## Selección de establecimientos escolares en el departamento de Caazapá aplicando programación matemática

Tadeo R. Saldívar Patiño <sup>1</sup>, Jorge L. Recalde-Ramírez <sup>1</sup>, María M. López <sup>1</sup>, Diego P. Pinto-Roa <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación de Operaciones e Inteligencia Artificial (GIOIA),
Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica,
San Lorenzo, Paraguay
tadeosaldivar2@gmail.com,
{jrecalde, mlopez, dpinto}@pol.una.py

Resumen. Las decisiones en infraestructura educativa en el departamento de Caazapá, como en otras regiones del Paraguay, generan algunos inconvenientes. En particular, la distribución de alumnos respecto a los establecimientos escolares presenta cierta inconsistencia, esto se ve reflejado en sobrecostos por reparación o por mantener aulas/escuelas abiertas. Actualmente, existen 469 escuelas en este departamento, y en promedio se tiene 83 alumnos por escuela. Igualmente, se debe considerar que el 66% de las escuelas tienen menos de 25 alumnos, y se puede inferir que existe una subutilización de la infraestructura y de los costos operativos asociados. Un dato no menor, es que el 1% de las escuelas tiene en promedio más de 49 estudiantes por aula, muy por arriba del promedio en todo el departamento. El diseño de la red educativa es ineficiente, con una concentración de escuelas que excede las necesidades en determinadas zonas y es deficitaria en otras; esto tiene como consecuencia problemas de gestión de recursos y altos costos de inversión para mejorar y mantener las escuelas en distritos que no cuentan con el presupuesto suficiente. Es imperativa la aplicación de estrategias que estén orientadas a la optimización de los recursos disponibles. En este estudio, se identificó un modelo de programación lineal entera mixta (PLEM) existente en la literatura, para seleccionar establecimientos escolares a fin de minimizar los costos operativos, de inversión en infraestructura y de transporte. Se combinaron técnicas de investigación operativa con sistemas de información geográfica para analizar el problema e interpretar los resultados. Los resultados muestran oportunidades de mejora en el diseño de la red educativa en los 11 distritos del departamento de Caazapá, y es posible reducir los costos de inversión al consolidar la demanda en menos establecimientos de los que ya existen actualmente. En la selección y distribución de establecimientos escolares, propuesta como solución, se reduce al 50% el número de escuelas, disminuyendo también los costos de inversión y costos operativos. Por otra parte, será necesario incurrir en costos de transporte que representarán el 7% de los costos. Finalmente, con esta propuesta, se reduce el costo estimado para el diseño de la red de infraestructura del sistema educativo en el departamento de Caazapá en un 24% con respecto al costo actual.

**Palabras clave:** Dimensionamiento de escuelas, Capacidad, Localización de escuelas, Programación Matemática, Optimización.