Informe final del proyecto: “Inteligencia Territorial en Santa Fe: Tecnologías y procesos colaborativos para la gestión del conocimiento territorial en la zona poniente de la Ciudad de México.”

Participantes:

Dr. Salomón González
Dr. Gustavo Cruz
Mtra. Laura Quiroz
Mtra. Samanta Camacho
Mtra. Nora Angélica Morales

Responsable:

Dr. Erick López Ornelas

Contenido del informe

1. Información básica del proyecto
2. Identificación de la Zona de Influencia de la UAM-C
3. Caracterización socio-espacial de la ZMVM.
4. Movilidad cotidiana de la comunidad Universitaria de la UAM-C.
5. Plataforma de Conflictos Socio territoriales.
6. Diseño y desarrollo de aplicación informática para el análisis espacial de Isócronas y el desgaste de automóviles a causa de los reductores de velocidad de la ciudad de México
7. Métodos de participación y agencia en la gestión de sistemas complejos de la ciudad.
8. Presentación en el seminario Internacional Franco-Mexicano sobre Smart Cities.
9. Anexos y publicación.

1. Información básica del proyecto

Nombre del Proyecto:

Inteligencia Territorial en Santa Fe: Tecnologías y procesos colaborativos para la gestión del conocimiento territorial en la zona poniente de la Ciudad de México

Objetivo general

Analizar y caracterizar bajo experiencias colaborativas el uso de un conjunto de tecnologías encaminadas al desarrollo de los componentes de la inteligencia territorial de la UAM Cuajimalpa.

Objetivos particulares

Para alcanzar el objetivo general se han delineado cinco objetivos particulares:

Analizar y caracterizar la gestión del conocimiento territorial

Identificar métodos, herramientas y tecnologías colaborativas para la gestión del conocimiento territorial

Diseñar y desarrollar prototipos tecnológicos orientados al diagnóstico y mejoramiento de cinco componentes de la Inteligencia Territorial:

- Observación territorial
- Memoria colectiva
- Anticipación y prospectiva territorial
- Toma de decisiones espaciales
- Gestión de conflictos territoriales

Validar la eficacia de los prototipos con miembros de la UAM-Cuajimalpa y actores territoriales estratégicos para la UAM.

Evaluar del diseño y desarrollo de los prototipos tecnológicos.

Actividades realizadas

Teniendo en cuenta los objetivos antes mencionados, se realizaron un conjunto de actividades que de una u otra forma abonaron al cumplimiento de cada uno de los objetivos.

En una primera instancia se decidió realizar un análisis de la situación actual de la Zona Poniente de la Ciudad de México y en específico. Para este propósito se realizó un estudio muy preciso sobre el área de Influencia de la UAM-Cuajimalpa, así como una caracterización socio – espacial de la Zona Metropolitana del Valle de México. En este eje, se realizó un estudio sobre la movilidad cotidiana de la comunidad universitaria de la UAM-C.

Posteriormente se impulsó, dentro del marco del proyecto, un conjunto de iniciativas ligadas al desarrollo tecnológico, como búsqueda de soluciones tanto a la movilidad como a los conflictos territoriales que se generan en la zona donde la UAM –Cuajimalpa se encuentra situada. Para este propósito se trabajó en el diseño de una plataforma tecnológica que sirvió de base para la democratización de los diversos conflictos territoriales que pudieran gestarse en la zona. Un estudio sobre la implementación del tren México-Toluca fue realizado.

De igual forma el desarrollo de una aplicación para el cálculo de tiempos de traslado en la zona fue realizada (generación de mapas de isócronas), así como un estudio sobre el desgaste de los automóviles a causa de los reductores de velocidad instalados en la zona.

Finalmente se realizó una exploración sobre los métodos participativos para la apropiación de la información geográfica y se exploró la colaboración con un grupo de investigadores franceses para continuar posteriormente con el proyecto y buscar fuentes de financiamiento adicionales.

A continuación, se presenta a detalle cada una de las actividades realizadas.

2. Identificación de la Zona de Influencia de la UAM-C

El Plan de Desarrollo Institucional (2011-2024) de la Universidad Autónoma Metropolitana estipula como uno de sus factores clave el elevar su grado de apreciación en la Zona Metropolitana del Valle de México y zona conurbada (UAM 2011). En ese mismo sentido la Unidad Cuajimalpa plantea como parte de su misión la de "integrar una comunidad que asuma como tarea el desarrollo, aplicación, preservación y difusión de las ciencias, las artes, las humanidades y las tecnologías que contribuyan oportunamente a la mejora del nivel de desarrollo humano de la sociedad, en particular en su zona de influencia" (UAMC 2012).

La delimitación de esta área de influencia se realizó principalmente considerando las zonas con mayor concentración de hogares de alumnos inscritos en la Unidad y abarca de forma completa las delegaciones políticas: Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón. Si bien ésta es una buena aproximación, presenta también algunos inconvenientes, como el de no considerar otros elementos del quehacer universitario como la investigación y la difusión de la cultura, además de no permitir en caso de ser necesario, priorizar zonas dentro de estas delegaciones o adicionar zonas fuera de ellas.

Así, en el marco del proyecto de investigación "Inteligencia Territorial en Santa Fe. Tecnologías y procesos colaborativos para la gestión del conocimiento territorial en la zona poniente de la Ciudad de México", financiado por el Programa de Investigación Interdisciplinaria de la Unidad Cuajimalpa de la Universidad Autónoma Metropolitana en su convocatoria 2014, se desarrolló una metodología que de forma sistemática, integral y flexible delimite la zona de influencia. Entendiéndose esta última como aquellas áreas del territorio donde se van a tomar acciones de forma presencial para desarrollar y fortalecer los objetivos estratégicos enunciados en el Plan de Desarrollo Institucional 2011-2024 de la UAM: Docencia, Investigación y Preservación y Difusión de la Cultura.
Para la delimitar la zona de influencia de la UAM-Cuajimalpa se empleó una metodología basada en la consulta a expertos a través del método multicriterio Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés; Saaty, 2001) y análisis espacial mediante sistemas de información geográfica.

La consulta a expertos se desarrolló mediante un taller efectuado el 16 de octubre del 2015 donde se contó con la participación de 14 integrantes de la comunidad universitaria de la Unidad Cuajimalpa de las Divisiones de Ciencias de la Comunicación y Diseño, Ciencias Naturales e Ingeniería y Ciencias Sociales y Humanidades, Rectoría y estudiantes de licenciatura.

La metodología del taller consistió de dos fases: en la primera se aplicó el Proceso Analítico Jerárquico con el cual se identificaron y ponderaron los criterios y subcriterios para definir la zona de influencia de la UAMC. Los pesos (relevancia) se obtienen mediante la comparación pareada de los criterios y subcriterios empleando una escala cardinal entre 1 y 9 (donde 1 significa que los criterios son igualmente importantes y 9 que uno es

extremadamente más importante que el otro, los valores entre estos representan valoraciones intermedias).

La segunda consistió en el uso de funciones de valor para normalizar las unidades de medición de los criterios y transformar la condición o estado de un atributo del territorio a un valor numérico que denota su relevancia para ser considerada dentro de la zona de influencia.

Para estas dos fases del taller se formaron tres grupos de trabajo, uno por cada objetivo estratégico (criterio para este análisis), considerando una representación multidisciplinaria en cada grupo. Para finalizar el taller se realizó una plenaria donde se ponderaron los objetivos estratégicos en términos de su relevancia para definir la zona de influencia de la UAMC.

A partir de este taller se determinó que en términos de su importancia para la definición de la zona de influencia de la UAM Cuajimalpa (no su importancia per se), los objetivos estratégicos del PDI 2011-20124 (criterios) tienen las siguientes relevancias/pesos:

Objetivo Estratégico (Criterio)	**Peso/Relevancia (%)**
Docencia	64
Promoción y Difusión de la Cultura	26
Investigación	10

Los subcriterios definidos dentro de cada objetivo estratégico, junto con sus pesos/relevancia para la definición del área de influencia de la UAM C son los siguientes:

Docencia

Subcriterio	**Peso/Relevancia (%)**	**Significado de la Función de Valor:** Mayor relevancia para ser consideradas dentro de la zona de influencia
Distancia a planteles de educación media superior	57	Entre más cercanos estén los planteles de educación media superior
Distancia a población de escasos recursos sin educación superior, en un rango de edades para su ingreso a la licenciatura de 18 a 24 años	28	Entre más cercanas estén las áreas con población con estas características
Distancia a instituciones de educación superior con similar oferta educativa	15	Entre más alejadas estén las instituciones de educación superior con similar oferta educativa

Promoción y Difusión de la Cultura

Subcriterio	Peso/Relevancia (%)	Significado de la Función de Valor: Mayor relevancia para ser consideradas dentro de la zona de influencia
Distancia a áreas que brindan servicios ambientales y con presencia de pueblos originarios	68	Entre más cercanas estén las áreas que brindan servicios ambientales y con presencia de pueblos originarios
Distancia a Instituciones Educativas de Educación Media Superior y Superior públicas y privadas	19	Entre más cercanos estén los planteles de educación media superior y superior públicas y privadas
Tiempo de traslado a Centros Culturales	10	Entre menor sea el tiempo de traslado a los Centros Culturales

Investigación

Subcriterio	Peso/Relevancia (%)	Significado de la Función de Valor: Mayor relevancia para ser consideradas dentro de la zona de influencia
Tiempo de traslado a instituciones de educación superior con las que se pueda establecer colaboración	49	Entre menor sea el tiempo de traslado a las instituciones de educación superior con las que se pueda establecer colaboración
Distancia a regiones con conflictos sociales	28	Entre más cercanas estén las áreas con conflictos sociales
Distancia a áreas naturales	15	Entre más cercanas estén las áreas naturales
Tiempo de traslado a empresas relacionadas a las temáticas de la Unidad	8	Entre menor tiempo de traslado a las empresas relacionadas a las temáticas de la Unidad

Después del taller se procedió a la búsqueda y construcción de las capas geográficas para instrumentar el análisis multicriterio y obtener el área de influencia de la UAMC considerando los subcriterios y pesos establecidos durante el Taller. Todas las capas que integraron el proyecto se construyeron inicialmente en formato vectorial para posteriormente transformarlas en formato raster y comenzar su procesamiento.

Como todos los criterios definidos en el taller giran en torno a la distancia o tiempo de traslado desde la UAM C se generaron búferes de distancia euclidiana (fig. 1) para la primera e isócronas para el segundo. Las isócronas se crearon tomando como punto de referencia

la UAMC y una velocidad promedio de 7km/h para la red vial de acuerdo con el Programa Integral de Transporte y Movilidad (fig. 2).

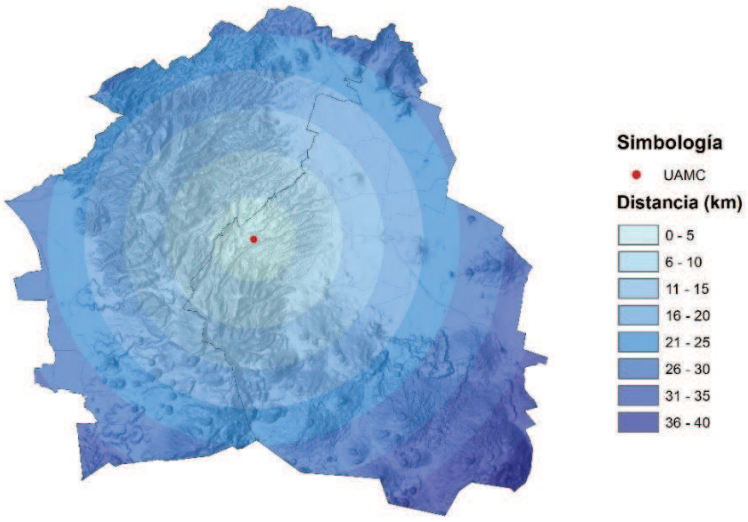


Fig. 1 Distancia Euclidiana con respecto a la UAM Cuajimalpa

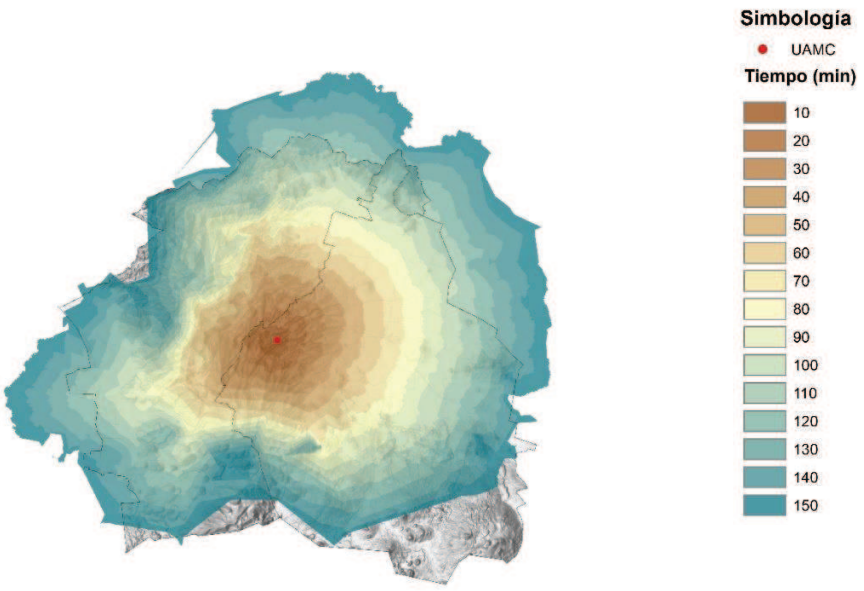


Fig. 2 Tiempo promedio en min con respecto a la UAM Cuajimalpa

Para cada uno de los subcriterios se creó una capa en el sistema de información geográfica:
Docencia

Para este criterio las capas de subcriterios se generaron mediante un buffer de distancia a la UAMC. Los datos originales se obtuvieron del Directorio de Unidades Económicas (DENUE, 2015) y del Censo de Población y Vivienda a nivel manzana (INEGI, 2010).

CAPA	CRITERIO	RANGO	REPRESENTACIÓN	FUENTE
Distancia a planteles de educación media superior	Distancia	0 - 2km	PUNTO	DENUE
Distancia a instituciones de educación superior con similar oferta educativa	Distancia	0 - 4km	PUNTO	DENUE
Distancia a población de escasos recursos sin educación superior, en un rango de edades para su ingreso a la licenciatura de 18 a 24 años	Distancia	0 - 4km	PUNTO	CENSO POBLACIÓN Y VIVIENDA

Difusión y preservación de la Cultura

Las fuentes de información para los subcriterios provinieron del Directorio de Unidades Económicas (DENUE, 2015), el Registro Agrario Nacional (RAN) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2016).

CAPA	CRITERIO	RANGO	REPRESENTACIÓN	FUENTE
Distancia a áreas que brindan servicios ambientales y con presencia de pueblos originarios	Distancia	0 - 11km	PUNTO POLÍGONO	RAN - CONANP
Distancia a Instituciones Educativas de Educación Media Superior y Superior	Distancia	0 - 15km	PUNTO	DENUE
Tiempo de traslado a Centros Culturales	Tiempo	0 - 150min	PUNTO	DENUE

Investigación

Este criterio estuvo conformado por cuatro subcriterios. Para la construcción de la capa de Tiempo a las Unidades Económicas que coinciden con las líneas de investigación de la UAMC, fue necesario identificar las principales líneas de investigación de las tres divisiones que integran la UAM Cuajimalpa (División de Ciencias Sociales y Humanidades, la División de Comunicación y Diseño y la División de Ciencias Naturales e Ingeniería) y seleccionar únicamente aquellas Unidades Económicas que coincidieran con ellas.

La capa de distancia a áreas naturales protegidas se construyó con información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2016). Para la construcción de la capa de Distancia a Conflictos Sociales, se integraron datos de noticias y periódicos, originados en el período de julio de 2014 (año en el que la UAM tuvo la sede definitiva en Cuajimalpa) a julio de 2016. Finalmente los datos para la capa de Tiempo a Instituciones de educación superior y centros de investigación se obtuvieron del Directorio de Unidades Económicas (DENUE, 2015).

CAPA	CRITERIO	RANGO	REPRESENTACIÓN	FUENTE
Tiempo a todas aquellas Unidades Económicas que coinciden con las líneas de investigación de la UAM –C	Tiempo	0 - 120 min	PUNTO	DENUE
Distancia a áreas naturales protegidas	Distancia	0 - 5km	POLÍGONO	CONANP
Distancia a conflictos sociales	Distancia	0 - 3.5km	PUNTO	Integraron de notas en periódicos a pártir de Julio 2014
Tiempo a Instituciones de educación superior (y centros de investigación)	Tiempo	0 - 120 min	PUNTO	DENUE

A todas las capas de los subcriterios se les aplicó su función de valor para normalizarlas y transformar la condición o estado del subcriterio en el territorio a un valor numérico que denotara su relevancia para ser considerada dentro de la zona de influencia. Una vez normalizadas cada capa se multiplicó por su peso y después por el peso del criterio al que pertenece (obtenidos en el taller mediante el AHP) (fig. 3):

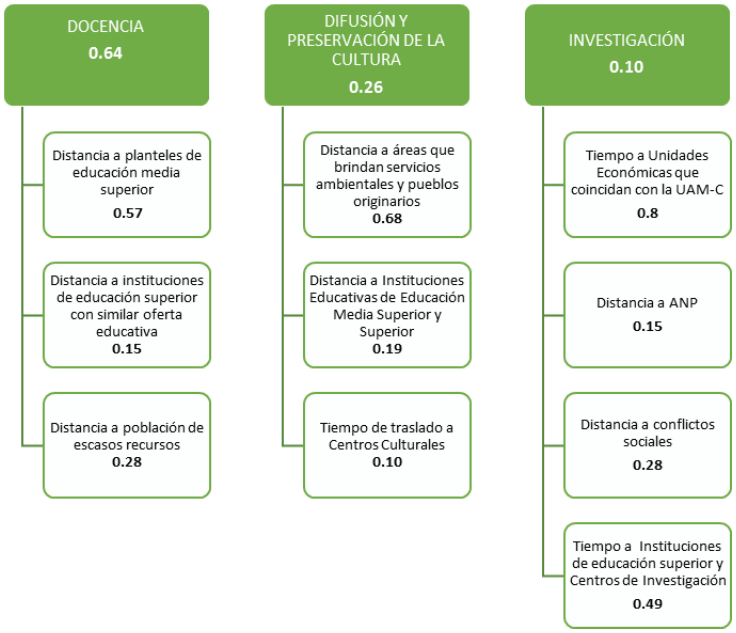


Fig. 3 Pesos de los criterios y subcriterios obtenidos en el taller.

Las capas resultantes de estos procesos se muestran a continuación para cada criterio (figuras 4, 5 y 6):

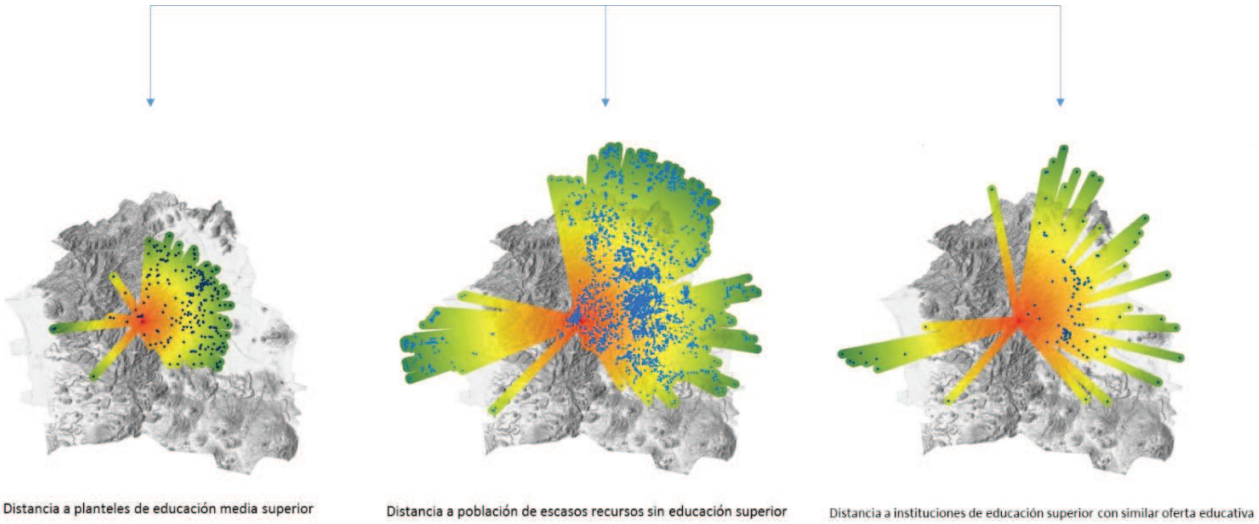


Figura 4. Capas normalizadas y ponderadas de los subcriterios de Docencia.

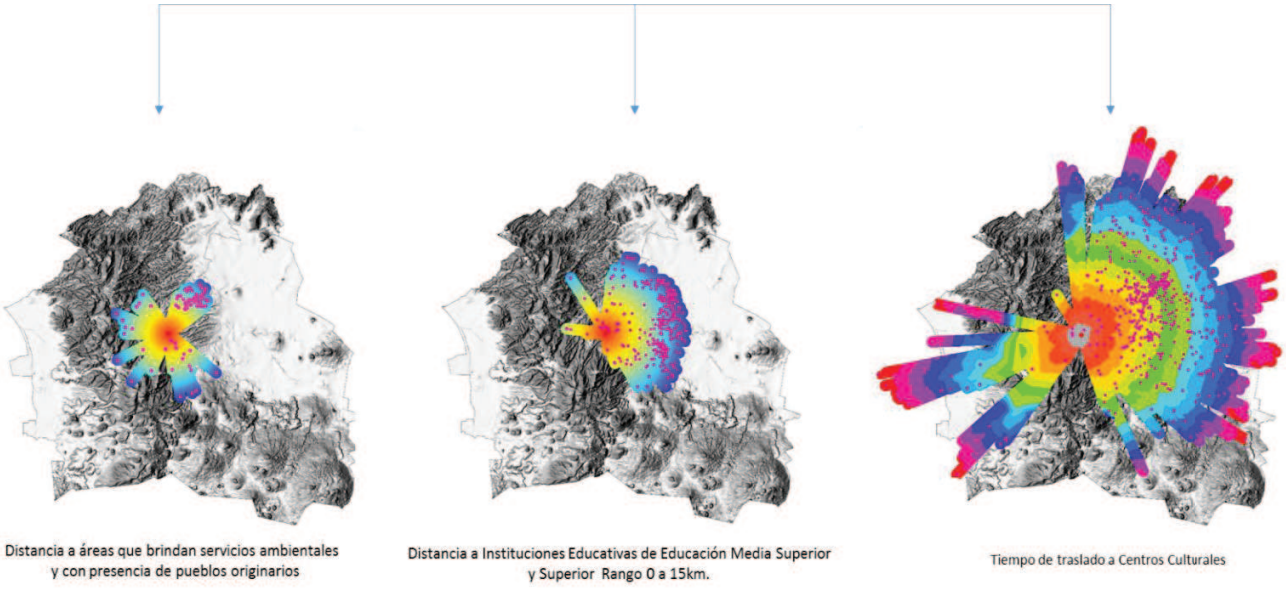


Figura 5. Capas normalizadas y ponderadas de los subcriterios de Difusión y preservación de la Cultura.

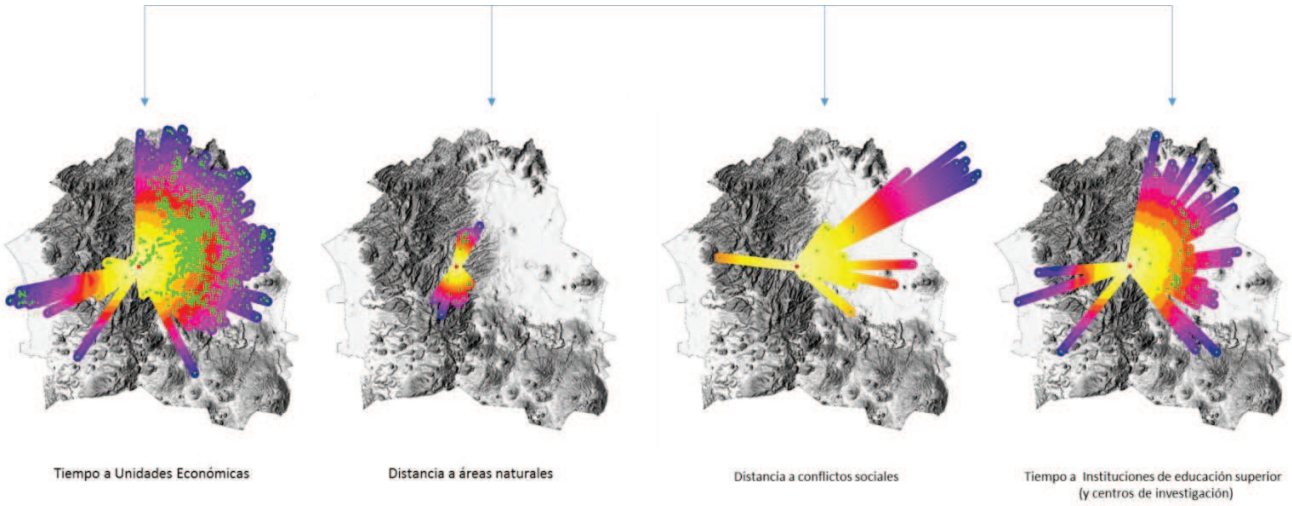


Figura 6. Capas normalizadas y ponderadas de los subcriterios de Investigación.

Finalmente todas las capas de subcriterios normalizadas y ponderadas por sus pesos se sumaron, dando como resultado una capa de datos continuos con valores entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 tienen mayor relevancia para ser considerada dentro de la zona de influencia, mientras que valores cercanos a 0 no son relevantes. La escala continua de valores se dividió en tres zonas (categorías): alta, media y baja prioridad para conformar la zona de influencia (fig. 7).

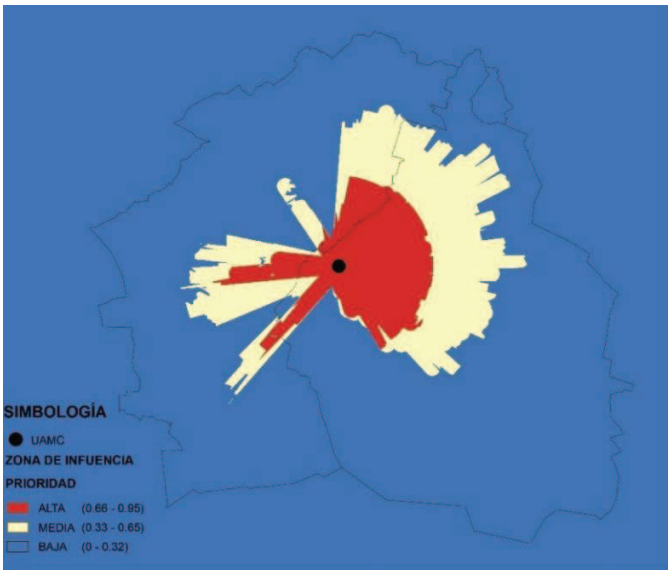


Figura 7. Categorías de la Zona de influencia de la UAMC.

Para este proyecto la zona con prioridad alta (representada en color rojo), se consideró como la Zona de Influencia de la UAM, pues representa los valores con mayor relevancia de acuerdo a los subcriterios y sus pesos definidos por los expertos. Cabe aclarar que esta zona puede ser redefinida para otros estudios o aplicaciones dependiendo del interés o los recursos disponibles.

El resultado inicial de la zona de influencia se ajustó para fines operativos con base a la delimitación oficial de la AGEBS y de las ANP que lo integraban. En la siguiente figura se muestran ambos resultados (fig. 8.).

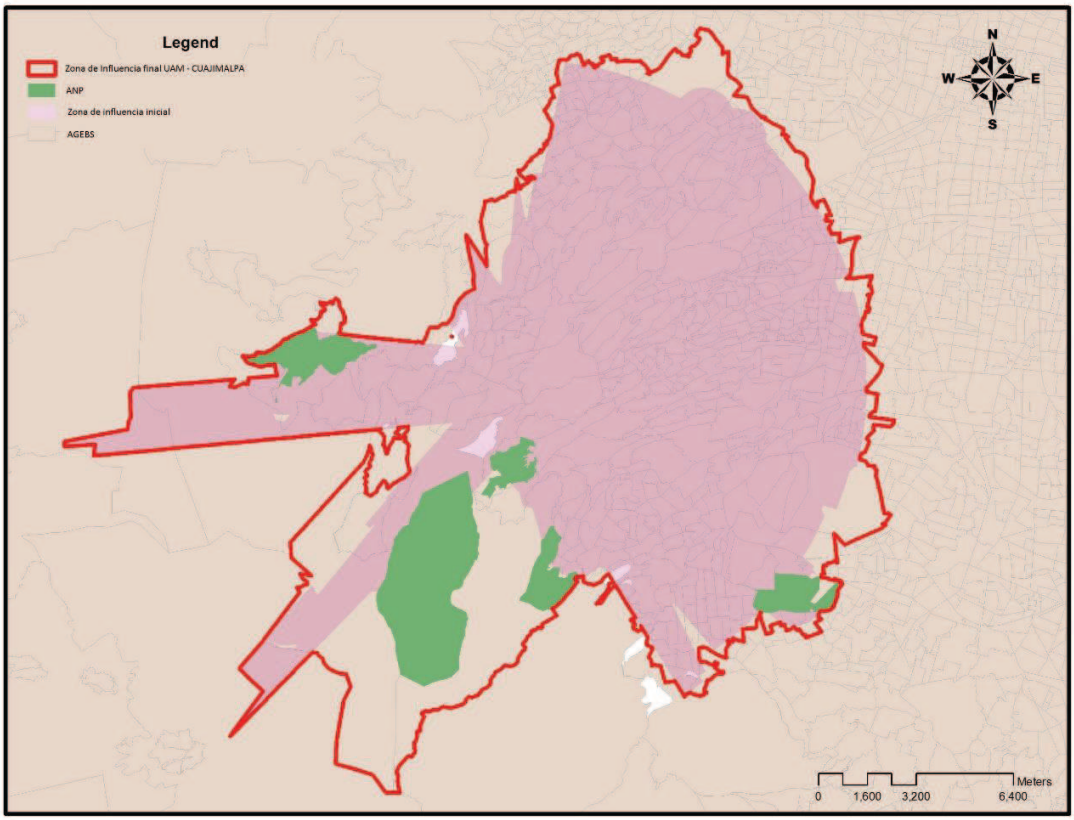


Figura 8. Zona de Influencia de la UAM Cuajimalpa.

3. Caracterización socio-espacial de la ZMVM

El objetivo de este apartado fue caracterizar el espacio socioresiencial de la zona de influencia de la Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa. Para este fin se procedió a construir un Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) con datos sociodemográficos, de vivienda y económicos. El análisis toma en cuenta el contexto metropolitano y estudios previos sobre la estructura y diferenciación del espacio social de la Zona Metropolitana. El interés de este análisis es en primer momento describir, a manera de diagnóstico, las condiciones de la población residente, de las condiciones de la vivienda y de las actividades económicas de la zona.

La literatura que ha tratado el análisis del espacio social de las ciudades mexicanas ha demostrado la persistencia de una diferenciación y estructuración del espacio socioresidencial bajo un grupo de dimensiones claramente identificables. Los trabajos de Schteingart y Ruvalcaba (2002) para la ciudad de México ha demostrado la persistencia a través de varias décadas de dos dimensiones: una relacionada con el estatus socioeconómico y otra que se refiere a la consolidación urbano-residencial. Por su lado, Duhau (2003) identifica que además de las condiciones socioeconómicas y residenciales, la ciudad estructura su espacio socioresidencial bajo la dimensión del ciclo de vida. En otras palabras, el espacio metropolitano muestra un patrón centro periferia para el cual en las zonas centrales habría una concentración relativa de adultos mayores y un gradiente hacia la periferia con una mayor presencia de hogares jóvenes. En la misma dirección; González (2005) analiza 33 ciudades mexicanas y bajo la técnica de la ecología factorial identifica cinco grandes dimensiones que estructura el espacio socioresidencial. Tres de estas dimensiones coinciden con las propuestas por Schteingart y Ruvalcaba (2000, 2001) y Duhau (2003): el estatus socioeconómico, la consolidación urbano-residencial, y el estatus del ciclo de vida o familiar. Además de estas tres dimensiones González (2005) identifica dos más: el status migratorio de los residentes, y el status socioprofesional. Desde otra perspectiva, Connolly caracteriza el espacio metropolitano desde una perspectiva del proceso de la construcción social de la ciudad. Identifica una serie de tipos de poblamientos los cuales corresponden al papel de actores sociales y políticos de la ciudad. Los tipos de

poblamiento propuestos por Connolly están: centro histórico, pueblos originarios, colonias populares, conjuntos habitacionales, desarrollo planificados, entre otros.

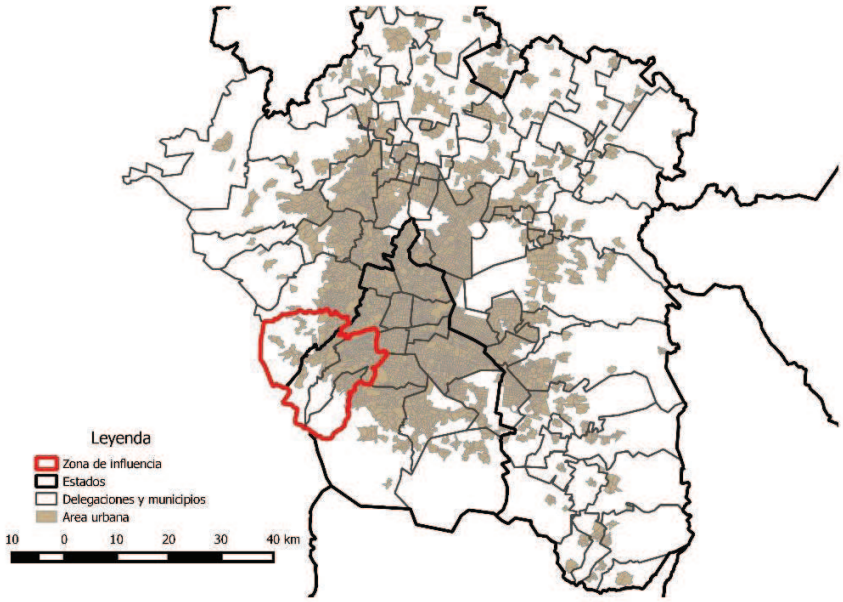
Metodología

Se construyó un Sistema de Información Geográfica de la Zona Metropolitana del Valle de México según la definición de la SEDESOL, INEGI, CONAPO (20013). Esta delimitación corresponde a las 16 Delegaciones del Distrito Federal, y a 59 Municipios del Estado de México y un municipio del estado de Hidalgo. La fuente de información corresponde a los censos de población y vivienda 2010 (INEGI 2010). Esta base de datos agrupa variables de las siguientes temáticas:

- Sociodemográficas,
- Migración
- Habla indígena
- Educación
- Discapacidad
- Estado civil
- Hogares
- Vivienda

Con el fin de captar las características socioespaciales de la Zona de Influencia de la UAM-Cuajimalpa se delimitó para este ejercicio un polígono correspondiente a tres Delegaciones y un municipio del Estado de México. Este polígono se conforma por las Delegaciones Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, y el municipio Huixquilucan del Estado de México (ver figura 1).

Figura 1 .- Zona Metropolitana del Valle de México



Resultados: El análisis de la base de datos geográfica permitió caracterizar la zona de influencia bajo tres perspectivas: a) características sociodemográficas, b) características de la vivienda, y c) actividad económica.

Población

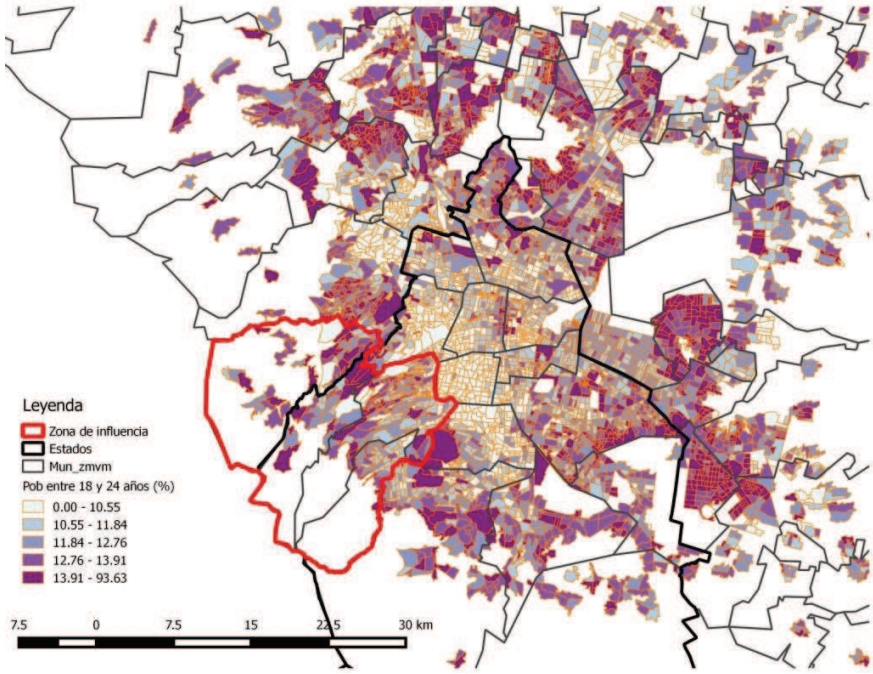
La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) presenta casi 20 millones de pobladores, cinco millones de hogares y casi seis millones de viviendas particulares habitadas. Por su lado, la Zona Poniente (ZP) registra 1,360,498 habitantes, 355,594 hogares y 390,319 viviendas habitadas. En cuanto a las características demográficas se estimó la distribución de tres grupos de edades; menores (hasta 14 años,) adultos (entre 15 y 64 años), y adultos mayores (65 años y más). La tabla 1 muestra distribuciones muy similares entre la ZMVM y la ZP: Menores; 12.32% y 12.42%, adultos; 67.17% y 68.01%, y adultos mayores; 6.18% y 6.61% respectivamente.

Tabla 1.- Descriptivos de variables de población

	ZMVM				Zona Poniente			
Estadísticos descriptivos	Suma	%	Media	Desv. típ.	Suma	%	Media	Desv. típ.
Población total	19,538,895	100.00	3,459.44	2,408.81	1,360,498	100.00	3,978.06	2,534.23
Población de 18 a 24 años	2,406,621	12.32	426.10	309.30	168,915	12.42	493.90	327.92
Población de cero a 14 años	4,855,678	24.85	859.72	671.40	321,762	23.65	940.82	688.78
Población de 15 a 64 años	13,124,838	67.17	2,323.80	1,633.05	925,250	68.01	2,705.41	1,701.76
Población de 65 años y más	1,207,261	6.18	213.75	175.96	89,919	6.61	262.92	151.85
Promedio de hijos nacidos vivos			1.98	0.42	636		1.86	0.31
Población nacida en otra entidad	6,802,644	34.82	1,204.43	1,225.78	292,823	21.52	856.21	829.73
Migración reciente*	760,670	4.64	134.68	252.05	38,627	3.13	112.94	154.66
* Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005								

De manera similar, los promedios de hijos nacidos vivos son de 1.98 para la ZMVM y 1.86 para la ZP. En cuanto a la población migrante, la ZP registra una menor proporción de población migrante con respecto a la que reporta la MVM. Para la ZMVM la población que nació en otra entidad es de 34.82% mientras que para la ZP es de 21.52%. La migración reciente sigue el mismo comportamiento; la ZP tiene 3.13% de población residente en otra entidad en el 2005, mientras que la ZMVM presenta un 4.64% para el mismo indicador.

Figura 2.- Distribución de la población entre 18 y 24 años



Elaboración propia

La proporción de la población con edad de cursar estudios superiores (entre18 y 24 años) es prácticamente la misma; para la ZMVM de 12.32% mientras que para la ZP es de 12.42%. La ZP cuenta con 168,915 habitantes entre 18 y 24 años (ver tabla 1).

La ZMVM se conforma por 5 millones de hogares de los cuales 355 mil tienen residencia en la ZP. De estos, casi tres cuartas partes son hogares con jefatura masculina y el resto con jefatura femenina. Esta distribución es muy similar para la ZP y la ZMVM (ver tabla 2).

Tabla 2.- Descriptivos de hogares

	ZMVM				Zona Poniente			
Estadísticos descriptivos	Suma	%	Media	Desv. típ.	Suma	%	Media	Desv. típ.
Total de hogares censales	5,060,067	100.00	895.90	627.78	355,594	100.00	1,039.75	640.17
Hogares con jefatura masculina	3,672,836	72.58	650.29	460.33	258,806	72.78	756.74	484.39
Hogares con jefatura femenina	1,387,188	27.41	245.61	185.34	96,788	27.22	283.01	168.78

Educación

Para fines de las funciones sustantivas de la UAM, nos interesó captar el universo de la población con edad de estudios universitarios. Se identificó la población entre 18 y 24 años que asiste a la escuela. Del total de la población entre 18 y 24 años, 35.23% para la ZMVM y 37.74% para la ZP asisten a la escuela. La diferencia existente entre la población masculina y femenina para este indicador es significativa. Para la ZMVM la población masculina entre 18 y 24 años que asiste a la escuela es de 38.54% mientras que para las mujeres este indicador es de 37.23. Esta diferencia es mayor en la ZP; para la población masculina es de 39.64 mientras que para las mujeres es de 36.00.

Tabla 3.- Descriptivos de variables de educación

	ZMVM				Zona Poniente			
Estadísticos descriptivos	Suma	%	Media	Desv. típ.	Suma	%	Media	Desv. típ.
Pob de 18 a 24 años que asiste a la escuela	847,756	35.23	150.10	113.03	63,750	37.74	186.40	118.01
Pob masculina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	427,734	38.54	75.73	59.13	31,998	39.64	93.56	60.05
Pob femenina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	419,930	37.23	74.35	55.48	31,747	36.00	92.83	59.17
Pob de 18 años y más con educación pos-básica	6,380,885	51.63	1,129.76	888.98	478,731	50.54	1,399.80	922.50
Pob masc de 18 años y más con educación pos-básica	3,110,936	53.25	550.80	433.66	230,260	52.35	673.27	441.98
Pob fem de 18 años y más con educación pos-básica	3,269,908	50.17	578.95	458.41	248,471	48.97	726.52	481.64
Grado promedio de escolaridad			9.87	2.08			10.49	2.03
Grado promedio de escolaridad de la pob masc			10.16	2.25			10.91	2.32
Grado promedio de escolaridad de la pob fem			9.61	1.98			10.15	1.85

El grado promedio de escolaridad medida en años promedio de escolaridad cursados es para la ZMVM de 9.87 mientras que para la ZP es de 10.49años. Las diferencias entre

hombres y mujeres, son en desventaja de la población femenina, siendo más intensa en la ZP.

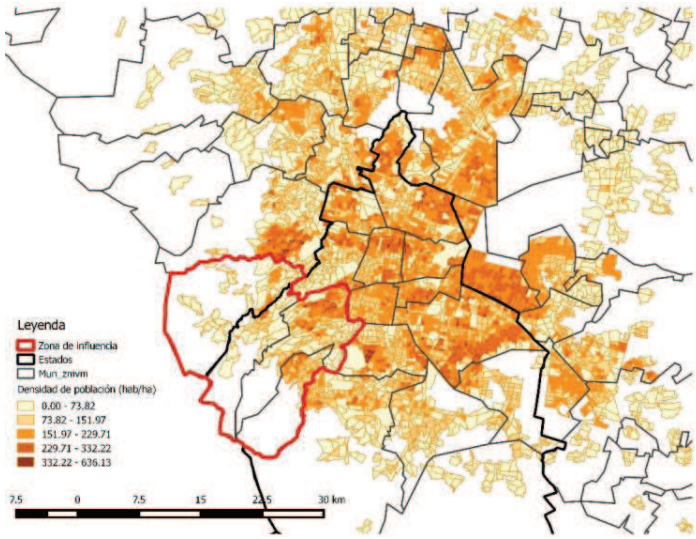
Características económicas

La población económicamente activa (PEA) para la ZMVM asciende a prácticamente 8.5 millones de personas. Esta población representa el 43.46% de la población total. Para la ZP la proporción de la PEA es muy similar (45.89%) y representa un total de 624,330 personas (ver tabla 4). Las diferencias entre la población masculina y femenina para la PEA son significativas. Para la ZMVM, la PEA masculina representa 60.19% mientras que para la PEA femenina es de 34.10%. Para la ZP, esos indicadores son 56.90% y 35.5% respectivamente.

Tabla 4.- Descriptivos de variables socioeconómicas

	ZMVM				Zona Poniente			
Estadísticos descriptivos	Suma	%	Media	Desv. típ.	Suma	%	Media	Desv. típ.
Pob económicamente activa	8,492,202	43.46	1,503.58	1,057.52	624,330	45.89	1,825.53	1,136.61
Pob masc económicamente activa	5,290,473	60.19	936.70	662.05	369,144	56.90	1,079.37	691.81
Pob fem económicamente activa	3,201,705	34.10	566.87	413.23	255,186	35.85	746.16	462.93
Población desocupada	418,896	4.93	74.17	58.05	26,695	4.28	78.06	57.59
Población masculina desocupada	300,096	5.67	53.13	42.36	18,916	5.12	55.31	43.13
Población femenina desocupada	118,638	3.71	21.01	18.11	7,776	3.05	22.74	16.27
Pob sin derechohabiencia a servicios de salud	7,539,585	38.59	1,334.91	1,043.22	429,811	31.59	1,256.76	921.44

Figura 3. Densidad de población



Elaboración propia

Vivienda y servicios

La ZMVM es el espacio para 5.8 millones de viviendas particulares, de las cuales el 88% están habitadas. Para la ZP, se registran 390,319 viviendas particulares, y 93.06% son habitadas. El promedio de ocupantes en viviendas particulares es para la ZMVM de 3.79 para la ZMVM y 3.69 para la ZP. La distribución espacial de la población en términos de densidad poblacional es presentada en el mapa de la figura 3. La ZP muestra en términos agregados una densidad poblacional menor que al promedio de la ZMVM en parte por las zonas naturales y de conservación de la zona.

En cuanto a las características de los bienes y servicios de las viviendas, se analizaron las viviendas con servicios urbanos; agua, eléctrica y drenaje, y además se estimó el número de viviendas con acceso a telefonía, automóvil, internet.

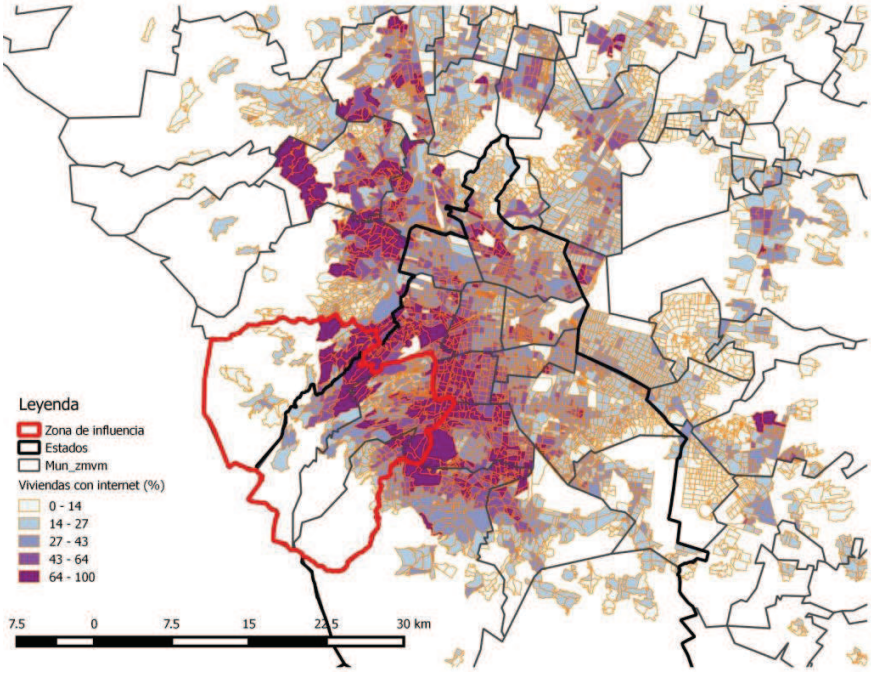
Del total de viviendas habitadas de la ZMVM el 93.54% cuentan con los servicios urbanos (agua, electricidad y drenaje) mientras que, para los mismos servicios, la ZP registra un 94.24% para este indicador.

Tabla 5.- Servicios en viviendas

	ZMVM				Zona Poniente			
Estadísticos descriptivos	Suma	%	Media	Desv. típ.	Suma	%	Media	Desv. típ.
Total de viviendas particulares	5,863,530		1,038.16	773.71	390,319		1,141.28	703.49
Total de viviendas particulares habitadas	5,174,194	88.24	916.11	639.69	363,220	93.06	1,062.05	662.14
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas			3.79	0.61			3.69	0.54
Viviendas con servicios *	4,839,963	93.54	856.93	625.07	342,315	94.24	1,000.92	628.11
Viviendas parti hab con automóvil o camioneta	2,200,746	42.53	389.65	310.15	177,377	48.83	518.65	384.63
Viviendas part hab con computadora	2,118,489	40.94	375.09	328.07	178,710	49.20	522.54	385.23
Viviendas part hab con línea telefónica fija	3,265,403	63.11	578.15	443.85	254,899	70.18	745.32	463.52
Viviendas part hab con de teléfono celular	3,724,896	71.99	659.51	477.92	275,796	75.93	806.42	501.56
Viviendas part hab con internet	1,612,765	31.17	285.55	278.09	148,128	40.78	433.12	362.75
*Viviendas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje								

Dos indicadores de acceso a bienes y servicios permiten discriminar el espacio residencial de la ZMVM; 1) las viviendas que cuentan con automóvil y 2) las viviendas con internet. Para la ZMVM, el 42.53% de las viviendas particulares habitadas cuentan con automóvil, mientras que, para la ZP, este porcentaje es significativamente superior (48.83%). Un patrón similar es el del indicador de acceso al internet. Para la ZMVM, el 31.17% de las viviendas cuentan con internet, mientras que, para la ZP este indicador asciende al 40.78%. El mapa de la figura 4 muestra la distribución espacial de las viviendas con internet.

Figura 4.- Viviendas con acceso a internet



Elaboración propia.

Bibliografía

Duhau E. (2003) División social del espacio metropolitano y movilidad residencial Papeles de Población, vol. 9, núm. 36, abril-junio, pp. 161-210

González (2005) *Ciudad desigual: diferenciación socioresidencial en las ciudades mexicanas,* Ciudad de México, UAM-Plaza y Valdez

Ruvalcaba, R. S. y Schteingart, M., 2000, "La división social del espacio en las grandes metrópolis mexicanas. Un estudio comparativo", en El Mercado de Valores, año LX, núm. 4, abril.

Ruvalcaba, R. S. y Schteingart, M., 2001, "Segregación socioespacial en el Área Metropolitana de la Ciudad de México", en G. Garza (coord.), Atlas de la ciudad de México, Gobierno del Distrito Federal/El Colegio de México, México.

4. Movilidad cotidiana de la comunidad Universitaria de la UAM-C.

Descripción

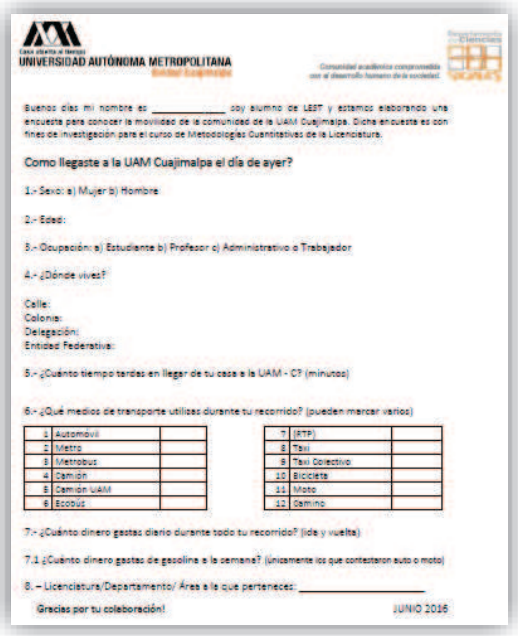
La movilidad cotidiana de las personas es uno de los fenómenos más visibles de las poblaciones contemporáneas, actualmente el estudio de la movilidad es uno de los temas más complejos e influyentes sobre el resto de actividades humanas, principalmente en una mega ciudad como es la Ciudad de México. Por ello surge la propuesta de desarrollar una encuesta que permita identificar algunas de las características de movilidad de la comunidad universitaria de la UAM – Cuajimalpa ubicada en la zona poniente de la ciudad de México y que enfrenta los mayores retos de comunicación vial.

Esta encuesta se ha venido realizando anualmente desde 2014, fecha en la que la UAM – Cuajimalpa inició sus actividad en la sede definitiva ubicada en Santa Fe. La última edición realizada durante el trimestre 16 –P por los alumnos de la UEA de Metodologías Cuantitativas de la Licenciatura de Estudios Socio Territoriales, obtuvo el mayor número de registros que años anteriores y se obtuvieron los datos en tres diferentes grupos de ocupación: alumnos, profesores y administrativos y/o trabajadores, esto con la finalidad de entender las características de movilidad de cada uno de los grupos.

Así pues, la distribución de las encuestas por alumno se realizó de la siguiente manera: 9 estudiantes, 2 profesores y 2 trabajadores o administrativos, dando como resultado una muestra total de 392 registros.

En la figura 1 se muestra el diseño de la encuesta aplicada en donde podemos observar que la principal premisa fue:
¿Cómo llegaste a la UAM el día de ayer?

También se muestra las preguntas y variables que se consideraron en dicha encuesta:
Sexo
Ocupación
Tiempo
Gasto
Distancia
Modos de Transporte



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Buenos días mi nombre es _____ soy alumno de LEST y estamos elaborando una encuesta para conocer la movilidad de la comunidad de la UAM Cuajimalpa. Dicha encuesta es con fines de investigación para el curso de Metodologías Cuantitativas de la Licenciatura.

Como llegaste a la UAM Cuajimalpa el día de ayer?

1.- Sexo: a) Mujer b) Hombre

2.- Edad:

3.- Ocupación: a) Estudiante b) Profesor c) Administrativo o Trabajador

4.- ¿Dónde vives?

Calle:
Colonia:
Delegación:
Entidad Federativa:

5.- ¿Cuánto tiempo tardas en llegar de tu casa a la UAM - C? (minutos)

6.- ¿Qué medios de transporte utilizas durante tu recorrido? (pueden marcar varios)

1	Automóvil		7	(RTP)	
2	Metro		8	Taxi	
3	Metrobus		9	Taxi Colectivo	
4	Camión		10	Bicicleta	
5	Camión UAM		11	Moto	
6	Ecobus		12	Camino	

7.- ¿Cuánto dinero gastas diario durante todo tu recorrido? (Ida y vuelta)

7.1 ¿Cuánto dinero gastas de gasolina a la semana? (únicamente los que contestaron auto o moto)

8. – Licenciatura/Departamento/ Área a la que perteneces: _____

Gracias por tu colaboración! JUNIO 2016

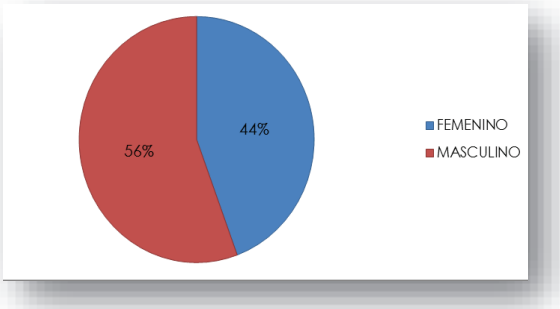
Figura 1. Encuesta de movilidad aplicada en la UAM – C.

Análisis y Resultados Generales

A continuación se presentan los resultados generales de la encuesta aplicada a la comunidad universitaria de la UAM Cuajimalpa, de la que se obtuvieron 392 registros, los datos que se presentan corresponden a las variables presentadas en la sección anterior.

Datos con respecto al sexo

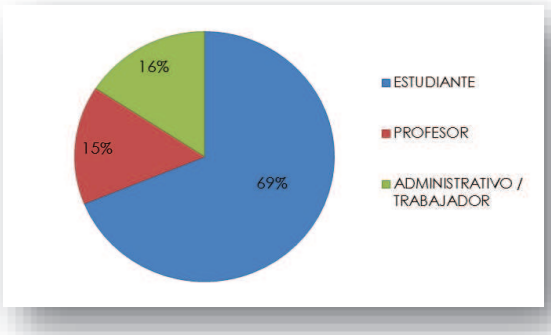
Con respecto al sexo, se encuestaron 174 mujeres y 218 hombres, en la gráfica 1 se muestran las proporciones que representan estos datos en el total de la muestra.



Gráfica 1. Porcentaje de personas encuestadas con respecto al sexo.

Datos con respecto a la ocupación

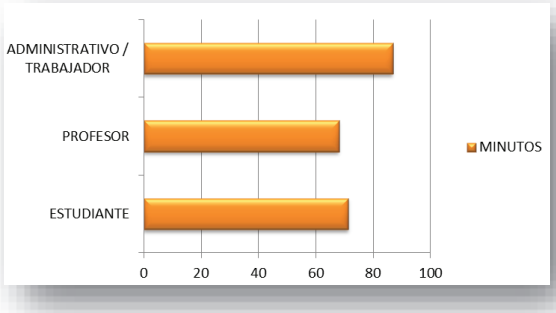
Con respecto a la ocupación tenemos que 270 fueron alumnos, 60 profesores y 62 administrativos, en la gráfica 2 se muestras las proporciones que representan estos datos en el total de la muestra.



Gráfica 2. Porcentaje de personas encuestadas con respecto a la ocupación.

Datos con respecto al tiempo

Con respecto al promedio de tiempo en minutos, tenemos que los administrativos y/o trabajadores son el grupo que en promedio tardan más tiempo en llegar a la UAM con 86.86 min (1:26min) y el grupo que menos tiempo es el de los Profesores 68.13min (1:08min). En la gráfica 3 se muestran los resultados.



OCUPACIÓN	PROM. TIEMPO
ESTUDIANTE	71,29
PROFESOR	68,13
ADMINISTRATIVO / TRABAJADOR	86,86

Gráfica 3. Tiempo promedio en llegar a la UAM C por ocupación.

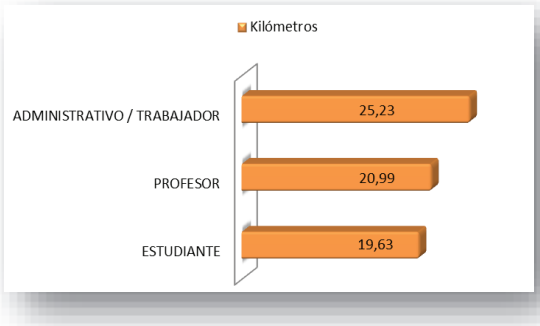
Datos con respecto al gasto

Con respecto al gasto diario en pesos, tenemos que los profesores son el grupo que en promedio gastan más recursos económicos para llegar a la UAM con 61.08 pesos, mientras el grupo que menos gasta es el de los estudiantes con un gasto promedio de 29.05 pesos al día. Es importante mencionar que este dato contempla ida y regreso, en la gráfica 4 se muestran los resultados.

Gráfica 4. Gasto promedio en llegar a la UAM C por ocupación.

Datos con respecto a la distancia

El promedio de distancia se calculó en google maps, pues una de las variables del encuestado fue la dirección de salida. Con respecto al promedio de distancia, tenemos que los administrativos y/o trabajadores son el grupo que en promedio recorren más distancia para llegar a la UAM con 25.23km, mientras el grupo que menos distancia recorre son los estudiantes con 19.63 km, en la gráfica 5 se muestran los resultados.



Gráfica 5. Distancia promedio a la UAM C por ocupación.

Datos con respecto al origen

Los datos registrados en la encuesta mostraron que la comunidad universitaria encuestada proviene específicamente de dos entidades federativas (las más próximas a la ubicación de la sede de la UAM C). La CDMX y el estado de México. La CDMX fue la entidad con el mayor registro con el 78.57%. En la tabla 1 se muestra los registros obtenidos para esta entidad con respecto a la ocupación.

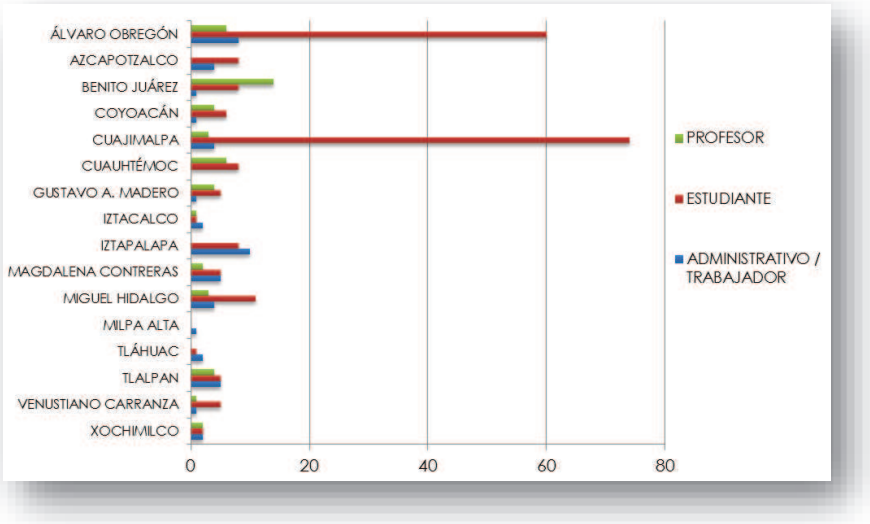
CDMX	TOTAL
Administrativo	51
Estudiante	207
Profesor	50
	308

Tablas 1. Distribución de los datos con respecto a la ocupación de la CDMX.

De igual manera para el caso de la CDMX se muestran los datos desagregados por delegación en donde podemos observar que las delegaciones con mayor registro son:

- Para el caso de los estudiantes: Álvaro Obregón y Cuajimalpa.
- Para el caso de los Profesores: Benito Juárez, Cuauhtémoc y Álvaro Obregón.
- Para el caso de los Administrativos/ Trabajadores: Iztapalapa y Álvaro Obregón.

En la gráfica 6 se muestra la distribución de la comunidad universitaria por delegación para el caso de la CDMX.



Gráfica 6. Distribución de los datos por delegación de la CDMX.

El Estado de México obtuvo 21.42% de registros. En la tabla 2 se muestra los registros obtenidos para esta entidad con respecto a la ocupación.

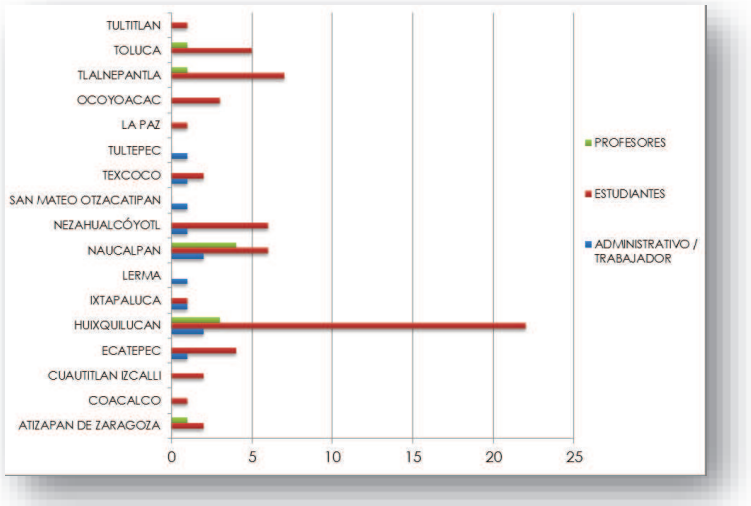
MÉXICO	TOTAL
Administrativo	11
Estudiante	63
Profesor	10
	84

Tablas 2. Distribución de los datos con respecto a la ocupación del Estado de México.

De igual manera para el caso del Estado de México se muestran los datos desagregados por municipio en donde podemos observar que los municipios con mayor registro son:

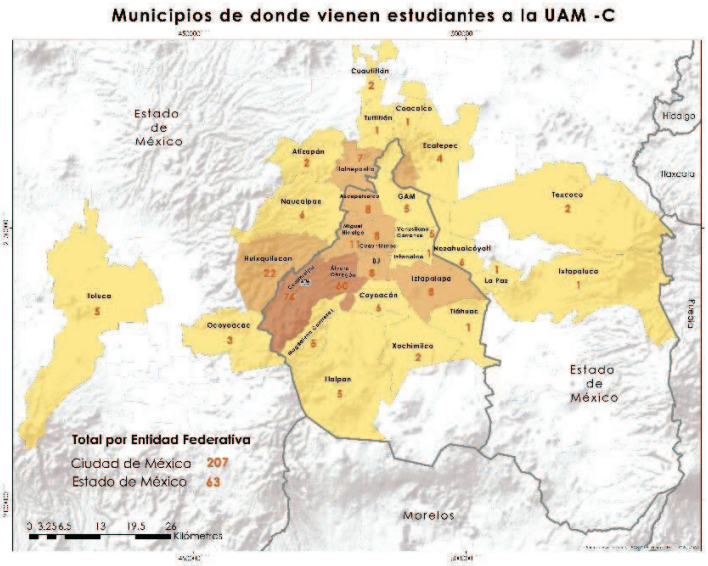
- Para el caso de los estudiantes: Huixquilucan y Tlalnepantla.
- Para el caso de los Profesores: Naucalpan y Huixquilucan.
- Para el caso de los Administrativos/ Trabajadores: Naucalpan y Huixquilucan.

En la gráfica 7se muestra la distribución de la comunidad universitaria por delegación para el caso del Estado de México



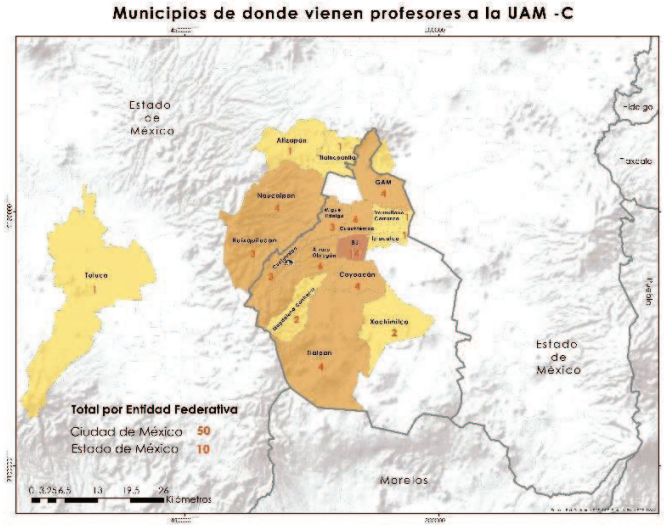
Gráfica 7. Distribución de los datos por delegación de la CDMX.

Para dar una idea más clara de los datos registrados en la encuesta de movilidad se muestran a continuación tres mapas que muestran la distribución espacial de la comunidad universitaria.



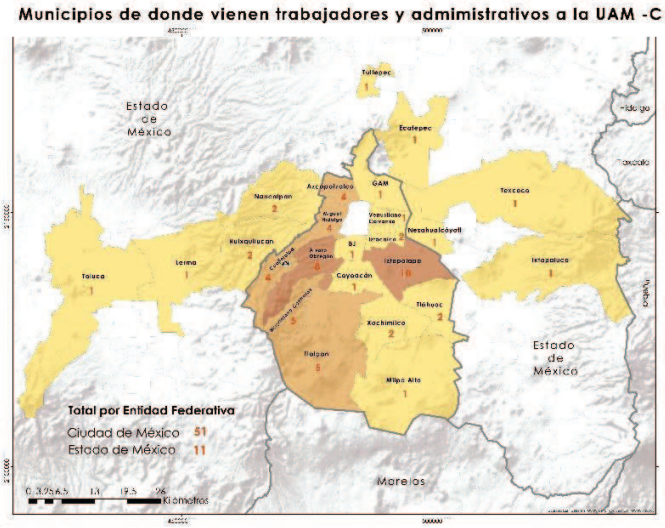
Mapa 1. Distribución espacial del origen de los estudiantes encuestados.

El primer mapa muestra los municipios de donde provienen los alumnos encuestados, se puede observar que su distribución es muy amplia con respecto a la ubicación de la UAM Cuajimalpa.



Mapa 2. Distribución espacial del origen de los profesores encuestados.

El segundo mapa muestra los municipios de donde provienen los profesores encuestados, en donde se puede observar que su distribución se encuentra más centrada a los municipios contiguos a la ubicación de la UAM Cuajimalpa.



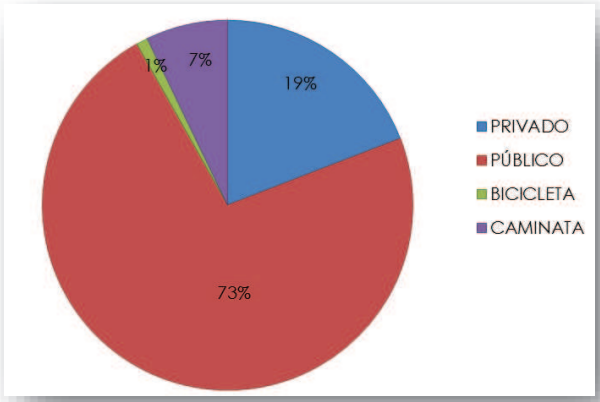
Mapa 3. Distribución espacial del origen de los trabajadores/administrativos encuestados.

En el tercer mapa muestra los municipios de donde provienen los trabajadores/ administrativos encuestados, en donde se puede observar que su distribución muestra el

mismo comportamiento que el mapa de los alumnos en donde su distribución es muy amplia con respecto a la ubicación de la UAM Cuajimalpa.

Datos con respecto al tipo de transporte

Los datos registrados sobre el tipo de transporte fueron divididos en 5 grupos. Los resultados se presentan con respecto a la frecuencia en donde el 73% usa transporte público para llegar a la Universidad, seguido por un 19% que llega en transporte privado. En la gráfica 8 se muestra el desglose de resultados por tipo de transporte.



TRANSPORTE	NÚM.
PRIVADO	75
PÚBLICO	285
BICICLETA	4
CAMINATA	28
TOTAL	**392**

Gráfica 8 Distribución de los datos por delegación de la CDMX.

Consideraciones Generales

Los datos registrados en las encuestas de 2014 a la fecha permiten desarrollar una serie de conclusiones sobre la movilidad de la comunidad universitaria de la UAM Cuajimalpa. Estas conclusiones generales se basan en tres ejes principales: el diseño de la encuesta, el registro y los resultados obtenidos.

- *Sobre el diseño de la encuesta:*

Desde su primera aplicación en 2014 ha sido necesaria la incorporación de nuevos modos y rutas de transporte públicas, privadas y no motorizadas, que han surgido a partir de la instalación de la UAM en su nueva sede. Desde el transporte público está la generación de nuevas rutas del transporte de ECOBUS, Rutas de Camión y taxis colectivos. Desde el

transporte privado tenemos la incorporación de peaje en las autopistas urbanas y federales y finalmente nuevos modos de transporte como son la llegada a pie, en bicicleta y la instalación del transporte UAM.

- *Sobre el registro:*

Durante su implementación en 2014 y 2015 se consideraron únicamente dos grupos: los alumnos y los profesores, sin embargo, para esta tercera edición 2016 se incorporó un tercer grupo que incluía al personal administrativos y/o trabajadores. La incorporación de este tercer grupo permite hacer un análisis más completo sobre la movilidad de la comunidad universitaria de la UAM Cuajimalpa.

- *Sobre los resultados:*

A partir de los resultados que se presentaron y considerando los datos de las anteriores encuestas podemos resaltar algunas cuestiones interesantes de cada grupo encuestado:

1. El grupo de profesores es el que en promedio tarda menos tiempo en llegar a la UAM, sin embargo, es el que en promedio gasta más recursos económicos para su llegada. Los lugares donde provienen son principalmente la zona centro de la CDMX y los municipios cercanos a la sede definitiva de la UAM Cuajimalpa: Naucalpan y Huixquilucan del Estado de México.

2. El grupo de los alumnos son el grupo que menos recursos económicos gasta para llegar a la UAM, pero en promedio tarda más tiempo en llegar que el grupo de los Profesores. Aunque un alto porcentaje de alumnos provienen actualmente de las delegaciones y municipios más cercanos a la UAM, tenemos alumnos que provienen de municipios lejanos como son Texcoco, Ecatepec, Ixtapaluca o Cuautitlán registrando tiempos de traslado de hasta 6 horas al día.

3. El grupo de los administrativos/ trabajadores es el grupo que en promedio tarda más tiempo y recorre la mayor distancia para llegar a la UAM, las delegaciones de donde se registraron más datos son Iztapalapa y Álvaro Obregón. Este grupo no registra el mayor gasto económico como el caso de los profesores pues en general utilizan con mayor frecuencia el transporte público.

5. Plataforma de Conflictos Socio territoriales en Santa fe

Los conflictos territoriales gestados a partir de obras de infraestructura pública son fenómenos que dan muestra de la interacción entre los gobiernos y la sociedad civil. Dichos proyectos por lo general son anunciados como estrategia gubernamental para generar desarrollo, crecimiento económico e incrementar la competitividad; aún cuando se plantean los beneficios sociales como mejora en movilidad o servicios, en ocasiones significa para pobladores próximos al territorio donde se instauran las obras, el despojo de sus tierras, viviendas, transformación de su entorno y/o detrimento ambiental, entre otros.

A nivel mundial existen países, como México, que buscan ampliar y modernizar su infraestructura básica de acuerdo con estándares internacionales a fin de proyectar crecimiento, para lo cual promueve programas e iniciativas de ley que faciliten la realización de proyectos de infraestructura y satisfacer las necesidades de los actores económicos y las personas.

Sin embargo, en lo que concierne a la Ciudad de México, estas construcciones “reflejan las tensiones existentes entre los ideales de una ciudad para sus ciudadanos y las pautas que marca el proceso privatizador a través de sus políticas neoliberales” (Pérez, 2003).

Con el creciente uso de plataformas en internet como redes sociales y blogs, se han diversificado las fuentes de información en torno a los mismos, incluyendo a pobladores opositores, así como investigadores y especialistas en el tema.

Por otra parte, en los esfuerzos del sector académico y especializado por difundir estas problemáticas sociales se encuentran observatorios o sistemas de información geográfica en los que se utilizan diferentes elementos que enriquecen la información sobre los conflictos, sin embargo las plataformas e interfaces no son amigables para un público amplio, o no van más allá de la producción de datos.

Ante este panorama, nos interesamos en la socialización de los conflictos territoriales. Por lo que nos dimos a la tarea de diseñar un modelo de representación y comunicación de conflictos territoriales que incluya los elementos de información y características necesarias para propiciar la socialización integral del conflicto.

Trabajamos con el conflicto del Tren Interurbano México-Toluca, en su afectación en el corredor Camino Real y Vasco de Quiroga; Observatorio y zonas aledañas; y en San Lorenzo Acopilco; las tres zonas ubicadas en la Ciudad de México y que afectan de manera directa a la zona de Santa fe.

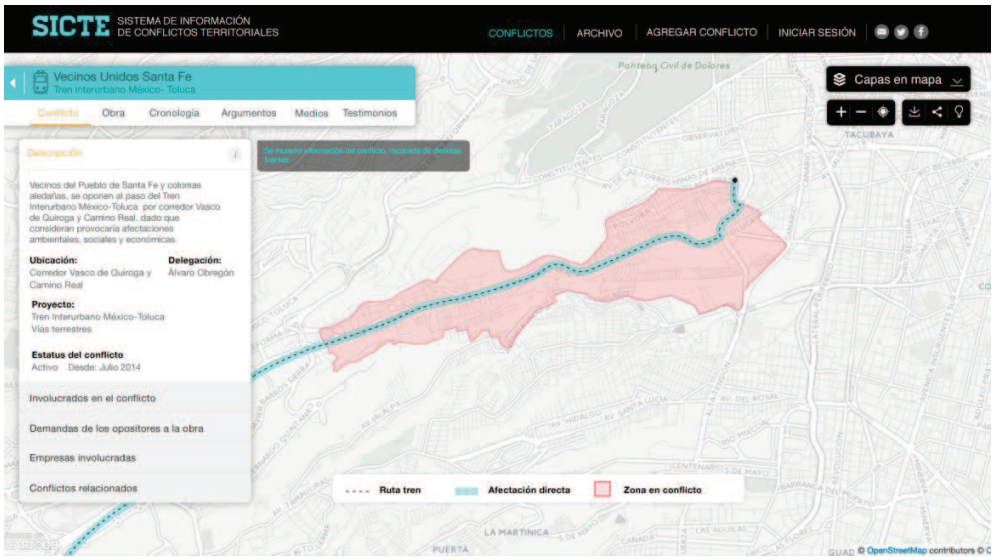
Con la finalidad de no solamente abstraer en un modelo los saberes interdisciplinarios promovidos en dicha convocatoria, consideramos pertinente el diseño de una herramienta para la difusión de conflictos territoriales. Realizamos la aplicación del modelo en un Sistema de Información de Conflictos Territoriales (al que denominamos SICTE). Este

sistema tiene como objetivo socializar información de conflictos territoriales detonados por obras de infraestructura en la Ciudad de México y en específico la zona de Santa fe y que propicie el entendimiento y apropiación de la misma a través de la integración de diversas fuentes para dotar de una visión plural y objetiva.

El diseño del SICTE se llevó a cabo a nivel de prototipado y está pensado para ser administrada, implementada y gestionada por el Observatorio Socio territorial.

El prototipo presenta la información del conflicto territorial detonado por el proyecto de obra de infraestructura pública “Tren Interurbano México-Toluca” en la zona del corredor Camino Real y Vasco de Quiroga, en la delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México.

A continuación mostramos una figura de la interfaz desarrollada:



6. Diseño y desarrollo de aplicación informática para el análisis espacial de Isócronas y el desgaste de automóviles a causa de los reductores de velocidad de la ciudad de México

La movilidad, el tráfico y el acceso a los servicios son algunos de los problemas importantes que afectan a la zona de Santa Fe y sus alrededores.

La capacidad para moverse de una persona en la zona de Santa Fe tiene al tiempo como principal limitación, todo debido a que esta zona se caracteriza por contar con gran actividad empresarial nacional e internacional y ser uno de los distritos comerciales y residenciales más grandes e importantes de la Ciudad de México, además de tener una configuración geológica accidentada al contar con un conjunto de barrancas que albergan altas densidades de población. Esta población está constituida principalmente por trabajadores que se han integrado en la zona en busca de mejorar sus condiciones de vida.

El desarrollo de esta aplicación informática, retoma el tema de la información territorial para mejorar la movilidad de las personas en las zonas urbanas dando a las personas una herramienta que les proporcione información de lo que las rodea en un aspecto geográfico.

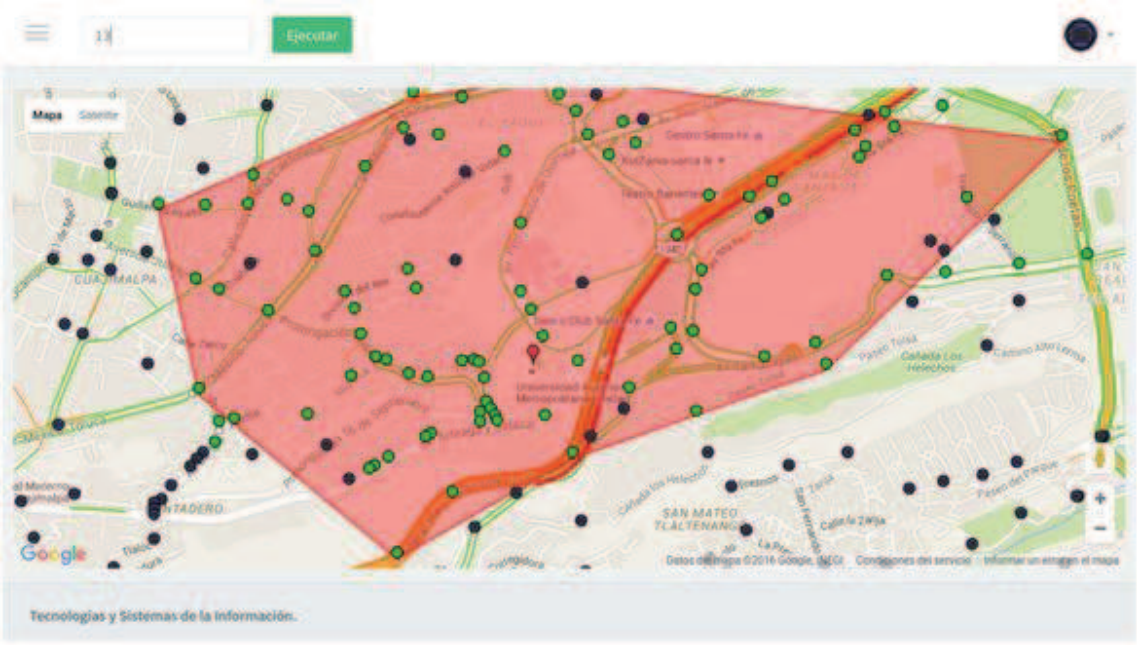
Un mapa de isócronas viene definido por un área delimitada por puntos a los cuales el parámetro del tiempo es el mismo y en la planificación urbana, los mapas de isócronas se utilizan comúnmente para describir las áreas de igualdad de tiempo de viaje.

La isócrona se define como una línea dibujada en un mapa, carta o diagrama en donde ocurre algo en un tiempo específico, a esta línea se le llama isolínea y es la que conecta los puntos que tienen el mismo valor en la magnitud del tiempo. Los puntos que delimitan las isócronas se forman a partir de una ubicación origen.

El objetivo de este trabajo fue el de desarrollar una aplicación informática para crear mapas de isócronas desde otras plataformas de desarrollo como el web. Esta propuesta se basa en mejorar la movilidad de las personas al proporcionar información de tiempos de traslado de manera visual mediante el uso de mapas de isócronas, y así, de esta manera contribuir en la solución de la movilidad urbana.

Tomando en cuenta la Zona de Influencia de la UAM-Cuajimalpa ya delimitada en el proyecto y los tiempos de traslado, podemos calcular hasta dónde puede moverse una persona en transporte terrestre teniendo como punto de origen la Universidad y de esta manera tener información confiable de los traslados que se pueden realizar.

Si bien la aplicación informática está en proceso, ya se pueden apreciar algunos resultados interesantes. Por ejemplo en la figura siguiente se realizó una consulta para saber hasta dónde podemos llegar, partiendo de la UAM-Cuajimalpa en únicamente 13 minutos.

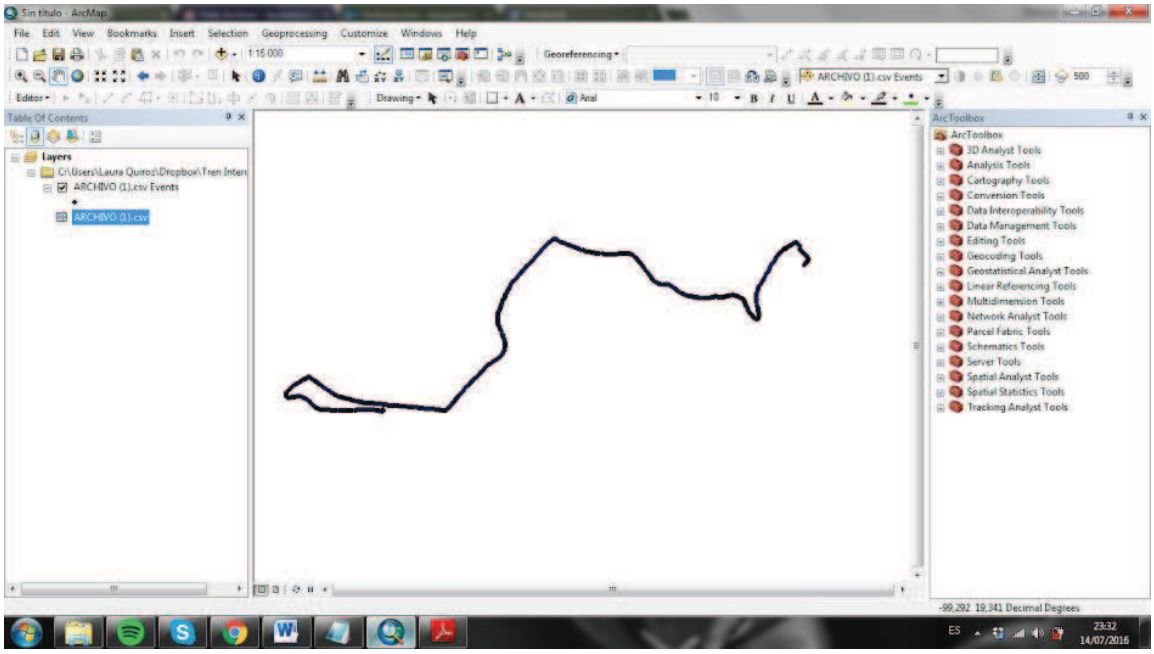


Por otro lado, la Ciudad de México, en particular la zona poniente y aledaña a Santa Fe se describe como un entorno hostil para la movilidad, aunado a esta problemática está la gran cantidad del parque vehicular en flujo y la proliferación desmedida de reductores de velocidad comúnmente llamados “topes” cuya principal función es disminuir la velocidad de los automóviles y controlar el transito. Sin embargo, el exceso de uso de estos dispositivos y la falta de normatividad, ha impactado en la eficiencia energética económica y ambiental de los vehículos causados efectos adversos a su propósito original.

El objetivo de esta parte del proyecto se enfoca en desarrollar un sistema en Arduino para medir la relación de los reductores de velocidad y la eficiencia del trayecto vehicular con el fin de ayudar a la toma de decisiones individual y colectiva, así como influenciar en mejora de la infraestructura urbana.

La medición de la cantidad de topes en relación con variables como: distancia, aceleración, velocidad, tiempo y consumo de combustible en repetidas trayectorias, puede evidenciar la eficiencia energética y desgaste del automóvil, por consiguiente a la toma de decisiones sobre la movilidad personal y aspectos ambientales.

El proyecto es capaz de reconocer los reductores de velocidad, pero por el momento se confunden con los baches, por lo que se exploró la incorporación al sistema una red neuronal que permita al sistema hacer esa diferenciación. Por otro lado, con la ayuda del LAST se trabajó en la visualización del reductor de velocidad en el trayecto del recorrido, se realizaron pruebas de recorridos en el área y se pudo mapear la trayectoria con los datos generados en mirco-procesador.



7. Métodos de participación y agencia en la gestión de sistemas complejos de la ciudad.

Los sistemas complejos como la movilidad de la ciudad y los conflictos territoriales no se pueden estudiar de forma aislada a partir de componentes individuales, sino considerar las interacciones y relaciones entre los actores, la diversidad de enfoques, los espacios, flujos y objetos y entender las dinámicas y relaciones que se presentan entre todos.

Por otro lado la vida cotidiana en las ciudades incluye la relaciono con objetos físicos complejos como el automóvil, el autobús, el tren y una serie de dispositivos de información que abarcan desde aplicaciones en dispositivos móviles hasta los sistemas de información y orientación en la infraestructura urbana.

El propósito de esta fase del proyecto fue la exploración de métodos y herramientas y el desarrollo de una Caja de herramientas que faciliten la colaboración participativa y la acción colectiva y gestión de nuestra comunidad en su propio territorio.

Partimos de principios del Diseño Participativo y la co-creación así como el uso de herramientas generativas y la visualización colaborativa para ayudar a las personas a entender su agencia en el mundo, así como para dinámicas de participación que ayudan a acotar problemáticas y construir una visión conjunta de distintas soluciones utilizando como base el proceso de inteligencia territorial.

Las acciones que hemos llevado hasta el momento incluyen talleres y proyectos de vinculación académica con distintos grupos de muy distintas localidades.

“Taller de detección de problemas en Santa Fe”

El taller se llevó a cabo en el marco del Diplomado de Inteligencia territorial de octubre del 2014, contamos con la participación de la Asociación de Colonos de Santa Fe y estudiantes de Maestría de CSH y estudiantes de urbanismo y Diseño del Diplomado. La dinámica del

taller se enfocó en la detección de las grandes problemáticas de la zona a partir de sesiones de visualización colaborativa y cartografía participativa.

Los asistentes al taller detectaron seis áreas claves de acción en torno a las siguientes temáticas.

1.- Gobernanza
2.- Movilidad (transporte público)
3.- Medio ambiente (agua)
4.- Usos de suelo
5.- Comunidad
6.- Infraestructura y servicios

También detectó el tipo de actor que consideraban de vital importancia incorporar en la búsqueda a soluciones colaborativa de la zona así como en la toma de decisiones para la implementación de soluciones, entre ellos se encontraban:
Los colonos de Santa Fe (35,000 residentes), representantes del sector salud (Hospitales de la zona), Instituciones educativas, Gobierno: Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa, Pueblos vecinos, Corporativos, Comercios.

En la última sesión del taller se llevó a cabo el mapeo colectivo de las zonas de conflicto y se les pidió que se acotara a un problema en particular.
Los resultados de la actividad se enfocaban principalmente en la temática de movilidad, específicamente el tren suburbano, los sitos de taxis y el alumbrado público. En cuanto al Medio ambiente se planteo el desarrollo de un parque en el terreno de “la Marquesita".

Vinculación Académica con Colonos Jurica Campestre

Durante el semestre Lectivo de primavera de 2016 Los Colonos de Jurica en Querétaro acudieron al Departamento del Diseño de la DCCD de nuestra Institución en busca de soluciones a problemas de su comunidad y su territorio presentando un plan de integración y desarrollo estratégico del área de influencia y destacaban cuatro áreas temáticas:

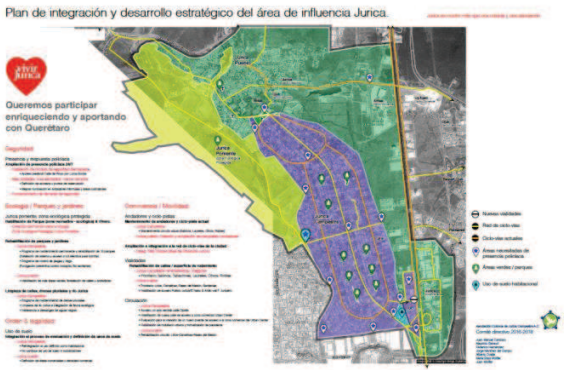
1.- Seguridad
2.- Ecología parques y jardines
3.- Orden y legalidad
4.- Convivencia y Movilidad

Se integraron dos grupos de alumnos de la Licenciatura en Diseño a través de la UEA de Laboratorios de Diseño de Sistemas de Información, y alumnos de la Licenciatura es Estudios Socio territoriales, quienes trabajaron de manera conjunta a partir de las temáticas propuestas.

Como primera actividad se realizó una visita de campo al fraccionamiento donde se levantaron datos espaciales (con GPS de LAST) y se observó la zona, los equipos se conformaron de manera mixta y se enfocaron en 5 actividades de observación que propone el urbanista Jan Gehl: Mapeo de la zona y flujos de trayectorias, búsqueda de rastros de actividades humanas, Fotografías, diario de observación, paseos. Algunos alumnos realizaron entrevistas cortas a los vecinos y visitantes del fraccionamiento.
Después del primer encuentro cada grupo de Licenciatura siguió distintas metodologías de análisis de la información y diagnóstico así como incorporaron las habilidades de cada disciplina para elaborar una propuesta en integral y presentarla en conjunto el 6 de julio del 2016 a las 9:30 am en el aula 550 y una visita a Jurica Campestre el miércoles 27 de julio.

Cabe destacar una de las herramientas de indagación diseñada por los alumnos de diseño que consistía en un tríptico con un croquis de la zona principal del fraccionamiento en que pretendían obtener información más puntual de los vecinos y visitantes con respecto a la mayor preocupación que tenían de su comunidad y rescatar historias de su llegada a la comunidad. El mapa resulto una buena herramienta para saber el punto de vista de los vecinos y personas en tránsito de Jurica la herramienta nos permitió informarnos a pesar

de la distancia, y puede ser que complemente el seguimiento del proyecto ya que pos cuestión de tiempos no se alcanzó una muestra relevante.



Mexico City Materiality and Power

El curso *Mexico City: Materiality, Performance and Power* es parte de la iniciativa *Global Urban Humanities* de la Universidad de Berkeley en California, y tiene como objetivo entender la historia compleja de la Ciudad de México así como los futuros posibles que emerge a través de la materialidad de la experiencia urbana. Se abrió una convocatoria iniciada por la Dra María Moreno Carranco, profesora investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa y el Posgrado en Ciencias Sociales y Humanidades para participar en colaboración con los estudiantes y profesores de Berkeley a partir de una visita a la Ciudad de México.

Los participantes en el proyecto incluyeron alumnos del Posgrado de Ciencias Sociales y Humanidades de la DCSH como alumnos de la Maestría en Diseño, Información y Tecnologías, (MADIC) de las DCCD. La visita se llevó a cabo del 20 al 26 de marzo del 2016. Una actividad previa al encuentro organizada por el Laboratorio de Estudios Socio territoriales (LAST). Fue el Taller de Expresión Cartográfica con el fin de sensibilizar sus habilidades artísticas y de representación ya que vienen de distintas disciplinas y así introducirlos al conocimiento de los elementos básicos del lenguaje cartográfico y la cartografía participativa.

El taller sirvió como punto clave para la organización de la experiencia colaborativa entre alumnos. Se les pidió que documentaran la experiencia y reflexionaran a partir de la generación de un mapa o narrativa plástica.
El taller se realizó el lunes 14 de marzo de 14 a 18:00 hrs. en el Laboratorio de Análisis Socio-territorial de la UAM Cuajimalpa.

Los participantes del taller se familiarizaron con los elementos del mapa, revisaron proyectos artísticos cartográficos, desarrollando bocetos de mapas expresivos en el que plasmaron lo que imaginaban en que se podría transformar el terreno que deja el Aeropuerto para la Ciudad de México.

Como entregable del Taller, los estudiantes de la UAM caracterizaron la experiencia colaborativa a través de un mapa; ya que la creación de un mapa es un acto interdisciplinario en sí, que incluye la integración de un diverso grupo de actores que van desde la comunidad científica, la artística, la organizacional hasta la propia comunidad.

Contamos con 10 mapas que estamos planeando exponer como trabajo de los alumnos del Posgrado de nuestra institución, además de usarse para la publicación de un libro que recopila la experiencia interdisciplinaria académica.

Las fases del proyecto anterior, aunque a diferentes escalas y con grupos tan variados representan buenas oportunidades para analizar la colaboración entre grupos y la detección de habilidades relevantes para que se considere tanto el panorama general de un proyecto como sus particularidades. Por otro lado, nos permitió detectar el potencial de las herramientas generativas en la construcción de posibles futuros de las personas que vivirán jugarán y trabajarán en distintos entornos, así como facilitar la co-producción de conocimiento en materia de inteligencia territorial.

La evolución de la investigación de diseño del enfoque centrado en el usuario, al de la co-creación, está cambiando el paisaje de la práctica del diseño creando nuevos dominios que incluyen los dominios de la creatividad colectiva y un soporte de la transformación hacia futuros más sustentables. En términos de desarrollo de herramientas estamos integrando ciertos principios del conocimiento espacial a un lenguaje de la co-creación común en la práctica.

Algunos elementos que hemos observado:

- La construcción colaborativa de un modelo tangible ayuda a los grupos a mejorar su visión en cierta situación ya que integra muchos puntos de vista al respecto.
- Como aprovechar la intuición para acotar los problemas complejos en pequeñas partes para después volverlas a ensamblar y darles sentido. El proceso es una iteración entre la reflexión y el análisis así como iteraciones que finalmente nos llevan a claridad.
- La representación, en particular el dibujo, nos ayuda a entender la situación de un sistema y sus relaciones. Las tarjetas móviles ayudan en los procesos iterativos ya que los participantes se sienten más cómodos y actuar de manera fluida.
- La emergencia de patrones y descubrimiento de los mismos por parte de los participantes lleva a hallazgos relevantes y consenso.
- El simple acto de visualizar y refinar de manera colectiva ayuda a alcanzar consenso y un resultado muy bueno, pero el modelo no es el fin sino las conversaciones que se tienen en el proceso.
- Un sistema unificado puede permitir integración la diversidad de distintos modos de enfoque en donde el participante construye de forma colaborativa la visión general de un problema y ayudan con manejar las contradicciones.

Desventajas del diseño colaborativo o participativo

El proceso de diseño colaborativo es costoso y toma mucho tiempo, por la interdependencia entre las decisiones de diseño y la dificultad de convergencia en un solo producto final que satisfaga las necesidades y sea aceptable para todos los participantes.

8. Presentación en el seminario Internacional Franco-Mexicano sobre Smart Cities

De igual forma, enmarcado por este proyecto, se ha realizado una colaboración con la Casa Universitaria Franco-Mexicana (Maison Universitaire Franco-Mexicaine) y la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) para generar discusiones y talleres en torno a las "Ciudades Inteligentes".

Los objetivos del taller fueron:

- Alcanzar una reflexión en torno a las dimensiones políticas de las ciudades inteligentes gracias al cruce de miradas de investigadores mexicanos y franceses de renombre y con experiencia internacional.
- Proponer un espacio de reflexión y de discusión para la concepción de redes y proyectos pluridisciplinarios y transversales que impliquen investigadores y doctorandos de los dos países;
- Impulsar la concepción y creación de una red franco-mexicana de investigación sobre la temática escogida para el taller que permita:

    - Desarrollar proyectos de investigación conjunta;
    - Intercambiar información;
    - Examinar las posibilidades de financiamiento;
    - Impulsar el intercambio de profesores y, con el fin de integrarlos en un futuro a la red, doctorandos mexicanos y franceses (y, eventualmente, de estudiantes de Master 2).

Se realizaron dos talleres, uno en Toulouse Francia y el otro en la Ciudad de México, con el objetivo de discutir, analizar y definir las modalidades para la definición de una posible cooperación entre México y Francia en torno a las "Ciudades Inteligentes".

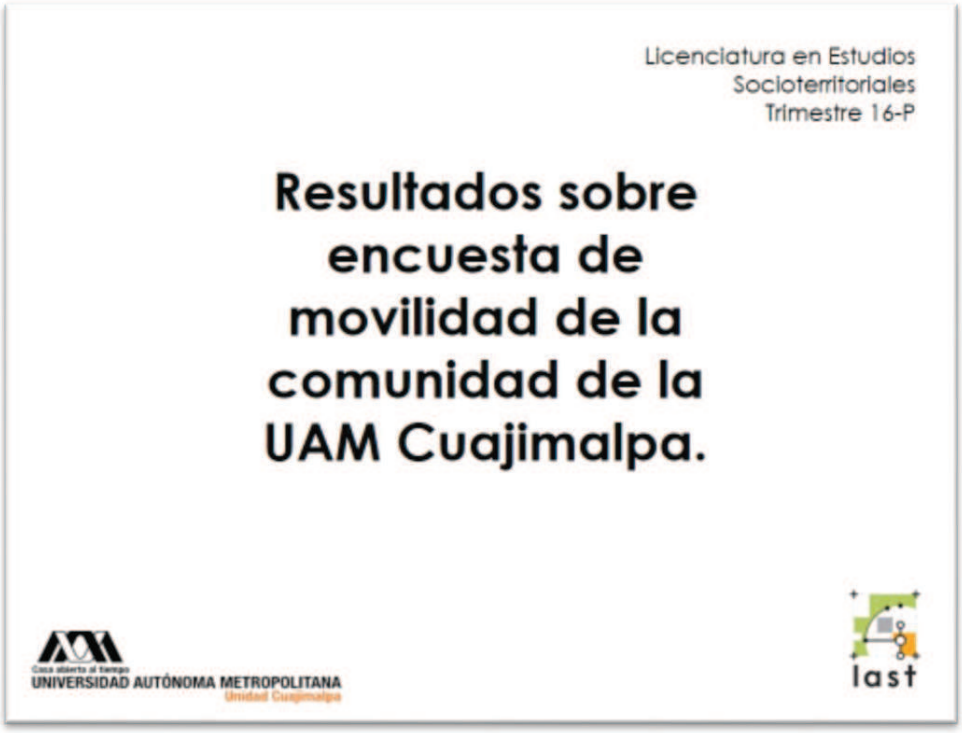
Participación de la UAM-Cuajimalpa en el taller:

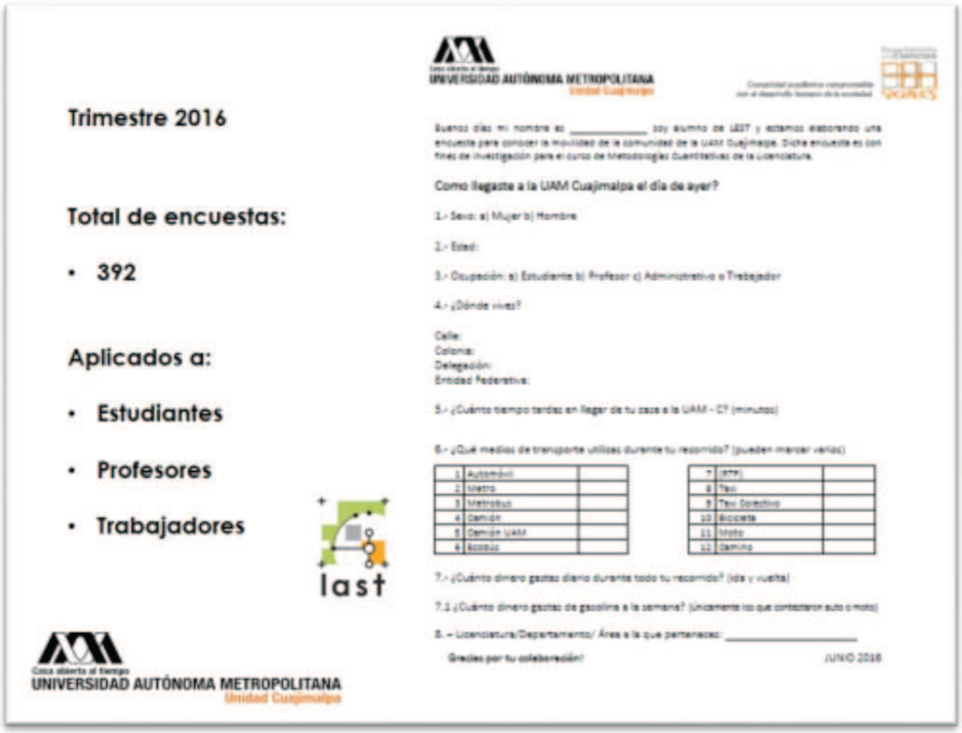
Dr. Salomón González Arellano con la ponencia: Métodos y conceptos de inteligencia territorial
Dr. Erick López Ornelas con la ponencia: Medios Sociales en las ciudades inteligentes

http://www.mufm.fr/es/actividades/talleres-tematicos/red-franco-mexicana-ciudades-inteligentes-2014-2015

9. Anexos

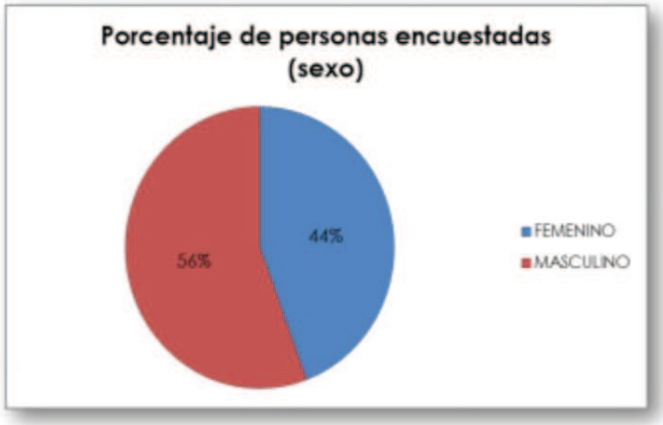
Presentación de Resultados sobre encuesta de movilidad de la comunidad de la UAM Cuajimalpa.





SEXO

SEXO	NÚM
FEMENINO	174
MASCULINO	218
TOTAL	**392**

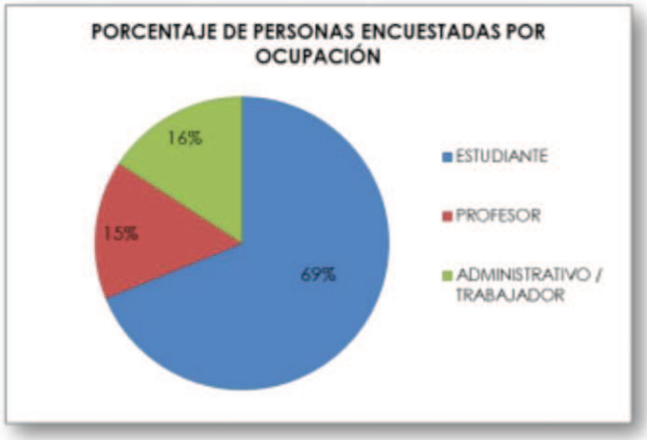


Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

last

OCUPACIÓN

OCUPACIÓN	NÚM
ESTUDIANTE	270
PROFESOR	60
ADMINISTRATIVO / TRABAJADOR	62
TOTAL	**392**

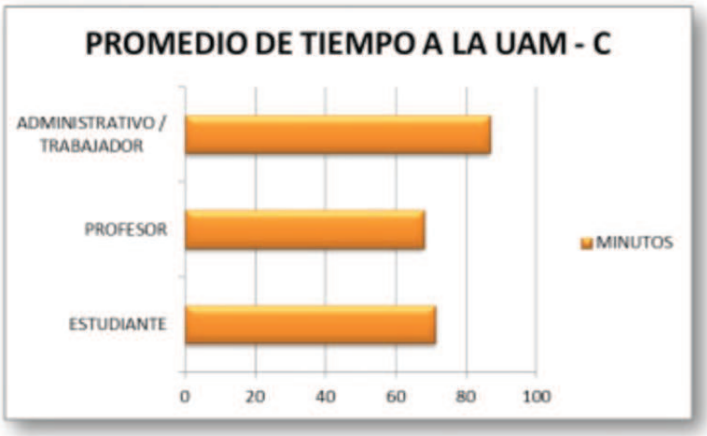


Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

last

TIEMPO

OCUPACIÓN	PROM. TIEMPO
ESTUDIANTE	71,29
PROFESOR	68,13
ADMINISTRATIVO / TRABAJADOR	86,86



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

last

GASTO

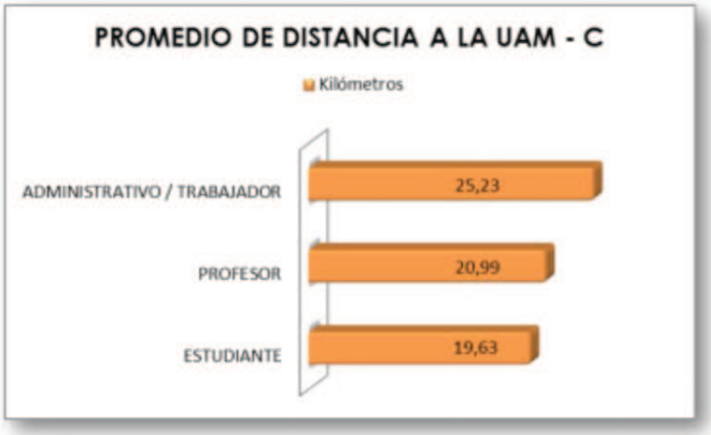
OCUPACIÓN	PROM. GASTO
ESTUDIANTE	29,05
PROFESOR	61,08
ADMINISTRATIVO / TRABAJADOR	48,00

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

last

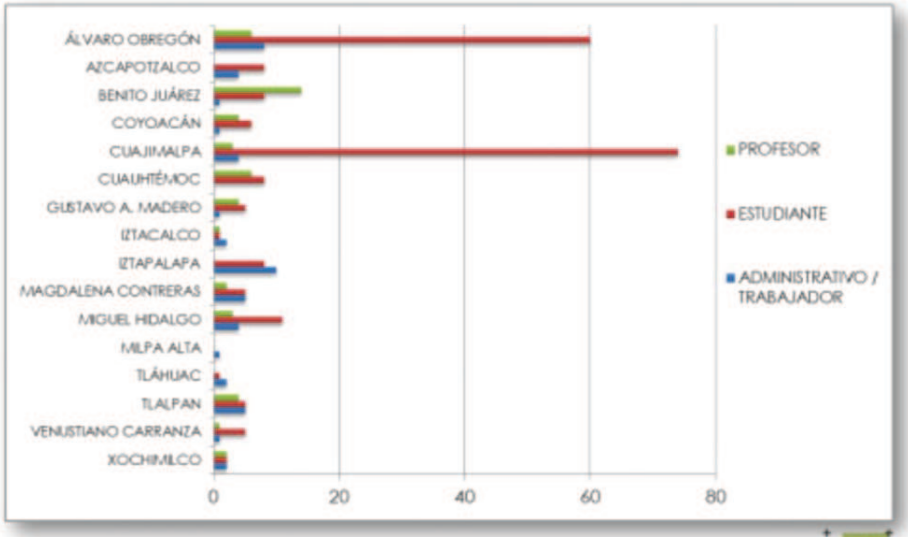
DISTANCIA

OCUPACIÓN	PROM. DISTANCIA
ESTUDIANTE	19.63
PROFESOR	20.99
ADMINISTRATIVO / TRABAJADOR	25.23



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

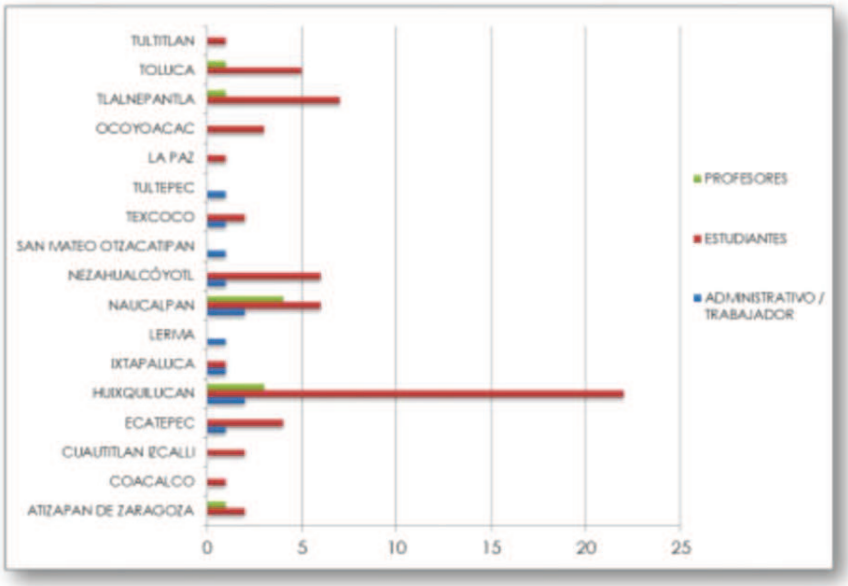
last



ORIGEN POR DELEGACIÓN

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

last



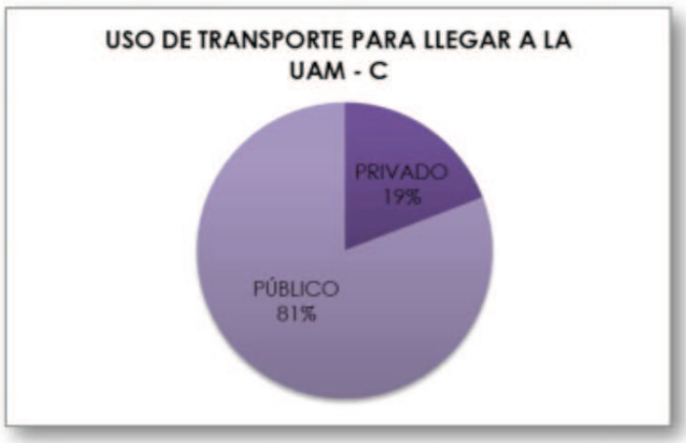
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

ORIGEN POR MUNICIPIO

last

TRANSPORTE	NÚM.
PRIVADO	75
PÚBLICO	317
TOTAL	392

TIPO DE TRANSPORTE

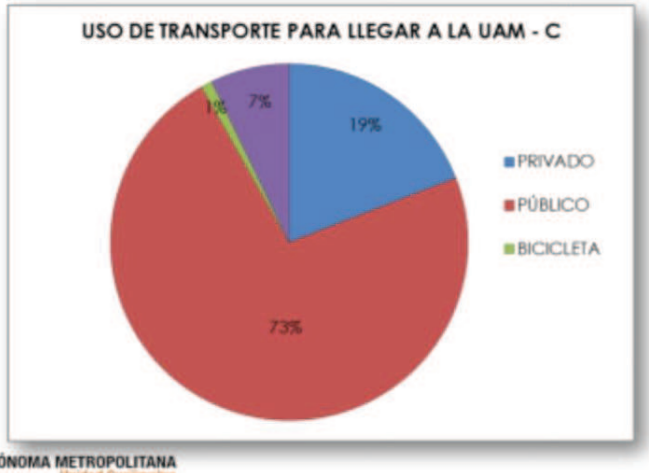


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

last

TIPO DE TRANSPORTE

TRANSPORTE	NÚM.
PRIVADO	75
PÚBLICO	285
BICICLETA	4
CAMINATA	28
TOTAL	**392**



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

last

ANEXO 2. Publicación en revista indizada Pistas Educativas ISSN: ISSN: 2448-847X

CONSTRUCCIÓN DE MAPAS DE ISÓCRONAS PARA LA ZONA PONIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Erick López-Ornelas, Santiago Avilés Vázquez

Universidad Autónoma Metropolitana – Cuajimalpa

Av. Vasco de Quiroga 4871, Col. Santa Fe Cuajimalpa, Delegación Cuajimalpa de Morelos, México, Distrito Federal, C.P. 05348. (+52) 55 5814 6500

elopez@correo.cua.uam.mx, dragosani24@gmail.com

Resumen

La mayoría de los mapas representan visualmente la distancia física que existe entre los elementos geográficos, sin embargo, el tiempo de viaje y los traslados, no necesariamente están ligados a estos aspectos geográficos, sino a un conjunto de condiciones que afectan los tiempos de traslado. La técnica para crear mapas a partir de información temporal se le denomina mapas de isócronas, y básicamente representan la distancia a la que podemos trasladarnos a partir de un punto de origen y en un determinado periodo de tiempo.

En este artículo, se desarrolló una aplicación web que calcula, de manera automática, las distancias máximas a las que podemos llegar dado un periodo de tiempo. Esta aplicación genera una visualización del mapa de isócronas y permite realizar consultas interactivas a partir del tiempo deseado.

Palabras Clave: Algoritmo Deep First Search, Isócronas, Mapas, Visualización de Información.

Abstract

Most maps visually represent the physical distance between existing geographic elements; however, travel time and transfers are not necessarily related to these

geographical aspects and travel time is affected by some different conditions. Isochronous map takes temporal information in order to create maps, and basically represent the distance to which we can move from an original point to another on a certain period of time.

In this article, we have developed a web application that automatically calculates the maximum distances we can reach given a period of time. This application generates an isochrones map and allows to make interactive queries having a specific time.

Keywords: *Deep First Search Algorithm, Information Visualization, Isochrones, Maps.*

1. Introducción

Actualmente el aumento desmesurado de la población en las ciudades es notable, lo que causa una sobrepoblación y un mayor movimiento y desplazamiento de personas por las ciudades. Este fenómeno genera efectos negativos en las dinámicas de las ciudades como la pérdida de tiempo en los traslados, la incapacidad para predecir con exactitud los tiempos de viaje, desperdicio de combustible, aumento de la contaminación del aire, interferencia con los vehículos de emergencia, etcétera [AGU, 2017]. Muchos de estos problemas se deben a la falta de información en el momento adecuado.

Por otro lado, las Tecnologías de la Información y la Comunicación están abordando la vida diaria de todas las personas, y cada vez estas herramientas nos permiten tener más información de las cosas que nos rodean. En este momento tenemos la posibilidad de acceder a la información desde diferentes puntos de acceso como las computadoras o dispositivos móviles y cada vez existe una mayor capacidad de transmisión, velocidad, procesamiento, acceso, control de los datos, lo cual genera una relación cada vez más estrecha entre el hombre y las Tecnologías, logrando de esta manera incrementar el acceso a la información y por ende mejorar la toma de decisiones.

Uno de los conceptos clave en este trabajo es el concepto de isócrona, el cual proviene del griego “igual tiempo”. Este concepto es utilizado en diversas ramas del conocimiento como en la astronomía, en la geología, en la hidrología, en el geomarketing y en la planificación urbana. Un mapa de isócronas viene definido por un área delimitada por puntos a los cuales el parámetro del tiempo es el mismo, por ejemplo, en la planificación

urbana los mapas de isócronas se utilizan comúnmente para describir las áreas de igualdad de tiempo de viaje [Efentakis, 2013].

Teniendo estos elementos en mente, el objetivo de este trabajo es el de construir un prototipo que genere mapas de isócronas y que ayude a los diferentes usuarios a mejorar su movilidad en las Ciudades. Presentamos, como caso de estudio, un ejemplo de aplicación en la zona poniente de la Ciudad de México debido a que es una zona que presenta problemas importantes en materia de movilidad.

De acuerdo a lo anterior, la segunda sección de este artículo presenta los trabajos relacionados y un estado del arte de los conceptos sobre los cuales se cimienta la investigación.

En la sección 3 se describe de manera breve la metodología y el diseño de la propuesta; en la sección 4 se presentan y explican los elementos importantes para el desarrollo e implementación de los mapas de isócronas. En la sección 5, se plantea un caso de estudio analizando la aplicabilidad de los mapas de isócronas en la zona poniente de la Ciudad de México. Por último, en la sección 7 y 8 se expone la discusión y las conclusiones asociadas a la aplicación implementada, así como las acciones futuras.

Los mapas de isócronas

Los mapas de isócronas se utilizan comúnmente para describir las áreas de igualdad de tiempo de viaje. El concepto de isócrona se deriva del griego “igual tiempo”, es decir que un mapa de isócronas, es un mapa que muestra las áreas relacionadas con respecto al tiempo. La isócrona se define como una línea dibujada en un mapa, carta o diagrama en donde ocurre algo en un tiempo específico, a esta línea se le llama isolínea y es la que conecta los puntos que tienen el mismo valor en la magnitud del tiempo. Los puntos que delimitan las isócronas se forman a partir de una ubicación origen [Efentakis, 2013].

Las isócronas han sido utilizadas normalmente para mostrar los niveles de facilidad de accesibilidad a un área de influencia. En este artículo se realizó un análisis de trabajos relacionados alrededor de este tema, escogiendo algunas similitudes de los algoritmos de construcción de isócronas realizadas por [Mayhew, 1981] para centros de emergencias médicas y [Armstrong, 1972] para el aeropuerto de South Hampshire.

Los usos de mapas de isócronas se diversifican dependiendo del tipo de información, y ha sido utilizado en la hidrología, planeación urbana o centros de emergencia médica, donde en cada estudio lo que se mantiene es el tiempo como referencia para construir las isócronas.

En hidrología las isócronas se han utilizado para mostrar el tiempo que tarda el agua en realizar algún recorrido, como en [Subramanya, 2009], donde se muestra el tiempo que tarda en escurrir el agua de una cuenca a un lago suponiendo que la lluvia es constante y uniforme. Otro ejemplo claro del uso de mapas de Isócronas se ilustra en el "Unit Hydrograph Technical Manual" [NOAA, 2015] para conocer el tiempo de viaje del agua en una cuenca. Usando este enfoque espacio temporal, se puede dividir la cuenca en áreas de tiempos aproximados de viaje del agua, donde las líneas que dividen la cuenca tienen el mismo tiempo de viaje y son las llamadas Isócronas.

El uso de isócronas en la planificación urbana y en específico del transporte han sigo igualmente utilizadas. En este ámbito se pueden crear mapas de viaje para diferentes medios de transporte, por ejemplo, a pie, en bicicleta, vehículos. En el año de 1972 se hizo un primer estudio sobre las isócronas para la accesibilidad del aeropuerto de Hampshire, Inglaterra. Las isócronas calculadas en este estudio, utilizaban el método de la ruta más corta mediante una estructura de grafos y donde los vértices eran los diferentes puntos de interés [Armstrong, 1972].

Por otro lado, [Mayhew, 1981] describe un método para el cálculo automático y reproducción gráfica de isócronas alrededor de los centros médicos de emergencia en las grandes ciudades. Las isócronas se establecen para diferentes estándares de tiempo y para las variaciones de las condiciones del tráfico. La técnica se basa en el concepto de un campo de velocidad.

No podemos dejar a un lado los SIG (Sistemas de Información Geográfica) que son aplicaciones informáticas que permiten a los usuarios la gestión, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización de grandes cantidades de datos y que están relacionados a una referencia espacial. Estas herramientas facilitan la incorporación de aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales y ayudan a la toma de decisiones de una manera más eficaz en diferentes plataformas como aplicaciones de escritorio, Web y en mayor medida para aplicaciones móviles [Heywood, 2006].

Actualmente gracias al Internet se han construido diferentes aplicaciones para visualizar trayectorias y duración de viaje utilizando datos obtenidos de la cartografía y datos públicos. Google Maps se ha mostrado líder en aplicaciones de mapas en la web, ya que este ofrece imágenes de mapas desplazables, fotografías por satélite, trayectorias, rutas entre diferentes ubicaciones, y sin dejar de mencionar imágenes a pie de calle bajo el nombre de Google Street [Google Maps, 2017].

Las aplicaciones móviles actuales para la construcción y visualización de mapas cuentan con bases de datos enormes y algoritmos cada vez más eficientes para el trazo de rutas más cortas, algunos ejemplos son Waze, OsmAnd, MapFactor o SmartNavi, sin embargo, aún no cuentan con la visualización de mapas de isócronas de manera intensiva, siendo que la visualización de la información territorial usando mapas de isócronas es una buena opción demostrada por los SIG [Huoran, 2015].

2. Métodos

Para el desarrollo de esta aplicación basada en mapas de isócronas se identificaron 3 fases, las cuales se detallan a continuación.

Fase 1: Inicialmente se decidió identificar una zona que tuviera problemas de movilidad y tráfico y la cual se tuviera un amplio conocimiento para poder realizar un estudio de campo para identificar las problemáticas asociadas. En este contexto se decidió trabajar en una etapa inicial en la zona poniente de la Ciudad de México.

Fase 2: Posteriormente se realizó una búsqueda para definir cuál sería el algoritmo apropiado que se adaptara a los requerimientos de la zona. En este punto se decidió utilizar el algoritmo DFS (Deep First Search), el cual se explicará en la siguiente sección.

Fase 3: Utilizando tecnologías web, se realizó la implementación, generándose una red de nodos ligados a una base de datos para poder verificar los tiempos de traslado. Finalmente se realizaron un conjunto de pruebas con los usuarios, los cuales validaron los resultados obtenidos a partir del uso del prototipo.

Las herramientas tecnológicas utilizadas fueron el API de Google Maps para la generación de la interfaz y el uso de Apache para implementar el modelo cliente-servidor con un acceso a una base de datos mediante MySQL.

El desarrollo propuesto para el prototipo se basa en la necesidad de construir una isócrona a partir de una consulta del usuario. Esta consulta es el tiempo máximo requerido de desplazamiento, a partir de esta consulta se construye el mapa base, se genera la red de nodos y mediante el algoritmo implementado se hace la selección pertinente. Finalmente se construye la interfaz con el mapa de la isócrona asociada al tiempo requerido. Cada cambio en la consulta del tiempo realizada por el usuario, muestra como resultado una interfaz diferente con su respectivo mapa de isócrona. La propuesta de Diseño es la siguiente (figura 1):

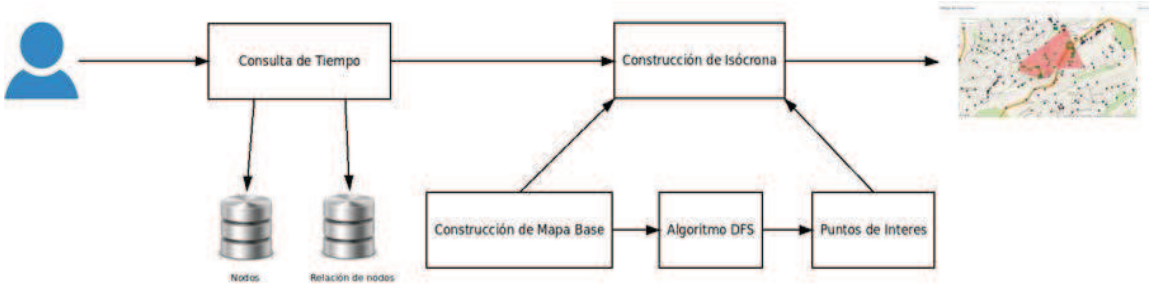


Figura 1. Propuesta de diseño para la construcción de mapas de isócronas.

3. Resultados

En esta sección, se realizaron 3 pasos importantes, la extracción, la implementación del algoritmo a utilizar, el cálculo de tiempos y la visualización de la isócrona. Dichos elementos se explican a continuación.

Extracción de mapas base

Para poder empezar con el desarrollo de esta aplicación es fundamental extraer el mapa base, es decir, poder importar los mapas de Google Maps mediante el uso de la API de desarrollo. Esta API está desarrollada en Javascript, lo que facilitó el desarrollo en la plataforma Web ya que al ser un lenguaje de programación que maneja el DOM (Document Object Model) se convierte en la parte esencial para la representación de documentos HTML dinámicos en la parte del cliente. Esto hace posible el manejo de la interfaz de manera dinámica.

Por otro lado, Google Maps utiliza el lenguaje XML para ordenar los datos y hacer uso de la información necesaria para la representación de los nodos como marcadores en el

mapa. En este caso se construyó una base de datos relacional donde se almacena la información relacionada a los nodos como: el nombre, el tipo de nodo para su representación, longitud y latitud.

Construcción de una red de nodos

La construcción de la red de nodos se hace posible almacenando las coordenadas de posición latitud y longitud de cada nodo usando el sistema WSG84. Este formato de coordenadas es necesario para el uso de la API de Google Maps. Cada nodo se debe encontrar posicionado en un eje vial real de la ciudad, como calles y avenidas para de esta forma, construir la red de nodos para su análisis en cada intersección.

Para la construcción de la red de nodos se establecieron las relaciones de los nodos enfocados a la movilidad utilizando vehículos particulares, por lo que se tomó en cuenta el sentido de las calles, la distancia y el tiempo aproximado entre los nodos. Las relaciones de los nodos en la base de datos reflejan estas características. Es importante mencionar que, dependiendo del sentido de las calles, puede cambiar el tiempo entre nodos por las características del territorio, por ejemplo, si la calle se encuentra en una pendiente arrancar es más difícil de subida que de bajada.

Algoritmo de búsqueda DFS (Deep First Search)

Una vez almacenado el grafo en la base de datos, tuvimos que encontrar un algoritmo de búsqueda, el cual recorriera los nodos y realizara los cálculos adecuados. Se escogió el algoritmo DFS por su capacidad eficiente para recorrer grafos [Cormen, 2001]. Este es un algoritmo que permite recorrer todos los nodos de un grafo de manera ordenada, pero no uniforme. Su funcionamiento consiste en ir expandiendo todos y cada uno de los nodos que va localizando, de forma recurrente, en un camino concreto. Cuando ya no quedan más nodos que visitar en dicho camino, regresa, de modo que repite el mismo proceso con cada uno de los hermanos del nodo ya procesado. Este algoritmo entonces, nos permite saber en qué nodos del árbol se encuentra el tiempo que delimita la isócrona. El algoritmo se describe en la figura 2.

```
DFS(grafo G)
```

```
     PARA CADA vértice u ∈ V[G] HACER
             estado[u] ← NO_VISITADO
             padre[u] ← NULO
     tiempo ← 0
     PARA CADA vértice u ∈ V[G] HACER
             SI estado[u] = NO_VISITADO ENTONCES
                     DFS_Visitar(u,tiempo)
DFS_Visitar(nodo u, int tiempo)
     estado[u] ← VISITADO
     tiempo ← tiempo + 1
     d[u] ← tiempo
     PARA CADA v ∈ Vecinos[u] HACER
             SI estado[v] = NO_VISITADO ENTONCES
                     padre[v] ← u
                     DFS_Visitar(v,tiempo)
     estado[u] ← TERMINADO
     tiempo ← tiempo + 1
     f[u] ← tiempo
```

Figura 2. Pseudocódigo del algoritmo DFS.

La búsqueda en profundidad se basa en el tiempo de la isócrona, es decir, se van sumando los valores del tiempo que corresponden a cada nodo mientras se va analizando el grafo, de esta forma, el resultado final es el tiempo máximo de recorrido para cada uno de los nodos.

Cálculo de tiempo y división en cuadrantes

Para determinar los tiempos, es necesario tener un cálculo a priori de los tiempos entre cada nodo en la tabla de relaciones, que en un caso ideal se pudieran calcular realizando un trabajo de campo para poder verificar los tiempos verdaderos.

La distancia entre nodos de acuerdo al sistema de coordenadas utilizado se basa en la distancia euclidiana. Para fines reales se deben establecer las características del territorio, es decir si la calle o avenida tiene topes, semáforos, si tiene pendiente favorable

o desfavorable, si esta pavimentada y si se encuentra en un cruce o intersección de calles. Cabe mencionar que para este trabajo no se tomaron en cuenta las zonas escolares, hospitales o de algún otro tipo.

La división en cuadrantes, surge a partir de la necesidad de tomar menos puntos para la construcción de la isócrona, ya que al aumentar el número de nodos en el mapa aumenta el número de puntos con los que se puede calcular la isócrona y existen casos en el que muchos puntos se encuentran cercanos y es irrelevante, para nuestro caso, hacer pasar la isócrona por todos los puntos.

La finalidad de la división de cuadrantes es que, a partir del punto inicial de la construcción de la red de nodos, se pueda hacer una división en pastel, es decir que se tome de referencia el punto inicial y este se divide en el número de ángulos que se requiera. La idea es tomar solamente el nodo más lejano por cuadrante y a partir de estos visualizar isócrona (figura 3).

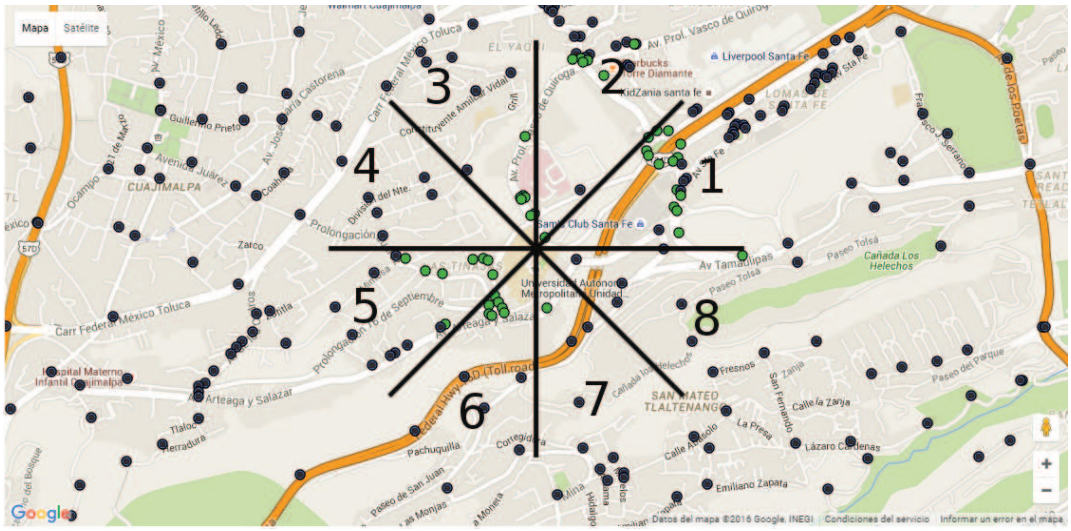


Figura 3. División a 45° a partir de una posición inicial.

Construcción de la isócrona

Los nodos consultados a partir de la selección de los nodos por cuadrante, son los que se utilizan para la construcción de la isócrona. Para realizar la construcción de la isócrona se unen los puntos seleccionados o filtrados, estos puntos como se mencionó anteriormente son los puntos más lejanos seleccionados dentro de cada cuadrante. La

unión de estos puntos se hace mediante líneas, las cuales forman un polígono al que llamamos isócrona.

La parte gráfica de la construcción de la isócrona, es decir, los mapas, las líneas, las áreas pintadas, el nombre de las calles, la congestión vehicular, el marcado de calles y avenidas, es proporcionado por la API de Google Maps.

Visualización de mapas de isócronas

En esta sección mostramos un conjunto de consultas realizadas en la zona poniente de la Ciudad de México. Al introducir el tiempo a consultar en la caja de diálogo, automáticamente se despliegan la totalidad de los nodos definidos en color negro y el punto inicial en color rojo. A partir de este punto inicial se construye el grafo. Los recorridos se ven reflejados mediante los nodos en color verde, tal y como se observa en la figura 4.

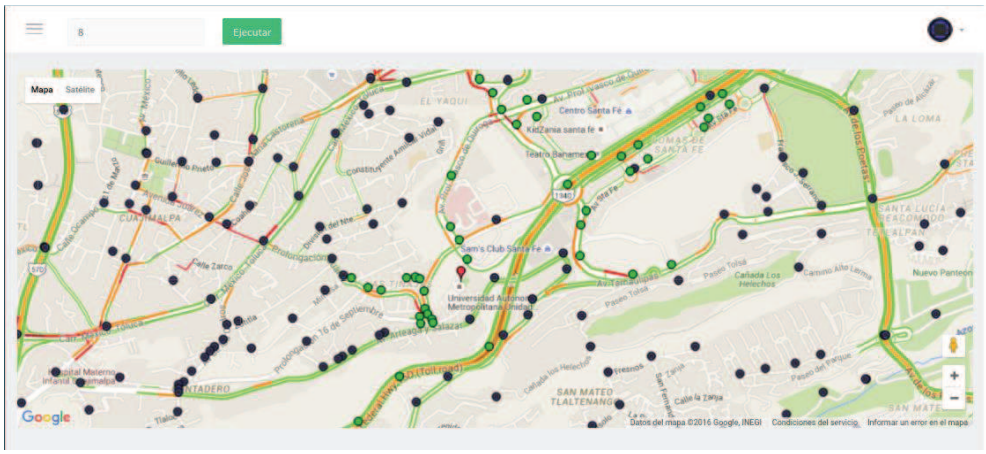


Figura 4. Nodos de la base de datos y recorrido del grafo indicado por los puntos verdes.

A continuación, se muestra la interfaz y las consultas realizadas para distintos periodos de tiempo. En estos ejemplos se puede apreciar la construcción de la isócrona y cómo cambia dependiendo de diferentes tiempos de traslado. En estos ejemplos se utilizó siempre el mismo punto de origen para realizar el trazo de la isócrona.

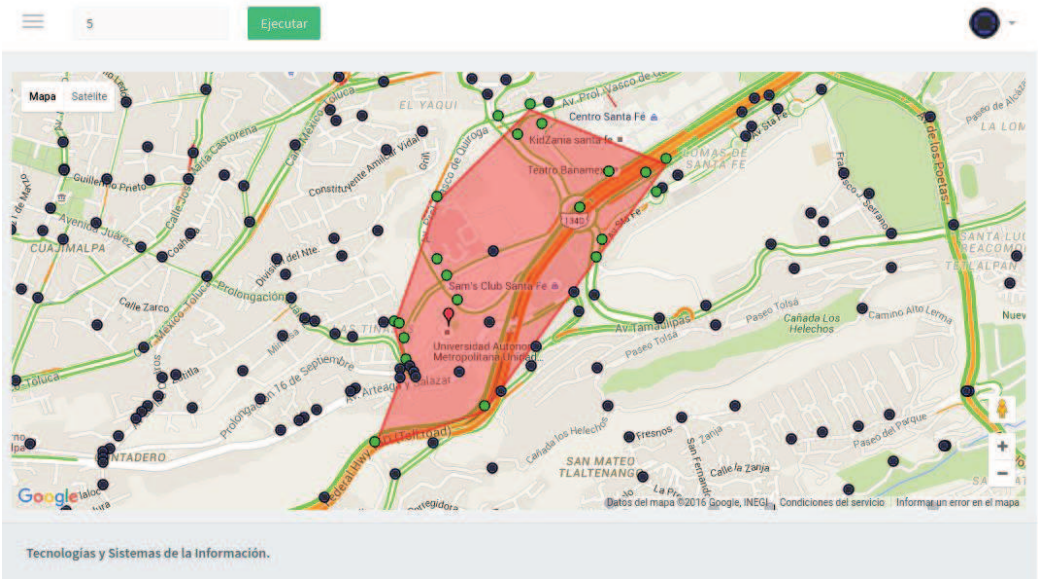


Figura 5. Mapa de isócrona para tiempo igual a 5 minutos.

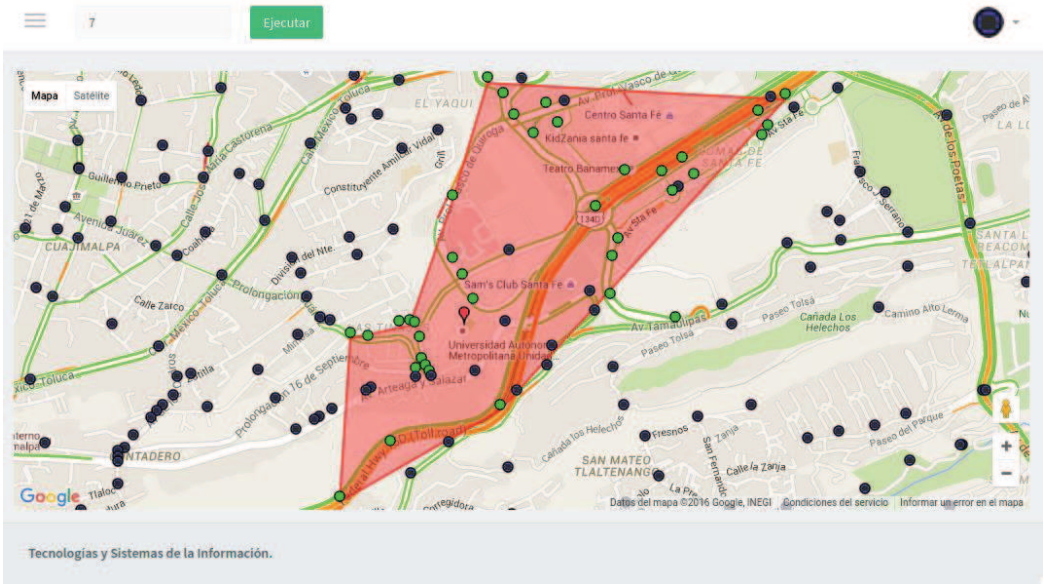


Figura 6. Mapa de isócrona para tiempo igual a 7 minutos.

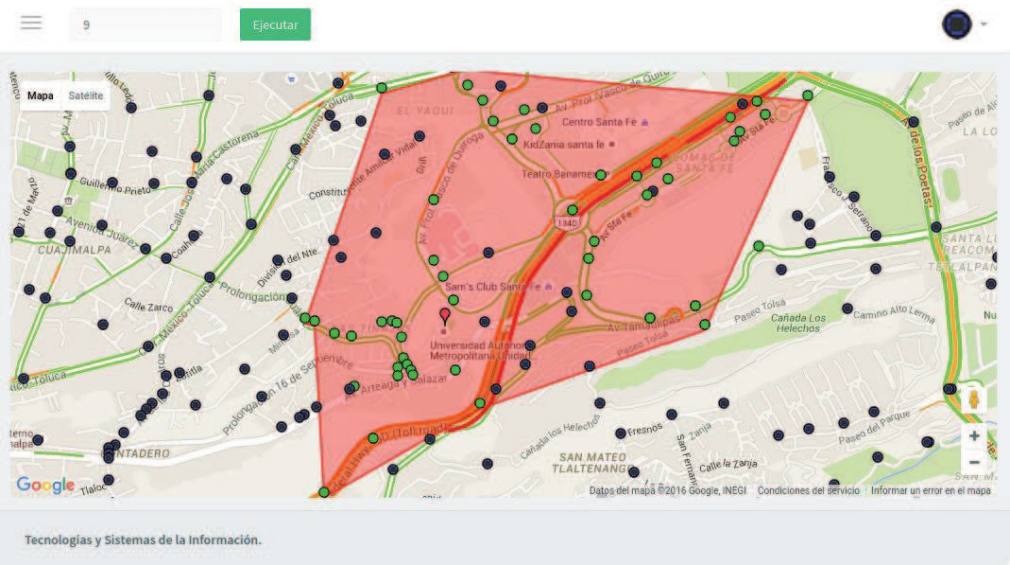


Figura 7. Mapa de isócrona para tiempo igual a 9 minutos.

4. Discusión

Las Tecnologías de la Información están cada vez más presentes en nuestra vida cotidiana. Existen muchos avances que facilitan la vida de cada uno de los usuarios. Estamos convencidos que la movilidad es un problema importante en las grandes ciudades y que pueden existir un conjunto de aplicaciones tecnológicas que ayuden a solucionar este problema. La construcción de mapas de isócronas, muestran las distancias máximas donde podemos desplazarnos un determinado tiempo. Estamos convencidos que una herramienta de este estilo podrá ayudar en la visualización de mayor información para los usuarios, ayudando a que estos usuarios tomen mejores decisiones en sus desplazamientos cotidianos. Una aplicación de este estilo, podría perfectamente complementarse con las aplicaciones relacionadas con la movilidad que actualmente se utilizan (Google Maps o Waze).

5. Conclusiones

En este artículo se mostró el proceso completo de construcción de mapas de isócronas. De igual forma, se planteó su utilidad y la forma en que el usuario puede realizar consultas respecto a los tiempos máximos de recorridos. La construcción de mapas de isócronas puede ser de gran ayuda para poder realizar mejores

desplazamientos en las grandes ciudades. Puede ayudar tomar mejores decisiones sobre a dónde ir, por dónde ir y hasta dónde podría llegar. Además, gracias al uso de la API de Google Maps se facilita la implementación, representación y reutilización de los mapas.

Dentro del desarrollo de este trabajo se encontraron un conjunto de problemas, los cuales deberían de considerarse en trabajos futuros, para poder mejorar la versión de la aplicación. De los más importantes podemos mencionar los siguientes:

Falta una manera automatizada para poder definir los nodos, debido a que el proceso manual puede depender del número de nodos a definir. Si pensamos en la CDMX, serían millones.

Es necesario contar con retroalimentación en tiempo real de los usuarios de esta aplicación con respecto a la información del territorio para mejorar la exactitud del cálculo de la isócrona, es decir, que los usuarios puedan mandar datos de que es lo que sucede a su alrededor en tiempo real, como accidentes, baches, fallas en el sistema vial, cierres, y puedan tomarse en cuenta en la construcción.

Agregar puntos de interés personalizados, como hospitales, bancos, escuelas, cafeterías, etc., así como mejorar el tiempo real de traslados entre los nodos, dependiendo de horarios y condiciones reales de tráfico.

Finalmente podemos decir, con el objetivo de enriquecer el proyecto, que es recomendable realizar una evaluación minuciosa para confirmar la precisión de los tiempos representados por la isócrona construida.

6. Bibliografía y Referencias

[1] AGU, (2017), Agencia de Gestión Urbana de la Ciudad de México. Incidentes viales del DF enero agosto 2014. Consultado 15 de enero de 2017.

[2] Armstrong, H. W. (1972). A Network Analysis of Airport Accessibility in South Hampshire. Journal of Transport Economics and Policy.

[3] Cormen, TH., Leiserson, CE., Rivest, RL. (2001). Introduction to Algorithms, Second Edition. MIT Press and McGraw-Hill, ISBN 0-262-03293-7. Section 22.3: Depth-first search, pp.540–549.

[4] Efentakis, A., Grivas, N., Lamprianidis, G. Magenschab, G. (2013) Isochrones, traffic and DEMOgraphics. In Proceedings of the 21st ACM SIGSPATIAL International

Conference on Advances in Geographic Information Systems (SIGSPATIAL'13). ACM, New York, NY, USA, 548-551.

[5] Google Maps, (2017), Javasript API V3 Reference: https://developers.google.com/maps/ documentation/javascript/reference

[6] Heywood, I., Cornelius, S., and Carver, S. (2006). An Introduction to Geographical Information Systems. Prentice Hall. 3rd edition.

[7] Huoran Li, Xuan Lu, Xuanzhe Liu, Tao Xie, Kaigui Bian, Felix Xiaozhu Lin, Qiaozhu Mei, and Feng Feng. (2015). Characterizing Smartphone Usage Patterns from Millions of Android Users. In Proceedings of the 2015 Internet Measurement Conference (IMC '15). ACM, New York, NY, USA, 459-472.

[8] Mayhew, L. D. (1981). Automated isochrones and the locations of emergency medical services in cities. The Professional Geographer, 33: 423–428. doi: 10.1111/j.0033-0124.1981.00423.x

[9] NOAA, (2015) The National Operational Hydrologic Remote Sensing Center. Unit Hydrograph (UHG) Technical Manual. Consultado 23 de octubre de 2015 de: http://www.nohrsc.noaa.gov/technology/gis/uhg_manual.html

[10] Subramanya, K. (2009). Engineering Hydrology. McGraw-Hill, 3rd edition.

7. Autores

Erick López-Ornelas Profesor-investigador en el Departamento de Tecnologías de la Información de la Universidad Autónoma Metropolitana - Cuajimalpa en la Ciudad de México. Recibió su doctorado en Informática en la Universidad Paul Sabatier de Toulouse Francia, en el 2005. Sus intereses de investigación incluyen: visualización de información, análisis de redes sociales y la Interacción Humano Computadora.

Santiago Avilés Vázquez Obtuvo su Licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información en 2017 en la Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Cuajimalpa. Sus intereses actuales se centran en aplicaciones Web, redes sociales, cartografía digital y mapas interactivos.