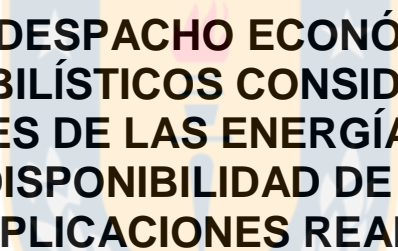




Universidad de Concepción  
Dirección de Postgrado  
Facultad de Ingeniería -Programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención  
Ingeniería Eléctrica



**MODELOS DE DESPACHO ECONÓMICO Y AMBIENTAL  
PROBABILÍSTICOS CONSIDERANDO LAS  
INCERTIDUMBRES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA  
DEMANDA E INDISPONIBILIDAD DE LOS GENERADORES:  
APLICACIONES REALISTAS**

Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería mención  
Ingeniería Eléctrica

Eduardo Wladimir Arriagada Carrasco  
CONCEPCIÓN-CHILE  
2016

Profesor Guía: Dr. Enrique López Parra  
Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería  
Universidad de Concepción

## ABSTRACT

In this thesis a probabilistic economic dispatch model and emissions considering: a) thermal units (fuel generators), b) wind energy conversion and c) photovoltaic arrays systems is proposed. The wind speed, solar radiation and the electric demand are recognized and modeled as random variables. Unavailability of generators is also considered. The methodology and the proposed models solve: 1) probabilistic economic dispatch and 2) probabilistic emission economic dispatch.

In particular, it makes called strategies of solution based on the Monte Carlo method, programming routines for optimization of Matlab and a technique that solves the bi-objetivo problem called " $\epsilon$ -constraint".

The solution strategy is based on the MonteCarlo method, optimization algorithm of Matlab and " $\epsilon$ -constraint technique". The results imply multidimensional probabilities, cluster analysis of Pareto fronts, descriptive statistic techniques, dual prices and marginal costs. The proposed model and methodology are applied to a case study of the Northern Chilean electrical system.

The proposed methodology yields the probability distributions of system: a) marginal cost. b) dual price, c) thermal powers, d) load shedding e) solar and wind power generation, d) emission levels load.

The proposed model and methodology are applied to a case study of the Northern Chilean electrical system.

## RESUMEN

En esta tesis se propone una metodología y modelos para el estudio del despacho en la generación de energía desde el punto de vista probabilista, considerando parques de generación: 1) térmicos, 2) eólicos y 3) fotovoltaicos. La metodología y los modelos consideran la indisponibilidad en la generación, la aleatoriedad de las energías primarias y el racionamiento. La metodología y los modelos propuestos resuelven: 1) el despacho económico probabilístico y 2) el despacho económico probabilístico con emisiones.

En particular, se hace llamado a estrategias de solución basada en el Método de Montecarlo, rutinas de programación para la optimización de Matlab y una técnica que resuelve el problema bi-objetivo llamada “ $\epsilon$ -constraint”. La solución óptima involucra probabilidades de tipo multidimensional, estadísticas descriptivas, clúster y análisis bimodal. Desde el punto de vista teórico se destaca, en esta tesis, el tratamiento dado a la solución del problema bi-objetivo, la modelación de las energías renovables no convencionales primarias y las metodologías de solución propuestas.

Los resultados (probabilísticos) más relevantes implican: a) costos marginales del sistema, b) precios duales c) potencias de las unidades térmicas, d) racionamiento de la carga e) potencias de parques fotovoltaicos y eólicos y f) niveles de emisiones. Estos dan cuenta del acercamiento y la lejanía de las soluciones que existen entre los modelos deterministas, los valores reales y aquellas provenientes de los modelos propuestos en esta tesis.

La fortaleza del modelo y la metodología propuesta es aplicada a un sistema real: el Sistema Interconectado Norte Grande (SING).

La validación de los resultados, son comparados con la información publicada en el sitio web del Centro de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Norte Grande (CDEC-SING) y la Comisión Nacional de Energía (CNE).