

# Resiliencia en Redes aplicando Optimización Robusta

## Grid resilience by applying robust optimization

Anfossy F.<sup>1</sup>, Klapp M.<sup>1,2</sup>, Lorca A.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile

Anfossy F.<sup>1</sup>, Klapp M.<sup>1,2</sup>, Lorca A.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Systems Engineering, School of Engineering, Pontificia Universidad Católica de Chile

<sup>2</sup>Department of Transport and Logistics Engineering, School of Engineering, Pontificia Universidad Católica de Chile

<sup>3</sup>Department of Electrical Engineering, School of Engineering, Pontificia Universidad Católica de Chile

### RESUMEN

Chile es un país propenso a desastres naturales sísmicos, por lo que su planificación urbana en cuanto a redes de transporte, electricidad, agua y otros se encuentran vulnerables a colapsar ante alguno de estos eventos. A nivel mundial, también se estudia el efecto de desastres como incendios, ataques terroristas y otros en estas redes. Debido a la relevancia del tema a nivel local, se estudia un problema de resiliencia en redes a partir del colapso de cualquier red debido a cualquier disrupción o desastre. Se busca modelar el comportamiento de redes que busquen maximizar el flujo de transporte, energía u otro entre agentes, cuyos arcos son destruidos con el objetivo de generar daño en esta red disminuyendo las opciones de conectividad, afectando el flujo. Para abordar esta problemática se formula un modelo de optimización robusta de 2 etapas implementado en el solver de optimización Gurobi en 3 tipos de redes pequeñas: una arborescencia, un grafo bipartito y una red vial, para estudiar el comportamiento del daño dependiendo de la cantidad de arcos disponibles a inhabilitar. El problema consiste en resolver un problema de optimización robusta debido a que entrega el peor escenario posible: La destrucción de arcos críticos para generar mayor daño. Este trabajo consiste en el paso inicial para, en trabajos posteriores, agregar una tercera etapa de diseño que aminore el daño en el peor escenario, de forma que sea posible planificar la creación y/o mantención de redes más robustas ante cualquier tipo de desastres.

### ABSTRACT

Chile is a country prone to natural seismic disasters; thus, its urban planning is vulnerable to collapse during these events in terms of transportation networks, electricity grids, water supply, and others. Internationally, similar effects on these networks caused by of other disasters such as fires, terrorist attacks, and others, are studied. Due to the local relevance, the research herein boards the resilience problem on network collapse during disruption or disaster. Thus, modelling the behavior that maximizes transport flux, energy or other agents, in conditions of node destruction and connectivity loss was sought. To address this problem, a 2-stage robust optimization model was stated in the Gurobi optimization solver for three types of small networks: arborescence, bipartite graph and road network. The problem was to look for a robust optimization solution on the worst possible scenario: the destruction of critical arcs in order to create most damage. The work herein represents the initial step of a design that lessens the damage in worst-case scenarios. This will allow for planning the creation and/or maintenance of robust networks for any type of disaster.