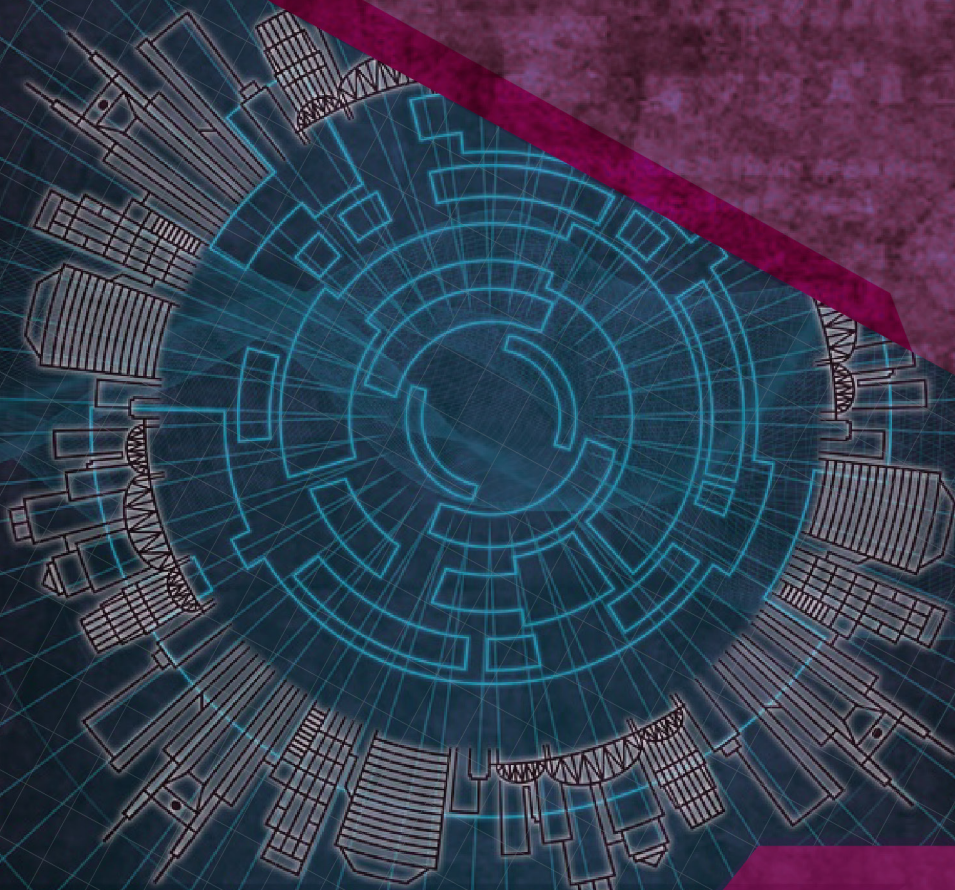


# LAS CIUDADES INTELIGENTES

WILMER ILLESCAS ESPINOZA / SILVIA LANDÍN ÁLVAREZ / WASHINGTON FIERRO SALTOS



**Editorial**  
UTMACH

**REDES 2017**  
COLECCIÓN EDITORIAL



# Las ciudades inteligentes

Wilmer Illescas Espinoza  
Silvia Landín Álvarez  
Washington Fierro Saltos  
Coordinadores



Primera edición en español, 2018

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa editorial de la UTMACH

---

Ediciones UTMACH

Gestión de proyectos editoriales universitarios

148 pag; 22X19cm - (Colección REDES 2017)

Título: Las ciudades inteligentes. / Wilmer Illescas Espinoza / Silvia Landín Álvarez / Washington Fierro Saltos (Coordinadores)

ISBN: 978-9942-24-098-9

*Publicación digital*

---

Título del libro: Las ciudades inteligentes.

ISBN: 978-9942-24-098-9

Comentarios y sugerencias: [editorial@utmachala.edu.ec](mailto:editorial@utmachala.edu.ec)

Diseño de portada: MZ Diseño Editorial

Diagramación: MZ Diseño Editorial

Diseño y comunicación digital: Jorge Maza Córdova, Ms.

© Editorial UTMACH, 2018

© Wilmer Illescas / Silvia Landín / Washington Fierro, por la coordinación

D.R. © UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, 2018

Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

[www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

Machala - Ecuador

Advertencia: "Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes".



César Quezada Abad, Ph.D  
**Rector**

Amarilis Borja Herrera, Ph.D  
**Vicerrectora Académica**

Jhonny Pérez Rodríguez, Ph.D  
**Vicerrector Administrativo**

#### **COORDINACIÓN EDITORIAL**

Tomás Fontaines-Ruiz, Ph.D  
**Director de investigación**

Karina Lozano Zambrano, Ing.  
**Jefe Editor**

Elida Rivero Rodríguez, Ph.D  
Roberto Aguirre Fernández, Ph.D  
Eduardo Tusa Jumbo, Msc.  
Irán Rodríguez Delgado, Ms.  
Sandy Soto Armijos, M.Sc.  
Raquel Tinóco Egas, Msc.  
Gissela León García, Mgs.  
Sixto Chilinguina Villacis, Mgs.

#### **Consejo Editorial**

Jorge Maza Córdova, Ms.  
Fernanda Tusa Jumbo, Ph.D  
Karla Ibañez Bustos, Ing.  
**Comisión de apoyo editorial**



# Índice

## Capítulo I

La Ciencia de los datos ..... 13

Washington Fierro Saltos; Xavier Ochoa Chehab;  
Jonathan Cárdenas Benavides

## Capítulo II

Los Sistemas de soporte a las decisiones con web semántica  
..... 47

Wilmer Illescas Espinoza; Walter Bel; Luis Olvera Vera

## Capítulo III

El Problema de los residuos e-garbage ..... 73

Jussen Facuy Delgado; Luis Olvera Vera; Jonathan Samaniego Villarroel

## Capítulo IV

La Movilidad en ciudades inteligentes ..... 103

Patricio Lara Álvarez; Janio Jadan Guerrero

**Capítulo V**

Ciudadanía inteligente.....126

Silvia Landin Álvarez; Wilmer Illescas Espinoza; Carlos Viteri Escobar



# Dedicatoria

El presente esfuerzo bibliográfico dedico a aquellas personas que trabajan día a día en el desarrollo de la Provincia de El Oro. Además, a quienes me han sabido guiar con sus acertadas opiniones en la ejecución de mi proyecto de vida.

Wilmer Illescas

A mi esposa y mis hijos Daniela, Sofía y Matías, este libro y toda mi vida.

Washington Fierro Saltos

A mis hijos Jaden Santistevan y Ayleen Arias que son parte de mi vida y motores de mi desarrollo profesional.

Silvia Landin

A Dios, a mi hermosa familia y a toda esa comunidad científica, académica y lectora, expongo este proyecto a todos los interesados en encontrar nuevos cambios en beneficio de la sociedad.

Jussen Facuy

# Introducción

Actualmente, lograr que una determinada localidad, ciudad o provincia se considere una ciudad inteligente es el objetivo de una gobernanza eficiente. Esfuerzos en optimizar el uso adecuado de las energías, crecer en armonía con la naturaleza, y desarrollar su urbanismo de manera sostenible, forma parte de los objetivos de desempeño de gobiernos responsables. Para lograrlo, se necesita que las tendencias tecnológicas y la ciudadanía logren trabajar simbióticamente. El presente documento presenta a la ciudadanía los últimos avances de la tecnología informática y su integración en el desarrollo de las ciudades inteligentes.

Nuestro mundo gira y girará en torno a los datos, el progreso y la innovación de los datos están en el centro de una ciudad inteligente y de la nueva economía del conocimiento. Desde esta perspectiva el Capítulo 1 denominado la Ciencia de los Datos, analiza brevemente el concepto de ciudad inteligente o “Smart City”, caracterizada por la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y el Internet de las cosas; en un segundo momento se define ampliamente la tecnología del Big Data, partiendo de las características y dimensiones relevantes; de las técnicas, algoritmos y herramientas de la Minería de Datos, para la extracción y descubrimiento de conocimiento útil a partir de grandes volúmenes de datos.

En el capítulo denominado “Sistema de Soporte a las Decisiones con la Web Semántica”, presenta los últimos avances para tomar decisiones en situaciones automatizables. La ventaja que brinda la Web Semántica es que la información generada tiene la capacidad de ser reutilizable porque se genera con código que es capaz de interoperar entre sistemas. Esto contribuye al ahorro energético y disminuir la obsolescencia del hardware, al no tener que volver a generar los datos. Adicionalmente, se contribuye a la afinación de la precisión de lo que recomiendan los sistemas informáticos, al no tener que depender, en su totalidad, de los ingresos de datos manuales.

El problema de los residuos e-garbage; los seres humanos consumimos recursos y desechemos aquello que no es útil, denominados residuos o comúnmente “basura”, desde perspectivas amplias y diversas, más eficiente, con el uso de sensores de medición, la distribución de pequeños agentes recolectores, el uso de grandes estaciones de desperdicios y recolectores de gran tamaño, estaríamos mejorando un sistema que por muchos años no ha sido eficiente.

El concepto de ciudad inteligente va asociado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en diferentes áreas, tales como, participación ciudadana, movilidad, seguridad, contaminación ambiental, recolección de desechos, ecología, entre otros. Un área de especial interés en este capítulo es la de movilidad. Al respecto, se está hablando de problemáticas relacionadas al sistema de transporte público, el aumento de tráfico, el estacionamiento, la contaminación, entre otros. Dar solución a estos problemas es un desafío para los gobiernos locales, encargados de mantener la calidad de vida de sus ciudadanos concentrándose especialmente en la movilidad urbana.

El apartado ciudad inteligente presenta una conceptualización de una ciudad inteligente y la ciudadanía inteligente que permite el acceso a las TIC´s como herramientas de interacción de las personas con las diferentes áreas sociales, económicas, políticas, culturales, educativo entre otras que fomentan la responsabilidad, ética y seguridad en el uso de

la tecnología. Se aplicó un estudio en Ecuador para determinar la ciudadanía inteligente y su grado de compromiso con el uso de la tecnología. Se evidencia cómo ha evolucionado el uso de la tecnología en el ciudadano inteligente y actualmente cuáles son las oportunidades que la tecnología brinda, el reto, uso y modernización de las nuevas tecnologías. Se contribuye con información sobre la satisfacción y necesidades de las empresas sobre el uso de las TIC's y la capacidad del personal en su uso. Por lo cual se concluye que el uso de la tecnología mejora la calidad de vida en el ciudadano.

Finalmente, se plantea la siguiente pregunta ¿cuándo parará la evolución tecnológica? ¿Cuál es el motor que impulsa su exponencial desarrollo? ¿Son sus prácticas sostenibles a largo plazo? A lo cual nos atrevemos a decir, que está en nuestras manos el tomar lo mejor que el campo científico nos provee, para innovar y desarrollarnos en perfecta armonía con la naturaleza, respetando los sueños y aspiraciones de las futuras generaciones, y hacer de éste un mundo mejor.

# 04 Capítulo La Movilidad en ciudades inteligentes

Janio Jadán Guerrero; Patricio Lara Álvarez

Actualmente la población mundial crece de una forma acelerada, según las Naciones Unidas más del 50% de la población residen en zonas urbanas, y en los próximos años se espera un crecimiento considerable (ONU, 2014), por lo cual, cada día surgen nuevas tecnologías dedicadas a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y su movilidad. Como complemento a lo antes mencionado es importante analizar el entorno urbano de las ciudades, en donde existe una creciente demanda, así también la población tiene un enorme impacto en el desarrollo económico y social de las naciones, en medio de entornos en los cuales las personas

---

**Janio Jadán Guerrero:** Docente principal de la Facultad de Ingeniería en Sistema de la Universidad Tecnológica Indoamerica de Ecuador, de la provincia de Tungurahua, ciudad Ambato, obtuvo su doctorado en Computación e Informática en la Universidad de Costa Rica, además es Magister Scientiae en Computación e Informática graduado en la Universidad de Costa Rica, actualmente se desempeña como Director del Departamento de Investigación CITIC, de la Universidad Indoamerica

**Patricio Lara Álvarez:** Docente agregado de la Facultad de Ingeniería en Sistema de la Universidad Tecnológica Indoamerica de Ecuador, de la provincia de Tungurahua, ciudad Ambato, tiene una Maestría en Administración y Marketing y otra en Educación a Distancia, además es el director de Tecnología Educativa de la Universidad Indoamerica, y actualmente es el Administrador de la Plataforma Virtual de la Universidad.

viven y trabajan, empresas que desarrollan sus actividades y además son los principales centros de consumos de recursos, de tal manera que las autoridades públicas deben considerar una evolución en la forma en que se administran los recursos de las ciudades.

La tecnología ayuda a conectar a ciudades para mejorar la eficiencia de los recursos y construir núcleos urbanos inteligentes, por tanto, es pertinente proponer un modelo de infraestructura de comunicaciones y aplicaciones que permitirá implementar mejoras, en control de tráfico, seguridad pública y la integración de servicios de transporte hacia los ciudadanos; grandes ciudades ya han empezado a trabajar para implementar soluciones que contemplan servicios integrados. Dentro de la propuesta presentada en este capítulo del libro se realizará un análisis prospectivo sobre las tecnologías emergentes que harán realidad la autonomía de vehículos con certificación, se determinará las ventajas al implementar nuevos servicios a través de la utilización de este tipo de tecnología y su impacto en las ciudades inteligentes del futuro.

## Introducción

El concepto de ciudad inteligente va asociado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en diferentes áreas, tales como, participación ciudadana, movilidad, seguridad, contaminación ambiental, recolección de desechos, ecología, entre otros. Un área de especial interés en este capítulo es la de movilidad. Al respecto, se está hablando de problemáticas relacionadas al sistema de transporte público, el aumento de tráfico, el estacionamiento, la contaminación, entre otros. Dar solución a estos problemas es un desafío para los gobiernos locales, encargados de mantener la calidad de vida de sus ciudadanos concentrándose especialmente en la movilidad urbana.

En este contexto la tecnología tiene un papel crucial, ya que integra recursos físicos y digitales para formar una plataforma que relaciona información y eventos relacionados a

la movilidad, con el fin de ayudar a una mejor comprensión de cómo la ciudad está funcionando en términos de consumo de recursos, servicios y estilos de vida. Además, juega un papel muy importante, ya que ayudan a mejorar la eficiencia de los recursos, a conectar a ciudades para construir núcleos urbanos inteligentes. La tecnología ha permitido que se creen iniciativas privadas basadas en sistemas de información de tráfico que miden en tiempo real, por ejemplo, Waze y Google maps.

Otro ejemplo en el campo del transporte urbano de pasajeros individuales están Uber, Cabify, BlaBlaCar o EasyTaxi. Estas plataformas digitales han dejado en claro que la calidad puede mejorar significativamente para los ciudadanos con el simple uso de apps para solicitar y monitorear vehículos. El efecto de estas aplicaciones ha significado aumento del empleo de conductores y una fuerte mejora en las condiciones del tráfico. Pero también ha traído posturas de incomodidad de asociaciones de transportistas y entidades de gobierno sobre políticas de recaudación de impuestos. Ante, estas iniciativas particulares, los gobiernos locales podrían replicar la innovación introducida por la empresa privada, o al menos hacer uso de esta infraestructura tecnológica que ya es una realidad (El Comercio, 2017).

## **Movilidad y ciudades inteligentes**

Las ciudades inteligentes han sido un concepto frecuentemente utilizado desde hace año atrás en las situaciones de desarrollo urbano en el contexto de innovación y desarrollo de las tecnologías de la información en la creación de aplicaciones y servicios que mejoren la calidad de vida y la comunicación.

Sin embargo el crecimiento sistematizado de los servicios generan un alto de volumen en el flujo de la comunicación lo que crea dificultades a la hora de administrarlos individualmente, la creación de aplicaciones para varios servicios generan información e inclusive muchas de las aplicaciones con fines personales, empresariales, sociales, etc. duplican el esfuerzo y realizan las mismas tareas y actividades que

a la hora de generar competencia en vez de valor a través de múltiples plataformas que la mayoría de las veces son incompatibles o difíciles de integrar. Por tal motivo debemos hacernos las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo recolectar, almacenar y procesar la información en ciudades inteligentes?
2. ¿Cómo se puede identificar la existencia de redundancias?
3. ¿Qué datos se debe recolectar y cuáles datos serán útiles y con qué objetivo serán recolectados?

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones, tecnologías de la información y la comunicación “El Sector de los sistemas de gestión de transporte inteligente deben utilizar la tecnología y recopilar información sobre los patrones de movilidad. Esta información permite a los administradores de la ciudad asegurarse de que con la infraestructura actual y con menores inversiones, la ciudad ofrece sistemas de transporte más limpios, eficientes y más inteligentes. Este método reduce el nivel de desperdicio y mejora el nivel de vida de los ciudadanos, superando así los desafíos de transporte de bienes, servicios y personas de un punto a otro. Además, las TIC pueden ayudar a reducir la necesidad global de transporte y los viajes, ofreciendo alternativas virtuales a los movimientos físicos” (UIT-TI, 2014).

## El papel de la tecnología en aspectos de movilidad

Sin lugar a dudas desde que el Internet apareció no ha dejado de evolucionar, su crecimiento ha si realmente acelerado, desde aquellos módems de 56 K en sus inicios hasta las conexiones extremadamente rápidas mediante las conexiones de fibra óptica actuales, ello brinda la posibilidad de conectarse al internet mediante el uso de teléfonos inteligentes, cámaras IP, GPS, entre otros, destacándose el uso de las redes inalámbricas que proporcionan movilidad a los dispositivos.



Desde hace unos años atrás se inició a hablar acerca de IoT (El Internet de las Cosas), lo que en aquellas épocas no era más que una apuesta al futuro, hoy en día está comenzando a ser una realidad, cada vez es más natural encontrar nuevos dispositivos con la capacidad de conectarse al internet con el objetivo de permitir a los usuarios una administración de su uso desde cualquier parte del mundo. IBM afirma que “una ciudad inteligente es aquella que hace un uso óptimo de toda la información interconectada disponible en la actualidad para entender y controlar mejor sus operaciones y optimizar el uso de recursos limitados” (IBM, 2009)

Existen factores clave en el tema de movilidad en ciudades inteligentes por ende podemos destacar cuatro categorías principales:

1. Parking inteligente
2. Gestión del tráfico
3. Iluminación urbana y consumo energético
4. Vehículos autónomos
5. Gestión de residuos.

### **Parking inteligente**

Estacionar el vehículo en un lugar libre es una actividad diaria y es una de las tareas que normalmente nos quita tiempo dependiendo del lugar y de la hora en donde nos encontramos cotidianamente, para resolver este problema se han realizado muchos estudios en los que podemos diferenciarlos en dos categorías

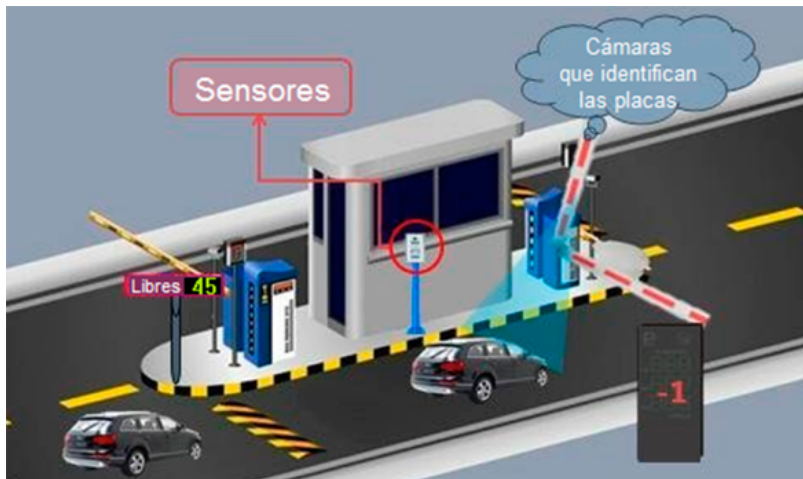
- Sistemas de estacionamiento basados en sensores
- Sistemas de reserva de espacios basados en datos

### **Sistemas basados en sensores**

Este tipo de sistemas son más fáciles de utilizar para los conductores, comúnmente se basan en tecnologías con sensores que son ubicados en lugares estratégicos para que puedan detectar si el espacio está utilizado o libre podemos

observar estos sistemas funcionando en los centros comerciales, estos sensores se interconectan a un sistema centralizado y a través de este se comunica al conductor su estado actual, el problema de estos sistemas es que al inicio implementarlos tiene un costo alto, pero una vez implementado su coste de manutención es muy bajo considerando también que este tipo de sistemas no requiere de ninguna aplicación y no distrae a los conductores.

Figura 1. Sensores ubicados en parqueaderos de Dahua Security



Fuente: <http://www1.dahuasecurity.com>, 2017.

### Sistemas basados en datos

Este tipo de sistemas a diferencia del anterior necesita de una aplicación en la nube, el usuario debe tenerla y solicitar un lugar en el aparcamiento y una vez que sea asignado un espacio libre el usuario debe confirmar que su vehículo lo está usando, además se cobra a los usuarios en función del tiempo aunque va a depender de la ciudad donde se encuentre, por ende esto tiene muchas restricciones inclusive hasta para poder realizar el cobro que se realiza también a través de la aplicación, el problema principal de este tipo de sistemas es que ambas partes deben tener conexión a internet para funcionar, además de que estas aplicaciones podrían distraer al conductor pudiendo ocasionar accidentes

Ambas soluciones van a requerir de proceso, costos de operación e implementación, de cualquier forma, ambos sistemas cumplen con sus objetivos, es importante tener en una ciudad un tráfico eficiente que reduzca al máximo el tiempo en que los conductores deben emplear para movilizarse hacia sus destinos, una mejor gestión en el estacionamiento reduce también los niveles de contaminación, además repercute también en la productividad ya que los conductores no perderán horas y aprovecharán el tiempo en realizar sus labores diarias.

Existen varios sistemas para el monitoreo urbano de la accesibilidad a ciudades inteligentes como por ejemplo podemos citar el proyecto de (Mora & Gilart-Iglesias, 2017), en el cual obtienen la información con varios dispositivos físicamente como RFID (Identificación por radio frecuencia), Bluetooth, GPS, y sistemas en la nube usando dispositivos móviles, se implementan varios sistemas autónomos, que van almacenando las rutas más utilizadas por los transeúntes, y a través de aplicaciones instaladas en dispositivos móviles. Las aplicaciones más conocidas de este tipo son Uber, Cabify, Easy Taxi y Blablacar.

Figura 2 Servicios inteligentes basados en obtención de datos

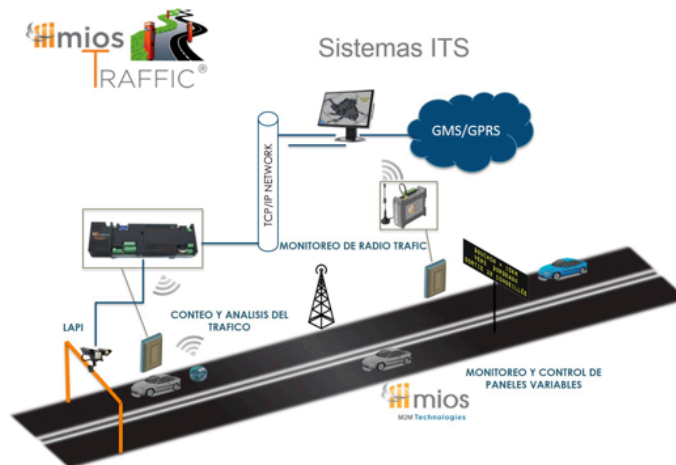


Fuente: AUTOCITS, 2017, recuperado de <https://www.autocits.eu/>

## Gestión del tráfico

Si tomamos en cuenta que el nivel de crecimiento poblacional es muy alto, y tenemos un índice alto de congestión en la actualidad, caben algunas preguntas: ¿qué pasará en los próximos años con la congestión vehicular?, ¿qué pasará con los niveles de contaminación?, ¿qué medidas se tomarán para reducirla? El futuro no parece muy alentador, ya que se espera que en los próximos 30 años las personas que vivan en las ciudades pasen 106 horas al año atrapadas en atascos, el doble que ahora. Y eso teniendo en cuenta que, para entonces, dos terceras partes de la población mundial residirán en una gran urbe de más de 10 millones de habitantes, según las previsiones de la ONU (ONU, 2014). Frente a este panorama se están diseñando Sistemas de Gestión de Tráfico (ITS), como el que se muestra en la figura #3. En el cual, los vehículos incorporan nuevos implementos y sensores que ayuden a solventar esta tecnología para que la información sea recopilada y las señales vayan cambiando en función del estado del tráfico, esto permitiría gestionar eficientemente el tráfico, con vías descongestionadas, optimización del tiempo para los vehículos, además de disminuir la contaminación.

Figura 3 Sistema Inteligente de gestión de tráfico ITS



Fuente: MIOS-GROUP, 2017, recuperado de <http://mios-group.com/es/>

Un desafío en este tipo de sistemas es el manejo de la información, ya que por desconocimiento de los ciudadanos pueden desconfiar que sus datos no se administren con privacidad, compartiendo fotografías o ubicación de los mismos. Es decir, que estos datos no deben ser usados sin consentimiento de los ciudadanos e inclusive un ciudadano puede solicitar que sus datos sean eliminados. Tomando en cuenta estas características podemos destacar el avance que se ha tenido en los últimos años sobre todo la explotación de varias tecnologías la que más podemos destacar es el Big data conforme al tráfico y la obtención de datos en tiempo real.

### **Algoritmos de control**

Para poder gestionar esta información de tráfico se necesita de aplicaciones informáticas que automaticen el proceso, aunque existen aplicaciones que podrán funcionar de forma autónoma y otras que dependerán de un operador, y básicamente lo que utilizan algoritmos de control en lo que podemos destacar 2 principales:

**Algoritmo de congestión:** Este algoritmo lo que realiza es cambiar constantemente los límites de velocidad para cuando exista congestión, la tarea más importante de este algoritmo es la comprobación en tiempo real del tránsito, e ir introduciendo los valores necesarios para controlar el tráfico.

**Algoritmo de polución:** El principal objetivo de este algoritmo es la disminución de la contaminación, para que la ciudad este menos contaminada.

Ambos algoritmos deben informar a los conductores con señalizaciones o tableros electrónicos de los cambios efectuados dependiendo de la necesidad y el estado del tráfico.

En algunos países tales como España o Estados Unidos en ciudades como Washington, Nueva Jersey o Nuevo México tienen estos tipos de sistemas, por ejemplo en Missouri utilizan sistemas de velocidad variable en la vía interestatal, los límites de velocidad varían entre 40 y 60 millas por hora

dependiendo de la fluidez del tráfico, inclusive cuando ocurre algún accidente puede bajar más de los 40 mph, y los cambios son actualizados cada 5 minutos, además se utilizan radares que constantemente registran la velocidad y envían la información a centros de control, donde todos los centros se

interconectan a un servidor central, que analiza la información recibida y determina que velocidad debe ser marcada en ese momento.

Existen otros tipos de sistemas por ejemplo en Nueva Jersey, se utilizan señales de espira inductivas para detectar la velocidad y volumen del tráfico, además de sensores de climatología, los límites de velocidad se miden a través de los datos obtenidos en donde se calcula la media, además estos valores pueden variar cuando existen accidentes, o cambios de clima como carreteras con niebla o nieve.

En Nuevo México utilizan espiras, células fotoeléctricas y sensores de precipitaciones, y determinan la densidad del tráfico la luminosidad actual y las precipitaciones con esta información se marca el límite de velocidad.

En Finlandia usan sensores de clima, para fijar los límites de velocidad automáticamente y se fijan las velocidades entre 60 y 100 km/h dependiendo de la densidad del tráfico

En Holanda se instalaron espiras y detectores automáticos de accidentes, y las velocidades son variables a través de un algoritmo que realiza los cálculos automáticamente y cuando se detecta un accidente las velocidades se suelen bajar a 50km/h.

Para implementar todos estos algoritmos se utiliza la simulación, con los análisis obtenidos en simulación se puede obtener importantes conclusiones que pueden llevar a obtener resultados reales y posibles soluciones ante cada caso, además de otra ventaja es la reducción de costos y riesgos de accidentes, aunque es muy complejo llegar a reproducir los casos exactamente como suelen suceder.

## Procedimientos de cálculo

Existen varias metodologías, aunque hay que tomar en cuenta que, con la inclusión de nuevas tecnologías, varias han quedado obsoletas y nuevas metodologías van surgiendo día a día, con otras variables tales como tiempo de viaje, tiempo de separación entre vehículos, ocupación de la vía, etc y en función de la metodología las variables pueden variar podemos nombrar métodos como antiguos en donde se requería de observadores y la toma de información manual que eran muy rústicos, largos complicados y no muy eficaces, en cambio en la actualidad se hable de nuevos métodos donde inclusive se debe incluir implementos electrónicos dentro de los vehículos y con sistemas inteligentes, aunque todavía no existen claramente estándares donde puedan ser implementados con fluidez.

## Modelos de tránsito

Existen 2 tipos de modelos de tránsito en la gestión del tránsito:

- Modelo Macroscópico
- Modelo Microscópico

Los modelos macroscópicos analizan la relación entre la velocidad, intensidad y densidad de vehículo en una longitud determinada, analizando la media de tramos determinados.

Los modelos microscópicos analizan el flujo de vehículos individualmente uno por uno representando sus comportamientos.

## Demoras en carreteras

Desde hace muchos años atrás se han realizado estudios para solventar las largas colas de espera que se generan comúnmente en las carreteras a nivel mundial y existen varios sistemas para mejorar el tráfico de 2 y 3 carriles entre ellos podemos nombrar el de Markov que puede ser aplicado en carreteras de más de 2 carriles y tienen diagramas

de flujo del comportamiento de cada carril ya sea izquierdo central o derecho y los resultados son comparados con recopilación de información anterior.

En consecuencia, los problemas más grandes a los que no enfrentaremos en el futuro es la movilidad, estos sistemas de gestión de tráfico ayudan a la circulación con fluidez y acceso a las grandes capitales del mundo, en su mayoría utilizan sistemas de velocidad variable ya que son muy eficientes a la hora de controlar la congestión del tráfico.

### **Iluminación urbana y Consumo Energético**

Hablando de iluminación las luces LED en la actualidad son la tendencia muchos países han ido reemplazando a este tipo de luces, además de que han surgido nuevos sistemas que han automatizado los sistemas de alumbrado público, y este tipo de sistemas ofrece muchos beneficios, sobre todo a la hora de la eficiencia energética que es uno de los factores más importantes, por ejemplo la empresa Navigant Research considera que la tecnología LED para la mejora de iluminación en las calles pronostica que el despliegue será mucho mayor en ciudades inteligente sobre todo por los controles que pueden adaptarse a través de esta tecnología en su mayoría con uso de sensores de varios tipos incluyendo monitoreo de niveles de contaminación, organización de tráfico y estacionamiento inteligente.

Sin embargo, es importante destacar que el consumo energético es un tema muy vulnerable sobre todo por el apoyo de gobierno que se tiene dentro del ámbito de eficiencia energética este tipo de tecnología probablemente requerirá no solo de mayor consumo si no de la implementación de nuevas fuentes de energía y teniendo en cuenta además energías renovables, e inclusive en nuevas fuentes para solventar nuevas tecnologías tales como los vehículos eléctricos y además de soluciones automatizadas de consumo eléctrico.

Resulta evidente la necesidad de implementar nuevas políticas en el ámbito eléctrico y fundamentalmente un



cambio en el modelo energético por parte de la Administración pública lo que se hace un poco difícil inclusive a la hora de implementar nuevos impuestos, además de que al parecer las ciudades inteligentes se utilizan más como una pieza de marketing que un proyecto sustentable y tangible.

A nivel energético es importante para la administración pública promover la eficiencia y la implementación de instalaciones eléctricas con un nivel sostenible en el futuro disminuyendo la contaminación y eliminación de insumos que provienen del petróleo y incentivos para que los ciudadanos usen vehículos que no contaminen como por ejemplo los vehículos eléctricos, que día a día cada uno de los fabricantes está optando por la construcción de este tipo de vehículos como alternativa a los vehículos por motores de combustión, que en principio las ventajas más importantes son la reducción de costos en el mantenimiento e inexistentes emisiones de contaminación, se calcula que el costo por cada 100 kilómetro de ese tipo de vehículos es de 1 dólar, y que en cambio el costo del vehículo de combustión cada vez es más alto, además de que este tipo de vehículos no consumen combustibles fósiles, por ende no contaminan al no emitir  $\text{CO}_2$  a la atmósfera que es el primordial problema de los vehículos de combustión, y también no emiten ruido por ende es otra ventaja sobre todo en lugares céntricos de las ciudades.

Algunos países incentivan la adquisición de este tipo de vehículos exonerándolo de impuestos y es un punto muy importante a la hora de adquirir este tipo de vehículos, así como también el costo de manutención es más bajo.

El problema más grave en la actualidad es pocas fuentes de energía para recargar los vehículos, aunque en las grandes ciudades poco a poco siguen implementando nuevas estaciones, pero aún siguen siendo insuficientes, y otro problema es la autonomía de la duración de las baterías que en varias marcas rinden menos de 100 kilómetros por carga y sobre todo que no soportan carga rápida, en otros modelos como TESLA por ejemplo soportan autonomía de hasta 500km por carga aunque no son 100% reales y dependen

de varias circunstancias, además de la potencia que tienen este tipo de vehículos que son inferiores a los de motor y esto en cierto tipo de consumidores requiere de una etapa de adaptación, a pesar de estos inconvenientes la expectativa de esta tecnología es muy alta y se espera en el futuro una mejora continua para que inclusive lleguen a desplazar a los vehículos con motores de combustión.

### **Vehículos autónomos**

Este término representa un término genérico para identificar un vehículo no convencional construido para auto dirigirse en ciudades urbanas y escenarios de autopistas, casi sin la ayuda de un humano (committee, 2014), la SAE en este tipo de autos consideró diferentes niveles de conducción en orden del 0 al 5, donde 0 no tiene ninguna automatización y 5 es el nivel más alto y completamente independiente sin ayuda de un humano, actualmente existen niveles de conducción de hasta nivel 3 disponibles al público en general y se hacen múltiples experimentos de sistemas 4 y 5 pero que todavía no han sido realizados con éxito, y sobre todo estos tipos de sistemas requieren de una definición muy exacta de sistemas de GPS.

### **Niveles de automatización de vehículos autónomos**

El nivel 1 de Tota (Velardocchia, & Levent, 2017) incluye un modelo basado en geometría simple, es el algoritmo Pure Pursuit cuyo objetivo es calcular la curvatura del arco que une la posición del vehículo con el deseado, y también mide la distancia del espacio del camino, y en principio asisten a los conductores en actividades simples, y que mantenga una velocidad fija y el vehículo se mantenga en su carril.

El nivel 2 está basado en controladores que miden la vía en forma lineal, además del ángulo de dirección usado por un control llamado por sus siglas en inglés PID (The Proportional Integral Derivative), es el más utilizado para la evaluación del ángulo de dirección (Tsugawa, 1999), y un control de rumbo del vehículo que mejora el ángulo de rendimiento, este nivel es conocido también como semiautónomo que

contiene controles para velocidad y freno para no acercarse a otro vehículo, pero es muy importante que la persona esté pendiente porque si ocurre algún problema el vehículo se devuelve el control al conductor automáticamente, pero mientras el nivel 2 está limitado solo al control de frenado.

El nivel 3 puede tomar decisiones en el cuál el vehículo puede rebasar cambiándose de carril dejarse rebasar, pero en autopistas ya que, dentro de la ciudad con peatones, bicicletas, redondeles y demás es más complicado, en este nivel podemos citar a varios vehículos de la empresa TESLA.

El nivel 4 es donde el conductor pasa a ser completamente un pasajero y toda la responsabilidad de conducción la tiene el vehículo y en el mercado no existen todavía modelos de este nivel, aunque existen varios proyectos con prototipos tales como GOOGLE con el proyecto denominado WAYMO, que inició su desarrollo en el 2012.

El nivel 5 es el máximo nivel de autonomía donde el conductor solo tendría que decirle al vehículo a qué lugar se va a dirigir, este nivel en el futuro verdaderamente podría cambiar el transporte en nuestras ciudades.

Tabla N.º1 Niveles de automatización vehículos autónomos

NIVEL	DENOMINACIÓN	DEFINICIÓN	TAREAS DE CONDUCCIÓN		CONDUCCIÓN LONGITUDINAL (ACELERAR/RENTAR Y LATERAL (DIRECCIÓN))	CONTROL DEL ENTORNO	RECUPERACIÓN DE LAS TAREAS DE CONDUCCIÓN EN CASO DE CONTINGENCIA	TAREAS DE CONDUCCIÓN REALIZADAS POR EL SISTEMA
			CONDUCTOR	SISTEMA				
0	SIN AUTOMATIZACIÓN	El conductor realiza continuamente todas las tareas asociadas a la conducción, incluso cuando son mejoradas a través de algún aviso o la intervención de sistemas. El sistema de ayuda a la conducción desarrolla una tarea específica, bien realiza la conducción dinámica lateral o longitudinal utilizando la información del entorno del vehículo, mientras que el conductor realiza el resto de tareas de conducción.	El conductor realiza continuamente la tarea de conducción dinámica lateral y longitudinal.	N/A	CONDUCTOR	CONDUCTOR	CONDUCTOR	N/A
1	CONDUCCIÓN ASISTIDA	El sistema de ayuda a la conducción desarrolla la conducción dinámica lateral y longitudinal utilizando la información del entorno del vehículo, mientras que el conductor realiza el resto de tareas de conducción.	El conductor realiza continuamente la tarea de conducción dinámica lateral y longitudinal.	El sistema realiza la conducción longitudinal o lateral que no esté realizando el conductor.	CONDUCTOR Y SISTEMA	CONDUCTOR	CONDUCTOR	ALGUNAS
2	CONDUCCIÓN PARCIALMENTE AUTOMATIZADA	El sistema desarrolla la conducción dinámica lateral y longitudinal utilizando la información del entorno del vehículo, mientras que el conductor realiza el resto de tareas de conducción.	Supervisión de las tareas de conducción dinámica y el entorno.	Conducción longitudinal y lateral en un caso de uso definido.	SISTEMA	CONDUCTOR	CONDUCTOR	ALGUNAS
3	CONDUCCIÓN AUTOMATIZADA CONDICIONADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción con la expectativa de que el conductor responda adecuadamente a la petición de intervención por parte de éste.	No es necesaria la supervisión constante de la conducción automatizada pero siempre debe estar en una posición adecuada para reanudar el control.	Conducción longitudinal y lateral en un caso de uso definido. Reconoce sus límites de rendimiento y pide al conductor reanudar la tarea de conducción dinámica con margen de tiempo suficiente.	SISTEMA	SISTEMA	CONDUCTOR	ALGUNAS
4	CONDUCCIÓN ALTAMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción, incluso si el conductor no responde adecuadamente a la petición de intervención por parte de éste.	El conductor no es requerido durante el caso de uso.	Conducción longitudinal y lateral en todas las situaciones de un caso de uso definido.	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	ALGUNAS
5	CONDUCCIÓN PLENAMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción bajo todas las circunstancias de la vía y ambientales.	N/A	Conducción longitudinal y lateral en todas las situaciones encontradas durante toda la prueba. No se requiere el conductor.	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	TODAS

El futuro no son los vehículos si no, más bien los servicios que puedan ser incluidos en ellos, esto es una revolución y un cambio de paradigma en nuestra sociedad en todos los lugares del mundo se construyen ciudades, con un modelo basado no en viviendas si no en carreteras, los vehículos y el transporte marcan el camino a seguir, además del boom del internet de las cosas y la conectividad, por ende prácticamente los autos autónomos prácticamente serán autos en línea, a diferencia de los que tenemos hoy en día, y no solo se conectará con nosotros si no que la conectividad será entre automóviles y totalmente independiente, se pueden obtener un sin número de beneficios, ya que prácticamente se le puede convertir en un asistente de cuatro ruedas.

En el pasado con el diseño tradicional se fueron construyendo carreteras de manera de que los conductores tengan espacio para circular y espacios para estacionarse, además de servicios como mantenimiento, y de auxilio y las carreteras se encuentran acompañadas de señales de tránsito para evitar accidentes.

Como podríamos imaginarnos una ciudad inteligente con este tipo de vehículos, tiene la posibilidad de pasar muy cercanos a otros vehículos casi sin posibilidad de error y tomar decisiones en escasas milésimas de segundo y esto hará posible en el futuro que no sean necesarias las señales de tránsito, exceptuando las señales para los transeúntes y podemos cómodamente esperar en los asientos de los vehículos haciendo actividades mientras esperamos ser transportados hacia nuestros destinos.

Por ejemplo, la marca Ford creó un proyecto llamado Ford SYNC, es un proyecto donde no solamente puede ser controlado desde el auto si no remotamente desde cualquier ubicación informándole de su ubicación niveles de combustible, posibilidad de encenderlo además de la marca AUDI que creo un sistema teniendo la posibilidad de que inclusive el vehículo se estacione en un aparcamiento y luego retire a su pasajero en cualquier ubicación y puede ser controlado con un smartphone.

Además, también es algo muy importante la inclusión del Big Data en este tipo de tecnologías ya que los vehículos constantemente van a enviar información y podría ser analizada y aprovechada en muchos ámbitos y sobre todo podría ser usada para mejorar los servicios y la toma de decisiones.

El proyecto que más llama la atención es el Quattroruote Scilla, creado por el Instituto Europeo de Diseño de Turín, aunque originalmente fue un proyecto de tesis de maestría en Diseño de 16 estudiantes dirigidos por Alessandro Cipolli, es curioso que el nombre fue elegido por seguidores a través de una Fan Page en Facebook a través de una encuesta y se centra en la ligereza de formas.

Figura 4 Quattroruote Scilla



Fuente: Tynmagazine, 2017, recuperado de <http://www.tynmagazine.com/>

Este vehículo es impulsado por 4 motores eléctricos sin escobillas integrado en las ruedas, también se lo realizó a gran detalle en su interior el control de través del volante tiene un método innovador ya que puede controlar al vehículo y actuar como tutor de un conductor real.

Podemos destacar la marca TOYOTA, que actualmente tiene varios proyectos con empresas como Amazon, Didi, Uber, y pizza hut, para desarrollar distintas aplicaciones en sus autos, el último llamado ePalette, es un vehículo conceptual autónomo, que servirá para recolectar información y entregar pizzas, este vehículo se encuentra en etapa de prueba y será utilizado a partir del año 2020 (Association, 2018).

Otros fabricantes que se pueden destacar son Seat, BMW, Mercedes Audi o Peugeot, por ejemplo, Intel se unió con BMW para crear el vehículo del futuro que permite a un usuario usar un reloj inteligente para aparcar su vehículo con un movimiento de la mano.

### **Vehículos del futuro y las ciudades inteligentes**

Como se adaptarán estos vehículos a las ciudades inteligentes en el futuro, una de las ideas principales es que los vehículos conocerán el estado actual de tráfico en tiempo real y podrán predecir que tramos se congestionarán, gracias a sensores instalados en carreteras, semáforos, sistemas inteligentes a través de internet de las cosas y sistemas de inteligencia artificial.

Ahora estos servicios podrán ser aprovechados, por ejemplo, por personas con discapacidad en varios niveles como discapacidad física y visual, pero los vehículos deberán contar con una buena calidad de conexión por ende las operadoras tendrán que tener más cobertura en todo el territorio de los diferentes países.

Uno de los proyectos que podemos destacar es el de Hussein (2017), el cual es de un sistema basado en RFID para las luces de tráfico instalados en los vehículos para los semáforos inteligentes, a través de estos sistemas el vehículo podrá detectar automáticamente el estado de la luz, sea rojo, amarillo o verde en donde se realizaron varios análisis y pruebas y se pudo demostrar resultados altamente considerables, inclusive en ambientes de alto congestionamiento.

Otro elemento que se debe considerar son las rutas que un vehículo puede tomar para llegar a su destino, si se tiene datos en tiempo real del estado del tráfico, el vehículo podrá realizar los cálculos muy aproximados para encontrar la ruta más rápida, inclusive aplicaciones tales como Google o Waze realizan el análisis al usuario del tiempo estimado de llegada pero los datos son obtenidos a través de avisos que realizan los usuarios que vendría a ser como una especie de red social, y generalmente no son tan precisos para poder tener una predicción más precisa y real se tendría que instalar sensores en lugares alrededor de las ciudades establecidos o donde sean de mayor utilidad, estos dispositivos deberían estar conectados a un sistema centralizado y envíe la información constantemente, y a partir de ahí informe de alguna forma a los usuarios.

## Seguridad

Vrizlynn & Wu (2016) manifiestan que, con el impulso de las ciudades inteligentes, y los vehículos autónomos y el esfuerzo que ponen día a día las empresas para poder llegar al nivel más alto y eficiente de autonomía para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, donde poco a poco en varios países se van implementando servicios con vehículos autónomos también es importante analizar la seguridad del vehículo ya que al estar conectado a servicios sobre todo en la nube, pueden ser sujetos a ataques comunes de cualquier tipo en términos informáticos ataques de hackers para que los vehículos sean controlados remotamente o ataques donde provoquen que el vehículo deje de funcionar o no tenga acceso a servicios en la nube, dependiendo estos ataques podrían ser catastróficos a la hora de salvar la integridad de los pasajeros, así es como por ejemplo Vrizlynn & Wu (2016) categorizan los tipos de ataques que podrían ocurrir en los vehículos y las posibles amenazas, posibilidades y como mitigarlos sería una tarea importante dentro de este tipo de tecnologías, ataques invasivos con modificación de los sensores a través de inserción de códigos maliciosos, o modificación de codificación ataques remotos spoofing, son algunos de los que podrían ocurrir, es importante poner seguridades



en los vehículos por ejemplo ya en vehículos FORD, hackers habían alertado que podían ingresar el vehículo remotamente y controlar la dirección y el frenado del vehículo que en autopistas podría ocasionar daños no solo al vehículo atacado si no a terceros a su alrededor, por tanto es un tema a considerar, por ejemplo en defensa preventiva, el enfoque para asegurar principalmente se centra en medidas de protección para e intentar detener que un ataque ocurra. se tiene en cuenta el funcionamiento normal y condiciones del sistema y las circunstancias durante o después de un ataque.

### **Gestión de residuos**

Cuando se analiza el tema de Smart cities se piensa en la gran cantidad de servicios que puede llegar a tener una ciudad y que nos hacen la vida más fácil, lo que comúnmente olvidamos es que pueden hacer estas tecnologías para mejorar el medio ambiente.

Existen varios países que optaron por la administración de residuos y sobre todo en las grandes ciudades es todo un desafío, pero al menos han sido implementadas en ciudades grandes tales como en Barth (Reino Unido), Arnsberg (Alemania), Viborg (Dinamarca), Philadelphia (Estados Unidos), en su mayoría se instalan sistemas que son ubicados con GPS, y recolectores inteligentes que permiten calcular el peso de los residuos que son capaces de enviar emails cuando se encuentren llenos además de que se han implementado programas de reciclaje complementados con un control preciso de los recolectores con rutas de limpieza que permitan ahorrar recursos y tiempo.

### **Conclusiones**

La conclusión principal en el campo de la movilidad en las ciudades inteligentes, es que la infraestructura tecnológica actúa como centro neurálgico, ya que integra todos los componentes que recogen y procesan información de una ciudad.

Las categorías que se han analizado en este capítulo son apenas una muestra de otros servicios dentro del campo de la movilidad en ciudades inteligentes del futuro. Lo que más preocupa es la tendencia y revolución que provocará este tipo de vehículos en la sociedad ya que esta inclusión tecnológica causará revuelo no solamente en los consumidores finales, si no como también dejará sin trabajo a muchas personas sobre todo los que están en el área de transporte, y más aún con la llegada de vehículos que no ya no utilizarán combustibles como gasolina o diésel, ¿qué pasará con este tipo de vehículos? sobre todo en América Latina, en varios países de Europa están cambiando sus regulaciones para que este tipo de vehículos ya no tengan permiso de circulación por ende poco a poco esas regulaciones se irán implementando en los demás continentes, en los cuales no quedará fuera el continente americano, y lo que inclusive podría causar muchas pérdidas económicas, y sobre todo en nuestro país al tratarse de un país proveedor del producto de materia prima del combustible que es el petróleo, el Ecuador en el futuro debería prepararse, es un dato que tal vez nuestros políticos todavía no están alerta sobre todo tomando en cuenta que esta oleada tecnológica está a la vuelta de la esquina.

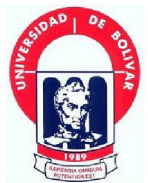
## Referencia bibliográfica

- Committee, T. S.-r. (2014). Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated. *SAE international*.
- El Comercio. (6 de septiembre de 2017). SRI asegura que aplicaciones de taxis no pueden operar sin facturar. *El Comercio*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/sri-aplicaciones-taxis-cabify-uber.html>
- Hussein, A. (2017). Traffic Lights System Based on RFID for. *Annual Conference on New Trends in Information & Communications Technology Applications*, 5 -10.
- IBM, (24 de Junio de 2009). IBM Offers Smarter City Assessment Tool to Help Cities Prepare for Challenges and Opportunities of Unprecedented Urbanization. New Room. Recuperado de <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/27791.wss>
- Mora, H., & Gilart-Iglesias, V. (2017). A Comprehensive System for Monitoring Urban. *Sensors — Open Access Journal*, 7,10.
- ONU (2014). La situación demográfica en el mundo 2014, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales División de Población de la Organización de las Naciones Unidas
- Tota, A., Velardocchia, M., & Levent, G. (2017). Path Tracking Control for Autonomous Driving. *Politecnico di Torino*, 1-5.
- Tsugawa, S. (1999). An overview on control algorithms for automated highway systems. *IEEE*, 234–239.
- UIT-T (2014). Una visión general de las ciudades inteligentes sostenibles y el papel de las tecnologías de la información y comunicación, UIT-T Grupo Temático sobre Ciudades Inteligentes Sostenibles de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) .
- Vrizlynn, I., & Wu, J. (2016). Autonomous Vehicle Security: A Taxonomy of Attacks and Defences. *IEEE*, 2-5.

*Las ciudades inteligentes*  
Edición digital 2017-2018.  
[www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

# Redes

Redes es la materialización del diálogo académico y propositivo entre investigadores de la UTMACH y de otras universidades iberoamericanas, que busca ofrecer respuestas glocalizadas a los requerimientos sociales y científicos. Los diversos textos de esta colección, tienen un espíritu crítico, constructivo y colaborativo. Ellos plasman alternativas novedosas para resignificar la pertinencia de nuestra investigación. Desde las ciencias experimentales hasta las artes y humanidades, Redes sintetiza policromías conceptuales que nos recuerdan, de forma empeñosa, la complejidad de los objetos construidos y la creatividad de sus autores para tratar temas de acalorada actualidad y de demanda creciente; por ello, cada interrogante y respuesta que se encierra en estas líneas, forman una trama que, sin lugar a dudas, inervará su sistema cognitivo, convirtiéndolo en un nodo de esta urdimbre de saberes.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
Editorial UTMACH  
Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

[www.investigacion.utmachala.edu.ec](http://www.investigacion.utmachala.edu.ec) / [www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

ISBN: 978-9942-24-098-9



9 789942 240989