

## CALIBRACION CURVA LIMITE CONFLICTOS DE TRANSITO

Mónica Woywood Yokota, Paola Vorphal Sanhueza  
Departamento de Ingeniería Civil  
Universidad de Concepción, Concepción, Chile  
Casilla 160 – C, Concepción  
Fax: (56-41)-207050  
e-mail: [mwoywood@udec.cl](mailto:mwoywood@udec.cl), [pvorphal@udec.cl](mailto:pvorphal@udec.cl)

### RESUMEN

Los accidentes de tránsito son el resultado final de una situación de seguridad deficiente. Dada la forma en que se registran los accidentes, en los cuales el fin último, de acuerdo a la legislación vigente, normalmente es tratar de identificar al culpable (quién paga los daños y perjuicios derivados del accidente), los registros sólo tienen una cierta utilidad estadística.

El número de accidentes en un punto es muy pequeño, los informes son parciales y la descripción del evento que dan lugar al accidente no es muy informativa. La causa del accidente no queda registrada, dado que nadie ha visto el suceso en forma imparcial. Las estadísticas no logran relacionar el comportamiento humano, con el diseño de la infraestructura y la operación de ésta.

La técnica de conflictos de tránsito (TCT) produce un vínculo entre comportamiento y accidente. El conflicto se define como el “accidente que estuvo a punto de producirse” y se utiliza como medida de prevención de accidentes. Aplicada con personas adiestradas en la técnica, se logra sacar conclusiones operacionales de qué es lo que está detrás de los problemas detectados.

Se presenta una aplicación de la TCT realizada en la ciudad de Concepción, para analizar la curva límite que separa los conflictos graves de los leves desarrollada en Suecia. Se propone una nueva curva límite, y se esboza una relación entre accidentes y conflictos para la ciudad de Concepción. Se resalta la importancia de masificar en Chile el uso de esta técnica desarrollada en Suecia.

## 1. INTRODUCCION

Para prevenir los accidentes de tránsito es necesario conocer las causas que lo provocan. En realidad las causas de un accidente de tránsito nunca quedan evidenciadas, ya que no hay testigos presenciales del desarrollo del acontecimiento. Sólo se tiene información de los momentos “durante” el accidente (escasa) y “después” de ocurrido éste (abundante). Los protagonistas por temor a la sanción y por su naturaleza humana, normalmente no “sienten” su culpabilidad real y manifiestan una conducta vial tradicional cultural del entorno. A la vez los testigos presenciales hacen supuestos de lo ocurrido y en forma instantánea “culpan” a uno de los agentes involucrados. Las personas que llevan los registros, llegan después de haber ocurrido el accidente y también estiman qué podría haber ocurrido.

Al factor humano se le atribuye el 90% de la responsabilidad en los accidentes de tránsito. El conjunto de los factores analizados en cada lugar indica una subcultura vial, que se caracteriza por comportamientos arriesgados permitidos, aprendidos y promovidos dentro de un marco ético, que sólo culpa, y castiga, a quienes faltan al desempeñarse de acuerdo a los mismos.

En este trabajo se presenta el análisis y la aplicación de la Técnica de Conflictos de Tránsito (TCT), la cual permite estudiar los “peligros” en el tráfico en forma relativamente simple. Un conflicto grave tiene casi el mismo desarrollo de los acontecimientos que un accidente (Hydèn, 1987). La ventaja de la TCT, es que hay una persona adiestrada que registra los eventos durante todo el período en que se desarrolla el conflicto, y hace un análisis de otros factores involucrados en la decisión: entorno, operatividad del sistema de transporte, estado de la infraestructura, gestión del sistema de actividades, etc. Puede conocer las causas que provocaron el conflicto, y por lo tanto, que podría haber provocado un accidente.

Para definir los sitios de medición de conflictos de tránsito para la zona en estudio se analizan los registros de la IV Zona de Carabineros de Chile (8ª Región). A partir de los registros de Concepción, se conforma una base de datos con aproximadamente 1500 accidentes de tránsito registrados durante los años 1999 al 2001, considerando sólo los accidentes en zona urbana.

El objetivo del trabajo es analizar la curva límite de conflictos graves desarrollada en Suecia (Hydèn, 1987) para proponer una curva límite para la ciudad de Concepción. Se presenta una relación empírica entre accidentes ya ocurridos y conflictos graves registrados en los mismos lugares.

## 2. HIPOTESIS

Se cuestiona la validez de los parámetros de la curva límite de los conflictos graves calibrados en Suecia, ya que se estima que el comportamiento de los usuarios es diferente en Chile (Concepción) con respecto a Suecia, debido básicamente a que las condiciones de seguridad de tránsito son diferentes.

Las facilidades otorgadas a los peatones en Chile para su desplazamiento seguro son menores comparadas con Suecia. El comportamiento de los usuarios de las vías difiere. En Suecia los peatones son más respetuosos de las leyes de tránsito y por lo tanto utilizan los lugares

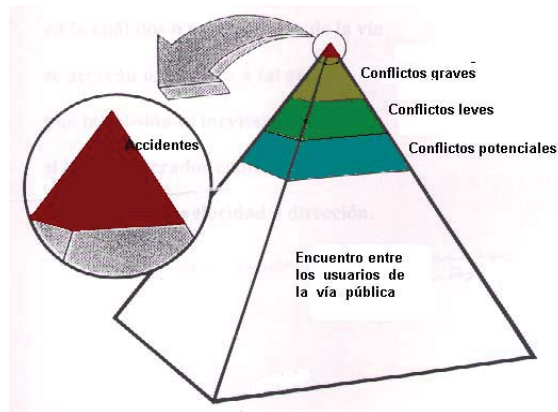
específicamente diseñados para su circulación (vereda) y cruzan siempre en los lugares debidamente señalados para cruzar la calle, en cambio en Chile basta observar un corto período el comportamiento de los peatones en las calles para darse cuenta que éstos cruzan la calle en cualquier lugar y momento, a veces incluso sin mirar si vienen vehículos.

La legislación chilena en cuanto a políticas de tránsito también difiere. Las velocidades máximas permitidas se sustentan en principios diferentes. Para una velocidad máxima mayor a 100 km/hr el diseño de la vía debe ser segregada del entorno. Por otro lado, en zonas donde el flujo peatonal es elevado, la velocidad máxima es de 30 km/hr, o bien, si la situación lo amerita, se restringe el paso de vehículos motorizados. Ambas situaciones no se dan normalmente en Chile.

### 3. DESARROLLO DE LA TECNICA DE CONFLICTOS DE TRANSITO

La técnica de conflictos de tránsito ha sido desarrollada en Hydèn (1987). Con el transcurso del tiempo y las sucesivas aplicaciones, se ha ido depurando hasta convertirse en una técnica conocida en el mundo. En la literatura chilena se reconoce su existencia desde la década de los 80 (Uribe, 1989).

La TCT se basa en el principio básico de la existencia de conflictos entre los distintos usuarios del sistema de transporte. Dichas interacciones pueden ser descritas como eventos que tienen distinta probabilidad de ocurrencia y distinta magnitud. Estos eventos se pueden visualizar como una pirámide (Figura 1), que va priorizando, a medida que asciende, la gravedad del conflicto. En la punta de la pirámide se observan los *accidentes*. En su base se observan los *encuentros entre usuarios de la vía pública*. Según Hydèn (1987), los conflictos graves pueden ser caracterizados como un potencial accidente de tránsito.



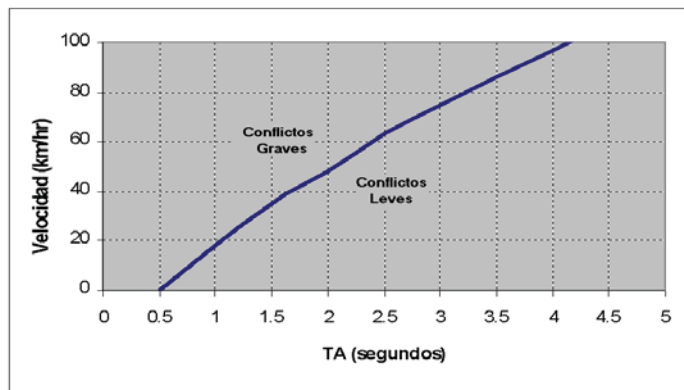
**Figura 1: Pirámide de Conflictos (Hydèn, 1987)**

Un conflicto de tránsito se define como un evento que involucra a dos o más usuarios de la vía, en el cual las acciones de uno de ellos causa que el otro efectúe una maniobra evasiva para evitar una colisión. La acción evasiva necesaria para evitar un accidente puede ser una acción de frenado, desvío brusco, aceleración o una combinación de éstas. La técnica de conflictos de tránsito consiste en una forma estructurada de registrar y clasificar conflictos de tránsito

El conflicto queda definido básicamente por dos variables:

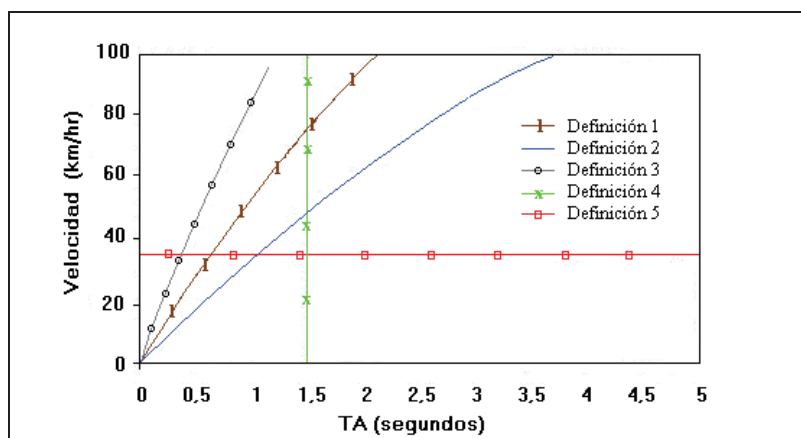
- $TA$ , es el tiempo que queda para que los dos usuarios chocaran si hubiesen continuado su trayectoria con la misma velocidad y dirección. Este tiempo es medido a partir del momento en que por lo menos uno de los usuarios comienza a realizar la acción evasiva.
- $d$ , es la distancia en línea recta desde que se comienza la acción evasiva hasta el punto de accidente. Permite determinar la velocidad del conflicto.

El usuario relevante de la vía (URV) define una combinación de velocidad de conflicto y tiempo al accidente. Se consideran conflictos graves aquellos cuya combinación del par (Velocidad,  $TA$ ) del URV se ubica en o sobre la curva que intercepta el eje X, para  $TA = 0.5$  seg., ver Figura 2.



**Figura 2: Gráfico Velocidad-TA (Hydén, 1987)**

En un principio, la curva límite entre conflictos graves y leves fue determinada utilizando una escala base de tiempo, donde sólo el tiempo al accidente ( $TA$ ) era utilizado para definir la gravedad del conflicto. El umbral (curva) que separa conflictos graves y leves, en la técnica original fue definida como: “*Un conflicto serio ocurre cuando el tiempo al accidente ( $TA$ ) es igual o menor a 1.5 segundos.*”



**Figura 3: Representación de 5 Alternativas de Definición de Curvas Límite (Shbeeb, 2000)**

Hydén (1987) investigó 5 definiciones de curva límite para llegar a la actualmente en uso. La definición 1 (Figura 3) corresponde a la definición de conflicto de Gårder(1982). La definición 2 y 3 son modificaciones propuestas a la de Gårder, siendo la definición 2 la que ampliamente

investigó Hyden relacionándola con accidentes de tránsito. Una cuarta alternativa de definición fue la definición original de conflicto grave, en la que sólo se considera el tiempo (límite 1.5 segundos). La última definición (5) se basó sólo en la velocidad de conflicto, definiendo que para una velocidad mayor a 35 km/hr, éste era grave. En la Figura 3 se observan las cinco definiciones.

Para obtener la curva límite actualmente en uso, que separa conflictos graves y leves, Hyden (1987) utilizó información de 107 intersecciones. Durante los años 1982 y 1983 registró conflictos en las mismas ciudades obteniendo un total de 761 registros de conflictos graves. Utilizó 7 años de información de accidentes registrados, obteniendo un total de 312 registros que servían para su objetivo.

Los registros de accidentes utilizados fueron aquellos donde existían los datos del pre-accidente (pre-conflicto), es decir, la velocidad de conflicto y el tiempo hasta el accidente. Se ingresaron los datos de velocidad y TA recolectados de conflictos y accidentes en el gráfico correspondiente obteniendo como conclusión general que el patrón de distribución de la información en el gráfico para accidentes y conflictos es similar. Otras observaciones importantes que realizó son las siguientes:

- Los accidentes están localizados más hacia la izquierda en el gráfico, esto se debe a que en general el valor del TA (tiempo al accidente) es menor para el caso de accidentes que para conflictos.
- Las velocidades de los accidentes son mayores a las velocidades de los conflictos. Unos pocos accidentes ocurrieron a velocidades de 30 km/hr, mientras más de la mitad de los conflictos ocurren a dicha velocidad.
- Para el caso de accidentes de tránsito, existen muchos casos en que  $TA=0$ , ello implica que ninguno de los involucrados en el accidente alcanzó a reaccionar.

Utilizando regresión para los datos de velocidad y TA para accidentes que representan el límite inferior, es decir, el mayor valor obtenido de TA para cada velocidad, determinó una curva que representa el límite entre accidentes y no-accidentes. Luego de determinar el tiempo de reacción de 0,5 segundos para los usuarios de las vías, creó una curva paralela a la obtenida, donde el punto de partida se encuentra en ( $TA=0,5$ ;  $V=0$ ), definiendo esta curva, como curva límite entre conflictos leves y graves (Figura 2).

#### **4. CALIBRACION DE LA CURVA LIMITE PARA LA CIUDAD DE CONCEPCION**

Para el caso de Concepción, la información de pre-accidente es escasa e insuficiente, por ejemplo, ha existido una huella dejada por uno de los vehículos involucrados en el accidente, permitiendo determinar la distancia de frenado y así obtener el TA, pero la velocidad del móvil al momento de comenzar a frenar no está bien determinada. No existen videos con registros de accidentes.

Se buscó un enfoque alternativo para calibrar la curva límite. Revisando la bibliografía existente se analizó el entrevistar a las personas involucradas en conflictos, y determinar a su juicio la gravedad de éste (Shbeeb, 2000). Estar involucrado en un conflicto de tránsito es distinto a observarlo. Los usuarios involucrados en conflictos graves o accidentes poseen cierta

subjetividad al analizar situaciones peligrosas. En general los usuarios de las vías desestiman las situaciones de riesgo, otorgándole menor gravedad de la correspondiente. Esta estimación varía considerablemente de una persona a otra, pero refleja simplemente la impresión y experiencia del usuario al momento de ocurrir el conflicto.

El realizar una entrevista a los usuarios de las vías que estén involucrados en conflictos, permite obtener la posibilidad de comprender como los diferentes ambientes de tránsito pueden influenciar la percepción del usuario con respecto a las características del conflicto. La experiencia del usuario involucrado con respecto al peligro y como ellos describen y valoran la gravedad se puede analizar mediante entrevistas. Shbeeb (2000) desarrolló una encuesta en terreno a usuarios involucrados en conflicto de donde concluyó lo siguiente:

- Los peatones perciben la gravedad del conflicto en que se encuentran involucrados de forma diferente, dependiendo del país al que pertenezcan.
- Los peatones describen sus conflictos de manera diferente debido a los distintos conocimientos del tránsito adquiridos durante su vida.

Dada la dificultad de obtener una información adecuada para cada conflicto que se visualice, y la dificultad de obtener la colaboración de los involucrados, especialmente de los conductores, se descarta esta alternativa (Vorpal, 2003). Se decide entonces utilizar la estadística de accidentes con el fin de seleccionar los puntos con mayor riesgo de accidentes en la ciudad de Concepción, para aplicar la TCT.

Para realizar la calibración de los parámetros que definen la curva límite entre conflictos graves y leves, no se presenta el gráfico original que contiene la curva calibrada Sueca a los observadores, con el fin de utilizar los parámetros de gravedad que ellos han definido en forma personal, considerando que han sido adiestrados para medir las variables involucradas. Se utilizará la percepción de los observadores para calibrar la curva límite, indicándoles sólo que un conflicto grave es muy cercano a un accidente.

## 4.1. Selección Grupo de Trabajo

### 4.1.1. Entrenamiento

Para aplicar la Técnica de Conflictos de Tránsito en este estudio se contó con un grupo de 14 observadores, alumnos de los últimos años de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Concepción. Se formaron 2 grupos compuestos de 7 observadores cada uno. Cada grupo realizó 14 horas de entrenamiento en terreno (Tabla 1).

**Tabla 1**  
**Entrenamiento Realizado por cada Grupo**

Tipo de entrenamiento	Horas
Medición de Velocidad	4
Medición de Distancia	2
Medición de Velocidad y Distancia	2
Registro de Conflictos	6

La 5ta Comisaría de Carabineros de Concepción colaboró en este estudio facilitando dos radares y carabineros, los cuales actuaron como monitores de los grupos para realizar mediciones de velocidad y distancia. Así, fue posible ir corrigiendo los datos recolectados en forma simultánea, permitiendo registros confiables.

#### 4.1.2. Mediciones de Velocidad

Las mediciones de velocidad se realizaron desde tres perspectivas, de acuerdo a la ubicación del móvil con respecto al observador: de frente, desde atrás y desde el costado. Considerando el criterio utilizado por Shbeeb (2000) de aceptar un rango de error de  $\pm 4$  km/hr para las mediciones de velocidad de los vehículos, se obtuvo para la primera y última hora de medición, los siguientes rangos de error, los cuales se consideraron satisfactorios. Además permitió establecer lo importante que es la ubicación de los observadores con respecto al lugar de generación del conflicto.

**Tabla 2**  
**Análisis de la Primera y Cuarta Hora de Observaciones de Velocidad**

Modo de Observación	Resultado de la medición	1ª h observación %	4ª h observación %
Atrás	Por debajo del rango	78.6	35.7
	Dentro del rango	7.1	57.1
	Por sobre el rango	14.3	7.1
Frente	Por debajo del rango	28.6	0.0
	Dentro del rango	57.1	92.9
	Por sobre el rango	14.3	7.1
Costado	Por debajo del rango	21.4	21.4
	Dentro del rango	35.7	71.4
	Por sobre el rango	42.9	7.1

Con el fin de evitar errores en las mediciones de velocidades muy bajas, principalmente peatones, se desarrolló la Tabla 3. Para ella se definió una distancia específica de 100 m, en la cual se controló el tiempo que las personas demoraban en recorrer dicho trayecto, definiendo con anterioridad si ésta caminaba en forma lenta, normal o rápida. Finalmente la velocidad se definió utilizando un promedio de 20 personas correspondientes a cada grupo definido.

**Tabla 3**  
**Velocidades Peatonales**

Nomenclatura	Definición	Velocidad (km/hr)
L	Lento	3.5
N	Normal	5
R	Rápido	7

#### 4.1.3. Mediciones de Distancia

Las mediciones de distancia también se realizaron desde las tres posiciones utilizadas para medir velocidad: frente, atrás y costado. El mayor problema al determinar distancias visualmente se produce cuando la distancia a medir es muy corta (menos de 1 m). En general esto ocurre al

observar peatones o bicicletas. Se decide solucionar este problema tomando la medida exacta del ancho de cruce de cebrá y ancho de pista con el fin de obtener un patrón de medición fino.

#### 4.1.4. Mediciones de Velocidad y Distancia

Se realizaron mediciones simultáneas de distancia y velocidad en terreno, aconsejando a los observadores registrar primero la velocidad del móvil o peatón, ya que la ubicación de éste puede quedar grabado por un período más prolongado en la memoria de una persona que la velocidad instantánea.

#### 4.1.5. Registro de Conflictos

Los observadores deben comenzar a recolectar información en el momento en que alguno de los participantes del conflicto comienza la acción evasiva. La velocidad estimada para dicho conflicto será la velocidad instantánea en el momento en que se comience la acción evasiva y la distancia estimada al accidente. Otros datos suplementarios que pueden considerarse importante se registran también en la hoja de información redactada para cada conflicto, como la hora en que ocurrió el conflicto, geometría, entorno, ubicación de paraderos, estacionamientos, etc. Cabe hacer notar, que es posible registrar todo lo indicado ya que no es usual que ocurran varios conflictos graves en forma simultánea.

## 4.2. Preselección de Puntos Negros para Calibración y Aplicación

A partir del análisis estadístico de los años 1999 al 2001 en Concepción, se seleccionó un conjunto de 11 puntos, considerados riesgosos, para aplicar la TCT (Tabla 4).

**Tabla 4**  
**Intersecciones Seleccionadas**

Intersecciones	Accidentes				Utilización
	Total	Con Leves	Con Muertos-Graves	Con Muertos	
V. Lamas – Unimarc	20	13	7	-	Calibración
Prat - Cruz	15	10	5	1	Aplicación
Carrera - Tucapel	11	8	3	-	Aplicación
Carrera - Rengo	10	6	4	-	Aplicación
Janequeo - Maipú	8	7	1	-	Aplicación
Bulnes - Colo-Colo	7	5	2	1	Aplicación
Roosevelt - San Martín	7	6	1	-	Calibración
Bulnes - Lientur	6	3	3	2	Aplicación
Caupolicán - O'Higgins	6	2	4	-	Aplicación
Paicaví - Chacabuco	3	-	3	-	Aplicación
Galvarino - O'Higgins	1	1	-	-	Calibración

El número de accidentes registrados durante estos tres años, que pueden ser reconocidos que han sucedido en un lugar específico en Concepción, alcanza a 1423. El número promedio de accidentes que han ocurrido en los 437 lugares registrados es 3.3. El lugar que registra un mayor



número de accidentes fue de 28, y un alto número registra sólo 1 accidente en el período analizado.

Se seleccionaron las intersecciones Galvarino–O’Higgins, Victor Lamas–Unimarc y Roosevelt – San Martín para estimar la curva límite del gráfico Velocidad–TA, debido a que en terreno se observó un gran número de conflictos y de diversos tipos. En los otros puntos seleccionados se aplicó la técnica para encontrar una relación entre accidentes y conflictos.

En las 3 intersecciones preseleccionadas para estudiar la curva límite, los observadores realizaron registros durante 3 períodos de 1 hora. En la Tabla 5 se entregan los resultados de estas observaciones. Finalmente, se descartó V.Lamas-Unimarc, ya que los registros observados eran principalmente la imprudencia de peatones por falta de señalización en el lugar. Así, las intersecciones seleccionadas son: San Martín–Roosevelt y O’Higgins–Galvarino.

**Tabla 5**  
**Conflictos Registrados Durante la Prueba de Terreno**

Lugar	Nº Conflictos	Conclusión
V. Lamas – Unimarc	7	- Conflictos de un tipo específico - Baja ocurrencia de conflictos - Ubicación compleja para utilizar cámara video - Bajo grado seguridad para observadores, nivel socio-económico sector aledaño.
Galvarino – O’Higgins	18	- Buen número de ocurrencia de conflictos - Gran diversidad de conflictos, primando los del tipo veh – peatón
San Martín - Roosevelt	27	- Buen número de ocurrencia de conflictos - Gran diversidad de conflictos, primando los del tipo veh – veh

Las mediciones de terreno se realizaron durante 3 días, 6 horas por día. Es fácil observar un gran número de conflictos cuando el flujo vehicular es alto, sin embargo, en períodos fuera punta a pesar que ocurren pocos conflictos, en su mayoría son del tipo grave. Por ello se definieron 2 horas en período fuera punta y 4 horas en período punta, para cada día.

**Tabla 6**  
**Horarios de Medición en las Intersecciones Seleccionadas para la Calibración**

O’Higgins - Galvarino	7:45 – 9:45	12:00 – 14:00	17:30 – 19:30
San Martín - Roosevelt	12:00 – 14:00	15:00 – 17:00	17:30 – 19:30

#### 4.3. Calibración Curva Límite Penquista

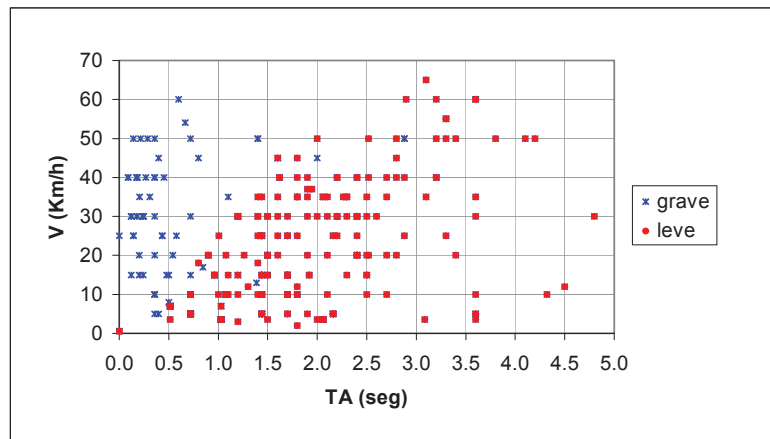
El total de registros de conflictos obtenidos fue de 352. Al ser revisados y comparados con los registros en los videos de terreno, se determinó que 25 no correspondían a lo descrito en los formularios. Por lo tanto se eliminaron, quedando una muestra con 327 conflictos, que corresponde a un 93% de los registros totales (Tabla 7).

**Tabla 7**  
**Clasificación de Conflictos Graves y Leves**

Tipo de Conflicto	Total	Leve	Grave
<i>Vehículo – Vehículo</i>	247	173	74
Porcentaje del total	75,5%	52,9%	22,6%
Porcentaje por tipo	100%	70%	30%
<i>Vehículo - Peatón</i>	80	67	13
Porcentaje del total	24,5%	20,5%	4%
Porcentaje por tipo	100%	83,7%	16,3%
Totales	327	240	87

Al graficar estos registros (Figura 4) se observa que los conflictos graves se ubican en forma más concentrada hacia la izquierda del gráfico, no así los conflictos leves que forman una nube de puntos ubicados hacia la derecha del éste. La velocidad más alta registrada es cercana a los 70 km/hr, lo cual indica o refuerza la caracterización urbana. Considerando ambas nubes de puntos (Figura 4), se analizan por separado los puntos extremos de los conflictos graves y de los leves, observando que se pueden formar dos 2 curvas:

- **Envolvente leve superior**, involucra todos aquellos puntos reportados como conflicto leve, ubicado lo más a la izquierda del gráfico para cada velocidad, y
- **Envolvente grave inferior**, involucra todos aquellos puntos reportados como conflicto grave, ubicado lo más a la derecha del gráfico para cada velocidad.



**Figura 4: Gráfico de Registros de Conflictos**

En otras palabras, la envolvente leve superior representa el límite superior de conflictos leves, esto es, los puntos del gráfico Velocidad-TA donde TA es el más pequeño correspondiente a cada velocidad, y la envolvente grave inferior representa el límite inferior de los conflictos graves, representada por los puntos del mismo gráfico, pero donde el valor de TA es el mayor para cada velocidad (Figura 5).

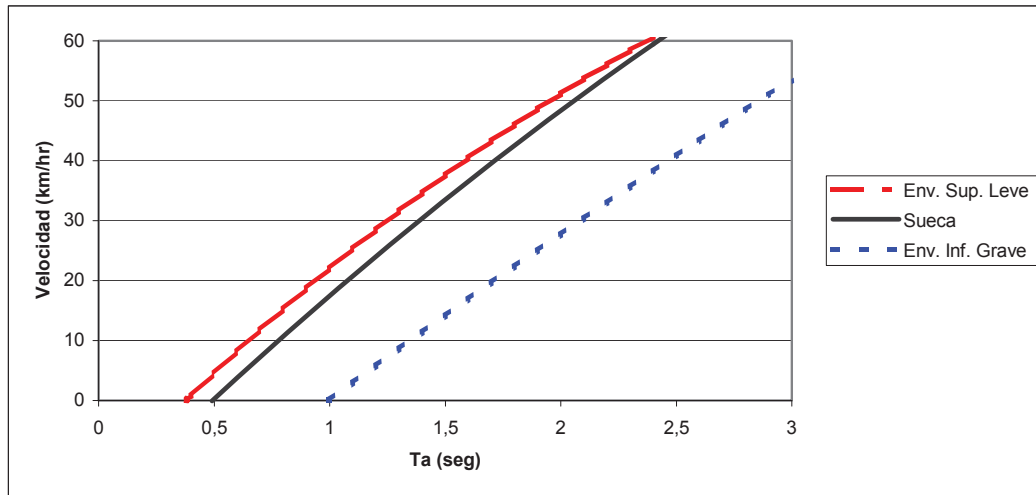
El mejor ajuste de curva se logra a través de los polinomios de segundo grado siguientes:

$$V_{\text{leve}} = -3,9461 \cdot TA^2 + 40,958 \cdot TA - 14,929 \quad R^2 = 0,9678$$

$$\text{Test } t \quad (-6.57) \quad (10.66) \quad (-5.35)$$

$$V_{\text{grave}} = -0,8846 \cdot TA^2 + 30,199 \cdot TA - 29,133 \quad R^2 = 0,7359$$

$$\text{Test } t \quad (-0.72) \quad (0.69) \quad (-0.08)$$



**Figura 5: Curvas Sueca y Estimadas**

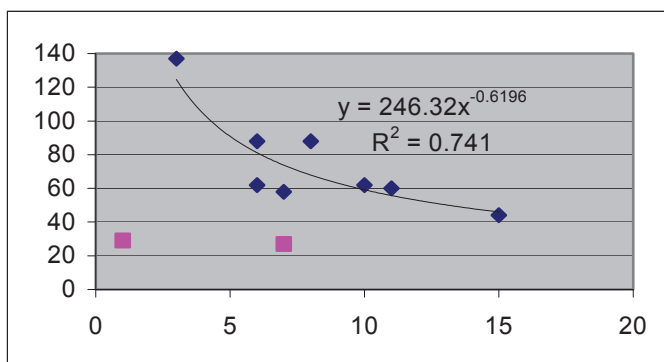
Se han determinado dos curvas. Si se remonta a la descripción de los observadores, quienes finalmente mediante su propia escala de gravedad caracterizaron los conflictos como graves o leves, se concluye que aquellos conflictos que se encuentran entre ambas curvas representan las distintas escalas de gravedad asociadas por los distintos observadores. Los puntos de intersección de las curvas con el eje x (TA) son  $TA_{\text{leve}}=0.38$  segundos y  $TA_{\text{grave}}=0.99$  segundos, se puede concluir que entre los observadores existe una brecha de tiempo de 0.61 segundos (para la velocidad nula) hasta 0.9seg (para una velocidad de 60 km/hr), donde la definición de conflicto grave y leve no es clara, ya que en el gráfico se forma una franja donde se entremezclan ambos tipos de conflictos (Figura 5).

La curva definida como *envolvente inferior grave*, resulta ser conservadora, donde el tiempo de reacción de los usuarios se estima en 1seg. Al aplicar test t se tiene que la ecuación de la curva límite grave es un mal ajuste a los puntos que la definen. Por otro lado, la curva definida como *envolvente superior leve*, define un tiempo de reacción de 0.38 segundos, valor que se ajusta más a los valores de tiempo de reacción calculados para los usuarios de las vías en Chile (por Montero, 1999) de 0.49 segundos. Sus estadígrafos t indican que es un buen ajuste.

Por lo tanto, se propone utilizar la curva Envolvente Superior Leve como una calibración alternativa de la curva Sueca, bajo el supuesto de que todos aquellos conflictos que evaluados en el gráfico se encuentre al lado izquierdo de esta curva, representan fielmente un conflicto grave, y por ende representa de buena manera la probabilidad de ocurrencia de uno o varios accidentes de tránsito.

## 5. APLICACION DE LA TCT

A partir de la definición de curva límite penquista se aplica la TCT a las otros 7 lugares seleccionados, para encontrar una relación entre accidentes y conflictos. Al graficar los accidentes versus los conflictos graves para cada intersección se obtiene la Figura 6. Se observa que al no considerar aquellos puntos en que se registran menos de 30 conflictos graves en un período de 18 horas, se encuentra una tendencia que se expresa ajustando una curva de regresión exponencial. Se tiene que mientras más accidentes han ocurrido en una intersección, menor es la cantidad de conflictos graves registrados en terreno, lo cual es contraintuitivo. Para aseverar esto, se requiere estudiar un mayor número de intersecciones.



**Figura 6: Gráfico Relación Accidentes - Conflictos Graves**

## 6. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Las curvas límites, Sueca y Penquista, no son comparables debido a que no fueron obtenidas utilizando la misma metodología. Para el caso de la curva sueca se utilizaron registros de accidentes de tránsito, mientras que para la curva obtenida para esta investigación se utiliza la percepción de riesgo de accidente de los observadores adiestrados.

Se propone una curva límite de conflictos graves distinta a la sueca, ajustándose bien una curva de polinomio de segundo grado, presenta un rango de validez hasta los 60 km/h y se encuentra desplazada hacia la izquierda con respecto a la sueca. Sin embargo, llama la atención su similitud, y el desplazamiento hacia la izquierda tiene una explicación basada en la percepción de gravedad de un conflicto y no con la ocurrencia de accidentes.

La percepción de riesgo de sufrir un accidente es menor en Chile, lo cual puede deberse a que las condiciones de seguridad, tanto operacionales como de infraestructura, son menores en nuestro país, aspectos que sólo confirman nuestra subcultura vial y su entorno.

La disponibilidad de información de conflictos, genera una mayor posibilidad de entender el evento que produce un accidente, y por ende los riesgos que presenta un determinado lugar. Por lo tanto es *altamente recomendable aplicar la TCT* antes de ejecutar los cambios propuestos por rediseños, tanto desde un punto de vista operacional como de rediseño físico, ya que la posibilidad de evitar accidentes se potencia.

Se presenta una curva que relaciona los accidentes con los conflictos, la cual es contraintuitiva, en el sentido que a mayor número de accidentes existe una probabilidad que ocurra un menor número de conflictos. La base de datos que se dispone a la fecha es insuficiente para sostener la curva preliminar a la cual se ha llegado. Sin embargo se presenta en este Congreso, para aportar y generar una discusión al respecto.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la 5° Comisaría de Carabineros y de la SIAT de la Zona de Concepción, y a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción por financiar parcialmente este proyecto de investigación PI n° 200.091.029-1.0.

## REFERENCIAS

Hydén, Christer (1987) **The development of a method for traffic safety evaluatio: The Swedish Traffic Conflicts Technique**, Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering, Lund, Suecia.

Montero, Gabriel (1999) **Proposición y aplicación de una Metodología de análisis de medidas de Seguridad de Tránsito**, Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile, Santiago.

Shbeeb, Lina (2000) **Development of traffic conflicts technique for different environments**, Department of Technology and Society Traffic Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Lund, Suecia.

Uribe, A. (1989) **Metodología para la formulación y evaluación de programas de reducción de accidentes en áreas urbanas, fase I**. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.

Vorphal, P. (2003) **Análisis y aplicación de la teoría de conflictos en Concepción**. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción.