura - Ciclociudades* (Vol. IV). Cd. de México: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo .
- ITDP. (20 de marzo de 2019). *Ciclociudades*. Obtenido de Perfil Ciclista: <http://ciclociudades.mx/perfil-ciclista/>
- Litman, T. (2003). Measuring Transportation: Traffic, Mobility, and Accessibility. *ITE Journal*, 28-32.
- Madrid A, O. L. (2013). *Análisis y Síntesis en Cartografía*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mc Nally, R. (2008). El enfoque basado en la actividad. 23.
- Milton, S. (1995). *De la totalidad al lugar*. Barcelona : Ediciones Oikos.
- Moreira, M. (2003). *¿Qué es la sociedad?* Quito: Biblioteca Virtual Universal.
- National Geographic. (30 de Enero de 2020). *Revista Nat Geo*. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/viaje-y-aventuras/2018/12/las-10-mejores-ciudades-que-puedes-visitar-en-bici>
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica* . Creative Commons Atribución.
- ONU. (2016). *HÁBITAT III - 19 Transporte y Movilidad*. Nueva York : ONU.

- ONU. (2016). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Quito, Ecuador: ONU-CEPAL.
- ONU. (2018). *Índice Básico de las Ciudades Prosperas*. Puebla, Pue.: ONU-INFONAVIT.
- ONU-HABITAT. (2013). *Planning and design for sustainable urban mobility*. New York: ONU.
- Organización de las Naciones Unidas . (2016). *LA Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Quito, Ecuador: CEPAL.
- Organización de las Naciones Unidas . (2018). *Índice básico de las ciudades prosperas*. PUEBLA, PUE.: ONU-HABITAT - INFONAVIT.
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Suiza: OMS.
- Peña J. (2006). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Alicante: Club Universitario.
- Ricárdez, C. (2000). *La propensión a los accidentes de tránsito en municipios urbanos de México. Investigaciones Geograficas, UNAM*.
- Sartori. (2006). *Diseño de encuestas de preferencia declaradas para la estimación de valor de tiempo y el pronóstico de servicios de transporte urbano de pasajeros. Memoria de la Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política, Universidad Nacional de Salta, 7-9*.
- SECRETARÍA DE GOBIERNO DE MÉXICO, SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO TERRITORIAL Y URBANO - CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN - INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. . (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. Cd. de México: SEGOB- SEDATU - CONAPO - INEGI .
- SEDUVI. (marzo de 2019). *Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de [www.seduvi.gob.mx](http://www.seduvi.gob.mx).
- UNESCO. (2014). *Cambio climático y desarrollo sostenible. Bases conceptuales para la educación en Cuba*. Havana, Cuba: UNESCO.
- UrbanBici Bike Sharing. (20 de mayo de 2020). *UrbanBici Bike Sharing*. Obtenido de <https://www.urbanbici.mx/>
- Velazquez, B. R. (2015). *Espacio, paisaje, región. territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporaneo*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.