



Benefits of industrial demand response in the Chilean electricity market

Oscar Morales, Sebastian Mocarquer, Hugh Rudnick & Pedro Miquel

Overview

- Chilean electricity market context
 - Electric system description and characteristics
 - Chilean mining industry characteristics
- Demand Response Schemes
- Benefits of industrial demand response
 - Simulation
 - Results
 - **Final remarks**

Motivation

Principalmente por precio de la energía:

Costos de producción de minería se elevan 187% en 10 años

La cifra está cerca de 10 centavos de dólar por sobre el promedio mundial, lo que resta competitividad al sector.

ANTONIA EYZAGUIRRE

La industria minera ha alertado en los últimos años de su situación. Principalmente por la falta de competitividad, a raíz de los altos precios de la energía —ítem en que Chile es el segundo país entre los mineros con mayores costos—, la falta de productividad, que no se condice con las altas remuneraciones del sector, y por la caída en la ley del mineral.

Los costos de producción promedio en la industria en una década pasaron de 89 centavos de dólar a US\$ 2,55 por cátodo de cobre, lo que incluye costos operacionales, depreciación, intereses y costos indirectos. Esto representa un aumento de 187%, según un análisis de la Sonami elaborado con información de Cochilco (ver infografía). El costo promedio a nivel mundial es de US\$ 2,43 por libra, poco más de 10 centavos más bajo que en el país.

La situación era distinta en 2004, cuando los costos de pro-

ducción en Chile estaban por debajo del promedio global, escenario que se revirtió en 2009.

Actualmente, los altos costos que enfrenta el sector minero se han visto paliados en parte por el alza del dólar. Para la gran minería, los gastos expresados en pesos representan un 45% de los costos operacionales totales, por lo tanto, la depreciación de nuestra moneda frente al dólar implica que para esa fracción de costos se requieren menos divisas estadounidenses. Esta es la moneda en que las mineras reciben sus ingresos. De todas maneras, la baja en el precio del cobre pone a varios yacimientos en una situación incómoda e, incluso, se estima que, de seguir cayendo el valor del metal, algunas operaciones enfrentarán dificultades.

El precio de la energía

Un sinnúmero de factores incide en los altos costos de producción que enfrenta Chile, pero el que tiene mayor incidencia es

el precio de la energía.

La minería es un sector intensivo en el uso de este insumo y cerca del 20% de los costos de las empresas radica en este ítem. Chile registra un costo unitario de electricidad de US\$ 143 por megawatt hora (MWh), muy por sobre el promedio mundial, de US\$ 86 por MWh. Incluso más preocupante, el país duplica el costo de su principal competidor en la región: Perú, que ha trazado como uno de sus principales objetivos convertirse en actor cada vez más relevante.

El documento "Minería, una plataforma de futuro para Chile" aborda el problema. Este fue realizado por la Comisión de Minería y Desarrollo, instancia liderada, entre otros, por el ex Presidente Ricardo Lagos, y promovida por el Consejo Nacional de Innovación y Competitividad. El reporte traza como meta una reducción de un 20% en el consumo de energía a 2025, lo que inyectaría competitividad al rubro.

Costo del cátodo

Valor por libra en dólares 2014.

Chile Mundo



fuente SONAMI

EL MERCURIO

Motivation

EL 70% DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE ESTAS INSTALACIONES CORRESPONDE A ESTE ÍTEM:

Consumo esperado de energía en minería del cobre crecería 700% a 2025 solo por plantas desaladoras

Después de las concentradoras, las desaladoras son las que más demandan electricidad en esta industria. Se estima que a 2021 cerca de un 25% del agua para la minería del cobre vendrá del mar.

ANTONIA EYZAGUIRRE A.

En promedio, el 70% del costo de operación de las plantas desaladoras corresponde a energía. Y en los últimos dos años el uso de agua de mar —tanto desalinizada como salada— creció un 81% en la minería. Y la incorpora-

rado de electricidad de la minería del cobre en su conjunto —incluyendo concentradoras, desaladoras, refinerías, fundiciones, entre otros—, Cochilco estima que será de 41,1 TWh para 2025, siendo las faenas ubicadas en el Sistema Interconectado del Norte Grande

(SING) las principales demandantes. Como consumo máximo, esta industria podría llegar a consumir 52 TWh para 2025. Esto podría llegar a presentar complicaciones para la ejecución de algunos proyectos mineros, e incluso algunos podrían sufrir postergaciones.

Cerca del 87% de la inversión de US\$ 161 millones de la desaladora de Minería Escondida, de BHP Billiton, fue en tubos y bombas para cubrir los cerca de 200 kilómetros y una altura de más de 3.000 metros donde necesitan impulsar el agua.



Agenda

- Chilean electricity market context
 - **Electric system description and characteristics**
 - Chilean mining industry characteristics
- Demand Response Schemes
- Benefits of industrial demand response
 - Simulation
 - Results
 - Final remarks

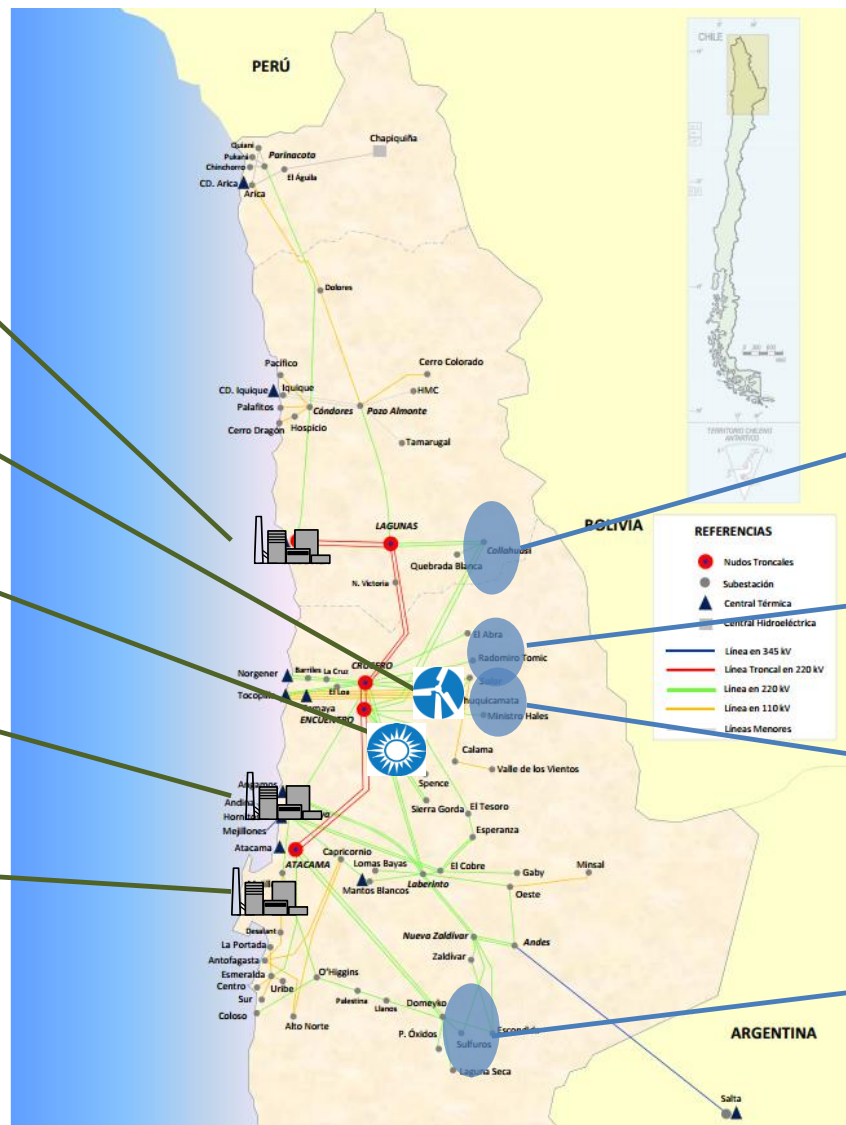
Chilean Electricity System

		Gross Capacity (Dec-2014)	Electricity Generation (2014)	Maximum demand (2014)	Population
SING <i>Sistema Interconectado Del Norte Grande</i>	Arica y Parinacota	4,072 MW	17,674 GWh	2,362 MW	6.6%
	Tarapacá	21.0%	25.6%		
	Antofagasta				
SIC <i>Sistema Interconectado Central</i>	Atacama	15,187 MW	52,256 GWh	7,547 MW	91.9%
	Coquimbo				
	Valparaíso				
	Región Metropolitana				
	Lib. Gral. Bdo. O'higgins				
	Bío-Bío				
	Araucanía				
	Los Ríos				
SEA <i>Sistema de Aysén</i>	Aysén	50 MW	155 GWh	25 MW	0.6%
		0.3%	0.2%		
SAM <i>Sistema de Magallanes</i>	Magallanes	100 MW	291 GWh	52 MW	0.9%
		0.6%	0.4%		



SING Characteristics

Generation

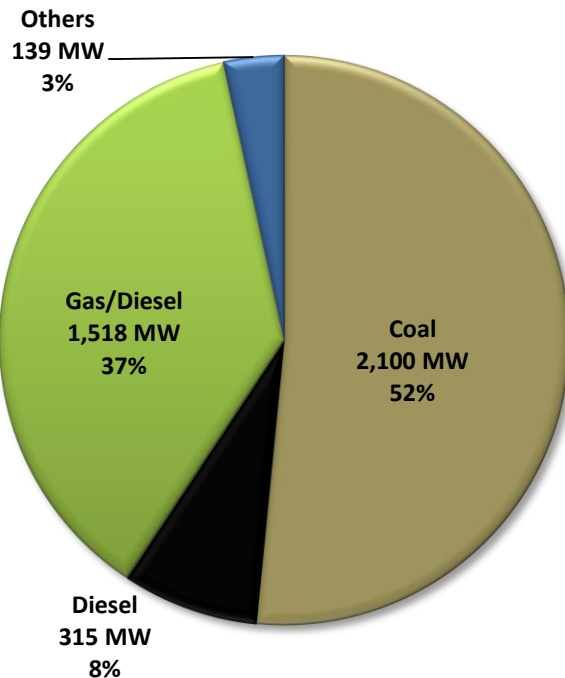


Demand



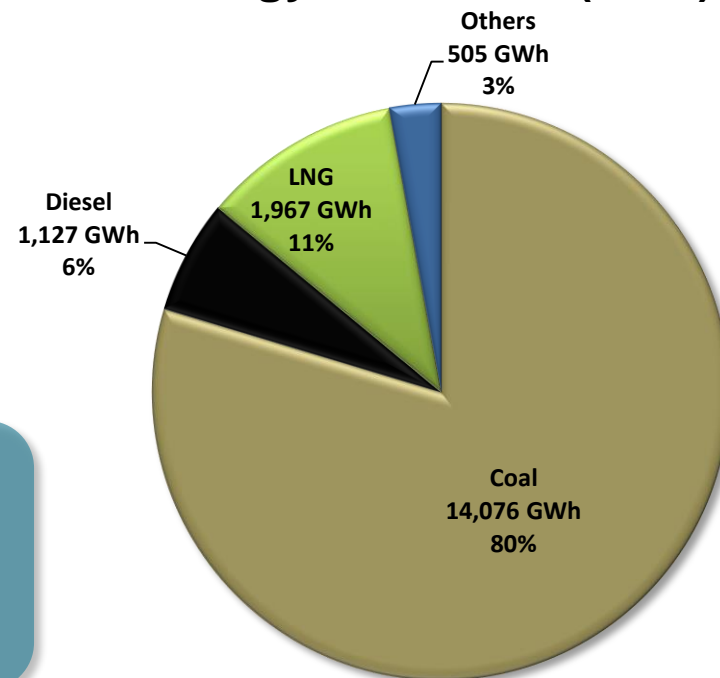
SING Characteristics

Installed Capacity



- Coal is the king
- Only one combined cycle power plant currently has LNG availability.

Energy Generated (2014)

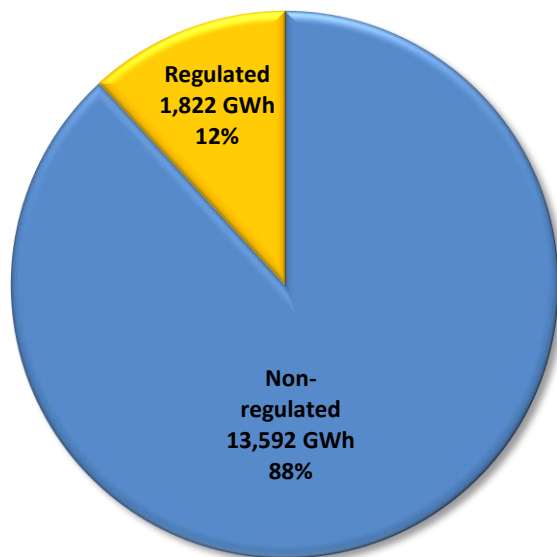


- 4,072 MW Installed Capacity
- 7 Coal Power Plants
- 3 Combined Cycle Power Plants (Gas/Diesel)

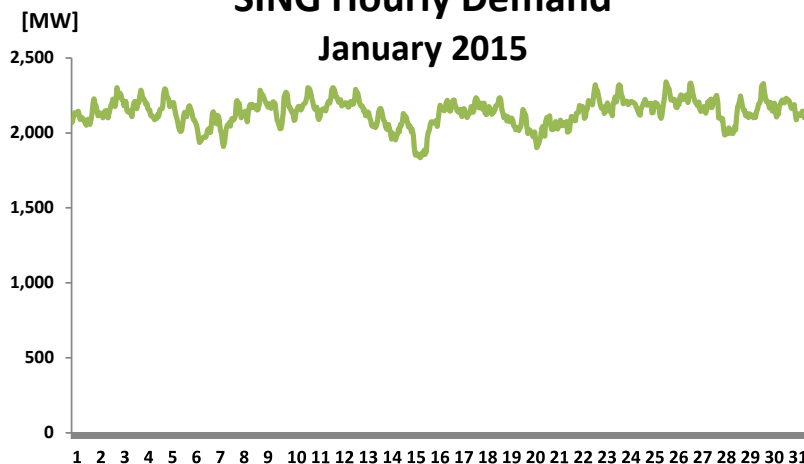
Source: CDEC-SING, Jan 2015

SING Characteristics

Energy Sales (2014)



SING Hourly Demand January 2015

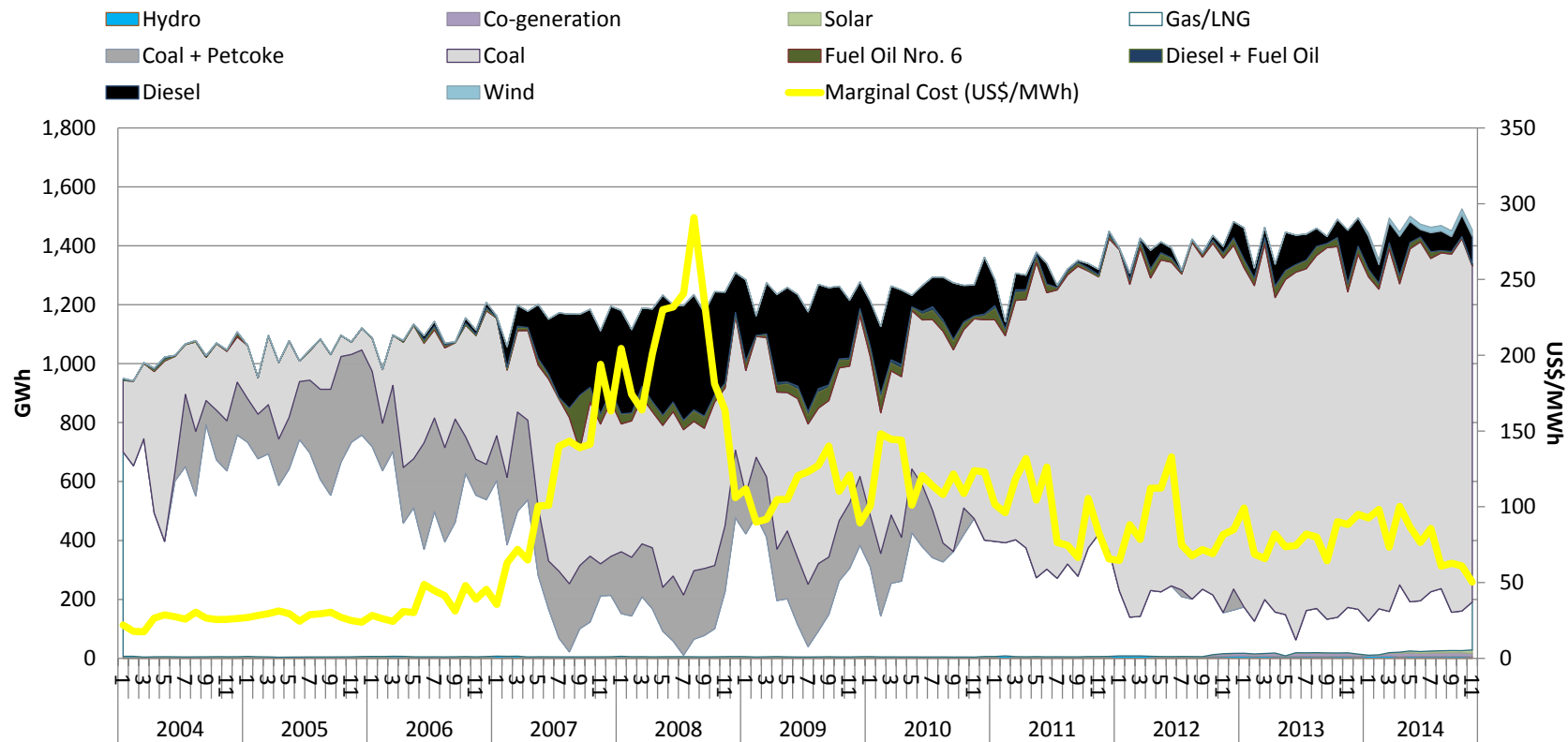


- Consumers: Large Users
- Commercial relation mainly PPAs

- High Load Factor: 90%
- There is not seasonal modulation

Source: CDEC-SING, Jan 2015

SING Characteristics



**Argentinean
Natural Gas**

Diesel

Coal Age

Source: CDEC-SING, Dec 2014

SING Characteristics - Summary



- 88% of the demand are large users (mining companies).
- Flat demand, with high load factor around 90%.
- High growth for the next 10 years, steeped growth.
- Currently, generation matrix is dominated by coal-fired units.
- Around 1,500 MW of power plants under construction (1,100 MW conventional power plants).
- High potential of renewable energy sources.

Agenda

- Chilean electricity market context
 - Electric system description and characteristics
 - **Chilean mining industry characteristics**
- Demand Response Schemes
- Benefits of industrial demand response
 - Simulation
 - Results
 - Final remarks

Operating Costs

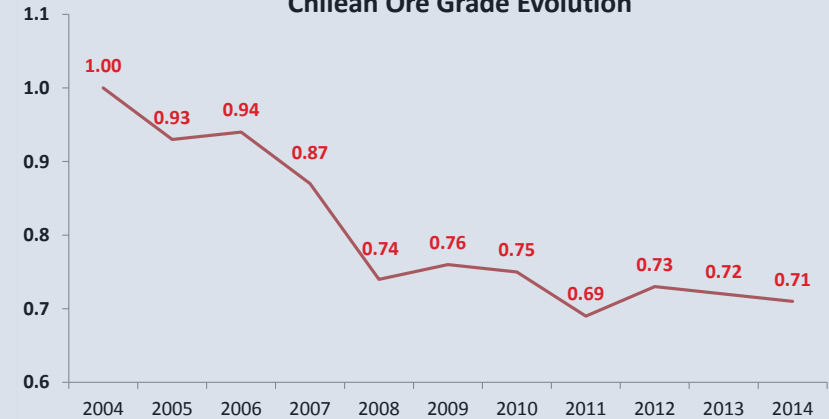
2014 cents US\$/lb

Operating Cost C3



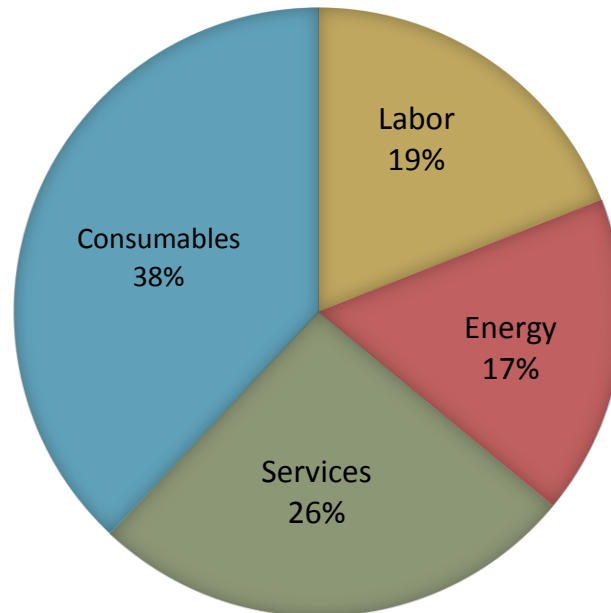
Ore Grade (%)

Chilean Ore Grade Evolution



- 285% increase in the operating cost during the last 10 years
- Lack of competitiveness
- Currently, Chilean copper deposits are losing ore grade

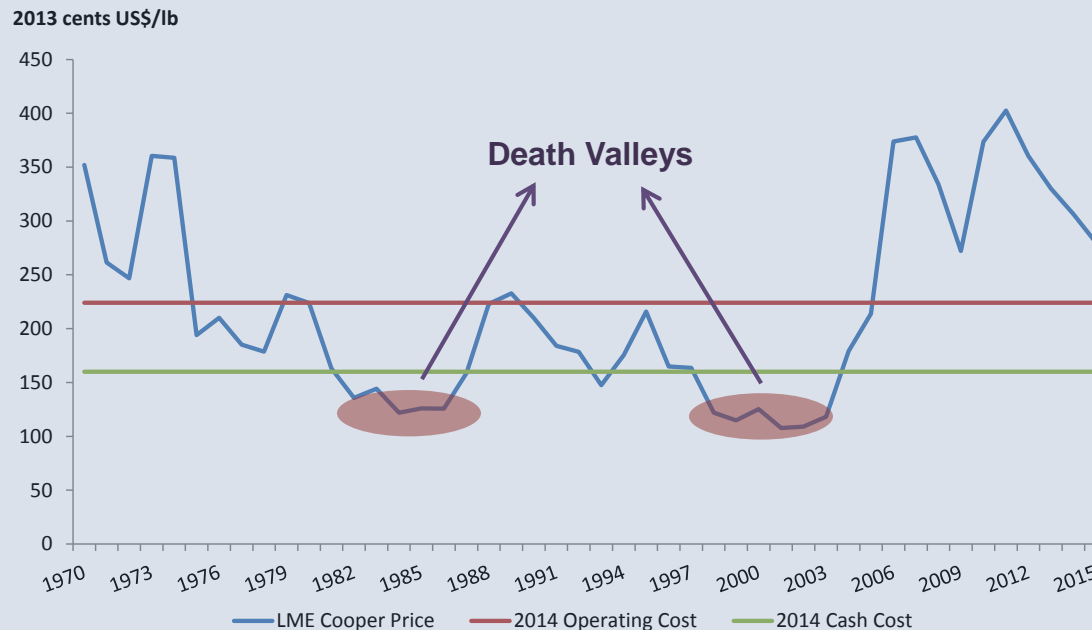
Cash Costs



- 45% of the cash cost can be considered as fixed costs (Labor + Services).
- Consumables costs have associated a high fixed component.
- Energy costs include fuels (4%) and electricity (13%).
- Electricity costs depend on the supply contracts.

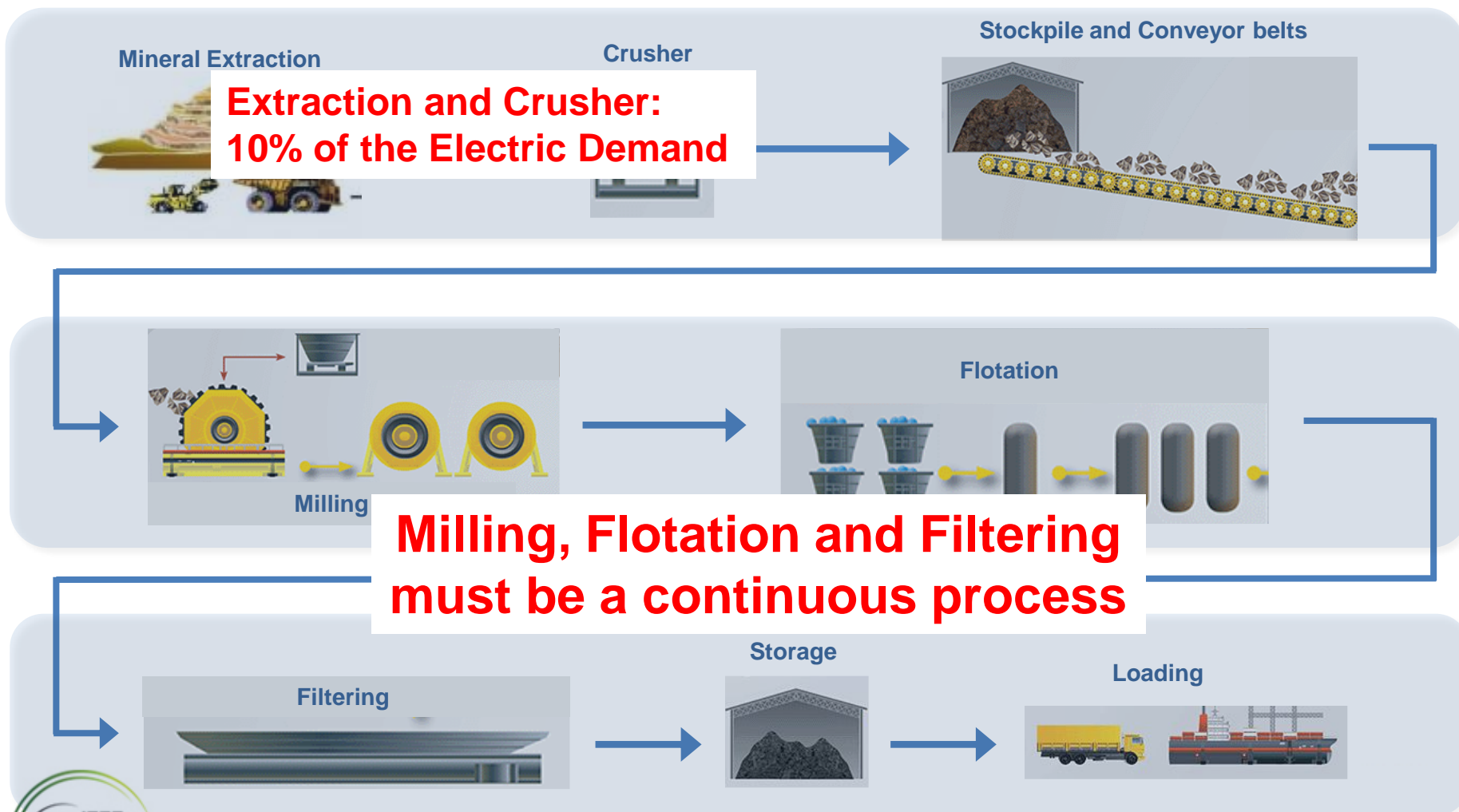
Source: CODELCO

Copper Price Evolution

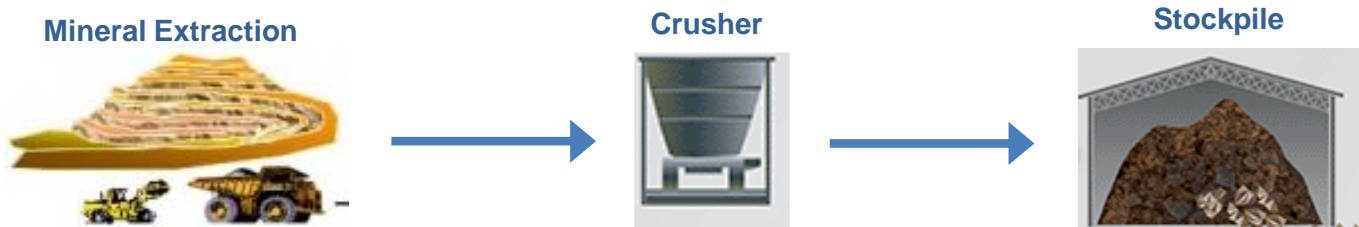


- Historically, copper prices have had levels below 250 cents US\$/lb (2013 operating cost).
- There is a risk of operational losses due to the level of prices being below the operating costs.

Mining Copper Process

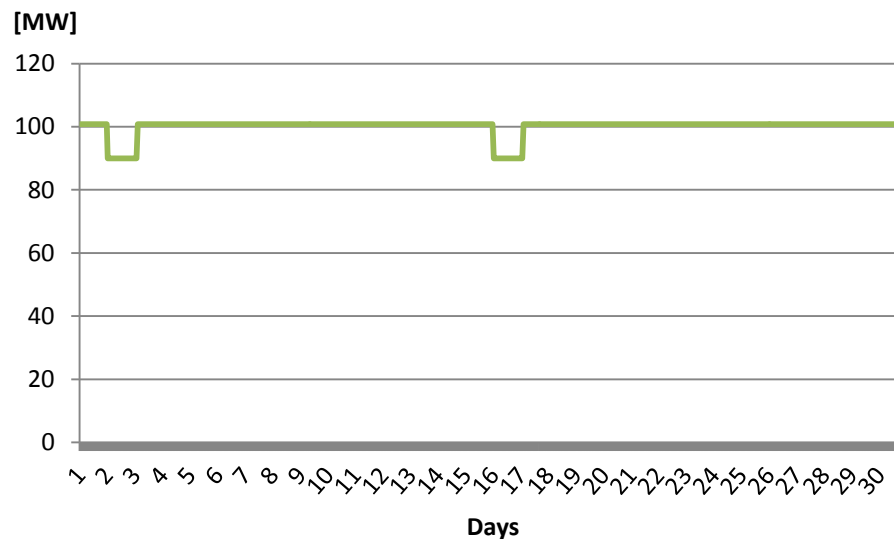
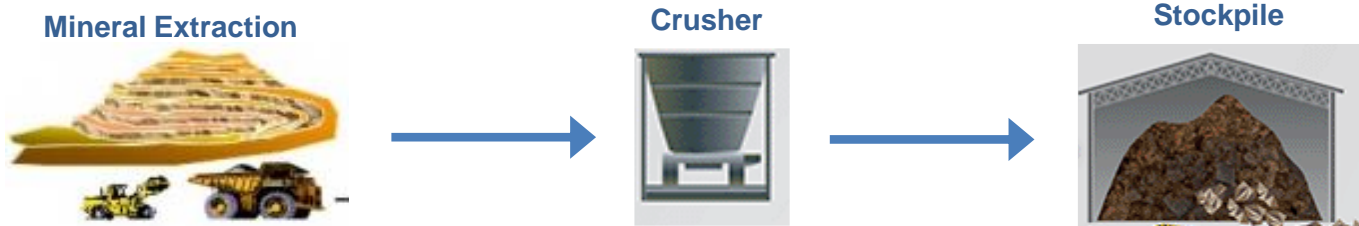


Mining Load Management



- Extraction and crusher (E&C) are the only processes that can be managed, which is equivalent to 10% of the demand.
- E&C can be shut down for a maximum period of 26 hours every 14 days, and it can guarantee the ore stock for the downstream processes.
- E&C management demand would not mean any significant additional costs for the mining company.
- To shut down milling, flotation and filtering process would mean high costs for the company, equivalent to the failure cost (approximately 2,600 US\$/kWh).

Mining Load Management



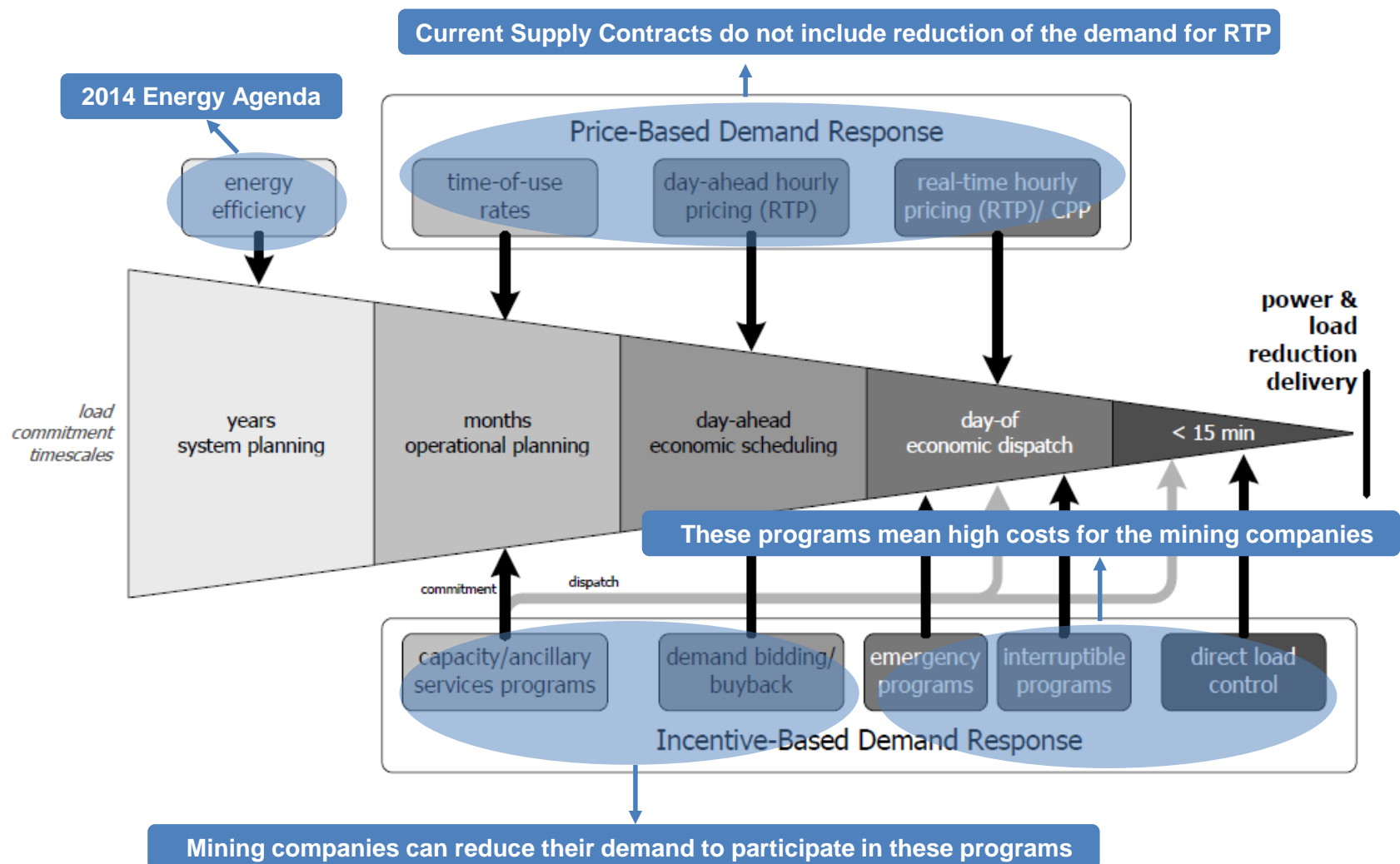
Mining Industry - Summary

- Mining industry has lost competitiveness in recent years.
- Electricity cost has increased, due to the ore grade reductions and the conditions of the electricity market, among others issues.
- Cash cost has a high fixed component, therefore the companies have a few, or no options to reduce costs in the short term.
- Mining industry needs mechanism of cost reduction, especially at low mineral price period.
- Mining industry can manage E&C processes, it means shutting down these processes for maximum 26 hours every 14 days.

Agenda

- Chilean electricity market context
 - Electric system description and characteristics
 - Chilean mining industry characteristics
- **Demand Response Schemes**
- Benefits of industrial demand response
 - Simulation
 - Results
 - Final remarks

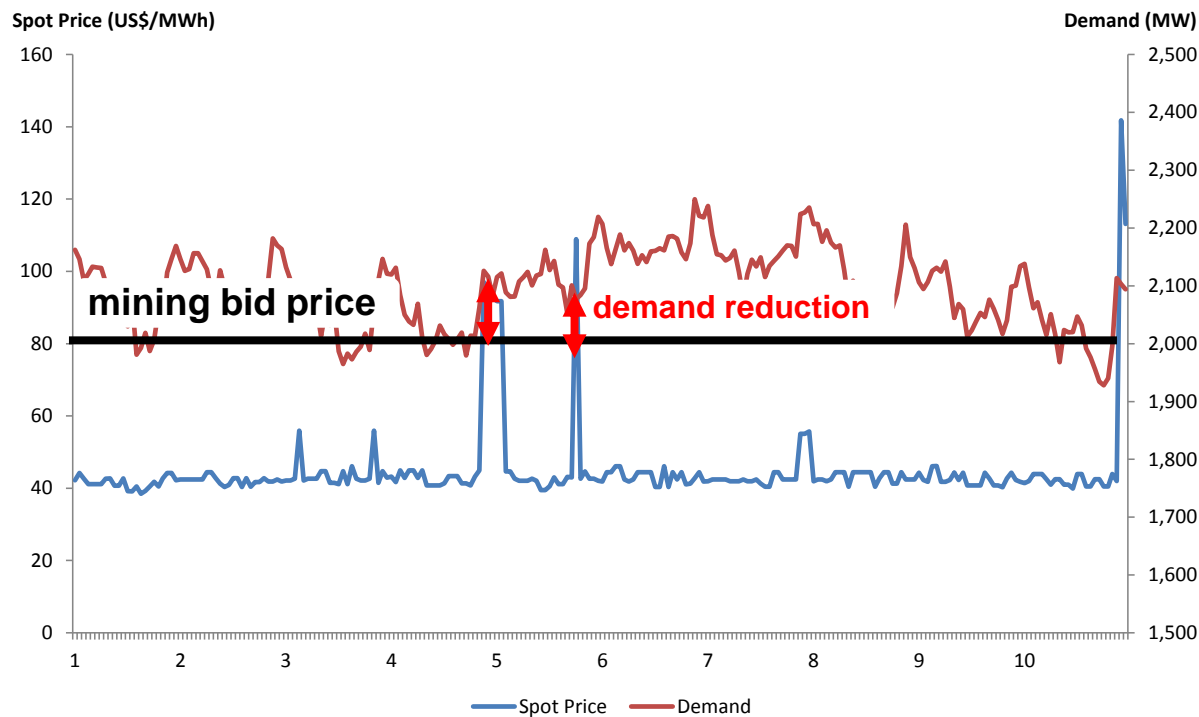
Demand Response Schemes - Overview



Source: U. S. Department of Energy

Incentive-based demand bidding Description

- Mining companies will make bids for “negawatts” (e.g. 10 MW @ 80 US\$/MWh).
- ISO considers the mining bids in the day ahead energy market.
- If the bid is located below the price clearance, the mine must reduce its demand to accomplish the commitment.



Agenda

- Chilean electricity market context
 - Electric system description and characteristics
 - Chilean mining industry characteristics
- Demand Response Schemes
- **Benefits of industrial demand response**
 - Simulation
 - Results
 - Final remarks

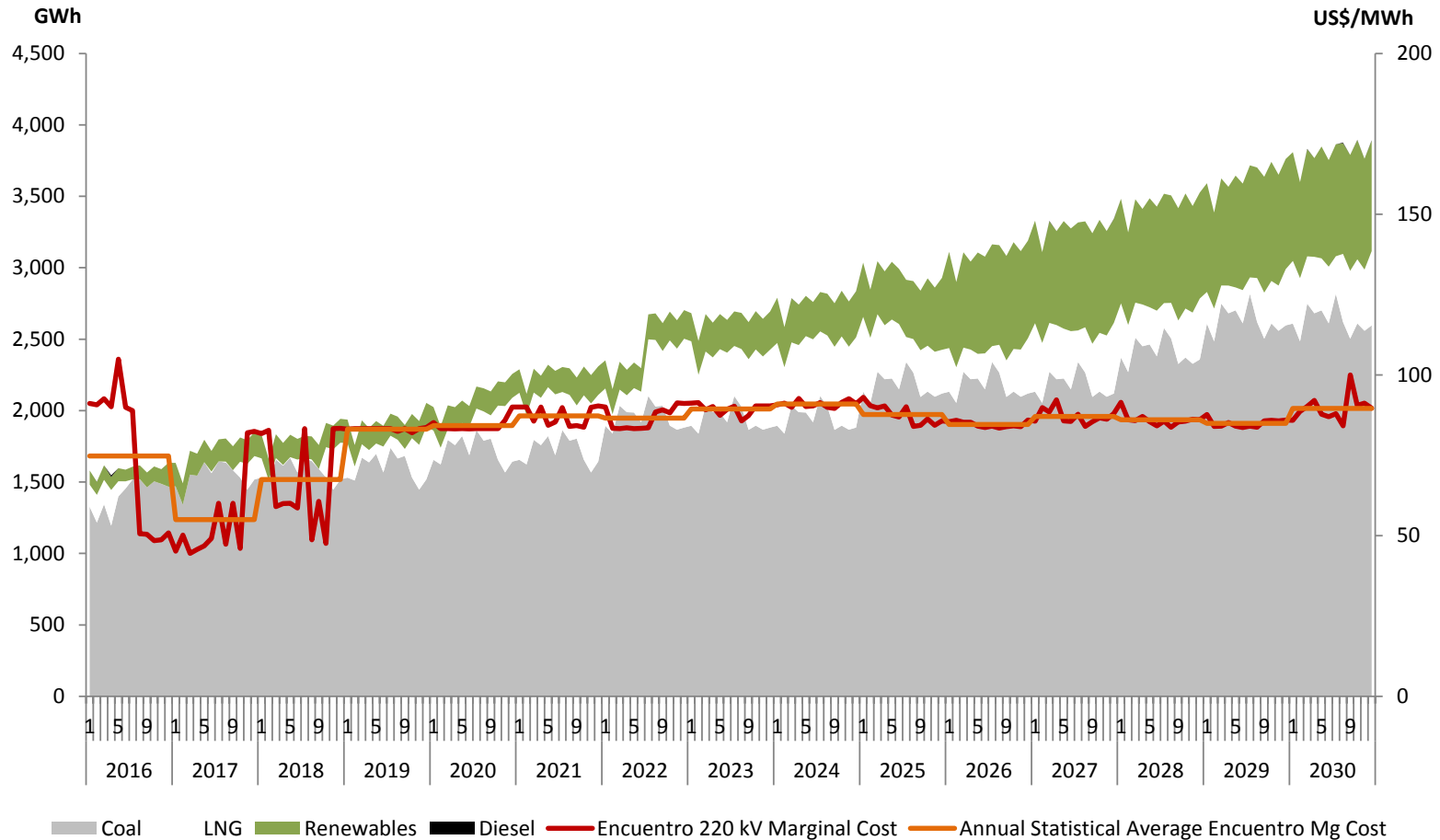
Assumptions

- Simulation of system expansion up to 2030. OSE2000 dispatch model.
- Consideration of private generation driven expansion. RES 20/25 Law.
- Generation expansion based on coal thermal power plant.

Item	Coal
Unitary investment	2,400 - 2,740 US\$/kW
Capacity factor	85% - 90%
Fuel prices	95 - 115 US\$/Ton
Variable cost	35 - 42 US\$/MWh
Debt-equity rate	70%/30%
Levelized cost of energy (LCOE)	76.3 - 91.6 US\$/MWh

Marginal costs defined by private investment decisions, and resulting as those from conventional coal expansion.

Results BAU scenario

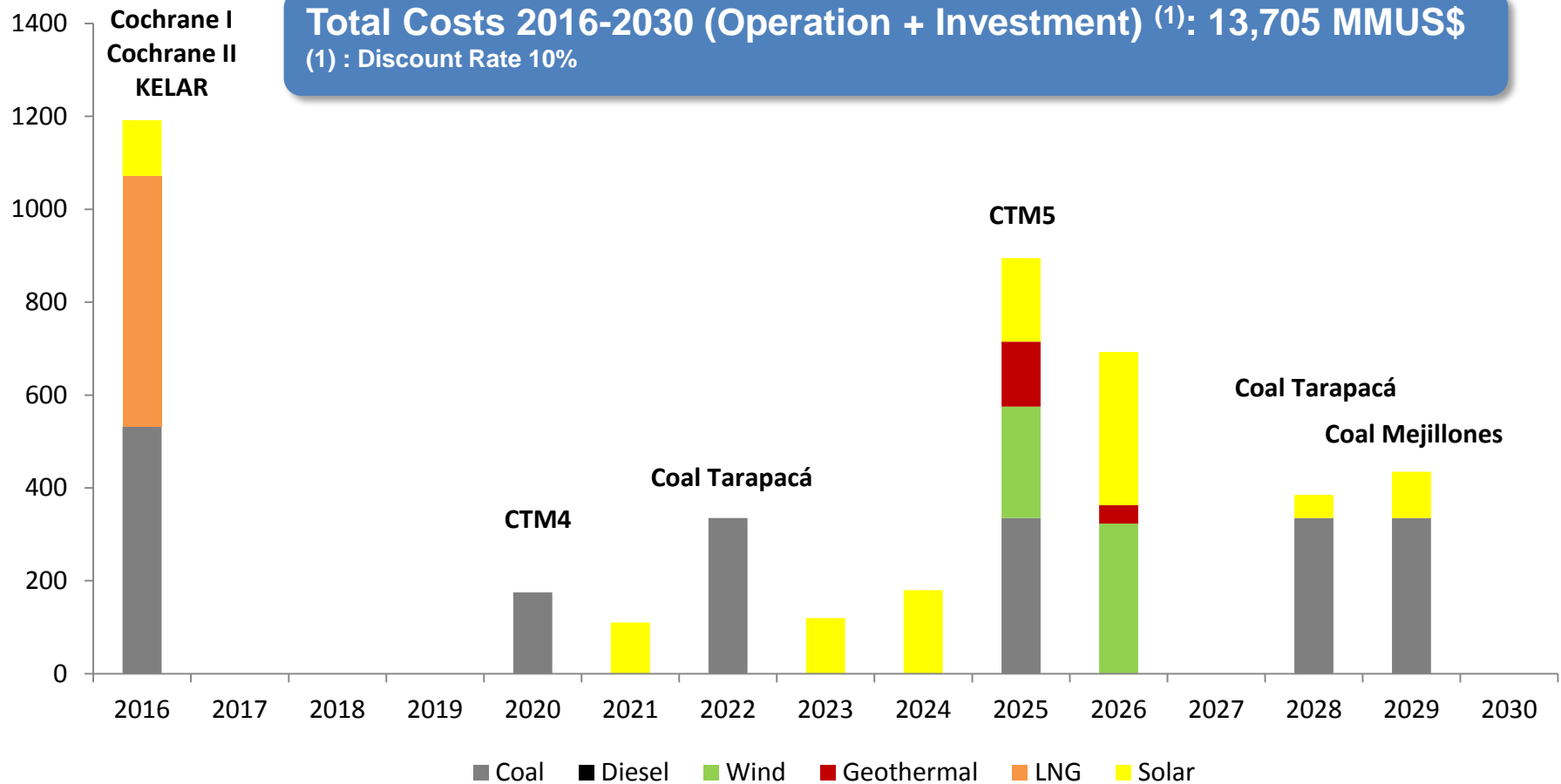


Operating Cost (MM US\$)

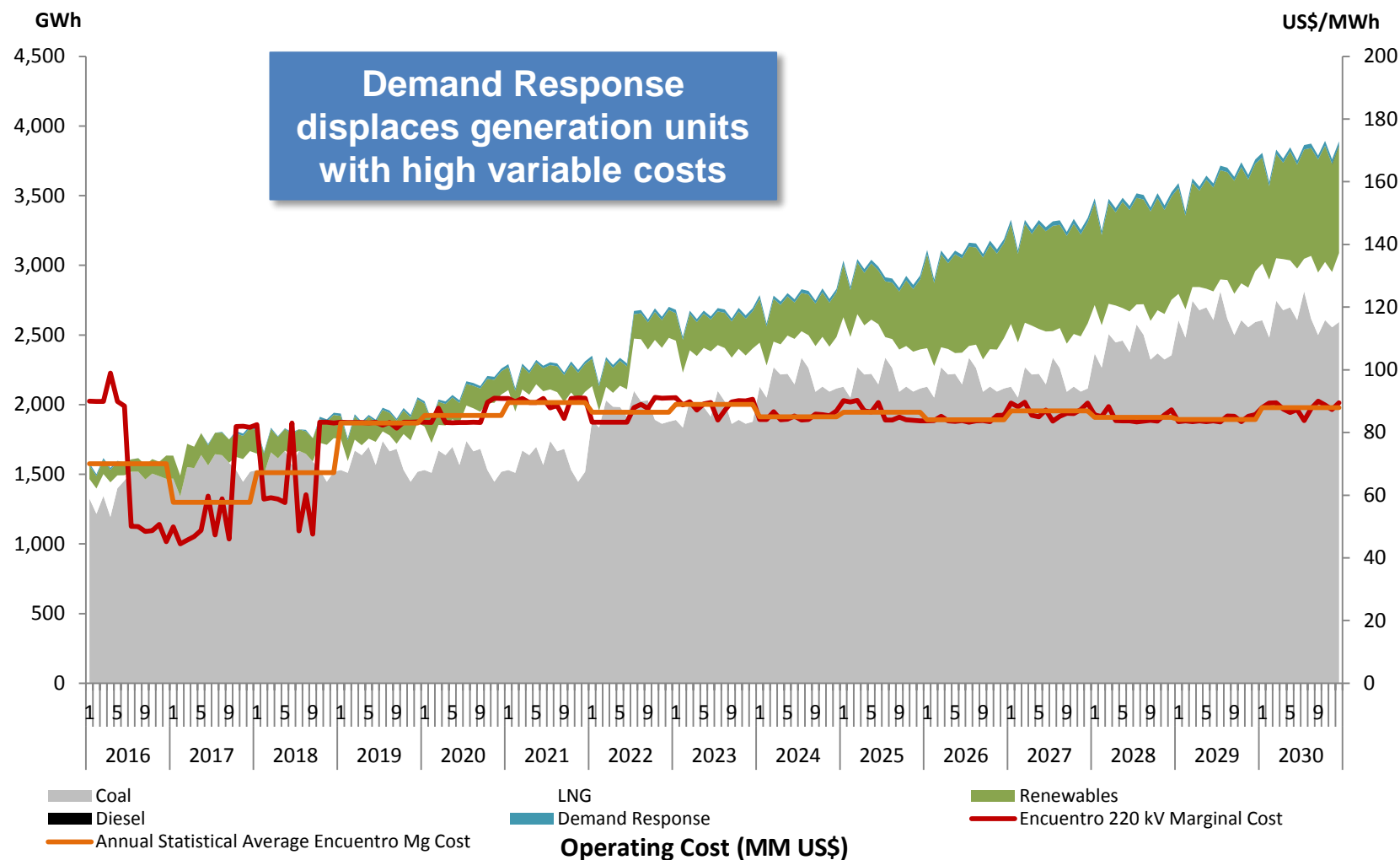
Year	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Operating Cost	804	828	895	988	1,099	1,254	1,332	1,451	1,531	1,465	1,362	1,505	1,537	1,580	1,755

Expansion Power Plants: BAU scenario

MW



Results scenario: Bid Price 70 US\$/MWh



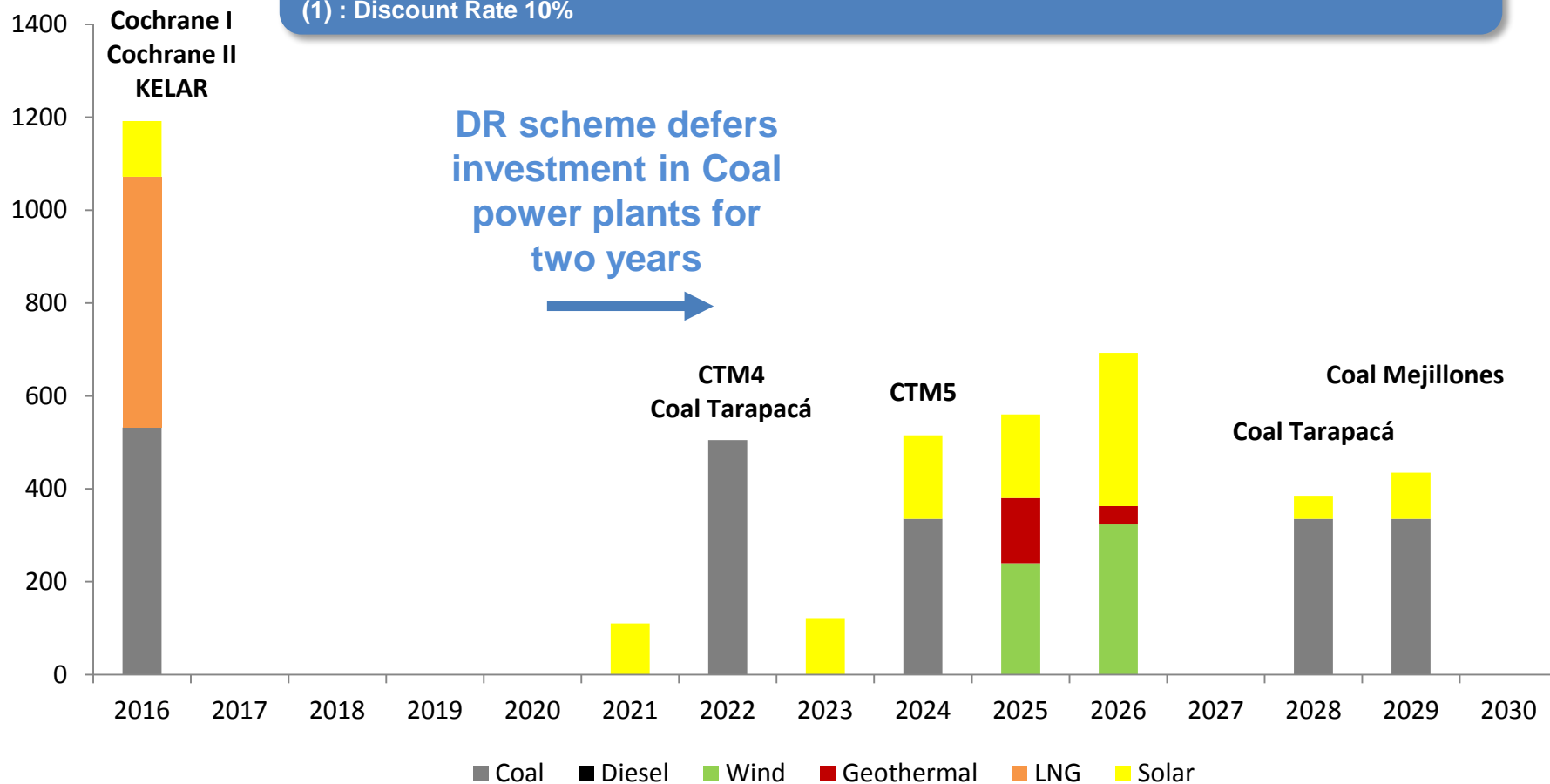
Year	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Operating Cost	796	823	885	973	1,143	1,301	1,310	1,428	1,377	1,438	1,334	1,473	1,505	1,549	1,722

Results scenario: Bid Price 70 US\$/MWh

Total Costs 2016-2030 (Investment + Operation) ⁽¹⁾: 13,565 MMUS\$
Difference with BAU Case: 140 MMUS\$

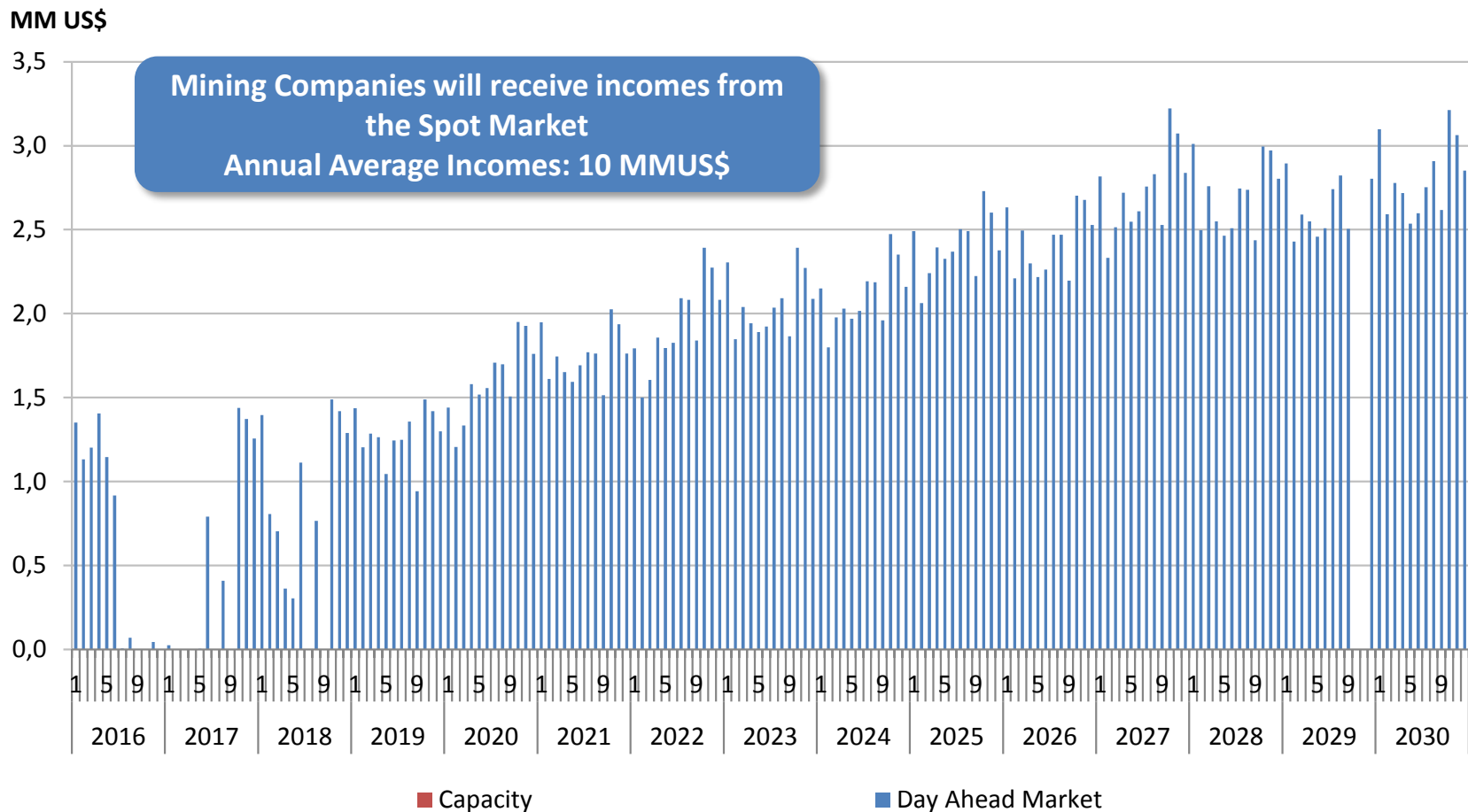
(1) : Discount Rate 10%

MW

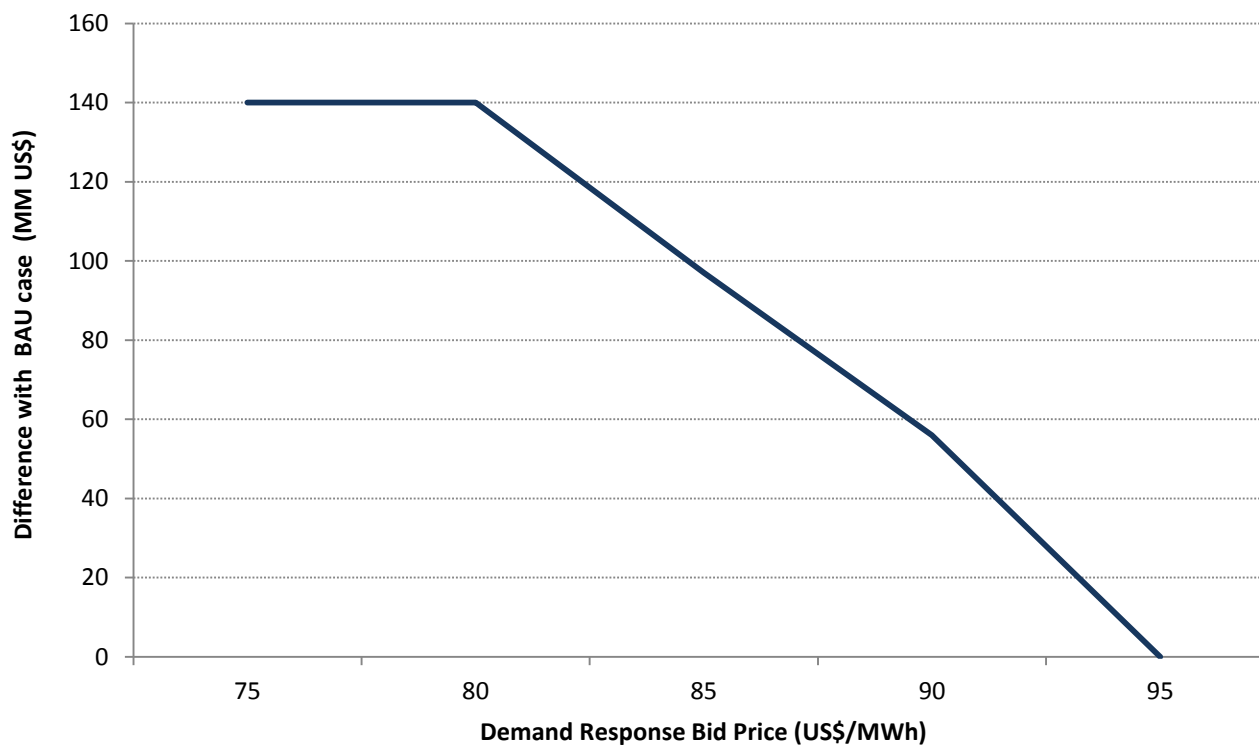


Results scenario: Bid Price 70 US\$/MWh

Mining Companies' Incomes due to Demand Response Program



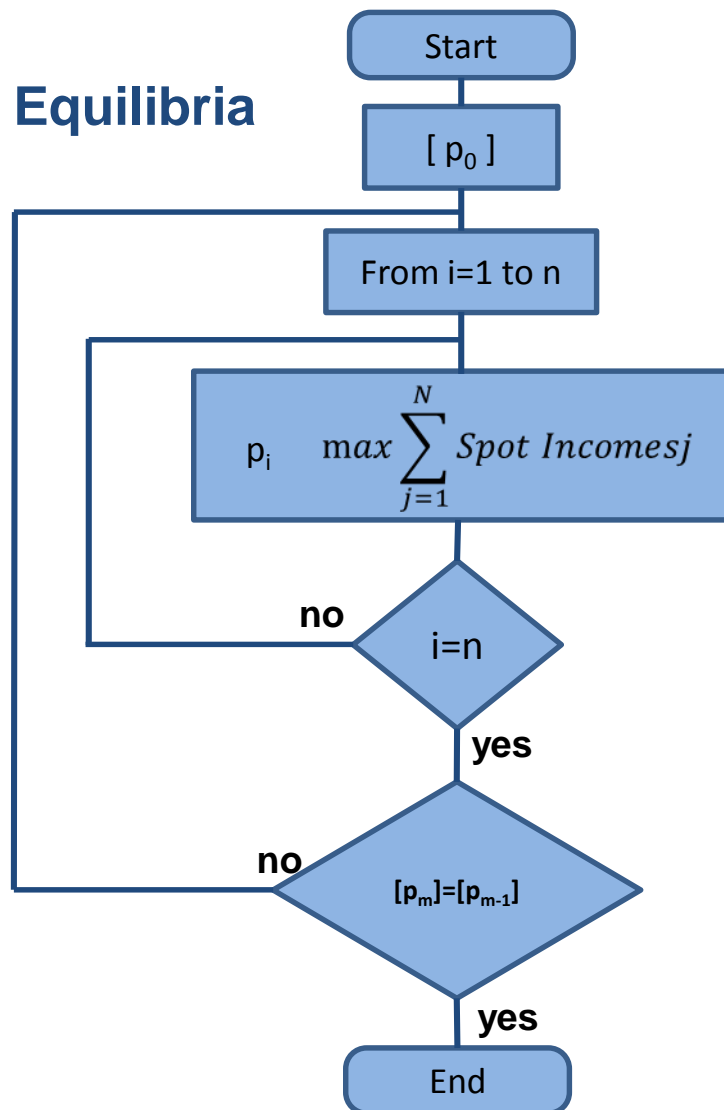
Results Mining Companies Demand Response



Benefits are reduced whether the demand response bid price is higher than 80 US\$/MWh, with the assumption that all the mining companies offer at the same price.

Equilibrium price

Nash-Cournot Equilibria



First iteration reached an equilibrium price, due to the low level of the demand response in the market.

Mining companies will be price takers

Equilibrium price: 80 US\$/MWh

Agenda

- Chilean electricity market context
 - Electric system description and characteristics
 - Chilean mining industry characteristics
- Demand Response Schemes
- Benefits of industrial demand response
 - Simulation
 - Results
 - **Final remarks**

Final Remarks

1. SING has a high potential for development of renewable energy sources.
 - Operational challenges due to the flat demand.
 - Low availability of GNL, thus there are very few cycling units.
2. Operating costs of the mining companies have increased by almost 285 % in the last 10 years.
 - Deposits have lost ore grade.
 - Increasement in the electricity cost.
3. It should be useful to study cost-cutting measures for the mining companies.
 - Loss of competitiveness.
 - The copper price cycle has price levels below operating costs.

Final Remarks

4. Mining industry has limited demand flexibility.
 - Operations must be continuous.
 - Demand Response potential: 10% of the demand for 26 hours every 14 days.
5. Demand response implementation in the mining companies will allow economic benefits in the SING.
 - Savings for 140 MM US\$ in the 2015-2030 period.
 - Defer investments for two years in the generation power plants.
6. SIC-SING interconnection will increment the demand response incomes for the companies.
 - For dry hydrologies the marginal costs can reach levels higher than 100 US\$/MWh.

Further Readings

More information of the Chilean electricity market:

- Publications

www.systep.cl/?page_id=23

- Monthly reports

www.systep.cl/?page_id=21

