



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA

DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL



Doctorado en Ingeniería

Ingeniería Civil

EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN UNA GLORIETA DE DOS CARRILES Y UNA TURBOGLORIETA BÁSICA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE CONFLICTOS DE TRÁFICO Y SUS MEDIDAS SUSTITUTAS USANDO MICROSIMULACIÓN

Investigación aprobada en:

**14th World Conference on Transport Research
10-15 de julio de 2016, Shanghai, China**

Presentado por:

Ing. LENIN ALEXANDER BULLA CRUZ. M.Sc., M.Eng.

Ing. LILIANA LUCÍA LYONS BARRERA. PhD.

Ing. ENRIQUE DARGHAN CONTRERAS. PhD.

BOGOTÁ D.C., JULIO DE 2015

Doctorado en Ingeniería

un
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

 **ORGULLOUN**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA**
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA
DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL

Clasificación temporal de los estudios en seguridad vial

Tipo de estudio	Estudios de accidentalidad	Conducción naturalista	Eventos y medidas sustitutas de la SV
Clasificación temporal	Retrospectivos o prospectivos	Prospectivos	Línea base
Accidentología	Estudios de casos y controles	Estudios de cohorte	Estudios de sección transversal
Ingeniería	Operación	Diseño Construcción Operación	Diseño Construcción Operación
Técnica	Estudio de puntos negros Generación de indicadores	Simulador Vehículos instrumentados Video	Percepción del riesgo Técnica de conflictos de tráfico: cuasi choque
Metodología	Modelos de predicción a partir de datos históricos Estadística: Distribución Poisson o binomial negativa Estadística bayesiana. Logit y Probit	Movimientos oculares Sensores Estadística: Distribución Poisson o binomial negativa Estadística bayesiana. Logit y Probit	Inspecciones y auditorías en seguridad vial Microsimulación Vissim y Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) Conflict Hazardous Assessment Model (CHAM) Estadística: Análisis multivariante

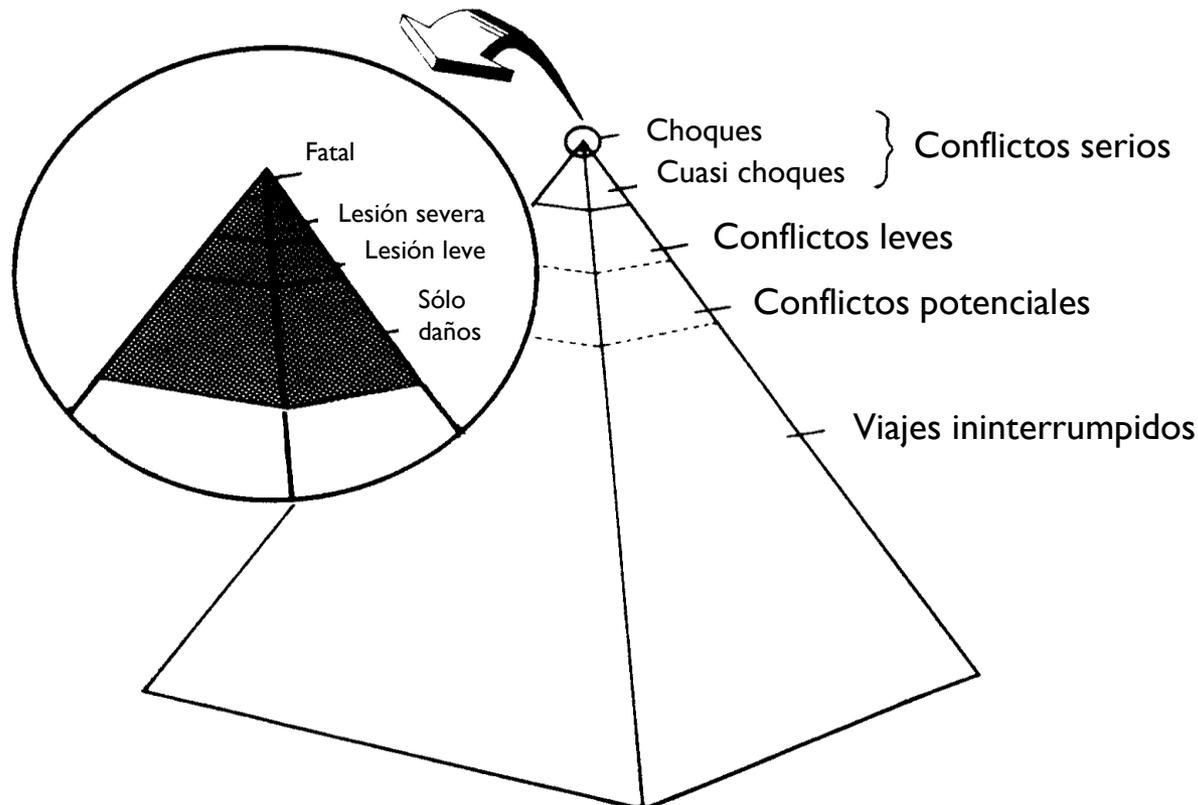
Auditorías en Seguridad Vial (ASV)

- En ASV la cuantificación del riesgo depende de la percepción.

Estudios de accidentalidad (EA)

- En EA el riesgo depende de la calidad de la información disponible en los reportes policiales de accidentes y su posterior consolidación en bases de datos y publicación periódica; incluso la información necesaria para los estudios puede no existir, debido a la ausencia de control gubernamental.

Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico



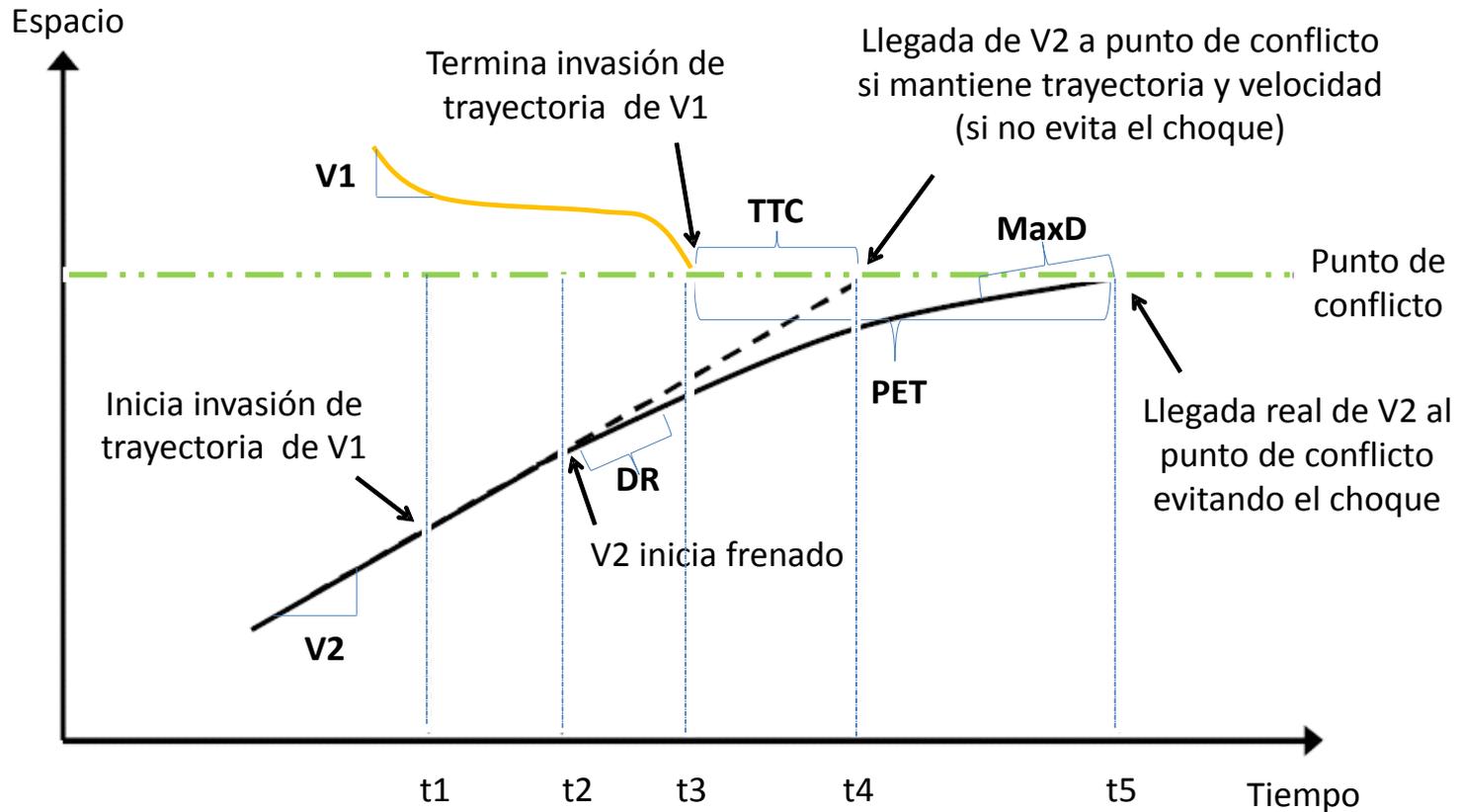
Relación general entre diferentes tipos de eventos fundamentales para la explicación de la interacción entre usuarios viales

Fuente: Hydén (1987)

Doctorado en Ingeniería

Ingeniería Civil

Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico



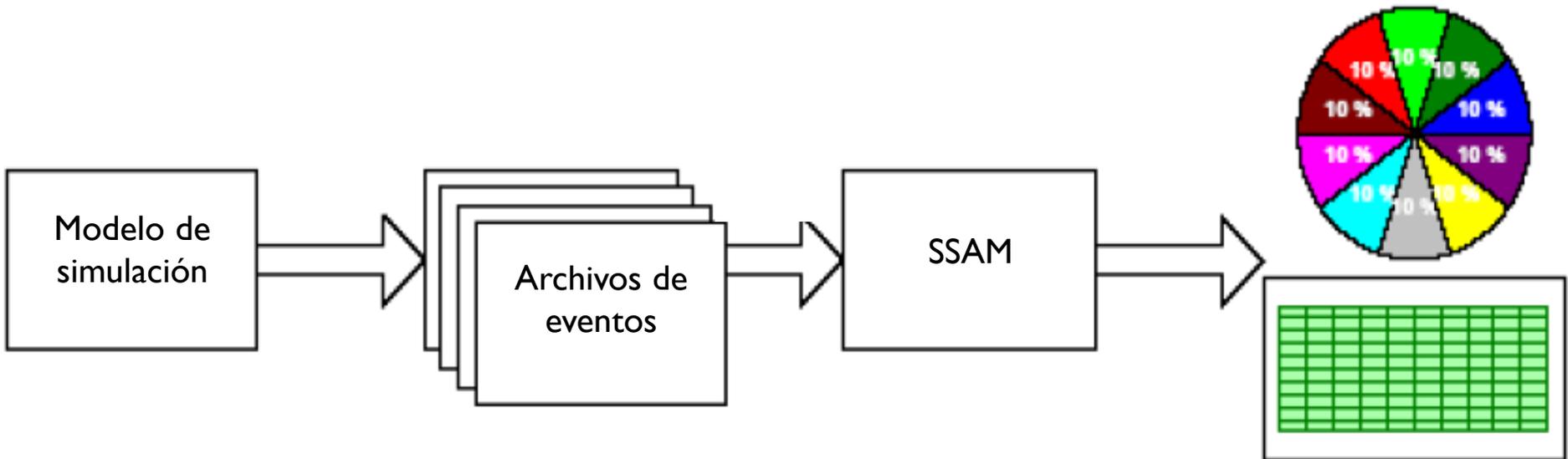
MaxS
 $\Delta S = |V2 - V1|$

- Curva tiempo – espacio vehículo 1
- Curva tiempo – espacio vehículo 2

Diagrama tiempo-espacio para la representación de un cuasi choque y algunas medidas sustitutas de la seguridad: Tiempo para la colisión (TTC) y Tiempo posterior a la invasión de trayectoria (PET). La velocidad conflictiva (V) y la distancia al punto de colisión son determinantes en el cálculo de medidas sustitutas. Fuente: Elaboración propia a partir de Hydén (1987).

Surrogate Safety Assessment Model – SSAM

Gettman y Head (2003) Modelo para la evaluación de medidas sustitutas en SV
Surrogate Safety Assessment Model – SSAM, FHWA. Desde 2007 de libre acceso.

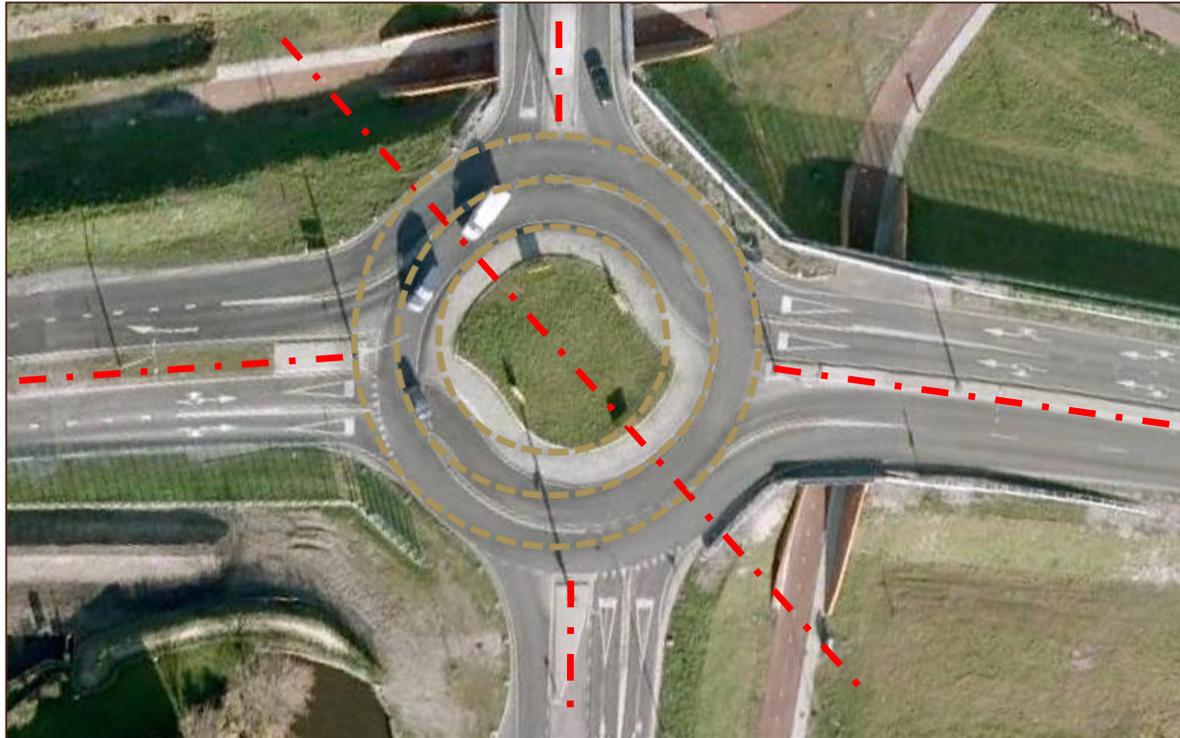


Gettman, D. et al., 2008. *Surrogate Safety Assessment Model and Validation: Final Report*, U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Available at: <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08051/08051.pdf>.

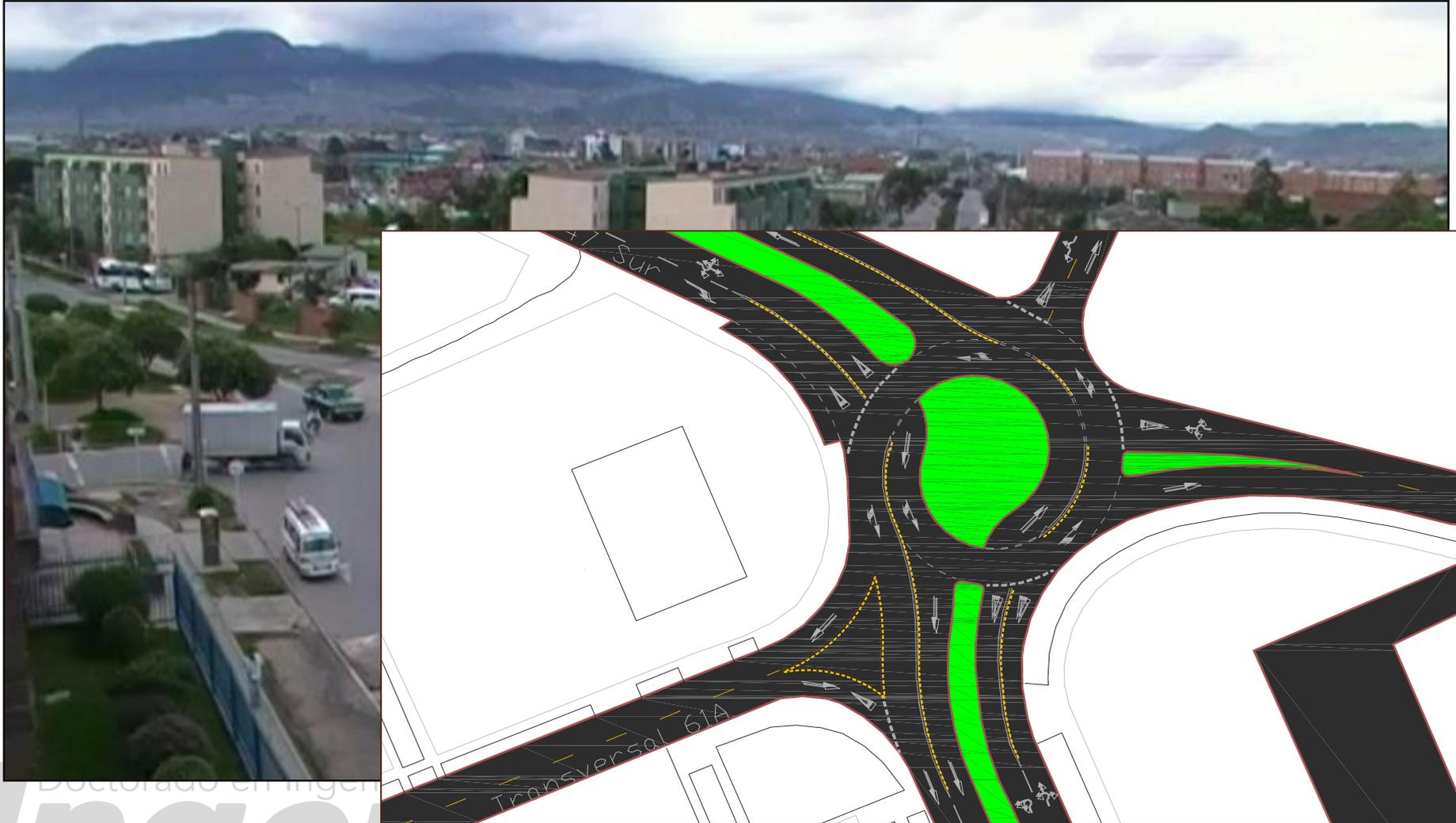
Pu, L. & Joshi, R., 2008. *Surrogate Safety Assessment Model (SSAM): Software User Manual*, McLean, VA: Federal Highway Administration. Available at: <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08050/08050.pdf>.

Principios de operación de una turboglorieta básica

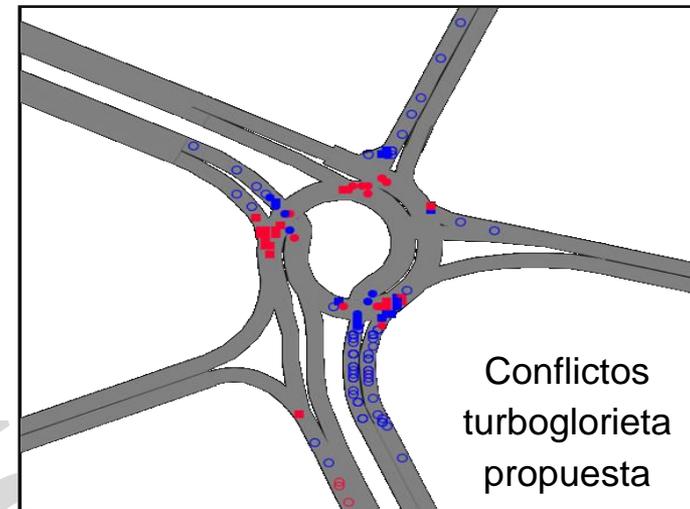
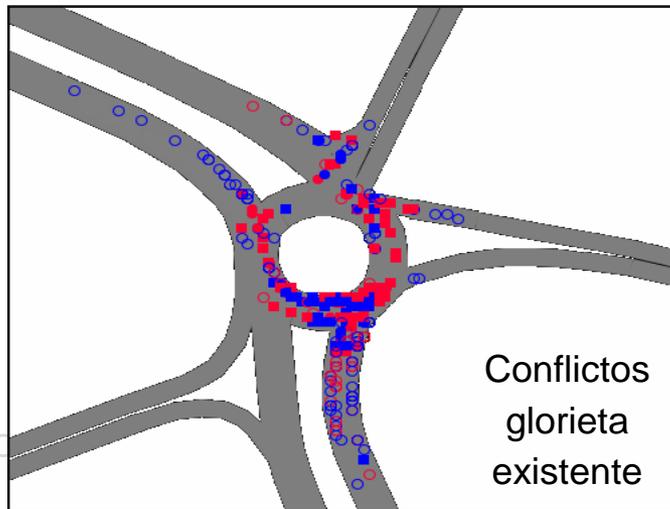
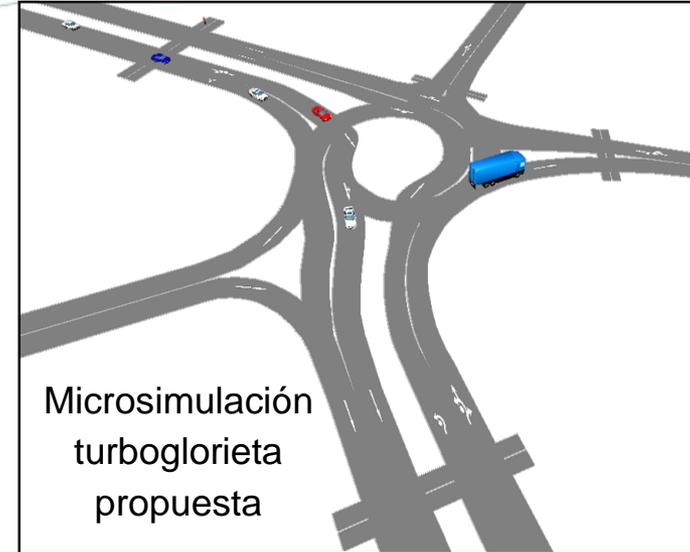
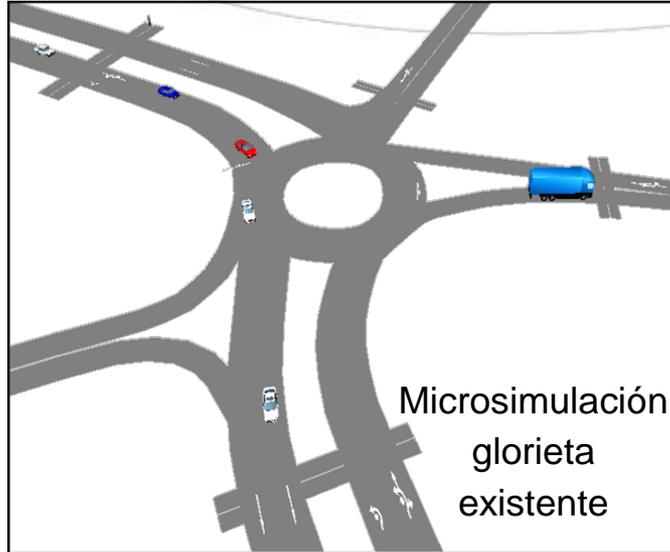
Las turboglorietas fueron ideadas en Holanda en 1996 por el Profesor Lambertus G. H. Fortuijn, del Departamento de Transporte y Planeación de la Facultad de Ingeniería Civil y Geociencias de la Universidad de Tecnología de Delft.



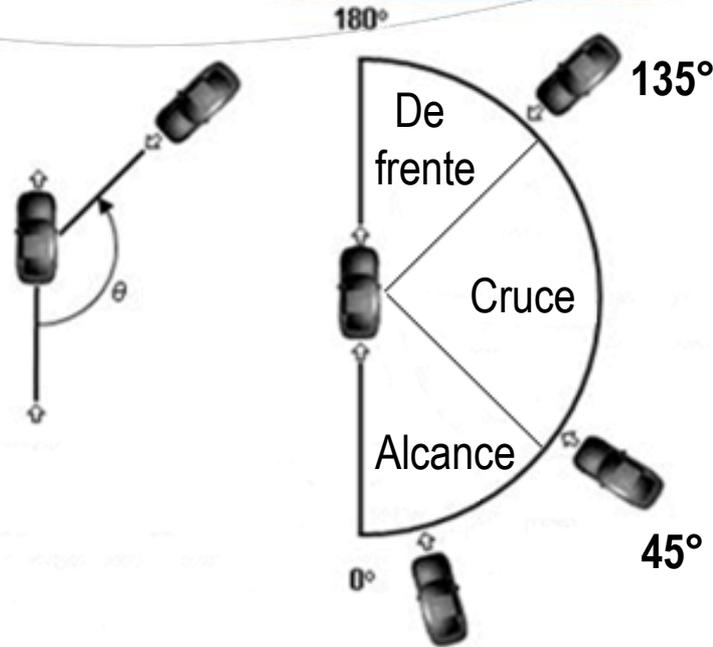
Turboglorieta en Bogotá – Localidad de Kennedy



Cuasi choques en una glorieta de Bogotá



Cuasi choques y medidas sustitutas en una glorieta de Bogotá

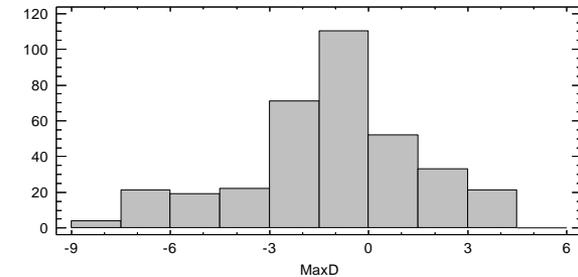
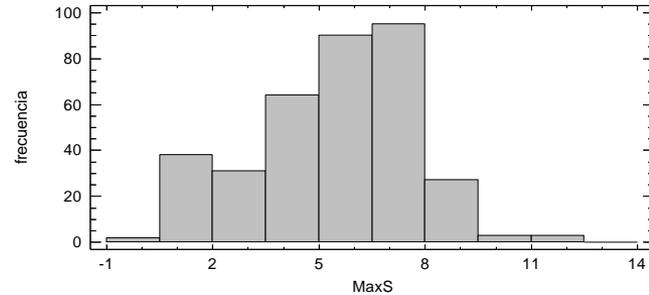
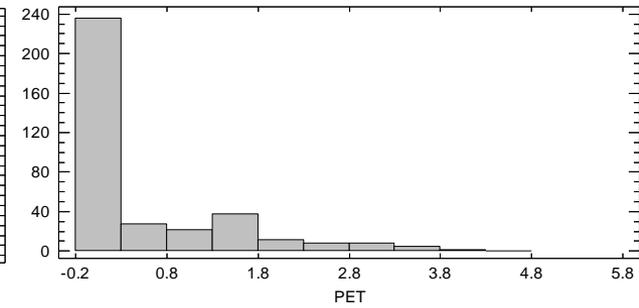
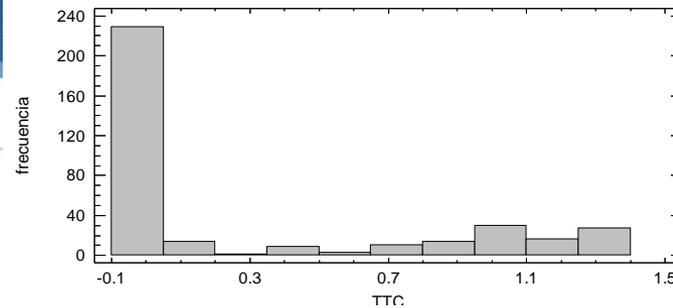


Análisis de campo	Total	Sin clasificar	Alcance	Cruce	De frente
Rango angular	-	-	0° - 45°	45° - 135°	135° - 180°
Glorieta	338	0	209	129	0
Turboglorieta	96	0	44	52	0
Diferencia	242	-	165	77	-
Cambio	-72%	-	-79%	-60%	-

Estadística descriptiva

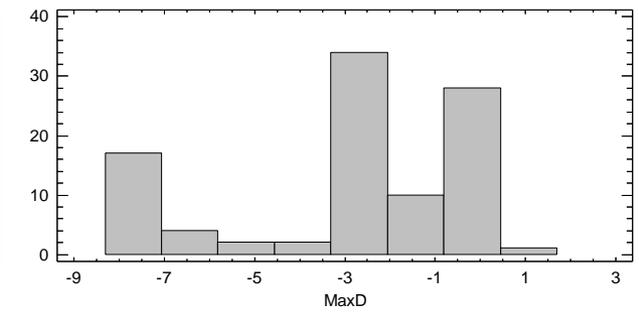
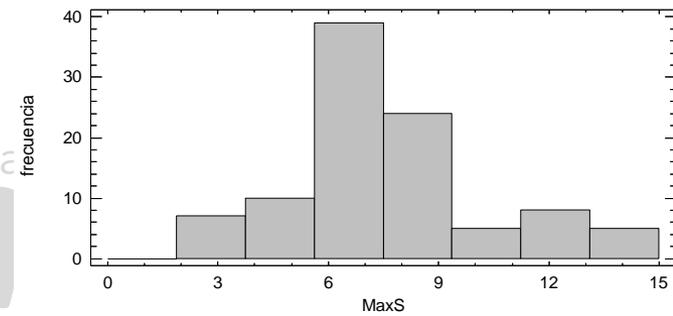
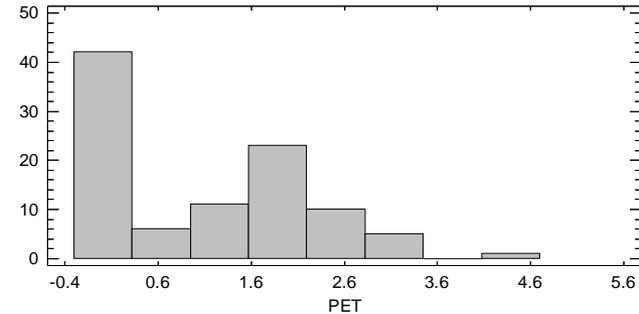
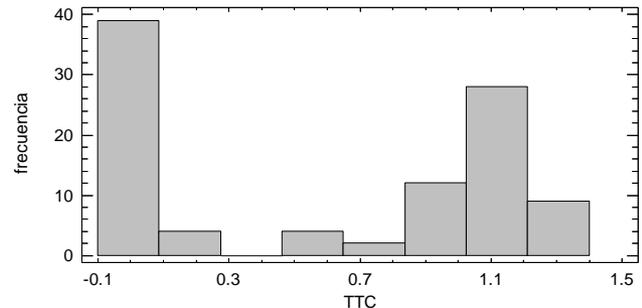
Glorieta (correlaciones)

Variable	TTC	PET	MaxS	DeltaS	DR	MaxD
TTC	1.00	0.86	-0.10	0.26	-0.38	-0.51
PET	0.86	1.00	-0.14	0.17	-0.40	-0.51
MaxS	-0.10	-0.14	1.00	0.62	-0.03	-0.05
DeltaS	0.26	0.17	0.62	1.00	-0.32	-0.40
DR	-0.38	-0.40	-0.03	-0.32	1.00	0.87
MaxD	-0.51	-0.51	-0.05	-0.40	0.87	1.00



Turboglorieta (Correlaciones)

Variable	TTC	PET	MaxS	DeltaS	DR	MaxD
TTC	1.00	0.84	-0.63	-0.52	-0.11	-0.16
PET	0.84	1.00	-0.59	-0.47	-0.31	-0.33
MaxS	-0.63	-0.59	1.00	0.62	0.09	0.10
DeltaS	-0.52	-0.47	0.62	1.00	0.10	0.18
DR	-0.11	-0.31	0.09	0.10	1.00	0.98
MaxD	-0.16	-0.33	0.10	0.18	0.98	1.00



Regresión Logística Exacta Modelo

**PET(event='1') = TTC DRate MaxS MaxD DeltaS ConflictType Intersection
ConflictType*Intersection**

PET $\left\{ \begin{array}{l} < 1.0 \text{ s} = 1 \text{ (Riesgo alto)} \\ \geq 1.0 \text{ s} = 0 \text{ (Riesgo moderado)} \end{array} \right.$ **Archer & Kosonen (2000)**

Regresión Logística Exacta

Resultados

Probabilidad (PET=1)  Alto riesgo de choque

Ratios de probabilidad exactas						
Parámetro			Estimador	Límites de confianza al 95%		De dos lados p-valor
TTC			259.530	85.274	973.927	<.0001
DRate			0.924	0.182	4.651	1.0000
MaxS			8.371	2.441	32.795	0.0002
MaxD			0.078	0.020	0.294	<.0001
DeltaS			0.436	0.135	1.338	0.1675
ConflictType	C		3.389	0.542	22.501	0.2429
Intersection	R		3.239	0.707	15.722	0.1512
ConflictT*Intersecti	C	R	0.270	0.030	2.363	0.3180

Regresión logística exacta para la evaluación de la incidencia del tipo de intersección y el tipo de conflicto en el riesgo de choque

Proyecto en ejecución: Medidas sustitutas en BRT





UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA

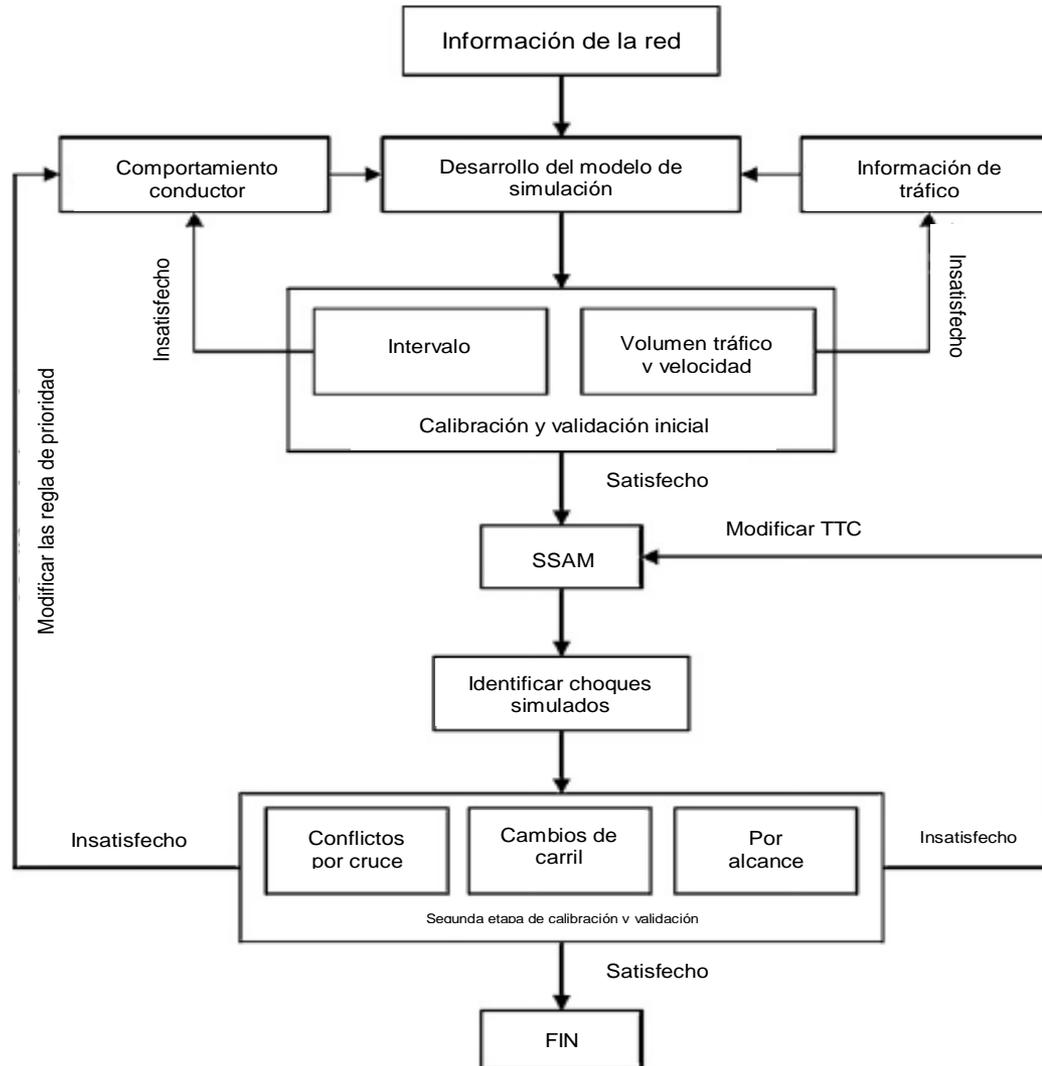
DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN PLANEACIÓN E INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

llyonsb@unal.edu.co

labullac@unal.edu.co

Calibración y validación de modelos en VISSIM y SSAM



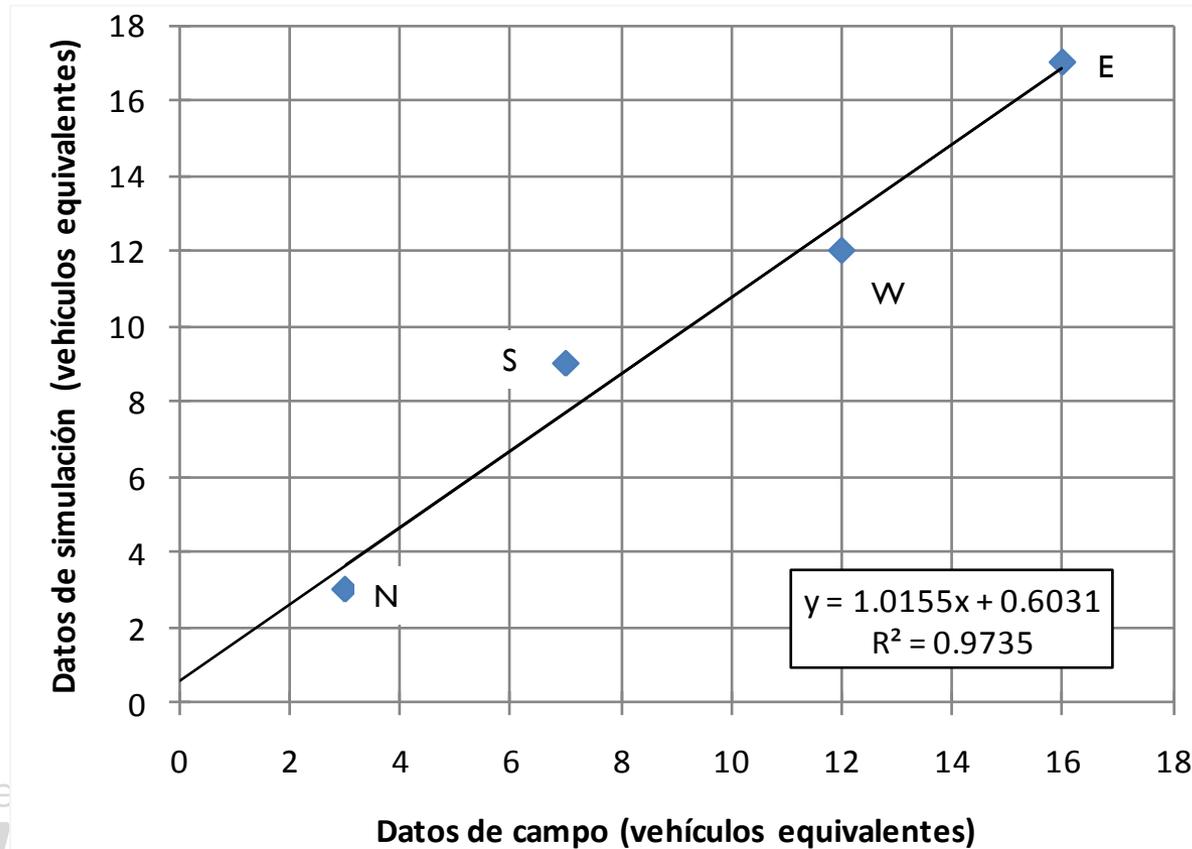
Doctorado en
Procedimiento para calibrar y validar modelos de simulación en VISSIM y SSAM. Fuente: Huang et al. (2013)

Calibración del modelo en el año base (2010)

VISSIM

Longitudes máximas de cola

Acceso	Longitudes máximas de cola					
	Datos de campo			Datos de simulación		
	Metros	V. Mixtos	V. Equiv.	Metros	V. Mixtos	Equiv.
1	15	3A	3	16	3	3
2	60	10A, 1B	12	60	12	12
3	80	11A, 2B, 1C	16	83	17	17
4	35	3A, 2B	7	44	9	9



Calibración del modelo en el año base (2010) SSAM

