



## Sistemas activos de seguridad vehicular en el año 2030

Álvarez Salazar Jorge Roberto  
Castro Guinea Alfonso  
González Chárraga Alejandro  
Palacios López Ricardo



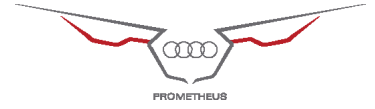
**TUM**  
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

Vehicle Safety 2030

Global Drive 2012-2013

# Índice

	03	Introducción
	04	Integrantes
Justificación	05	
Objetivo	06	
	07	Proceso
Sistemas Finales	14	
Experiencias	20	
	22	Conclusiones
Midterm Report	25	
Final Report	123	



# 1 Introducción

Este proyecto surge de la colaboración entre alumnos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de la Technische Universität München (TUM), quienes trabajamos en conjunto con el fin de desarrollar un tema propuesto por la empresa alemana automotriz Audi. Los resultados obtenidos de esta investigación se expondrían en la Universidad Técnica de Múnich (TUM), ubicada en Alemania, en presencia de los responsables de la vinculación de ambas instituciones universitarias, así como de altos ejecutivos de las empresas participantes y ante miembros de equipos participantes con proyectos propios.

El tema asignado fue Seguridad Vehicular 2030, el cual, para cubrirlo por completo, requirió llevarse de manera muy amplia. El presente documento muestra desde el proceso de diseño que se adoptó para puntualizar el objetivo, hasta el procedimiento para crear los prototipos y los bancos de pruebas necesarios para lograr los resultados que se planteó el equipo.

La primera parte muestra la metodología de diseño llevada a cabo para fijar el objetivo. Se inició con un estudio acerca de los accidentes más comunes, sus causas y posibles soluciones; debido a que el proyecto está pensado para el año 2030, y con el propósito de tener una idea clara de cómo será el entorno en el que los vehículos se desenvolverán para ese entonces, se presenta el planteamiento de posibles escenarios a futuro. Asimismo, se propusieron variados sistemas basados en las problemáticas encontradas según los diferentes escenarios. También se analizaron las ventajas y las áreas de oportunidad.

Los responsables del proyecto por parte de la firma automotriz Audi, así como los profesores tanto de la UNAM como de la TUM evaluaron las propuestas. A partir de la retroalimentación de los tutores, de los asesores de Audi y de los mismos miembros del equipo, se hizo una selección de sistemas, en los cuales se trabajó más a fondo, debido a que fueron calificados como los más innovadores y por consiguiente, serían expuestos como los proyectos definitivos del equipo.

Continuando con el proceso, el siguiente paso fue el desarrollo de las ideas seleccionadas para su exposición. Se dio inicio a un nuevo ciclo de diseño para cada una de ellas, analizando la forma en la que serían presentadas para poder demostrar la función crítica de manera clara, basándose en un estudio que demostrara la necesidad de dicho sistema, su proyección y alcance a futuro.

## 2 Integrantes



Ricardo López  
Diseño industrial



Roberto Álvarez  
Ingeniería Mecatrónica



Alfonso Castro  
Ingeniería Mecatrónica



Matthias Pfadt  
Ingeniería Mecánica



Alejandro González  
Ingeniería Mecánica



Julian Mangold  
Ingeniería Mecánica



Moritz Wolter  
Ingeniería Mecánica



Ricardo Palacios  
Ingeniería Mecatrónica



Simon Sternischa  
Ingeniería Mecánica

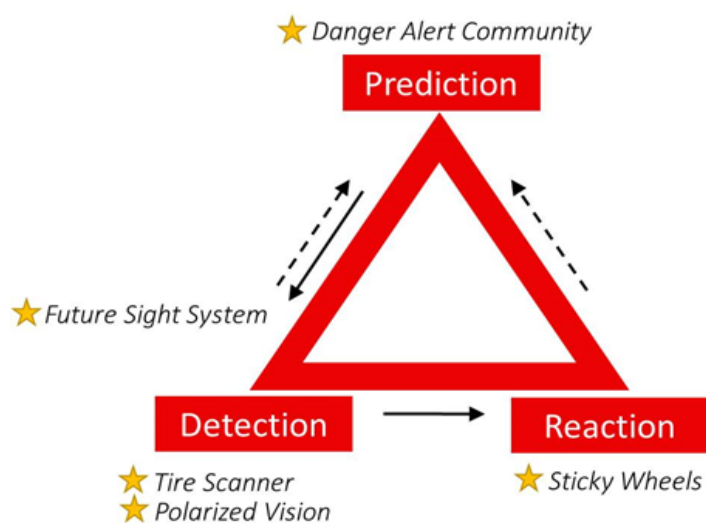
Alejandro Ramírez  
Centro de Diseño  
Mecánico e Innovación  
Tecnológica  
Universidad Nacional  
Autónoma de México



Frank Diermeyer  
Institute of Automotive  
Technology  
Technische Universität  
München



## 3 Justificación



La metodología de diseño utilizada para la puesta en marcha del proyecto se basó en las áreas de oportunidad que encontramos al poner en práctica un análisis de las causas nacionales e internacionales de accidentes. Los resultados dieron paso a los cinco sistemas finales que se expusieron como un conjunto; todos ellos, basados en la idea de que para evitar un accidente, es necesario cubrir tres aspectos importantes: prevención, detección y reacción.

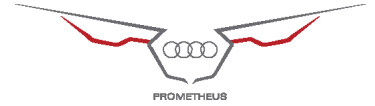
El sistema que se propone para cubrir la predicción de los accidentes es el Danger Alert Community (Comunidad de Alerta de Peligro); para la detección de accidentes, se cuenta con dos sistemas, Tire Scanner (Analizador de Llantas) y el Polarized Vision (Visión Polarizada); para la reacción ante un posible accidente se tiene Sticky Wheels (Llantas Pegadizas); y por último, para cubrir la transición entre predicción y detección, el Future Sight System (Sistema de Visión a Futuro). Una forma gráfica de presentar los tres aspectos necesarios para evitar un accidente es mediante un triángulo, que se muestra a continuación, con el título: Triángulo de Prevención de Accidentes.

## 4 Objetivo

*“Desarrollo de nuevos sistemas activos de seguridad vehicular para el año 2030, mediante la implementación de prototipos rápidos que sean capaces de evitar cualquier accidente causado por cualquier motivo y con el propósito de mantener al usuario seguro dentro del automóvil.” Equipo Prometheus, Global Drive 2012-2013.*

*Algunos de los objetivos principales y de lo más destacable del proyecto fueron las siguientes: la vinculación de la UNAM entre otras universidades extranjeras y grandes empresas internacionales; brindarle a nuestra universidad una proyección tecnológica de carácter internacional; y finalmente, que estudiantes universitarios puedan trabajar en un futuro o desarrollar estudios de posgrado en dichas compañías o universidades.*

*Debido a que oportunidades como ésta pueden brindar herramientas de gran trascendencia para los alumnos, la experiencia profesional de cada miembro del equipo fue otro de los objetivos de este proyecto. Conocer un ambiente de trabajo de alto rendimiento para empresas que desarrollan tecnología, el trato con altos empresarios, así como aprender a estructurar reportes de resultados a nivel profesional, son algunos ejemplos. Proyectos de esta índole pueden ofrecer la experiencia laboral que hoy en día se ha vuelto tan significativa para un estudiante recién egresado.*



## 5 Proceso

### 5.1 El concepto

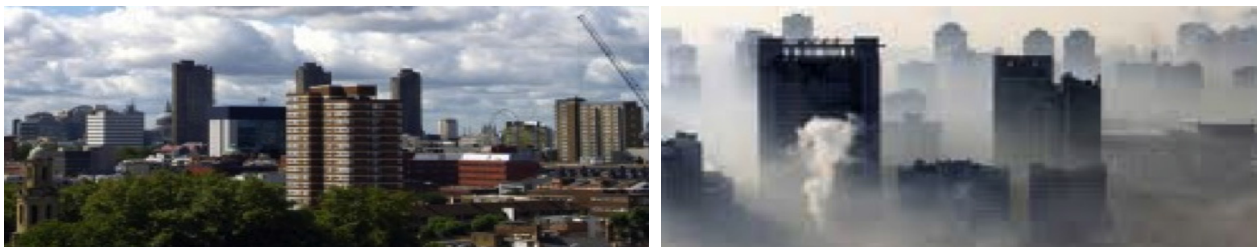
El proceso de trabajo incluyó muchos aspectos relevantes, como la organización, planeación, evaluación y selección, cada uno de estos puntos ayudaron al equipo a resolver el problema propuesto al inicio del proyecto. Sin embargo, algo fundamental para la realización de esta investigación fue la convivencia que se dio entre los alumnos de las diferentes nacionalidades. En el arranque de este proyecto, como primera actividad, se llevó a cabo una interacción y convivencia entre todos los integrantes. Dicha actividad consistió en diseñar y construir catapultas para lanzar globos con agua, para lo cual se dividió a todo el equipo en dos partes, cada uno equilibradamente conformado por alemanes y mexicanos. La meta asignada era diseñar la mejor catapulta, usando materiales comprados en ambos países, para probarla y usarla con el equipo contrario.

Luego de este encuentro, tanto los alemanes como los mexicanos trabajamos al unísono durante las siguientes dos semanas, logramos definir la problemática y se generaron ideas y soluciones. Al término de estas semanas, el equipo alemán regresó a su país de origen para continuar trabajando. Durante el resto del proyecto, tanto alemanes como mexicanos estuvimos en constante comunicación, pues se realizaban videoconferencias cada semana, a fin de discutir el progreso de ambas partes y definir nuevas metas y documentos entregables. Se evaluaban conceptos e ideas, sobre todo se mantenía una comunicación y convivencia agradable, mientras se esperaba a los mexicanos para la parte final del proyecto, la presentación en Alemania. En esta sección detallaremos un poco más sobre el proceso de diseño.

## 5.2 Requerimientos y especificaciones

Empezamos por conocer más profundamente a los integrantes del equipo, tanto con los que trabajaríamos en México durante un año en el proyecto, como a nuestros compañeros alemanes. Posteriormente, se dio la lectura y comprensión de los requerimientos del proyecto, así como de lo que Audi esperaba de esta investigación. Una vez definidos los requerimientos, se comenzó por tratar la problemática del proyecto, buscando definiciones que serían de vital importancia a lo largo del estudio y en las cuales éste se basaría: Safety and Security (Seguridad) y Active and Pasive Systems (Sistemas Activos y Pasivos). Una vez establecidas estas definiciones, con el objetivo de tener bien claro lo que se buscaba y a dónde se quería llegar, se aterrizaron al entorno de movilidad urbana y específicamente al sector automovilístico.

## 5.3 Creación de escenarios



Una vez definidos los conceptos sobre los que se trabajaría, se crearon algunos escenarios con el fin de imaginar un futuro, y poder generar propuestas de diseño acordes a los años 2030-2050. Dichos escenarios sirvieron para vislumbrar y plantearse los problemas que se podrían presentar, así como para encontrar sus posibles soluciones. De esta forma, se generó una serie de propuestas futuristas y más innovadoras. Sin embargo, como no se puede saber con certeza lo que sucederá en el futuro, se plantearon diversos escenarios en diferentes lugares, contextos sociales y culturales. Es así como nacieron los siguientes escenarios: Pesimista, Optimista, México en 2030, Alemania 2030 y Futuro 2050, cada uno fue creado basándonos en una investigación de lo que se está viviendo hoy en día en nuestro planeta, así como en lo que se está desarrollando en el mundo, lo cual nos orientó a generar tendencias de lo que podría acontecer en las décadas de los treinta y cincuenta de nuestro siglo.



## 5.4 Vehículos para los escenarios



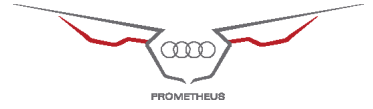
Ya establecidos los escenarios, y con el objetivo de poder determinar sus condiciones y situaciones a las que podrían enfrentarse, así como las posibles soluciones a las problemáticas que podrían surgir, se pensó y se propusieron los vehículos que resolverían los problemas para cada escenario planteado, y de esta forma dar inicio al desarrollo de nuestras propuestas.

## 5.5 Investigación

Con el fin de encontrar oportunidades de diseño y poder plantear soluciones innovadoras paralelamente con el desarrollo de los vehículos para los escenarios, se realizó una búsqueda de información sobre cuáles son los problemas más comunes y de mayor gravedad, así como los sistemas actuales existentes que ayudan a la prevención de accidentes. Esta actividad nos dejó profundizar en el conocimiento del tema en desarrollo.



Mapa de sistemas de seguridad actuales



Mapa de causales de accidentess

## 5.6 Lluvia de ideas

Teniendo un conocimiento más profundo del tema gracias a la investigación, tanto en los diferentes tipos de accidentes como en las causas y soluciones existentes o nivel de desarrollo, y con la ayuda de los escenarios y vehículos, surgió una lluvia de ideas sobre cuáles podrían ser las posibles oportunidades de diseño. En este paso, cada uno hizo su propuesta sin importar su viabilidad.

## 5.7 Selección de ideas

Luego de tener anotadas más de 50 ideas, se llevó a cabo el primer filtro, el cual consistió en clasificar a las que se consideraron con mayor potencial para desarrollo y a las que podrían mejorarse o combinarse con otras ideas. Posteriormente, se llegó a un segundo filtro, en este se realizó una búsqueda detallada de las propuestas seleccionadas, con el propósito de comprobar que no existieran patentes o ideas iguales a las ya planteadas, y si este era el caso, se procedió a su eliminación.



## 5.8 Evaluación de Propuestas



Ya que se obtuvieron las diez mejores ideas, se vio el grado de innovación y viabilidad de desarrollo, para lo que se hizo una evaluación de cómo podríamos desarrollar la propuesta, cómo sería mostrada, el tiempo para desarrollarla y sus costos, elementos que nos llevó a seleccionar las cinco propuestas con mayor potencial.

## 5.9 Revisión

Las ideas fueron presentadas a profesores de las universidades de México y Alemana, (UNAM–TUM) y a directivos de la empresa Audi, con la finalidad de que nos brindaran sus opiniones, e indicarnos cuáles se podrían desarrollar, lo que significó una valiosa retroalimentación. Debido a que ellos son nuestros clientes, este paso es de vital importancia, pues a partir de aquí comienza la realización de las propuestas y no hay vuelta atrás; en el caso de que se llegara dar un retroceso, el proceso se vería afectado considerablemente en tiempo y en costos.

## 5.10 Planeación



Ya teniendo las ideas seleccionadas, se hace una planeación del objetivo al que queremos llegar y cómo podemos lograrlo, y cuáles son las tareas a realizar, como son la investigación, bancos de pruebas, tiempos y costos; todo ello, para obtener el resultado deseado. La planeación nos ayuda a tener bien claro los objetivos que nos proponemos alcanzar y el tiempo determinado en el cual los realizaremos.

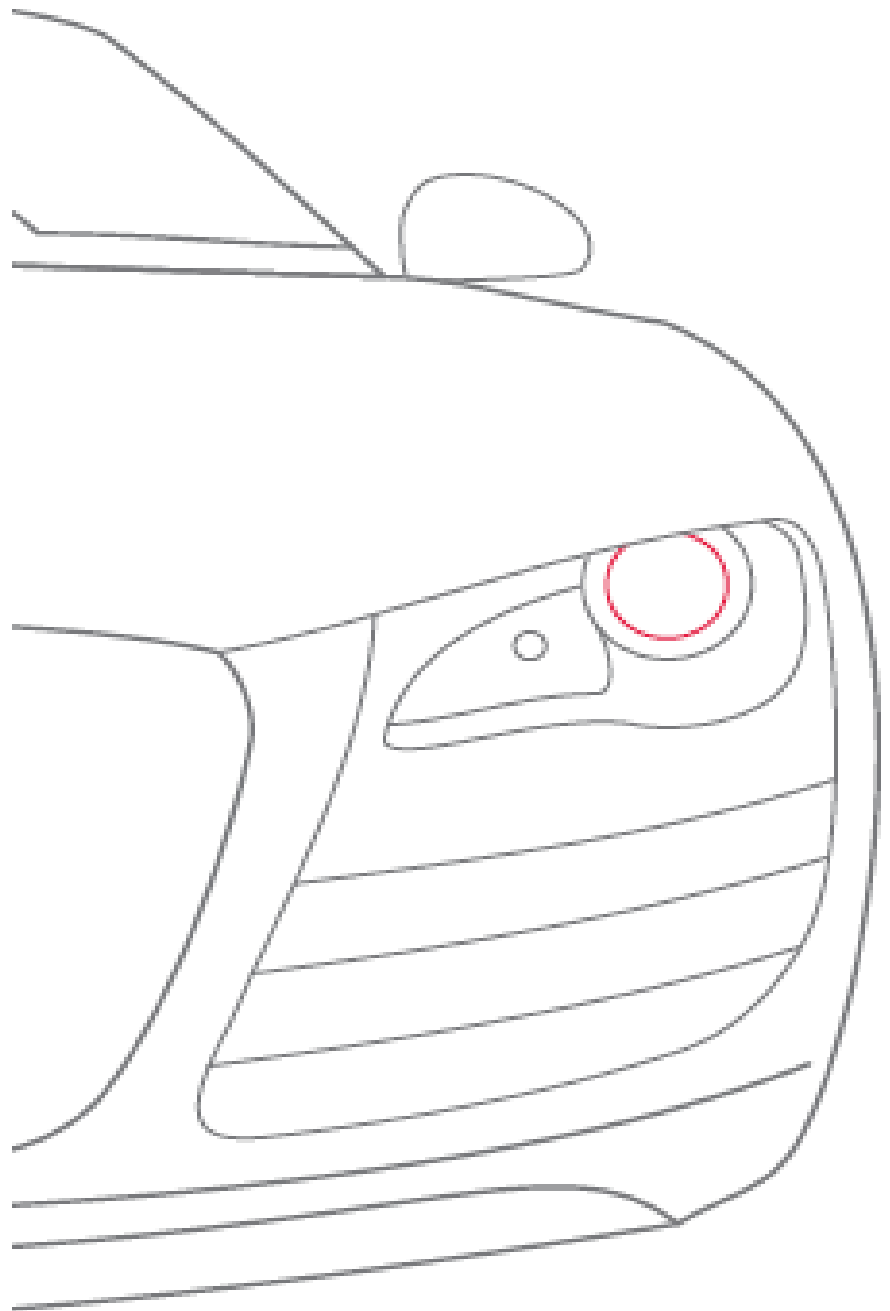
## 5.11 Desarrollo

Esta es la etapa donde se vuelve más transpiración que inspiración, pues se busca desarrollar lo más cerca posible nuestras ideas, para lo cual es necesario hacer cambios y ajustes debido a los diferentes factores que intervienen para su ejecución, como por ejemplo, tecnológicos, económicos y uno de los más importantes, el tiempo.

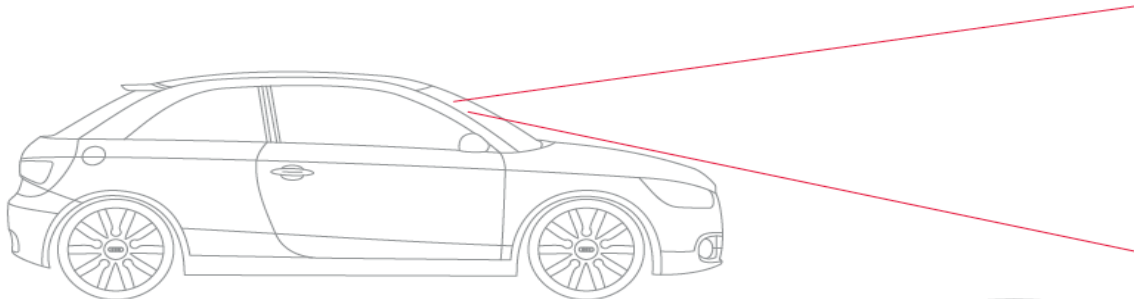


# 6 Sistemas Finales

Resumen de los prototipos finales. Explicaciones generales de cada uno de los sistemas así como su justificación.



## 6.1 Analizador de llantas (Tire Scanner)



En España hay datos estadísticos que reportan un gran número de accidentes provocados por condiciones de alto desgaste en las llantas de los vehículos, en México el presupuesto económico del dueño común de un auto no le permite realizar el cambio de llantas de su vehículo cuando es necesario, pues no le es costeable; por lo tanto, la generalidad es que las llantas son cambiadas hasta que presentan daños mayores, como “una ponchadura”. En América Latina la situación es peor, en México no existen estadísticas claras que asocien una cantidad determinada de accidentes por el mal estado de los neumáticos de los autos afectados, además de que las dificultades económicas de los usuarios de vehículos los llevan a correr riesgos, por ejemplo, primero reparan más de una vez las llantas, en lugar de hacer un cambio definitivo antes de sufrir daños mayores.

Los neumáticos en mal estado, en específico los que tienen profundidades menores a tres milímetros en sus líneas principales, deben ser cambiados por otros que estén en buen estado, ya que bajo estas condiciones el riesgo de derrape o el peligro de que una de las llantas explote incrementa seriamente.

La explosión de un neumático lleva a la pérdida de control del vehículo de manera instantánea, crea una situación de alto riesgo, no sólo para los ocupantes del vehículo, que ha quedado sin neumático, sino también para quienes se hallen a su rededor. Es por eso que Estados Unidos y la Unión Europea cuentan con leyes estrictas para el control de los autos con llantas en mal estado. Sin embargo, se ha mencionado que en algunos lugares la legislación no es suficiente para detener este problema, como es el caso de España.

Este dispositivo tiene como objetivos, primero, alertar al conductor del vehículo que lo posee ante la aparición de algún otro vehículo con neumáticos en mal estado para que guarde una distancia prudente, y segundo, preparar los sistemas autónomos de seguridad ante la necesidad de reaccionar ante un posible accidente ocasionado por explosión de neumático.

Los resultados de esta investigación se encuentran en el capítulo 4 del *Final Report*

## 6.2 Ruedas pegajosas (Sticky wheels)

La disminución de la distancia de frenado es un punto crucial cuando se habla de prevenir accidentes, es sobre todo útil ante una situación en donde un automóvil pretende detenerse de manera súbita, a toda costa y en el espacio más corto posible.

La industria aeronáutica utiliza adhesivos para mejorar el agarre de las llantas en los trenes de aterrizaje en los aviones, la industria ferroviaria los utiliza para que la tracción de las ruedas en los trenes sea suficiente para arrancar y detenerse de forma rápida y disminuir las pérdidas en potencia de arranque y frenado. En la industria automotriz el uso de adhesivos es casi exclusivo de las carreras de dragsters o arrancones, donde se requiere de la máxima aceleración, y por lo tanto, la mayor fricción con el suelo que sea posible.



*Dragster racing*



*Trackbite after exposure time*

Esta investigación tiene por objetivo analizar la variación de la desaceleración cuando se agrega un adhesivo a las llantas para disminuir la distancia de frenado de un vehículo.

Los resultados obtenidos pueden verse en el capítulo 6 del *Final Report*



## 6.3 Visión polarizada (Polarized vision)

Las condiciones climatológicas de algunos lugares pueden ser adversas para la conducción segura, es posible, en algunos sitios, por ejemplo, encontrar capas delgadas de hielo sobre la carretera, las cuales son imperceptibles a simple vista y que desafortunadamente son percibidas al momento de perder el control del vehículo. También es posible encontrar zonas húmedas que alargan los tiempos de frenado o peor aún, con derrames de líquidos que fácilmente provocarían derrapes.



En la Unión Europea y Estados Unidos son comunes los accidentes provocados por la pérdida de control al conducir sobre hielo negro, que es una capa delgada de hielo que se encuentra sobre el camino, la cual debido a que es completamente transparente, es difícil de notar visualmente. Por lo que el área de oportunidad es la asistencia al conductor para advertirle de esta clase de adversidades en el camino.

Se propone un sistema que es capaz de detectar zonas con hielo negro, agua o aceites derramados sobre el camino para poner en alerta al conductor y sugerirle moderar su velocidad, para evitar la pérdida espontánea del control, que además podría involucrar a otros usuarios del camino.

Este sistema analiza constantemente el pavimento en busca de zonas de riesgo para que el conductor tenga tiempo de reaccionar antes de encontrarse dentro de estas zonas y el automóvil prepare los sistemas autónomos de seguridad ante un posible accidente.

Los resultados obtenidos pueden verse en el capítulo 5 del *Final Report*

## 6.4 Comunidad de alerta de peligro (Danger alert community)

Desde sus orígenes, el hombre ha creado sistemas de convivencia basados en grupo y en comunidad; hoy más que nunca, la composición de los tejidos sociales pasa a ser uno de los eslabones más importantes para ayudar a la sociedad misma.

En la actualidad, la Internet genera una comunicación más rápida entre las personas. Redes sociales como Facebook, Twitter y el emergente Google+ asisten de manera eficaz en esa comunicación. En el mundo todo está conectado.

Las personas comparten conocimiento y opiniones, provocando una gran comunidad virtual, que si bien no es del todo "real", sí compensa favorablemente

ese déficit de convivencia, ayudando y apoyándose unos a otros.

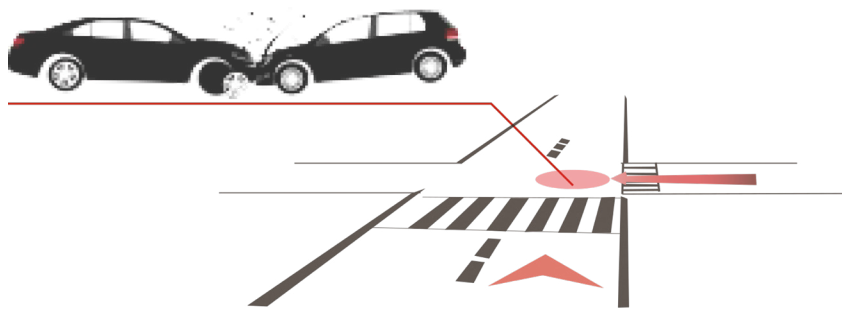
La idea de Danger Alert Community lleva todo este moderno desarrollo un poco más allá, haciendo de una comunidad en línea parte de los sistemas de seguridad automotriz. En esta comunidad, cada usuario es capaz de reportar situaciones que puedan poner en riesgo a otros conductores en una base de datos en línea. Automáticamente, las circunstancias del evento, como el día, la hora, el grado de deslizamiento en el camino, visibilidad, etcétera, son guardadas y vinculadas con el accidente. Cada que un nuevo usuario conduzca por la misma ruta, bajo las mismas circunstancias, éste y sus sistemas de seguridad serán alertados y capaces de evitar un accidente.

Los resultados de podrán ser vistos en el capítulo 2 del *Final Report*



**¡DANGER AHEAD!**  
**200 m**

## 6.5 Sistema de Visión Futura (Future Sight System)



Lo más difícil de manejar un vehículo, no es acostumbrarse a sus dimensiones, a su tipo de transmisión o a su velocidad, sino intentar determinar el movimiento siguiente de los demás conductores. Muchos accidentes son causados debido a que el usuario interpretó de manera incorrecta las intenciones del otro automovilista. La idea principal de este sistema es darle al vehículo una mejor perspectiva del área en la que se está moviendo, de tal modo que pueda reconocer a conductores peligrosos y alertar al usuario. Asimismo, el sistema puede indicar el punto en el que el accidente ocurrirá.

Para la obtención de la perspectiva externa, se puede contar con dos opciones: vista satelital, con transmisión en tiempo real de la imagen, y una nave voladora autónoma con cámaras, que sea capaz de seguir al vehículo.

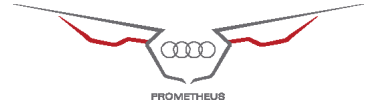
Los resultados de podrán ser vistos en el capítulo 3 del *Final Report*

## Experiencias

Este proyecto significó un gran aprendizaje, no sólo en el ámbito académico sino también en lo social y profesional; esto, debido a la oportunidad de poder trabajar con estudiantes de otro país, como lo fue Alemania, jóvenes de nuestra misma edad pero con un punto de vista muy diferente al nuestro en varios sentidos. Se aprendió a mezclar la forma de trabajo de ambas partes. En tanto que los alemanes, se mostraban muy disciplinados y apegados a sus esquemas, tiempos y objetivos a cumplir; nosotros, la parte mexicana, nos mostramos más abiertos a experimentar cosas nuevas, aportar practicidad y no temer salirse un poco de los esquemas establecidos en búsqueda de un resultado más innovador. La mezcla de estos dos pensamientos y disciplinas resultó una metodología bastante eficaz, donde surgieron propuestas que al principio parecían muy fuera de lo ordinario, pero que al llevarlas a cabo ofrecían ser un buen aporte para el resultado final.

Se puede decir que ambas partes aprendimos mucho unos de otros y notamos que siempre es bueno estar abierto a diferentes formas de trabajar.

Algo muy enriquecedor para todos los miembros del equipo, fue la oportunidad de trabajar en las instalaciones de una universidad extranjera, donde tan sólo con observar el ritmo de vida de los estudiantes, se dejan apreciar las grandes diferencias, pero también las grandes similitudes que tenemos los jóvenes de todo el mundo. Poder trabajar en instalaciones con gran capacidad tecnológica y con grandes recursos en beneficio de los alumnos, hace ver y recordar que la educación es algo extremadamente valioso y esencial para el buen desempeño de la sociedad, por lo que se requiere invertir mucho en ella. Asimismo, algo que se debe de tener en cuenta, es que si uno se lo propone, es posible ir a estudiar a la universidad que uno quiera o elija.



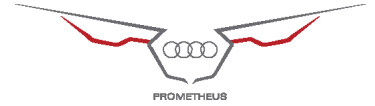
Otro aspecto muy importante que enriqueció la experiencia obtenida en el proyecto, fue el hecho de haber colaborado con estudiantes de otras disciplinas, aprender de ellos, poder ser capaces de mezclar sus ideas con las nuestras, así como escuchar todos los puntos de vista, ya sea de diseñadores, sociólogos, doctores, todas las opiniones eran consideradas. Igualmente, otro de los puntos de mucho valor de este proyecto fue la presentación final ante varias universidades y representantes de grandes empresas con reconocimiento y presencia mundial, exposición en la cual estuvieron los equipos conformados por estudiantes de la Universidad Tecnológica de Múnich y por alumnos de universidades fuera de Alemania. Todo esto provocaba que el proyecto se tornara en un ánimo de competencia, lo que hizo que el trabajo se transformara en algo más interesante y la expectativa fuera en aumento. Todo esto nos motivó a querer lograr y entregar un mejor resultado y poder así poner el alto el nombre no sólo el de la UNAM, sino también al de México.

## 8 Conclusiones

Este proyecto se caracterizó por ser formado en su totalidad por prototipos que demostraban la función crítica de cada sistema desarrollado, esto no quiere decir que ya todo se dé por concluido, sino que se puede tomar como una gran plataforma para desarrollar dichos sistemas a un potencial mucho más amplio, lo que no se pudo llevar a cabo en los límites del proyecto debido a que son sistemas que fueron pensados para un futuro, donde la tecnología permitiría realizar las funciones de nuestros sistemas de manera más económica y sencilla de producir. Esto quiere decir que los alcances de los sistemas dependen directamente de la tecnología con la cual se cuenta en el momento; por lo que son sistemas que pueden ser mejorados año con año, y así poder hacer del automóvil un vehículo libre de accidentes, que es el objetivo primordial de todo el proyecto.

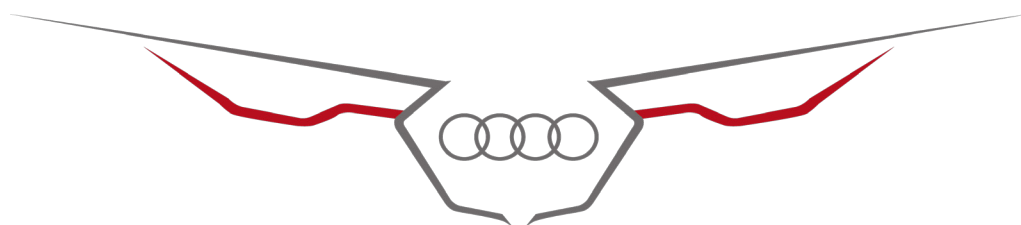
La continuidad de este proyecto se podrá enfocar en las extensas circunstancias en las que puede verse involucrado un vehículo con los sistemas desarrollados y que podrían llevar a éstos a una situación indeterminada o imprevista.

Al llevar a cabo dicha extensión de circunstancias mediante una segunda o tercera iteración, será posible contar con sistemas que conviertan a los vehículos en herramientas de transporte altamente seguras, sin la necesidad de retirarle al conductor el control en su totalidad.



El proyecto deja una gran experiencia de vida y aprendizaje, no sólo en el plano académico, sino a nivel personal, social y profesional. Se aprendió a desarrollar ideas, partiendo prácticamente de cero y llevarlas a su máximo potencial en un tiempo dado, lo que te hace ser ágil al momento de resolver problemas; creativo, abierto a escuchar ideas por más fuera de lo ordinario que parezcan; más objetivo, para reconocer un camino que no es el correcto y estar dispuesto a cambiarlo; y práctico, para poder llegar a resultados de forma concisa y veloz, para así poder trazar un camino correcto y no disminuir nuestro esfuerzo y tiempo en el proceso. Deja también una gran motivación para llegar más lejos y ponerse límites más altos en el desarrollo de nuestra vida profesional, el hecho de ya haber probado, aunque sea un poco y muy rápido al trabajar para grandes empresas de nivel internacional, deja el deseo de querer regresar y ser parte de algo así, de grande, de siempre buscar la manera de crecer, de dar y lograr mejores resultados.

Fue un proyecto que cambió mi forma de trabajar y de pensar, que me motivó e impulsó a alcanzar mis metas, sin importar qué tan difíciles puedan ser.



Los capítulos pertenecientes al *Midterm Report* y *Final Report* se mantienen en calidad de confidenciales

Debido a que el trabajo fue desarrollado con una empresa y los convenios firmados indican que los resultados se tienen que mantener en forma confidencial, el documento completo se queda en el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica de la UNAM, bajo el resguardo del doctor

Alejandro Ramírez Reivich.