

Tipo de artículo: Artículo original

Temática: Soluciones informáticas

Recibido: 10/09/2020 | Aceptado: 20/10/2020 | Publicado: 01/11/2020

## Sistema para la recomendación del mantenimiento vial a partir de las condiciones del pavimento

### *System for recommending road maintenance based on pavement conditions*

Luis Alfonso Moreno Ponce <sup>1\*</sup>, Eduardo Eutiquio Díaz García <sup>2</sup>, José Arturo Ponce Navarrete <sup>3</sup>, Luis Alfredo Moreno Ponce <sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Profesor Investigador Titular Agregado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Doctorando de la Universidad Politécnica de Valencia (España), ORCID 0000-0002-9880-1310

<sup>2</sup> Profesor Investigador contratado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ORCID 0000-0002-4049-7707

<sup>3</sup> Técnico del Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Policía Nacional del Ecuador Delegación Provincial de Manabí, ORCID 0000-0002-7565-0791

<sup>4</sup> Consultor en el libre ejercicio Profesional, ORCID 0000-0001-6847-0859

---

#### Resumen

Para mantener el sistema vial en óptimas condiciones de uso, es necesario tomar en cuenta múltiples factores. A pesar del impacto potencial que genera en la sociedad y la economía del país, contar con ejes viales de calidad, persisten insuficiencias en el tratamiento y selección de la técnica de mantenimiento a aplicar, según las características y condiciones del pavimento. En el presente trabajo se propone un modelo para la recomendación del mantenimiento vial a partir de las condiciones del pavimento. Su implementación posibilitó la obtención de las recomendaciones mediante la consulta a experto. Se realizó un estudio de caso que posibilitó demostrar la aplicabilidad del sistema propuesto en un tramo de la ruta del Spondylus.

**Palabras clave:** sistema de recomendaciones; rutas; pavimento; mantenimiento.

#### Abstract

*To keep the road system in optimal conditions of use, it is necessary to take into account multiple factors. Despite the potential impact it generates on society and the economy of the country, having quality road axes persist, there are still shortcomings in the treatment and selection of the maintenance technique to apply, according to the characteristics and conditions of the pavement. In the present work, a model is proposed for the recommendation of road maintenance based on pavement conditions. Its implementation made it possible to obtain the recommendations*

by consulting an expert. A case study was carried out, which made it possible to demonstrate the applicability of the proposed system in a section of the Spondylus route.

**Keywords:** recommendation system; routes; pavement; maintenance.

---

## Introducción

Garantizar el buen estado físico de los sistema viales, brinda a los ciudadanos comodidad y seguridad vial; además influye directamente en el desarrollo económico y social de las Naciones. Actualmente, Ecuador es reconocido por contar con uno de los mejores sistemas viales de América Latina. Esta condición, es resultado de una fuerte inversión en el sistema vial, realizado en los últimos 10 años.

El mantenimiento y mejoramiento de la conectividad vial, está reconocido desde la Constitución de la República del Ecuador de 2008. El Artículo 262 de la norma suprema establece dentro de las competencias exclusivas de los gobiernos regionales, él deber de planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito regional (Constituyente, 2008).

Esta máxima contribuye con el desarrollo de las capacidades locales; crea ventajas competitivas dentro del mercado nacional; potencia el incremento en las exportaciones y la producción de bienes de capital; facilita el acceso de los pequeños productores a los mercados; y constituye un medio de inclusión a las dinámicas productivas de los territorios.

En Ecuador, los ejes principales de la red de norte a sur son la Panamericana (Sierra); las troncales de la Costa que une a Santo Domingo con Machala; la troncal amazónica que conecta desde Lago Agrio hasta Zamora; y la Ruta del Spondylus, tal como muestra la Figura 1.

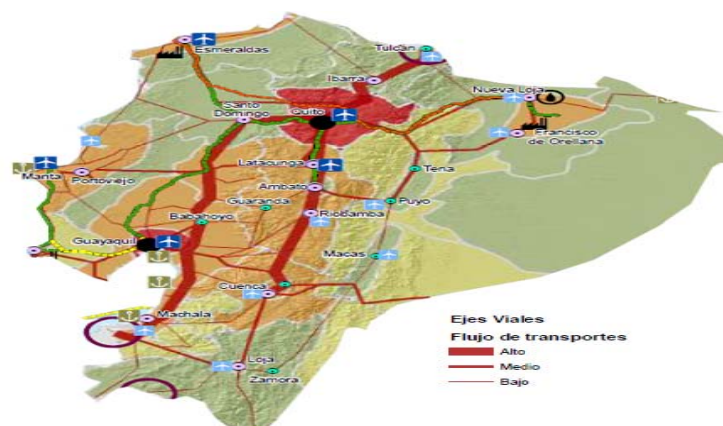


Figura 1: Ejes viales fundamentales de Ecuador.

Fuente: Adaptado del Plan Nacional para el Buen vivir 2017-2021.

El Plan nacional para el buen vivir 2017-2021 de Ecuador, está articulado en primer orden con la Constitución de la República. Dentro de las metas trazadas para este periodo se encuentran:

- Incrementar de 9.790,5 km. a 10.500 km. la cobertura de la Red Vial Estatal.
- Incrementar el mantenimiento de la red vial estatal a través modelos de gestión sostenibles.

Dentro de los factores que condicionan el mantenimiento vial, se encuentran las condiciones del pavimento (Gueta & Sato, 2017), (Guoxiang & Jie, 2009). En ingeniería civil, el pavimento forma parte del firme y es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos (Joe & Tang, 2008), (Kumiawan et al., 2017). Para evaluar el estado actual de la estructura del pavimento y determinar el tipo de mantenimiento que se requiere, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros (Li et al., 2018), (Nassar, 2019):

- |                                |                               |                              |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| • Rugosidad                    | • Ahuellamiento               | • Superficie de Bacheo       |
| • Deformaciones longitudinales | • Deformaciones transversales | • Deformaciones discontinuas |
| • Fisuras y agrietamientos     | • Desprendimientos            | • Deformación bajo carga     |
| • Estado de las Bermas         | • Señalización                | • Carril más deteriorado     |
| • Resistencia al deslizamiento | • Zonas laterales             | • Estado del Drenaje         |

Existen diferentes factores que producen fallas en el pavimento antes de cumplir su tiempo de vida útil, tales como, defectos constructivos, volúmenes de tránsito no esperados, cargas excesivas u arboles cercanos a las vías. Cuando las características de los elementos constitutivos de una red vial, no son debidamente evaluadas, puede generar la aplicación de técnicas de mantenimiento defectuosos, roturas sistemáticas en las vías, ocurrencia de accidentes de tránsito, entre otras consecuencias igualmente desfavorables (Teng et al., 2009), (Yakubovich et al., 2019).

Seleccionar la técnica de mantenimiento vial adecuada, basado en el tipo de pavimento; el estado actual de las vías; y el nivel de deterioro que estas poseen; es un proceso de decisión complejo que involucra preferencias, análisis de datos, presupuesto y logística de diagnóstico (Brunauer & Rehr, 2016), (Dey et al., 2015). El proceso de decisión actual, basado únicamente en modelos de decisión multicriterio, permite el manejo de un número limitado de opciones (Golmakani & Fattahipour, 2010), (Hainen et al., 2012).

Problemas de toma de decisiones de este tipo, pueden ser abordados a partir de la implementación de un modelo de recomendación adecuado, que tenga en cuenta los perfiles de las vías y las técnicas de mantenimiento adecuadas, según el tipo de pavimento (Li et al., 2020), (Pan et al., 2019). La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo para la recomendación del mantenimiento vial a partir de las condiciones del pavimento (Tariq et al., 2018), (Thongchai et al., 2013).

## **Metodología computacional**

Un pavimento es una estructura que descansa sobre el terreno de fundación, conformado por capas de materiales de diferentes calidades cuyos espesores están dados de acuerdo al diseño del proyecto y construido con la finalidad de soportar cargas estáticas y móviles en su tiempo de vida útil. Los pavimentos se clasifican básicamente en pavimentos asfálticos e hidráulicos y se diferencian en cómo están conformados cada uno y como se distribuyen las cargas sobre ellos.

Con la explotación continua de las vías, el pavimento experimenta un proceso de desgaste y debilitamiento lento que deteriora la uniformidad del pavimento y supone una amenaza para el tráfico. Además, provoca el desprendimiento de las capas de la estructura del pavimento y del subsuelo. El aflojamiento de capas y el subsuelo conduce a una reducción de la rigidez, expresada por un módulo de elasticidad; lo que resulta en la disminución de la vida útil de la vía, y determina la duración del período entre trabajos de mantenimiento.

Los cambios en la topografía del terreno y los daños relacionados al pavimento, ocurren principalmente en la superficie de rodadura, aunque también afecta el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos que circulan por él, las inclemencias del clima, el agua de las lluvias o aguas superficiales, los trabajos en minas y canteras cercanas a las vías y, otro factor importante, lo constituye también, de la calidad con que se realizó la construcción inicial.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente. Generalmente, el flujo de vida de un pavimento se comporta tal como se muestra en la figura 2.

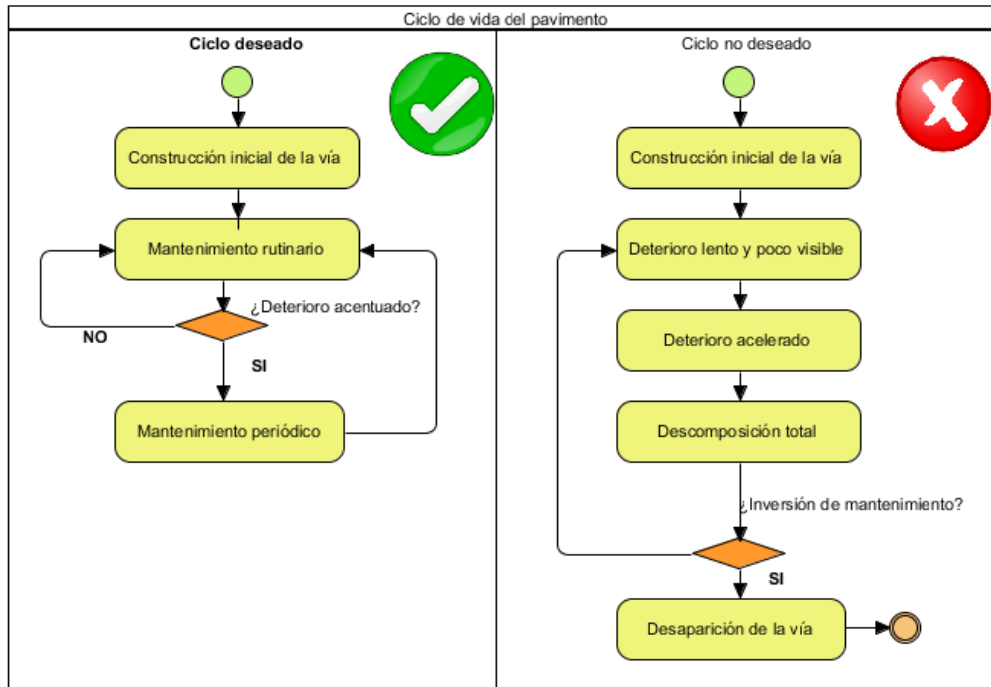


Figura 2: Flujo de vida de un pavimento.

Actualmente existen técnicas de evaluación cuantitativa para definir el estado físico de los pavimentos. Estas evaluaciones se pueden realizar mediante la determinación de un conjunto de indicadores internacionales que definen el estado de una carretera. Dentro de estos indicadores se encuentra el Índice de Estado (IE), que evalúa el nivel de servicio de un pavimento; y el Índice de Fricción Internacional (IFI) es una escala de referencia para evaluar la textura y la fricción de un pavimento; entendiéndose como textura, las pequeñas irregularidades superficiales de la capa de rodadura que contribuyen a dicha fricción  $F(S)$ . Estos dos indicadores se calculan según las ecuaciones 1 y 2, respectivamente.

$$IE = 10 * e^{-\sum a_i * d_i} \tag{1}$$

donde:

e: base de los logaritmos neperianos (2,718)

$a_i$ : coeficiente función del tipo de capa de rodamiento

$d_i$ : parámetros definidos para caracterizar el pavimento

$$F(S) = F_{60} * e^{(60-S)/S_p} \tag{2}$$

donde:

$F(S)$ : es el valor de la fricción a cualquier velocidad de deslizamiento  $S$

$F_{60}$ : es el valor de la fricción a 60 km/h

$S_p$ : Constante de referencia de velocidad

$S$ : Velocidad de deslizamiento

### Sistema de recomendación del mantenimiento vial a partir de las condiciones del pavimento

Un sistema de recomendación se define como una estrategia de toma de decisiones para los usuarios en entornos de información complejos. Los sistemas de recomendación son útiles en el proceso de toma de decisiones, proporcionando a los encargados de tomar decisiones, un grupo de opciones cuyo objetivo es apoyar y cumplir con las expectativas (An et al., 2017), (Cao et al., 2018).

El modelo de recomendación propuesto en esta investigación, está formado por 4 actividades básicas. Cada una de estas actividades se ejecuta a partir de datos de entradas y generan las salidas necesarias para ejecutar la próxima actividad de forma secuencial (Karbhari et al., 2017), (Obeidat et al., 2019). El sistema de recomendación para el mantenimiento vial está compuesto por las siguientes actividades (Roy et al., 2019):

1. Creación de la base de datos con las técnicas de mantenimiento vial.
2. Adquisición del perfil del pavimento.
3. Filtrado de la técnica de mantenimiento.
4. Generación de las recomendaciones.

### Resultados y discusión

Para mostrar la aplicabilidad del modelo, se desarrolla un estudio de caso en un tramo de la ruta del Spondylus. Los perfiles ideales de técnicas de mantenimiento se obtuvieron a partir de la consulta a expertos, teniendo en cuenta las características y subcaracterísticas como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: características de las condiciones del pavimento.

| Condiciones del pavimento | Niveles de severidad                             | Técnica                                       | Opciones de reparación                   |
|---------------------------|--|---|--|
| Exudación                 | La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran | Se mide en metros cuadrados de área afectada. | Se aplica arena / agregados y cilindrado |

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
|                              | cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año. | Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.   | (precalentando si fuera necesario).   |
| Agrietamiento en bloque      | Bloques definidos por grietas de alta severidad.  | Se mide en metros cuadrados de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente. | Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta |
| Abultamientos y Hundimientos | Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.          | Se miden en metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.                        | Fresado en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.                         |

### **Creación de la base de datos con las técnicas de mantenimiento vial:**

Para la construcción de la base de conocimiento de un sistema de recomendación vial, es necesario consultar las fuentes que recojan datos sobre las técnicas vanguardistas que utilizan tecnologías de punta y además, técnicas tradicionales de mantenimiento periódico. Una medida de fiabilidad de la información recolectada es que dichos datos estén avalados por alguna institución reconocida, y asentados en revistas de ingeniería civil indexadas en bases de datos reconocidas.

Cada una de las técnicas de mantenimiento  $a_i$ , se describirá mediante un conjunto de características referentes al tipo de daño que solucionan, las variables de temperatura, longitud, niveles de severidad del daño que se pretende reparar, entre otras características, tal que:

$$C = \{C_1, \dots, C_k, \dots, C_l\} \quad (3)$$

Además de la consulta de fuentes de datos, la base de conocimiento puede ser obtenida de forma directa, a partir de la consulta a expertos. Cada una de las características que se reflejan en la técnica de mantenimiento identificada, puede estar compuesta por otras subcaracterísticas, de manera que cada técnica se describirá mediante un vector de características, según la ecuación 4. Una vez descritas el conjunto de técnicas de mantenimiento, se guarda en la base de datos (Shah et al., 2017).

$$C_{a_j} = \{V_1^j, \dots, V_k^j, \dots, V_l^j\}, \text{ tal que, } j = 1, \dots, n \quad (4)$$

### **Adquisición del perfil del pavimento:**

Existen técnicas para generar estos perfiles de forma automática o semiautomática para los sistemas de recomendación basados en perfiles. Para este caso, se sugiere la consulta a un grupo de expertos. Una de las salidas fundamentales de esta actividad se considera el listado con la identificación y descripción de las condiciones en que se puede encontrar un pavimento. Cada una de estas condiciones deberá estar correctamente clasificada, cuantificada y representada, para que la interpretación que realiza el sistema de recomendación, sea lo más exacta posible.

El análisis del estado del pavimento, se puede realizar mediante la medición de la rugosidad; la medición de las deformaciones; el cálculo del relleno de huellas; la medición de la fisuración; clasificación entre pavimentos rígidos y flexibles; medición de desprendimientos, peladuras y baches; la caracterización del drenaje, las deflexiones, y la exudación; son algunos de los parámetros que se deben tener en cuenta para crear el perfil con las condiciones del pavimento, lo más exacto posible (Shaikh et al., 2017). En esta actividad, la información también debe almacenarse en la base de datos.



El perfil de las condiciones del pavimento estará representado por:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (5)$$

Y estará descrito por un conjunto de atributos:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (6)$$

Habiendo descrito las condiciones del pavimento en este conjunto, se procede a la filtración de la técnica de mantenimiento.

### Filtrado de la técnica de mantenimiento:

En esta actividad, se analizan las técnicas de mantenimiento de acuerdo con la similitud con el perfil del pavimento, y se filtran para determinar cuáles son las técnicas de mantenimiento más apropiadas, según las condiciones del pavimento (Subbotin et al., 2018). Para obtener este resultado se debe calcular la similaridad entre el perfil del pavimento  $P_e$  y cada perfil ideal técnica de mantenimiento. Para el cálculo de la similaridad se propone utilizar la ecuación 7:

$$M_n^{[r]} = (a, w) = \left( \sum_{i=1}^n a_i^r w_i \right)^{\frac{1}{r}} \quad (7)$$

Donde:

$$W_i \in [0,1] \text{ y } \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

R: puede seleccionarse para lograr las propiedades lógicas deseadas.

### Generación de las recomendaciones

En esta actividad, se sugiere un conjunto de técnicas de mantenimiento que coinciden que se acoplan con las condiciones expresadas en los perfiles del pavimento (Teruya et al., 2020). Después de calcular la similaridad entre el perfil del pavimento y la técnica de mantenimiento registrada en la base de datos, cada técnica se ordena y se representa con el siguiente vector de similitud expresado en la ecuación 8:

$$V_{sim}(P_e, a_j) = \{Sim(p_1^e, v_1^j), \dots, Sim(p_k^e, v_k^j), \dots, Sim(p_j^e, v_j^j)\} \quad 8$$

Para el caso de estudio propuesto, el valor de entrada al sistema de recomendación consistía en "Agrietamiento en bloque" para lo cual el sistema recomendó sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.

## Conclusiones

Las deformaciones discontinuas deterioran la uniformidad del pavimento y suponen una amenaza para el tráfico y provocan el desprendimiento de las capas de la estructura del pavimento y del subsuelo. El aflojamiento de capas y subsuelo conduce a una reducción de su rigidez expresada por un módulo de elasticidad, lo que resulta en una disminución de la vida a fatiga del pavimento, lo que determina la duración del período entre trabajos de reparación. La elección adecuada de las técnicas de mantenimiento y rehabilitación permitirán prolongar la vida útil del pavimento, lo cual representara un ahorro a futuro. Se recomienda que el desarrollo de este sistema de recomendaciones, por parte de las entidades públicas y privadas, sea de manera continua, lo que permitirá el desarrollo de una mejor estrategia de mantenimiento y rehabilitación urbana. La propuesta puede ser extensible una vez ejecutada la construcción de la vía, en esta se desarrolle un mantenimiento periódico y/o de rehabilitación, con el fin de prolongar la vida del pavimento.

## Referencias

- An, S., Zhao, Z., & Zhou, H. (2017, 26-27 Aug. 2017). Research on an Agent-Based Intelligent Social Tagging Recommendation System. 2017 9th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC),
- Brunauer, R., & Rehr, K. (2016, 1-4 Nov. 2016). Supporting road maintenance with in-vehicle data: Results from a field trial on road surface condition monitoring. 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC),
- Cao, L., Tao, J., & Chen, B. (2018, 8-11 Aug. 2018). Implementation of Personalized Scenic Spots Route Recommendation System. 2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE),
- Constituyente, A. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.  
<http://www.academia.edu/download/45208547/constitucion-ecuador.pdf>

- Dey, K. C., Mishra, A., & Chowdhury, M. (2015). Potential of Intelligent Transportation Systems in Mitigating Adverse Weather Impacts on Road Mobility: A Review. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(3), 1107-1119. <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2371455>
- Golmakani, H. R., & Fattahipour, F. (2010, 4-6 Aug. 2010). Optimal replacement policy with age-based inspection scheme for condition-based maintenance. 2010 IEEE International Conference on Information Reuse & Integration,
- Gueta, L. B., & Sato, A. (2017, 12-15 Dec. 2017). Classifying road surface conditions using vibration signals. 2017 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC),
- Guoxiang, H., & Jie, L. (2009, 10-11 Oct. 2009). Preventive Maintenance Condition Standards of Expressway Asphalt Pavement. 2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation,
- Hainen, A. M., Remias, S. M., Brennan, T. M., Day, C. M., & Bullock, D. M. (2012, 3-7 June 2012). Probe vehicle data for characterizing road conditions associated with inclement weather to improve road maintenance decisions. 2012 IEEE Intelligent Vehicles Symposium,
- Joe, & Tang, C. Y. (2008, 21-24 April 2008). Condition monitoring plans of CLP power Hong Kong and its roadmap to condition based maintenance. 2008 International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis,
- Karbhari, N., Deshmukh, A., & Shinde, V. D. (2017, 1-2 Aug. 2017). Recommendation system using content filtering: A case study for college campus placement. 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS),
- Kumiawan, D., Komarudin, & Hidayatno, A. (2017, 1-3 Sept. 2017). Motor grader route and schedule optimization in coal mine haul road maintenance. 2017 2nd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE),
- Li, W., Burrow, M., & Li, Z. (2018, 28-31 Oct. 2018). Automatic Road Condition Assessment by Using Point Laser Sensor. 2018 IEEE SENSORS,
- Li, W., Burrow, M., Metje, N., & Ghataora, G. (2020). Automatic Road Survey by Using Vehicle Mounted Laser for Road Asset Management. *IEEE Access*, 8, 94643-94653. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2994470>
- Nassar, F. (2019, 15-17 April 2019). Development of Maintenance Program for Main Road Network in Bahrain. 2019 8th International Conference on Modeling Simulation and Applied Optimization (ICMSAO),

- Obeidat, R., Duwairi, R., & Al-Aiad, A. (2019, 26-28 Aug. 2019). A Collaborative Recommendation System for Online Courses Recommendations. 2019 International Conference on Deep Learning and Machine Learning in Emerging Applications (Deep-ML),
- Pan, G., Fu, L., Yu, R., & Muresan, M. (2019, 14-17 July 2019). Evaluation of Alternative Pre-trained Convolutional Neural Networks for Winter Road Surface Condition Monitoring. 2019 5th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS),
- Roy, S., Sharma, M., & Singh, S. K. (2019, 18-20 Oct. 2019). Movie Recommendation System Using Semi-Supervised Learning. 2019 Global Conference for Advancement in Technology (GCAT),
- Shah, K., Salunke, A., Dongare, S., & Antala, K. (2017, 17-18 March 2017). Recommender systems: An overview of different approaches to recommendations. 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS),
- Shaikh, S., Rathi, S., & Janrao, P. (2017, 5-7 Jan. 2017). Recommendation System in E-Commerce Websites: A Graph Based Approach. 2017 IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC),
- Subbotin, S., Gladkova, O., & Parkhomenko, A. (2018, 11-14 Sept. 2018). Knowledge-Based Recommendation System for Embedded Systems Platform-Oriented Design. 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT),
- Tariq, H., Mazhar, S., & Hameed, H. (2018, 11-13 April 2018). Poster Abstract: Road Quality Classification for Road Repair Authorities and Regular Drivers, Using an On-Board Data Logger. 2018 17th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN),
- Teng, H., Yin, J., Hu, L., & Li, F. (2009, 16-19 Aug. 2009). On-condition maintenance based on non-homogeneous poisson process model. 2009 9th International Conference on Electronic Measurement & Instruments,
- Teruya, H. S., Marçal, I., Correia, R. C. M., Garcia, R. E., Eler, D. M., & Nunes, J. O. R. (2020, 24-27 June 2020). URRecommender: An API for Recommendation Systems. 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI),
- Thongchai, P., Pao-La-Or, P., & Kulworawanichpong, T. (2013, 15-17 May 2013). Condition-based health index for overhead transmission line maintenance. 2013 10th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology,
- Yakubovich, A. N., Yakubovich, I. A., Trofimenko, Y. V., & Shashina, E. V. (2019, 20-21 March 2019). Intelligent Management System of the Automobile Road's Technical and Operational Condition in the Cryolithozone. 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications,