

ESTIMACIÓN DE DISTANCIAS DE SEGURIDAD FRENTE A LA OCURRENCIA DE UNA EXPLOSIÓN DE VAPOR DADA LA FUGA DE UN GAS PESADO

Morbidoni, Constanza ; Orellano, Santiago ; Kraft, Romina ; Mores, Patricia ; Scenna, Nicolás.

CAIMI Centro de Aplicaciones Informáticas y Modelado en Ingeniería, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Zeballos 1346, S2000BQA Rosario, Argentina.

Introducción

La dispersión de gases pesados plantea importantes riesgos ambientales y de exposición humana. La modelización de este fenómeno permite estimar la concentración en los puntos circundantes al punto de la fuga y definir las zonas explosivas. En este trabajo se analizan las consecuencias ocasionadas por fugas de Gas Licuado de Petróleo (GLP) seguida de una explosión de nube de vapor considerando diferentes escenarios con el objetivo de obtener correlaciones sencillas para la estimación de distancias de seguridad. Luego de un análisis de sensibilidad, se proponen funciones de la distancia de seguridad con el caudal fugado y la velocidad de viento para diferentes estabildades atmosféricas. Los parámetros del modelo son determinados mediante un modelo de optimización implementado en GAMS. Un modelo sencillo y preciso para la estimación de la distancia de seguridad dada una fuga de GLP fue obtenido.

Demanda socioproductiva

En el Análisis Cuantitativo de Riesgos, el modelado de los eventos como la explosión de nube de vapor implica un importante desafío dada la naturaleza estocástica de la dinámica de formación e ignición de la nube. Éste normalmente es el evento accidental más complejo desde la perspectiva del modelado. Considerando esto, en este trabajo se pretenden obtener modelos simples para estimar distancias de seguridad en función de pocas variables de fácil acceso con la finalidad de aplicarlos en el diseño de planes de evacuación, diseño y optimización de layout de planta. Obsérvese que la disponibilidad de estos modelos constituyen una valiosa herramienta para la gestión del riesgo tanto en la esfera privada (puertas adentro de la industria) como en la pública (en el planeamiento territorial y el diseño de planes de evacuación).

Metodología

Escenario accidental

- Se trabajó con DEGADIS (Dense Gas Dispersion Model) definiendo como escenario accidental la fuga de GLP almacenada a presión considerando distintos caudales, velocidades de viento y estabildades atmosféricas.

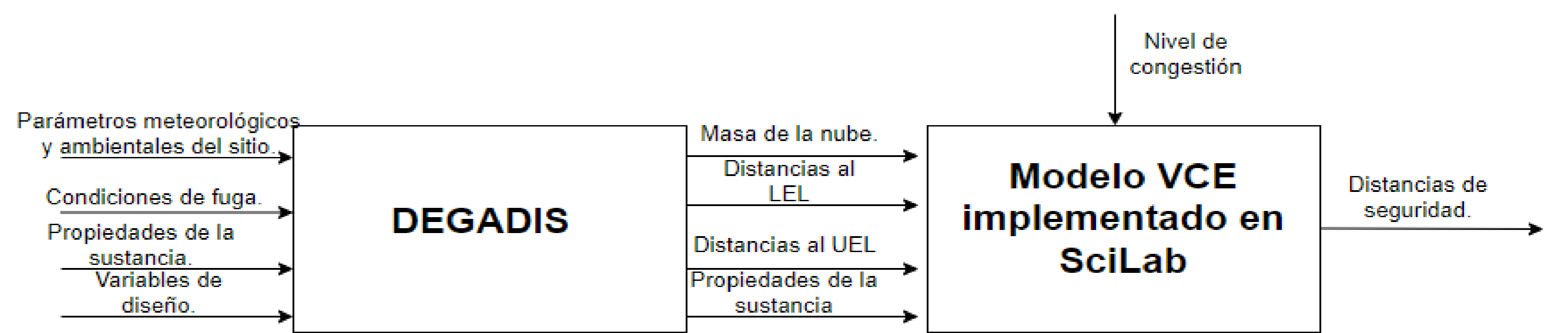
Simulación de la dispersión

- Se obtuvo la masa de la nube de vapor (por encima del límite inferior de explosividad), la distancia desde la fuga al punto donde se alcanza la concentración límite superior de explosividad (UEL) y la distancia hacia la concentración límite inferior de explosividad (LEL).

Simulación de la onda de choque

- Se estimaron las distancias de seguridad por medio de la implementación del método Baker-Strehlow-Tang en el software SciLab.
- En base a los valores obtenidos se propuso una ecuación potencial y para obtener los valores de los parámetros se desarrolló un modelo de optimización en GAMS.

Esquema de la metodología empleada para obtener distancias seguras

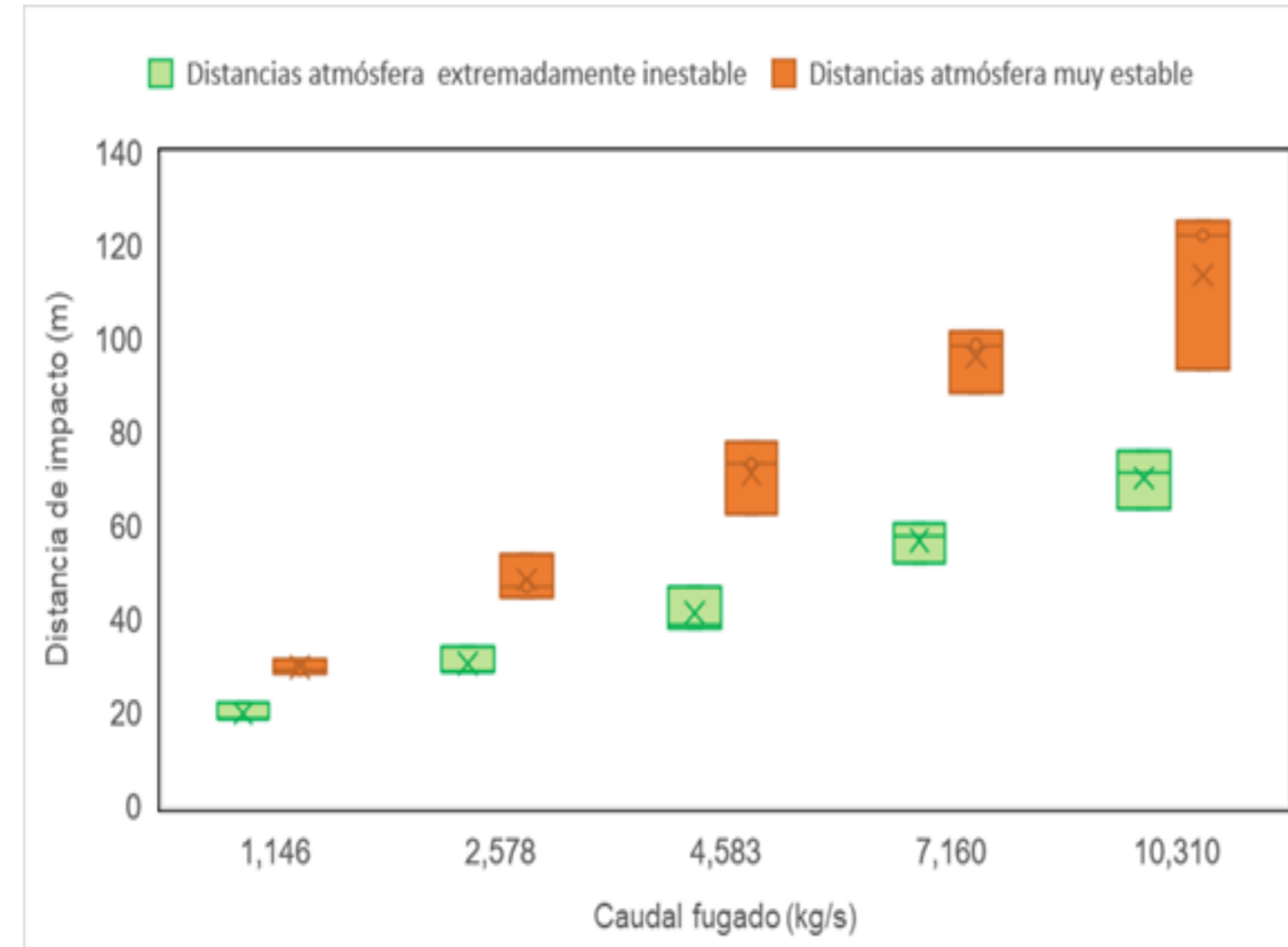
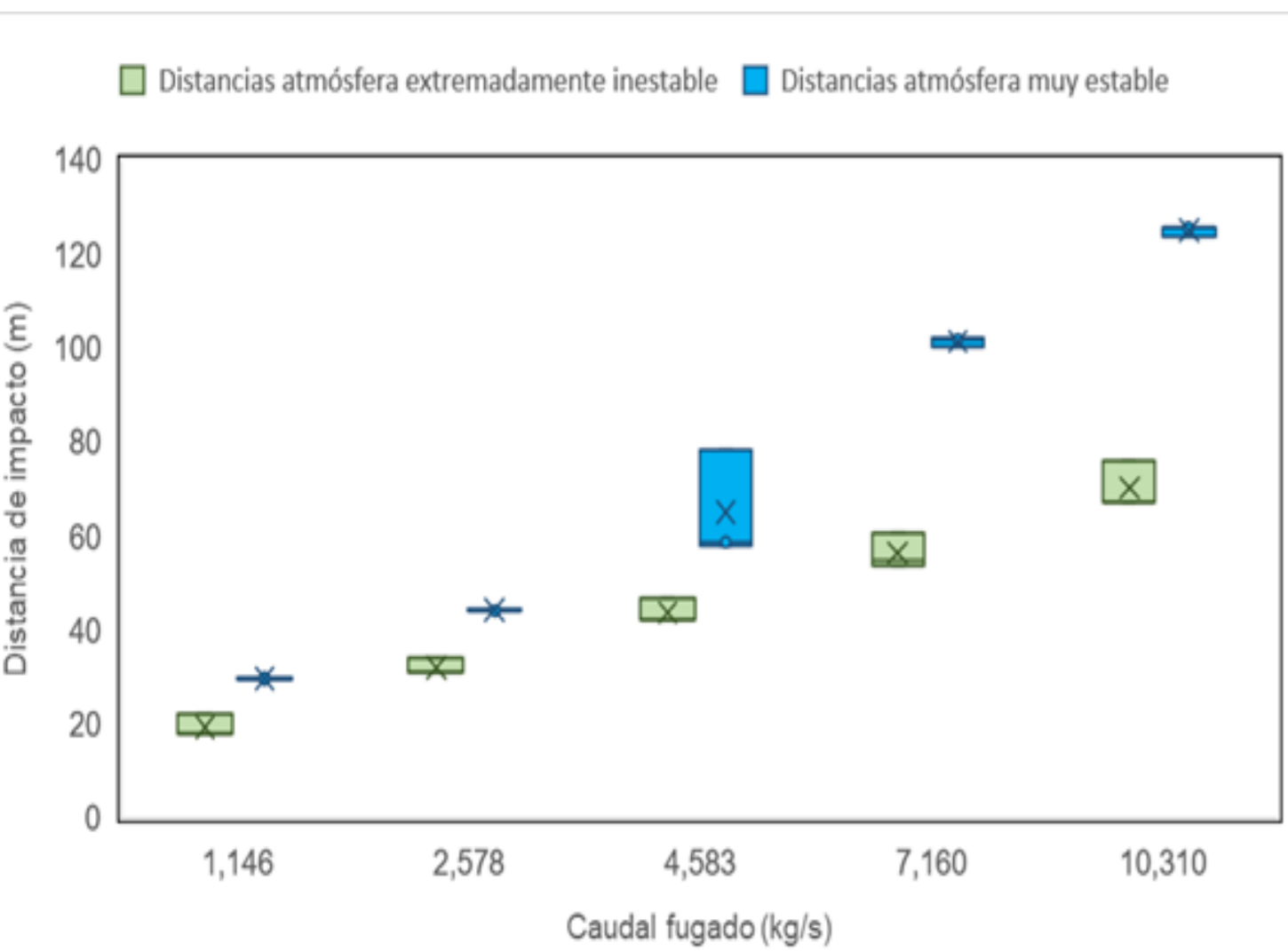


Variables de entrada

Variable de entrada	Unidades	Parametrización
q_s	Kg/seg	1,146; 2,578; 4,583; 7,16; 10,31
V	m/seg	2; 5; 8
Estabilidad	-	Extremadamente inestable (A o B) Neutra (C) Muy estable (D o E)

Análisis de sensibilidad para la temperatura

Análisis de sensibilidad para la rugosidad del suelo



Se modificaron los valores de entrada de la temperatura ambiente y humedad relativa en un 10% por encima y por debajo del valor considerado originalmente, y los valores de rugosidad según la descripción del terreno obtenida en DEGADIS.

La humedad del aire no es un factor que afecte significativamente la estimación de distancias de seguridad ya que el GLP no reacciona con el vapor de agua contenido en la atmósfera.

Modelo de optimización en GAMS

Función objetivo

$$\text{MAX } r^2 = 1 - \frac{\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (d_{ij}^{\text{DEG+BAKER}} - d_{ij}^{\text{RED}})^2}{\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (d_{ij}^{\text{DEG+BAKER}} - d_m^{\text{DEG+BAKER}})^2}$$

Ecuación propuesta

$$d_{ij}^{\text{RED}} = AV_i^B qs_j^C$$

Restricción

$$d_{ij}^{\text{RED}} \geq d_{ij}^{\text{DEG+BAKER}}$$

Resolución del modelo con valores decrecientes de δ hasta que se vuelve infactible

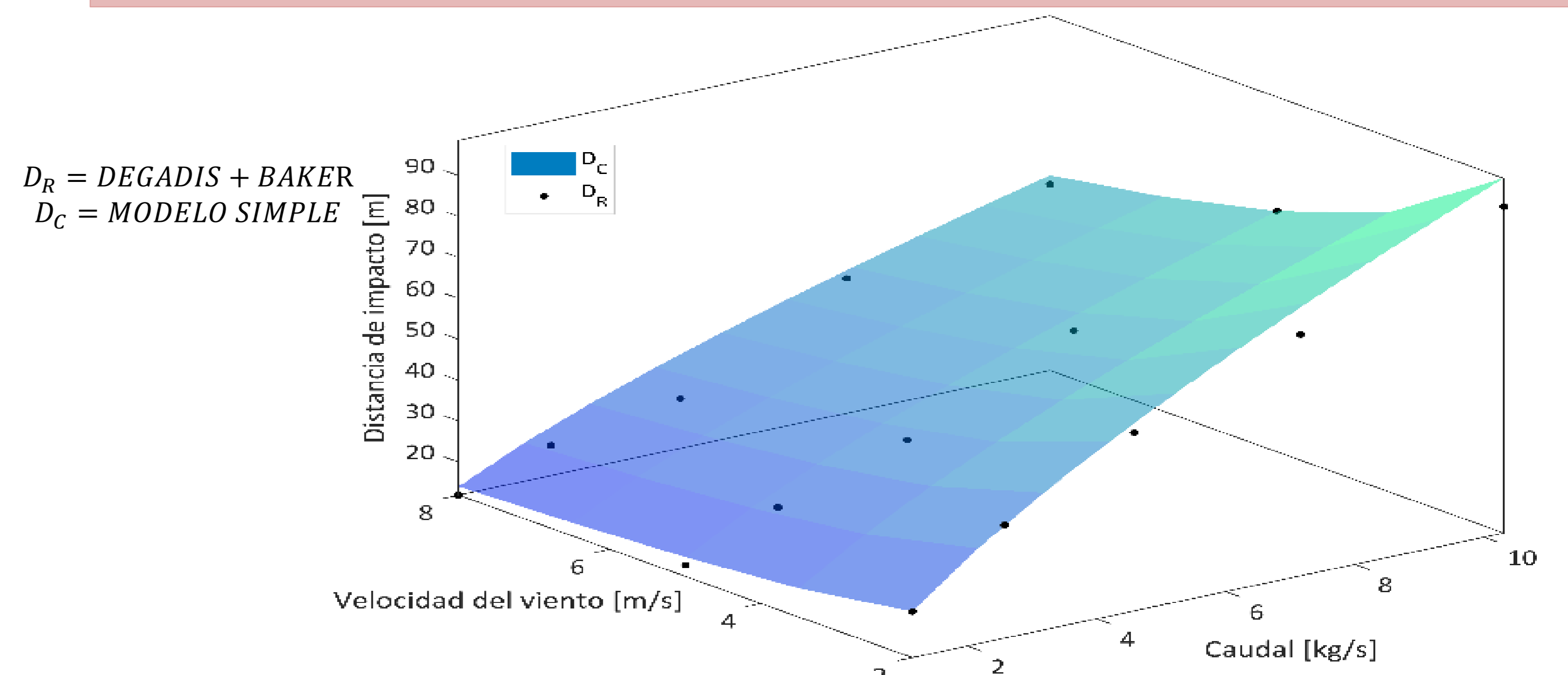
$$d_{ij}^{\text{RED}} \leq d_{ij}^{\text{DEG+BAKER}} + \delta$$

Resultados

Resultados del problema de optimización

	A	B	C	R ²
Extremadamente inestable	27,812	-0,437	0,600	0,910
Neutra	27,253	-0,363	0,659	0,956
Muy estable	39,232	-0,484	0,674	0,954

Distancias estimadas por el método de referencia vs las estimadas por la correlación simple



$$D_R = \text{DEGADIS} + \text{BAKER}$$

$$D_C = \text{MODELO SIMPLE}$$

Conclusiones

Se ha desarrollado un modelo reducido para la estimación de distancias seguras ante escenarios de VCE de GLP. El mismo dependiente de solo dos variables (caudal fugado y velocidad del viento). Dada la complejidad del fenómeno estudiado, tales modelos reducidos constituyen una herramienta de suma utilidad en el desarrollo de planes de evacuación, y particularmente en su implementación en el diseño y optimización de layout.