

Determinación variables predictoras de niebla y ubicación de sensor de escasa visibilidad.

Carlos E. Marcos, Fernanda B. Martínez Micakoski, José Rapallini, Luciana Perez Angueira, Jonathan Gómez, Angeles Perez Angueira, Héctor H. Mazzeo, Omar E. Rodriguez, Verónica Mechura, Gustavo A. Das Neves

Resumen—Este estudio determinó las variables que identifican la mayor probabilidad de escasa visibilidad por niebla en Ruta Nacional 33 circundante a la ciudad de Trenque Lauquen, como así también la ubicación más adecuada para la captación de esos datos en base a la utilización de sensores. Las variables que mejor predicen la condición de niebla son “Visibilidad”, “Temperatura”, “Velocidad del viento” y “Humedad”.

La ubicación más apropiada del sensor es el último tramo de la RN 33 que gerencia Vialidad Nacional Distrito 19, específicamente los km 330 a 335.

La metodología comprende en primera instancia analizar la base de datos de siniestros viales en la zona de estudio, determinando los tramos críticos en función de frecuencia de los eventos. La información obtenida de nuestro análisis servirá para desarrollar e implementar un equipo prototipo que adquiera la información ponderada de niebla y la envíe a una base de datos para su posterior procesamiento, se considerará su ampliación a otras condiciones que generen una visibilidad reducida, en función de necesidades detectadas. Luego podrán valorizarse diferentes parámetros en cuanto a texturas del pavimento y materiales que generen marcas viales para condiciones de visibilidad desfavorables evaluando la incorporación de esferas de vidrio.

Palabras clave—Variables, Niebla, Tránsito, Sensores.

I. INTRODUCCIÓN

En 2004 la Organización Mundial de la Salud (OMS) con aportes del Banco Mundial (BM) desarrollan un informe conjunto [1] en el que destacan el rol de diversos sectores en la prevención de las lesiones causadas por el tránsito.

Éste documento impulsa una visión integradora de la seguridad vial que supone identificar las interacciones entre los usuarios de las vías de tránsito, el vehículo y el entorno vial, es decir, las áreas potenciales de intervención.

Bélgica, Francia, Alemania y Reino Unido (entre otros) han publicado recientemente artículos que sostienen la importancia de generar “buenas prácticas” en el área de infraestructura vial en función de la reducción de la siniestralidad. Entre otros aspectos se detallan algunas recomendaciones [2] “...Geometría predecible en la construcción de carreteras: Por lo general, una curvatura previsible no presenta mayores problemas... Mejorar la visibilidad: Una buena visibilidad en la dirección de la marcha permite la detección oportuna de riesgos y, en consecuencia permite una mejor anticipación en la conducción. La visibilidad podría mejorarse eliminando elementos que impiden la misma, como la excesiva vegetación, señales... Señalización en curvas cerradas: El conductor puede anticiparse a las curvas con mayor facilidad cuando se han instalado las señales adecuadas. La racionalización en el uso de las señales de tráfico es esencial.

La necesidad de señales en una curva depende principalmente de la diferencia en la velocidad de aproximación a la curva y de la velocidad en la propia curva... Evitar cualquier obstáculo en el exterior de la curva: Los obstáculos que pueden aumentar la gravedad de las lesiones de un motociclista en caso de accidente como los postes de señales, farolas o barreras metálicas, se deben evitar en los lugares con un alto riesgo de accidente. En el caso de que la instalación de los obstáculos sea imprescindible, por ejemplo, las barreras metálicas en carreteras de montaña, deberán estar colocados a la mayor distancia posible del borde de la calzada...”

Las actuaciones mencionadas reafirman la importancia de un sistema de información confiable, la experiencia descrita por la Asociación Española de la Carretera recopila las conclusiones del Congreso Internacional de prevención de accidentes de tráfico, señalando [3] “... Basada en el estudio estadístico de los accidentes, sus circunstancias y la estimación de sus factores de causalidad, mantiene en España un nivel básicamente aceptable, pero que requiere algunas acciones de perfeccionamiento en orden a garantizar su fiabilidad, tema éste de capital importancia para la prevención, ya que sin un conocimiento muy preciso de la realidad es difícil adoptar las medidas preventivas o correctoras con el rigor necesario. Estos aspectos refuerzan nuestro planteo de construcción y seguimiento de una base de datos centralizada...”

La conformación de una base de datos de siniestralidad vial que logre la trazabilidad que determine la consecuencia sanitaria de los participantes de los eventos es muy compleja, en nuestro caso el Proyecto I+D+i “Siniestro Viales Trenque Lauquen 2012/2014. Indicadores pre-evento/evento/post-evento que detecten factores que agraven las lesiones causadas” [4] logra relacionar el registro generado por los Agentes Viales Municipales o Bomberos “in situ” con el Hospitalario.

Éste trazado se visualiza a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en forma conjunta e interactiva en cuanto a la ubicación espacial de los siniestros y el contexto en que se producen.

El SIG es una herramienta muy útil tanto para el análisis y diagnóstico de los siniestros viales como de apoyo a la gestión de los funcionarios u organizaciones que deban realizar acciones para la prevención y reducción de los traumatismos producidos en los mismos, dentro de sus aplicaciones posibles Peña Llopis afirma [5] “... es una herramienta que permite la integración de bases de datos espaciales y la implementación de diversas técnicas de análisis de datos. Por lo tanto cualquier actividad relacionada con el espacio puede beneficiarse del trabajo con SIG. Entre las aplicaciones más usuales se destacan:

· Científicas: ciencias medioambientales y relacionadas con el espacio, desarrollo de modelos empíricos, modelización cartográfica, modelos dinámicos y teledetección.

· Gestión: cartografía automática, información pública, catastro, planificación física, ordenación territorial, planificación urbana, estudios de impacto ambiental, evaluación de recursos y seguimiento de actuaciones.

· Empresarial: marketing, estrategias de distribución, planificación de transportes y localización óptima...”

La OMS manifiesta [6] “...Cada día mueren a causa de accidentes de tránsito casi 3500 personas. Se prevé que los traumatismos causados por el tránsito aumentarán a medida que aumente la propiedad de vehículos como consecuencia del crecimiento económico de los países en desarrollo. Se requieren medidas enérgicas para mejorar las políticas de uso de las vías de tránsito y hacer cumplir las leyes de seguridad vial si deseamos evitar ese aumento de los traumatismos y muertes...”.

Países que han avanzado en el objetivo de “Visión 0”, bajo la idea central de cambiar el sistema de tráfico por carretera y convertirlo en un sistema que elimine todas las posibilidades conocidas de error humano y reduzca los daños físicos de los accidentes que sean inevitables, proponen estrategias que eviten fallecidos y heridos graves en siniestros viales. Suecia, Holanda y Australia describen el “Ciclo de vida de las etapas de una infraestructura de carreteras” [7]

1. Planificación y diseño
2. Construcción y prueba piloto
3. Normal operación
4. Mantenimiento
5. Corrección de errores
6. Actualización

Este concepto pro-activo es el que guiará nuestros procedimientos en los diferentes ejes de actuación, con un management integral que permita el benchmarking de la intervención en otros tramos de carretera.

II. METODOS

A. Determinación de las variables que favorecen la formación de niebla en la ruta

Previo al desarrollo del sensor que medirá las condiciones atmosféricas que determinen episodios de niebla, se identificarán las variables dependientes del evento.

La técnica de análisis elegido es la de Data Mining, basándonos en el estándar SEMMA. El procedimiento se puede describir en cinco fases principales:

Muestreo: El proceso comienza con la obtención de muestras de los datos relevados, por ejemplo seleccionar un grupo de datos para analizar. La cantidad de datos elegidos deben ser lo suficientemente grande como para permitir extraer adecuada información y ser representativa del problema en estudio. En general el muestreo se realiza al azar (muestreo aleatorio simple) y se establece un nivel de confianza de la muestra.

Exploración: Esta fase cubre la comprensión de los datos descubriendo relaciones conocidas o desconocidas entre las variables, como así también anomalías con la ayuda de la visualización de los datos.

Modificación: La fase de modificación incluye los métodos para seleccionar, crear y transformar las variables de manera que se puedan utilizar en el modelo. Uno de los objetivos de esta fase es poder simplificar el problema a

partir de la determinación de las variables explicativas y reducir la cantidad de variables, ya sea por no tener correlación con la variable a predecir o porque la creación de una variable combinada a partir de las básicas permite una mejor comprensión del fenómeno bajo estudio.

Modelización: Esta fase se focaliza en la aplicación de técnicas de data mining sobre las variables previamente preparadas con el objetivo de crear modelos que permitan predecir el resultado buscado. Las técnicas utilizadas para el modelado de los datos incluyen métodos estadísticos tradicionales (tales como análisis discriminante, métodos de agrupamiento, y análisis de regresión), así como técnicas tales como redes neuronales, técnicas adaptativas, lógica difusa, árboles de decisión, reglas de asociación y computación evolutiva.

Evaluación: La evaluación del modelo resultante muestra la confiabilidad y utilidad de los modelos creados al ser contrastados con otros métodos estadísticos o con nuevas poblaciones muestrales.

A partir de los modelos predictivos desarrollados podremos identificar la incidencia de las variables sobre el factor Niebla.

B. Análisis de los datos históricos de siniestros en rutas con presencia del factor niebla

A partir de los datos aportados por un estudio que registra los siniestros viales ocurridos en nuestra zona de estudio, mencionado anteriormente, RN 33 dentro del radio de cercanía a la Ciudad de Trenque Lauquen que comprende desde el kilómetro 270 a 335, se determinaron tramos de 5 kilómetros que agrupen los eventos viales.

Sobre los tramos identificados se analizaron las posibilidades de acceso a energía eléctrica, telefonía móvil y servicio de Internet para mejorar el método de captación de datos.

III. RESULTADOS

A. En cuanto a la determinación de las variables dependientes al factor Niebla

Basamos nuestro análisis en la base de datos suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional, la cual contiene 9 variables: Estación (Código de la estación meteorológica), Fecha (Fecha del registro), Hora Local (Hora en que se leyeron los datos de los instrumentos), Temperatura (°C), Humedad Relativa (%), Viento Dirección (Dirección del viento expresada en decagradados), Viento Velocidad (km/h), Visibilidad (Expresada en metros o Km) y Tiempo Presente (Código que identifica las condiciones atmosféricas en conjunto).

Se contabilizaron 239 registros entre el 3 de enero de 2001 y el 13 de agosto 2016 en la Ciudad de Trenque Lauquen.

Las condiciones para el modelo de identificación de variables que nos ayuden a predecir “Niebla” se establecieron como: Utilización de datos para entrenamiento 60% del total, Valores máximos aceptados de variables activas: 60% de ceros y 20% de nulas, Igual entropía, variables de entrada 10 (incluyendo la dependiente), Nivel de confianza de la variable: para muestreo 95% - para ignorar 70%.

El primer entrenamiento del modelo identificó a la variable “Visibilidad” como la mejor determinante de niebla, en un 99% de los casos de Prueba y en un 92% de casos al azar. La Fig. 1 representa la salida del modelo, donde se

puede observar el comportamiento casi idéntico de ambas curvas CG (la perfecta que representa el modelo y la obtenida del Scorecard)

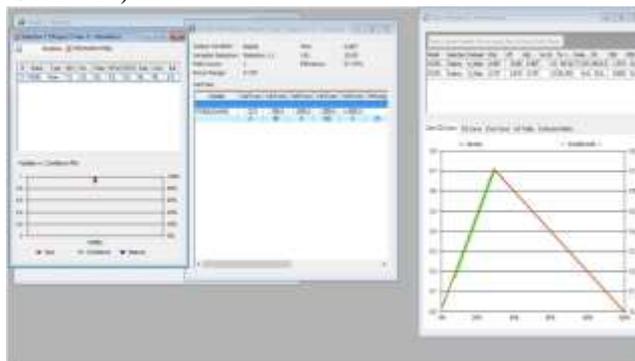


Fig. 1: Resultado del primer entrenamiento

Debido a que obtener un sensor adecuado de Visibilidad se encontraba fuera del alcance económico del proyecto de investigación, procedimos a desactivar dicha variable para entrenar nuevamente al modelo y reconocer nuevas dependencias.

Como muestra la Fig. 2 “Temperatura” y “Velocidad del Viento” obtienen un KS (Kolmogorov–Smirnov) de 67,3 en los casos de entrenamiento y 54,5 en los de testeo.

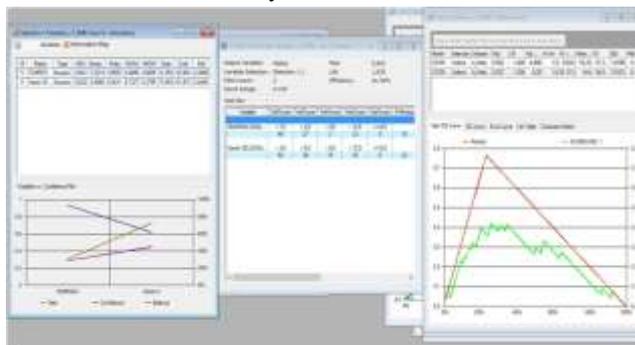


Fig. 2: Resultado del segundo entrenamiento.

Con el fin de mejorar la captación del evento decidimos realizar dos entrenamientos más, desactivando en el primer caso la variable “Temperatura”, véase Fig. 3, y en el segundo “Velocidad del Viento” en Fig. 4.



Fig. 3: Resultado del tercer entrenamiento, desactivando “Temperatura”.

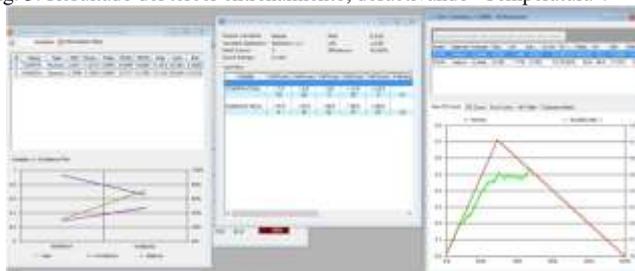


Fig. 4: Resultado del tercer entrenamiento, desactivando “Velocidad del Viento”.

En ambos casos la variable que mejora la predicción de “Niebla” es “Humedad relativa”, con un KS de 70,5 en los casos de entrenamiento y 67,2 en los de testeo al desactivar “Temperatura”, y 75,2 en los casos de entrenamiento y 44,8 en los de testeo al apagar “Velocidad del Viento”.

B. En cuanto a la determinación de la ubicación del sensor

El área de incumbencia para nuestro análisis es la Ruta Nacional 33 circundante a la Ciudad de Trenque Lauquen, extendiéndose desde el kilómetro 270 a 330 inclusive.

Como hemos mencionado anteriormente, los tramos se conformaron en espacios de 5 kilómetros, los cuales como muestra la Fig. 5, contienen en color rojo aquellos en los cuales se han registrado eventos viales entre el 1 de diciembre de 2011 y el 31 de agosto de 2016.



Fig. 5: Siniestros RN33 km 270 a 330 por tramos

Como se observa en la Fig. 5, la escala térmica del total de eventos marca con colores más sensibles (gama de celestes) los últimos tramos de la ruta, coincidiendo con la cercanía a la ciudad de referencia.

La cobertura de acceso a Internet vía antena alcanza al tramo 330, contando éste área con servicio de energía eléctrica.

IV. CONCLUSIONES

A. En cuanto a la determinación de las variables dependientes al factor Niebla

La variable que mejor predice la condición de “Niebla” es la “Visibilidad”. Ante la imposibilidad de acceder al tipo de sensores que determinan ésta característica, por cuestiones económicas propias del Proyecto de Investigación, se procedió a determinar otras variables predictoras.

La conjunción de medir “Temperatura”, “Velocidad del Viento” y “Humedad” permite con gran precisión determinar la presencia de “Niebla”. Si bien la variable “Humedad Relativa” no surgió seleccionada en el análisis conjunto de las variables (agrupada generaba más ruido que información al modelo) se la incluirá en un sensor adicional para ayudar a eliminar falsos positivos.

B. En cuanto a la determinación de la ubicación del sensor

La ubicación se definió en el tramo del kilómetro 330, dado que se considera un punto de alta frecuencia de siniestros viales y pose acceso a los servicios de energía eléctrica y cobertura de acceso a internet.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Servicio Meteorológico Nacional por el aporte de datos y a Vialidad Nacional Distrito 19 por la información y colaboración provista.

REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, “Informe mundial sobre la prevención de los traumatismos causados por el tránsito”, Suiza, ISBN 92 4 3591131 2, 2004.

- [2] Safety, Proyecto Europeo ROSA Road, “Manual de Buenas Prácticas de Seguridad Vial para los Motociclistas. Infraestructura”, España, 2012.
- [3] Asociación Española de Carreteras, “Libro Verde de la Seguridad Vial”, España, ISBN 84 89875 65 0, 2006.
- [4] F. Martínez Micakoski, C. Marcos, F. Lopez Azumendi, C. Piccinini, “Siniestros viales 2012/14. Indicadores pre-evento/evento/post-evento que detecten factores que agraven las lesiones causadas”, UTN FRTL REN1620, 2012.
- [5] J. Peña Llopis, “Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio”, España, Editorial Club Universitario, ISBN 84 8454 493 1, 2006.
- [6] Organización Mundial de la Salud, “Diez datos sobre la situación sanitaria mundial”, recuperado de http://www.who.int/features/factfiles/global_burden/facts/es/index9.html, 2012.
- [7] Group, International Traffic Safety Data Analysis, “Road Infrastructure Safety Managment”, Paris, Editorial OECD/ITF, 2015.