

## UNIDAD 8 – LA SEGURIDAD EN EL VEHICULO

### 1. FACTOR HUMANO

El hombre actúa y se desplaza por la vía pública como: conductor, peatón, o pasajero. Al hacerlo como conductor o peatón se lo considera un sujeto activo. En cambio al hacerlo como pasajero se lo considera como sujeto pasivo.

Las características del comportamiento de las personas se deben a factores:

- **Cognitivos:** es el conocimiento que tiene cada sujeto de las normas de tránsito
- **Aptitudinales:** es la capacidad que psicofísica que tiene cada persona para afrontar las exigencias de efectuar las maniobras o movimientos o toma de decisiones que corresponde
- **Actitudinales:** es el comportamiento de la persona frente a cada decisión a tomar, que puede ser la que corresponde según las reglas, o la que la persona supone que le conviene más

### 2. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Los sistemas y diseños de seguridad se dividen en:

- **Seguridad Activa:** son todos aquellos elementos de diseño y dispositivos que posibilitan la maniobra del vehículo de tal manera de evitar el accidente
- **Seguridad Pasiva:** son todos aquellos elementos de diseño y dispositivos que se prevén para atenuar las consecuencias de un accidente y se ponen en acción a partir del instante en que este ocurre.

#### 2.1. Seguridad activa

**Frenos:** Los frenos han ido evolucionado a lo largo del tiempo: de accionamiento mecánico sobre las ruedas traseras, en las cuatro ruedas, de accionamiento hidráulico, etc. Entre los más destacados se encuentran:

- **Sistema antibloqueo (ABS):** es un sistema compuesto por un circuito hidráulico para cada rueda comandados por un microprocesador que, mediante sensores, compara la velocidad de cada rueda con las demás. Cuando una de ellas pierde velocidad suelta por un instante el freno y lo toma de inmediato de nuevo. De esta manera se asegura que todas las ruedas frenen en forma uniforme. Se logra una mayor eficiencia de frenado (aproximadamente un 20% por estar dentro del coeficiente de roce estático) y se mantiene la posibilidad de dirigir el vehículo, por cuanto no se bloquean las ruedas directrices.
- **Distribución de la fuerza del frenado electrónicamente (EBD):** La función de este dispositivo es repartir la fuerza del frenado entre las ruedas delanteras y traseras para lograr una eficiente detención del vehículo. Funciona mejor integrado con el ABS que por separados.
- **Asistencia al frenado de emergencia (BAS):** Este sistema interpreta cuándo se produce una frenada de emergencia y aplica al sistema de frenos la máxima potencia aunque el conductor no lo esté haciendo. Para interpretar cuándo se produce un frenado de emergencia, el BAS mide la velocidad con la que se suelta el acelerador y se pisa el freno, además de la presión con la que este movimiento se hace. En ese momento el BAS aplica una presión máxima y cte a los frenos hasta la detención total del vehículo. Funciona combinado con el ABS.

**Suspensión:** destinada a absorber las irregularidades del camino, sin que se rompa el vehículo y brindando mayor comodidad a los ocupantes.

**Amortiguación:** sirve para atenuar la oscilación de la suspensión, y mantener las ruedas pegadas al piso.

**Neumáticos:** son los encargados de transmitir la fuerza de tracción y de frenado al piso. Los neumáticos actuales son radiales, sin cámara y tienden a tener cada vez un perfil más bajo. El concepto es que se genere menos calor por trabajo de flexión y se deforme menos.

**Dirección:** pueden ser de accionamiento directo o asistidas por un servomecanismo.

**Otros:** cristales, limpia-lava parabrisas, parasoles, limpia-lavafaros, limpia-lava luneta trasera, desempañadores delanteros y traseros, acondicionamiento de ambiente, asientos ergonómicos y regulables, espejos retrovisores, luces

## 2.2. Seguridad Pasiva:

Habitáculo: el habitáculo debe ser una jaula totalmente indeformable para proteger a sus ocupantes.

Trompa y cola: las partes anterior y posterior del vehículo se programan para sufrir una deformación controlada ante un impacto, que lo amortigüe y disminuya los valores de aceleración o desaceleración. (Altos valores de aceleración positiva o negativa pueden producir la muerte de los ocupantes)

Laterales (Barras de protección): las puertas y laterales se diseñan para absorber energía por deformación, como la cola y la trompa, y las barras laterales sirven para evitar la penetración del habitáculo por objetos extraños.

Cinturones de seguridad: los cinturones de seguridad se diseñan para sujetar a las personas a los asientos y evitar el “segundo choque”. (choque del ocupante del automóvil contra su interior)

Los primeros fueron de cintura. Luego vinieron los de bandolera y luego los de tres puntos, una combinación de los dos anteriores. De una sujeción rígida se pasó a una inercial, en la que el cinturón se fija ante una aceleración brusca. Es el modelo más en uso en la actualidad.

Bolsas de aire: las bolsas de aire son un complemento importante de los cinturones de seguridad. En ningún caso se debe circular en un automóvil con las bolsas de aire activadas sin colocarse el cinturón de seguridad, pues puede resultar muy peligroso y contraproducente. Las bolsas de aire se inflan al detectarse un impacto (cambio brusco de aceleración) mediante los gases producidos por la explosión de un dispositivo pirotécnico. Si no se tiene colocado el cinturón, el cuerpo pivota ante el impacto a nivel de la cintura y se flexiona hacia adelante, encontrando a la bolsa mientras se infla, desplazándose hacia la cara del sujeto a una velocidad de 300 km/h. El impacto rompe literalmente la cara de la persona, fracturándole los huesos del cráneo en la órbita de los ojos, la nariz o rompiéndole los dientes. En caso de ser un pequeño puede llegar a matarlo.

Columna de dirección colapsable: ante una presión como la que puede producir un cuerpo que la embista durante un choque, la columna de dirección debe colapsar, hundiéndose hacia abajo a fin de no aplastar el pecho del conductor.

Apoya cabezas: luego de ir hacia adelante la cabeza o el torso y la cabeza, en caso de impacto frontal, por efecto del rebote se dirige hacia atrás y el respaldo detiene al torso, siguiendo hacia atrás la cabeza, pudiendo fracturarse la columna a nivel cervical si no se dispone de un apoya cabezas. Sucede lo mismo si el impacto es desde el sector trasero.

Desletalización interior: eliminación de todo elemento punzante, con aristas, cortante o filoso interior y recubrimiento de las superficies más susceptibles de ser golpeadas por los ocupantes

Desletalización exterior: eliminación de todo elemento punzante, cortante, con aristas o filoso exterior para minimizar los daños a una persona en caso de atropellamiento. El diseño debe facilitar el deslizamiento de un cuerpo sobre la carrocería. La superficie se debe ceder ante un impacto amortiguando el golpe con su deformación. Deben ser lo más planas posible.

Conjunto motor y caja deslizante hacia abajo: los coches más avanzados están teniendo una guías de tal manera que ante un impacto el motor es desviado hacia debajo de la carrocería, impidiendo su ingreso al habitáculo, donde aplastaría pies y piernas de los ocupantes de los puestos delanteros.

Cristales: deben ser inastillables. Pueden ser templados, que se desgranán. Actualmente se utilizan los laminados adelante y atrás, que poseen una lámina plástica entre dos cristales. Los laterales siguen siendo templados para permitir su rotura en caso de emergencia.

## UNIDAD 9 – SEGURIDAD VIAL

### 1. INTRODUCCION

La **seguridad vial** es la disciplina que estudia y crea las condiciones para garantizar el buen funcionamiento de la circulación en la vía pública, previniendo los siniestros de tránsito.

¿Accidentes o siniestros? Si se puede evitar no es un accidente. Son muy raros y escasos los incidentes de tránsito que pueden denominarse accidente, porque la mayoría de los sucesos y de las colisiones que ocurren no suele ser “accidentales” ni tampoco ser “casuales”, lo que suelen ser es “causales”

La **ingeniería de tránsito** es la rama de la ingeniería cuyo objetivo es el movimiento seguro y eficiente de peatones y vehículos por vías terrestres. Se encarga de estudiar los cinco elementos fundamentales del tránsito y la relación entre ellos: conductor, peatón, vehículo, vía y medio ambiente

### 2. LOS COSTADOS DEL CAMINO

Debe hacerse cualquier esfuerzo razonable para mantener a los vehículos sobre el coronamiento. Este objetivo no podrá ser totalmente alcanzado.

El desplazamiento fuera de la plataforma puede deberse a:

- Error del conductor: exceso de velocidad, sueño, imprudencia, distracción, o a causa del alcohol
- Abandono deliberado del camino: para evitar a otro vehículo o para evitar un bulto
- La condiciones del camino: pobre alineamiento, escasa visibilidad, baja fricción del pavimento, drenaje inadecuado, falencias en la señalización, marcación o delineación
- Fallas del vehículo: en dirección, en frenos, reventón de un neumático

Cuando el vehículo abandona el coronamiento, la probabilidad de que ocurra un accidente depende primariamente de la velocidad, la trayectoria, y de lo que encuentre a su paso

Si ocurre un accidente, su gravedad depende de la sujeción de los ocupantes, del tipo de vehículo, y de la naturaleza de los costados del camino, donde tiene control el ingeniero. Se debe proveer a los caminos de una zona de recuperación o libre de obstáculos que permitan retomar el control del vehículo y volver o detenerse, sin ninguna consecuencia. Estas zonas se conocen como **costados indulgentes**.

Las opciones de diseño son:

- Remover el obstáculo o rediseñarlo p/hacerlo atravesable
- Reubicar el obstáculo
- Reducir el impacto haciendo frangible el obstáculo.
- Redirigir el vehículo utilizando barreras de defensa lateral
- Utilizar amortiguadores de obstáculos
- Delinear el obstáculo

El ingeniero proyectista debe tomar decisiones sobre la conveniencia de obras de seguridad en base a un análisis Beneficio/Costo. Para ello se estiman los beneficios a alcanzar por disponer la obra o instalación de seguridad versus sus costos de ejecución y su mantenimiento. Para hacer este estudio se considerarán:

- Invasiones
- Geometría de los costados del camino
- Costos de los accidentes

#### Invasiones

Es el número de vehículos que transitan por el punto en estudio. Los factores primarios que afectan el número de invasiones: volumen de vehículos, alineamiento, y ancho del carril. El número de invasiones sale de multiplicar la tasa de invasiones (sale de estudios) por el volumen. Obtenemos n° de invasiones por km por año.

### Costos de los accidentes

Una vez estimado el número de accidentes, se debe estimar su costo. Este está directamente relacionado con la gravedad. Un método es trabajar con el **Índice de Gravedad (IG)**. El IG varía con el tipo de vehículo, la velocidad, el ángulo de impacto, y el tipo de obstáculo

Si IG = 1: la gravedad es leve      Si IG = 10: la gravedad es mortal

### Geometría de los costados del camino

Cuando el vehículo ha abandonado la plataforma, la posibilidad de accidentes depende de las características físicas:

- Topografía y características de drenaje: taludes tendidos, atravesables y estables (minimizan los vuelcos)
- Eliminación de la ferretería o uso de aparatos rompibles
- Utilización de barreras para proteger de los elementos que no se pueden eliminar o amortiguadores de impacto

Si no cabe ninguna de las opciones anteriores, cabe la delineación o balizamiento para que resulte bien visible.

## **3. GEOMETRÍA DE LOS COSTADOS DEL CAMINO**

### **3.1. Topografía y características de drenaje**

Es el tratamiento, desarrollo y evaluación del concepto de costado del camino despejado y su aplicación al diseño. Trata también de taludes y cunetas, cordones de alcantarilla y sumideros cuidando de mantener el drenaje.

Cuando el coronamiento no está a nivel del terreno, el conductor que abandona la plataforma encontrará un talud de plataforma (pendiente +) o un talud de corte (pendiente -) o una cuneta (- y +). Lo vemos.

Terraplenes: Los taludes son paralelos al tránsito. Pueden ser:

- Recuperables: 4:1 o más tendidos. Se puede maniobrar sobre ellos.
- No recuperables: Entre 3 y 4:1. Es atravesable. No se puede detener el vehículo en él, ni volver al camino. Los vehículos terminan en la base.
- Atravesables o críticos: < 3:1. Circulando sobre él es muy posible volcar. Se deben respetar las distancias o protegerlos.
- Variables: se pueden promediar según el caso.

Terraplenes transversales: son cruces del cantero central, accesos de fincas o caminos laterales. Son muy peligrosos, pues se toman de frente. Se recomiendan taludes 6.1 como mínimo para caminos de alta velocidad.

Contrataludes: si el talud y contratalud son de menos de 3:1 todo bien. Si la roca no es lisa hay que protegerla.

Cunetas: su función es colectar y conducir el agua superficial fuera de la zona de camino, con mínima inundación y daños en el camino. Lograr un drenaje eficaz es crítico para el proyecto de un camino. Debería también tenerse en cuenta sus características de seguridad. Las opciones serían en este orden:

- Eliminar las estructuras de drenaje no esenciales
- Rediseñar las estructuras de drenaje de manera que resulten atravesables (o representen un peligro mínimo)
- Si un estructura no puede ser eliminada o rediseñada, deberá protegerse mediante una barrera adecuada

### **3.2. Soportes de luminarias, señales y otros**

El 15 % de las muertes ocurren contra las señales cerca de la calzada (señales viales, iluminación, alarmas ferroviarias, buzones, postes de servicio públicos, postes SOS). Para evitarlo se utilizan elementos rompibles. Estos se basan en: Plano deslizante - Articulaciones de plástico - Elementos de fractura

#### Soportes de señales

Pueden dividirse en:

- Aéreas: En general requieren fuertes soportes que no pueden hacerse frangibles. Deben protegerse con barreras y ubicarse justo detrás de la zona de deflexión

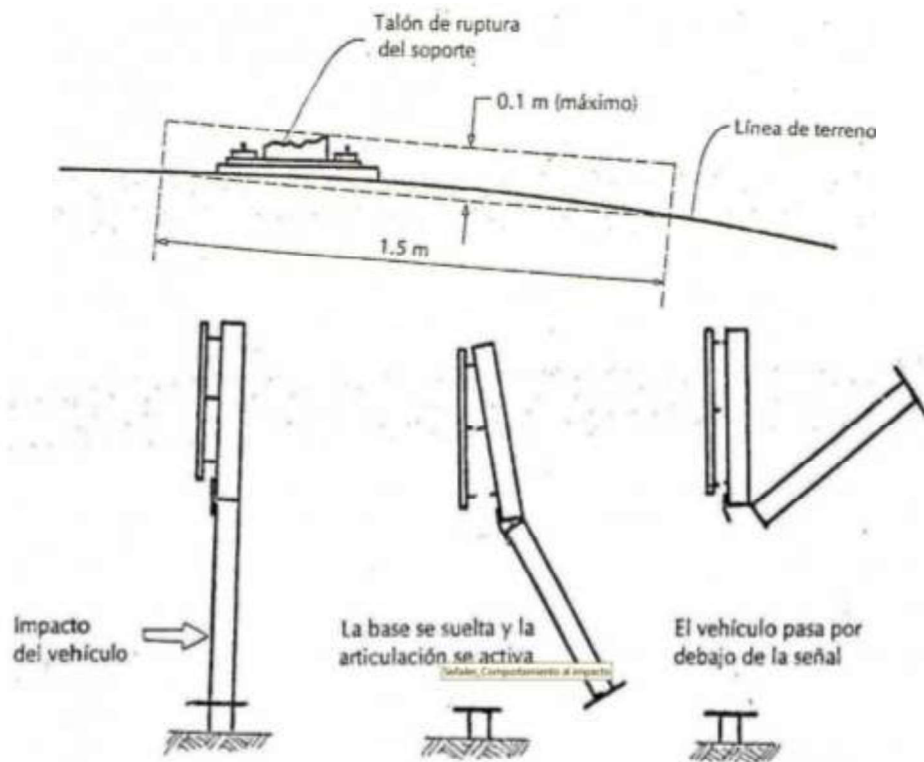
- Laterales grandes: (de más de 4,6 m<sup>2</sup>). Tienen 2 o más soportes frangibles. Deben resistir la fuerza del viento y fallar ante el impacto de un vehículo. Pueden ser de madera dura debilitadas a 10 cm y 2,1 m o metálicos con base deslizante.
- Laterales pequeñas: (de menos de 4,6 m<sup>2</sup>). Se debe cuidar que postes y placas no impacten el parabrisas.
- Luminarias: Similares a las señales. Lugar de impacto: h = 50 cm. Deben romper por corte, no por flexión.

### Arboles

Ocasionan el 25 % de las muertes contra objetos fijos. No se pueden diseñar. Se considera objeto fijo cuando tienen un tronco mayor de 15 cm. Los árboles grandes deberían ser removidos de las zonas de despeje.

Para mejorar la situación de la presencia de árboles hay dos métodos:

1. Mantener los vehículos en el camino: mediante marcas en el pavimento, delineadores, señales, y practicando mejoras en el camino
2. Mitigar el peligro: consiste en remover los árboles, y protegerlos (considerar que choque será peor).



### **3.3. Barreras y amortiguadores de impacto**

#### **Barreras laterales**

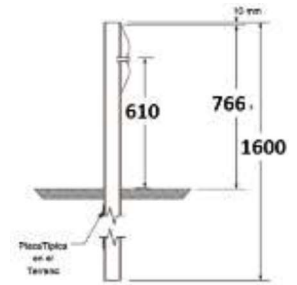
Las barreras laterales son barreras longitudinales utilizadas para proteger a los motoristas de los peligros naturales o artificiales, o personas a lo largo de los costados del camino

El objetivo primario es impedir que un vehículo deje el coronamiento y golpee un objeto fijo o una característica del terreno considerada más peligrosa que la misma barrera. Esto se hace mediante la contención y redirección del vehículo que golpea. La barrera sólo debe colocarse si reducen la gravedad de los accidentes potenciales.

Los obstáculos laterales pueden ser peligros no atravesables u objetos fijos, artificiales (alcantarillas) o naturales (árboles). Estos peligros representan el 30 % de los accidentes mortales.

Las barreras laterales más usadas en nuestro país, de eficiencia comprobada, son:

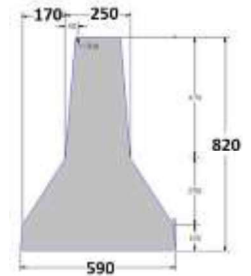
**Barreras metálicas de perfil tipo viga "W":** el perfil de viga "W" trabaja a tensión al redirigir a los vehículos. Los postes que la componen son metálicos, y sirven para sujetar el guardavía a la elevación apropiada y al ser impactados se separan fácilmente. Se instalan 3.8 m de centro a centro. La altura recomendada para el tope es de 76 cm. La distancia recomendada del terreno a la línea central de la barrera es de 550 mm.



Las pruebas fueron exitosas en el rango de vehículos de 820 a 1820 kg. La deflexión con el vehículo de 1820 kg fue de 2,2 m. Puede reducirse bajando el espaciamiento de los postes.

Este sistema de contención es vulnerable a que un vehículo supere a la barrera o pase por debajo debido a una altura de montaje incorrecta o a irregularidades en el terreno.

**Tipo New Jersey:** se utilizan esencialmente en vías de comunicación, como separador de vías, para absorber las energías del impacto, en caso de accidentes de circulación. Estas barreras se fabrican en hormigón en masa, en hormigón armado o ligeramente armado. Es exitosa para vehículos livianos y suele serlo para los pesados.



Pueden ser con geometría simétrica y asimétrica. La altura de tope es de 81cm y puede ser más alta. Presentan un sistema de junta del tipo macho-hembra, así como perforación para, si se desea, fijar las piezas al suelo para evitar vuelcos.

### Barreras en cantero central

Las barreras de canteros centrales son similares a las laterales, pero suelen ser de doble faz. A veces se utilizan en obras sin control de accesos. La mayoría ha sido pensada para vehículos livianos, pero se están diseñando alternativas para pesados con las mismas consideraciones que las laterales. Se considera que si se tienen más de 9 metros son opcionales y más de 15 innecesarias, excepto historia de accidentes.

### Barandas de puentes

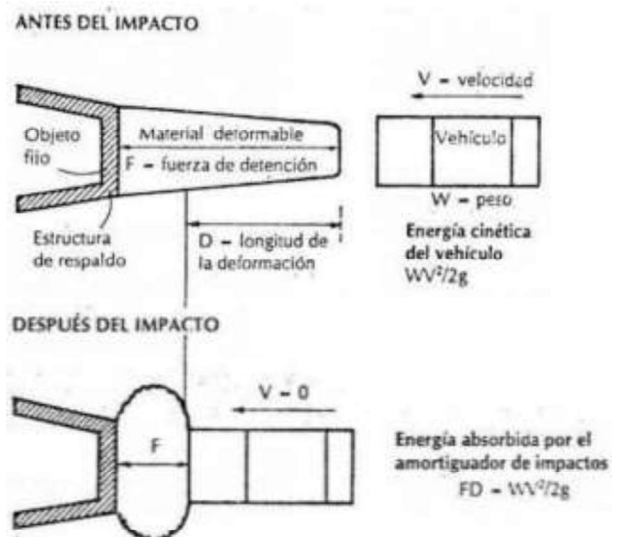
Las barandas de un puente son barreras longitudinales destinadas a impedir que un vehículo se desvíe fuera del borde. Suelen construirse de metal u hormigón, siendo, en general, parte de la estructura. Se plantean habitualmente como indeformables. Nuevamente se suelen diseñar para vehículos livianos y excepcionalmente para pesados.

Los encuentros entre barreras laterales de un camino (flexibles y semirrígidas) y las barandas de puente (indeformables) representan un peligro ya que no suele haber continuidad entre estas. Para evitarlo, en las proximidades a la baranda del puente se colocan los postes de las barreras laterales menos espaciados de lo común para aumentar su rigidez, y de esta manera, lograr una transición lo mas gradual posible. También se suelen colocar vigas w dobles.

### Amortiguadores de impacto

Son aparatos protectores que impiden a los vehículos errantes chocar con peligrosos objetos fijos mediante su gradual desaceleración. Son adecuados cuando no se pueden retirar o recolocarse, y no se pueden proteger con barreras longitudinales o hacerse frangibles. Han demostrado ser eficientes en ubicaciones seleccionadas.

Disminuyen la gravedad del accidente, pero no impide que ocurran; absorben energía a una tasa controlada. La energía cinética se absorbe por deformación plástica por el uso de absorbentes hidráulicos (amortiguador a compresión) (El vehículo también contribuye).



## UNIDAD 9 - ACCIDENTOLOGIA

### 1. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PELIGROSOS. ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD

Los objetivos son identificar tramos y/o sitios de la red vial con elevado riesgo de pérdidas por accidentes, desarrollar métodos y herramientas para el análisis y control de siniestros viales, y caracterizar y analizar los distintos lugares de modo que se facilite la toma de decisiones en los proyectos de inversión.

#### Análisis macroscópico

Se realiza un plano de manchas o puntos negros accidentológicos. En él cada punto significa un siniestro. A manera gráfica puede representarse por ejemplo un punto grande para cada muerto, uno medio por cada lesionado y uno chico por cada 10 siniestros sin lesionados.

Los métodos son:

- Método del valor absoluto: considera el total de siniestros en un periodo de tiempo en un determinado lugar físico. Se suele trabajar con las denuncias de siniestros sin víctimas, proveniente de la base de datos del programa SIDEAT en Rosario.
- Método de la tasa de siniestralidad: relaciona la ocurrencia de siniestros con el número de vehículos circulados por el sitio en igual periodo.

$$\text{Tasa de siniestros: } Tx = \frac{Nx \times 10^6}{\text{Vehículos circulados por el sitio (TMDA x periodo analizado)}}$$

Donde Nx: números de siniestros = (N° denuncias + 5 x N° heridos + 10 x N° muertos)

- Método del número índice: combina los dos anteriores, ponderándolos (30% al número de siniestros y 70% a la tasa) para componer un indicador que señale la prioridad en el tratamiento de la intersección.

$$Ix = \frac{0.7 Tx}{Tmáx} + \frac{0.3 Nx}{Nmáx}$$

Dónde: Tx y Nx son las tasas y números de siniestros de la intersección y Tmáx y Nmáx los máximos registrados en todo el universo de intersecciones a comparar.

#### Análisis microscópico

Esto se realiza a partir de un relevamiento minucioso de la intersección o sitio y sus circunstancias, intensidad y tipo de tránsito, maniobras características, velocidades, observación de la circulación para identificar incidentes, plano de detalle de la geometría, señalización, obstáculos y problemas en la superficie de rodamiento, obstrucciones a la visibilidad, uso del suelo del entorno y consulta a vecinos y comerciantes del lugar.

Posteriormente se confeccionan los planos, se verifican trayectorias y conos de visibilidad, incluyendo todos los detalles observados. Se revisan horarios, en días de la semana y circunstancias climáticas.

Otra tarea es el estudio detallado de cada una de las denuncias efectuadas por los actores de los siniestros, efectuando un plano o diagrama de colisiones para visualizar la superposición o reiteración de hechos y el análisis de los datos estructurados y de los relatos, a partir de los que se intentan individualizar el perfil de los siniestros.

Luego se pasa al diseño del proyecto para la mejora del sitio.